ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА"

Подписано цифровой подписью: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА"
DN: c=RU, st=Рязанская область, street=ул. Костычева, д.1, l=г. Рязань, title=Ректор, o=ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА", 1.2.643.100.1=120D313032363232303130373439393938, 1.2.643.100.3=120B303932383030393935383738, 1.2.643.100.4=120A3632323930303036343433, 1.2.643.3.131.1.1=120C3632323831313839303437 37, email=university@rgatu.ru, givenName=Александр Владимирович, sn=Шемякин, cn=ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА"
Дата: 2024.03.21 13:36:40 +03'00'

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»

Автодорожный факультет

Кафедра «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по выполнению заданий
и подготовке отчетной документации по итогам
учебной практики (ознакомительной практики)

Уровень профессионального образования: *бакалавриат*
Направление подготовки:
23.03.01 Технология транспортных процессов

Направленность (Профиль) подготовки: *«Организация перевозок на автомобильном транспорте»*

Квалификация выпускника: *бакалавр*
Форма обучения: *очная, заочная*

Рязань, 2024

Методические рекомендации составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 07.08.2020 г. № 911

Разработчики:

доцент кафедры «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности» И..Н. Горячкина

Рецензент: профессор кафедры «Техническая эксплуатация транспорта» И.А. Юхин

Рассмотрены на заседании кафедры «20» марта 2024 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»

_____ В.В. Терентьев

Методические рекомендации одобрены учебно-методической комиссией направления подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

«20» марта 2024 г., протокол № 8

Председатель комиссии _____ В.В. Терентьев

Введение

Настоящие рекомендации являются методическим обеспечением учебной практики студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов.

Практика студентов является важной составной частью учебного процесса, в результате которого осуществляется подготовка студентов к профессиональной деятельности.

Данные методические рекомендации определяют цель и задачи учебной практики (ознакомительной практики), форму организации и специфику данного вида практики.

В процессе прохождения практики, обучающиеся закрепляют теоретические знания, полученные ими в высшем учебном заведении, получают практические навыки, необходимые для более качественного освоения дисциплин профессионального цикла.

Процесс прохождения учебной практики – ознакомительной практики направлен на формирование следующих компетенций:

УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

УК-2.1. Обладает навыками целеполагания в определенном круге задач с учетом правовых норм общества и действующих ограничений;

УК-2.2. Оптимизирует способы решения поставленных задач в ходе проектной деятельности с учетом имеющихся ресурсов, ограничений и нормативов правового характера

ОПК-6. Способен участвовать в разработке технической документации с использованием стандартов, норм и правил, связанных с профессиональной деятельностью

ОПК-6.1. Владеет методами поиска и анализа нормативных правовых документов, регламентирующих различные аспекты профессиональной деятельности в области эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин

ПК-1. Организация логистической деятельности по перевозке грузов в цепи поставок

ПК-1.4. Нормативные правовые акты, регламентирующие перевозки

ПК- 1.5. Методология организации перевозок грузов в цепи поставок

ПК-1.11. Основы процессного управления

ПК-4. Организация работы с нормативно-правовыми актами и технической документацией

ПК-4.2. Способностью осуществлять экспертизу технической документации

1. Организационные основы учебной практики - ознакомительной практики

Сроки проведения практики устанавливаются в соответствии с рабочим учебным планом и календарным графиком учебного процесса на соответствующий учебный год с учетом требований образовательного стандарта.

Местами проведения практики могут являться:

- структурные подразделения университета;
- предприятия, осуществляющие перевозочную деятельность в соответствии с профилем направления, а также в организациях, деятельность которых соответствует профессиональным компетенциям, осваиваемым в рамках ООП ВО (в соответствии с профилем направления).

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья выбор мест прохождения учебной практики производится с учетом состояния здоровья и требования доступности.

Вопросами организации практики занимаются декан факультета и заведующий кафедрой совместно с отделом учебных и производственных практик Университета. Общее методическое руководство практикой осуществляется кафедрой «Организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности».

Непосредственное руководство практикой студентов возлагается:

- от университета – на научно-педагогических работников кафедры «Организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»;
- от предприятия – на директора или назначенного им руководителя практики от предприятия.

Перед отправлением обучающихся на практику проводится инструктивно-методическое собрание (инструктаж о порядке прохождения практики; инструктаж по охране труда и технике безопасности; получение индивидуальных заданий, направлений на практику).

При проведении практики в профильной организации руководителем практики от университета и руководителем практики от профильной организации составляется совместный рабочий график (план) проведения практики.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее – ОВЗ) форма проведения практики устанавливается факультетами с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья, в соответствии с требованиями образовательных.

Организация практики с применением дистанционных образовательных технологий осуществляется в связи с исключительными обстоятельствами (период сложной санитарно-эпидемиологической обстановки, карантин, другие непреодолимые обстоятельства).

Руководство практикой и контроль выполнения обучающимися рабочей программы практики при применении дистанционных образовательных технологий осуществляется в режиме онлайн.

Руководитель практики от кафедры:

- ✓ не позднее чем за два месяца до начала практики организует оформление документов о распределении обучающихся по местам практики;
- ✓ разрабатывает индивидуальные задания для обучающихся, выполняемые в период практической подготовки при проведении практики;
- ✓ составляет совместно с руководителем практики от профильной организации рабочий график (план) проведения практики;
- ✓ обеспечивает организацию образовательной деятельности в форме практической подготовки при проведении практики;
- ✓ организует участие обучающихся в выполнении определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;
- ✓ принимает участие в распределении обучающихся по рабочим местам или перемещении их по видам работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;
- ✓ проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда, технике безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка;
- ✓ оказывает методическую помощь обучающимся при выполнении определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;
- ✓ готовит предложения в проект приказа о направлении обучающихся на практику;
- ✓ оценивает результаты прохождения практики обучающимися;
- ✓ несет ответственность совместно с ответственным работником профильной организации за реализацию компонентов образовательной программы при проведении практики, за жизнь и здоровье обучающихся, соблюдение ими правил противопожарной безопасности, правил охраны труда;
- ✓ осуществляет контроль за соблюдением сроков прохождения практической подготовки при проведении практики и соответствия ее содержания требованиям, установленным соответствующей основной образовательной программой;
- ✓ осуществляет контроль предоставления обучающимися характеристик

от профильной организации и отчетов о прохождении практики по форме, установленной Университетом;

- ✓ готовит отчет о прохождении практики и предложения по совершенствованию организации практической подготовки обучающихся Университета и предоставляет заведующему кафедрой в течение одного месяца после окончания практики;
- ✓ организует проведение организационного собрания с обучающимися по разъяснению порядка и сроков прохождения практик;
- ✓ отвечает за правильность и своевременность оформления финансовых документов, касающихся проведения практики.

Руководитель практики от профильной организации:

- ✓ согласовывает индивидуальные задания, содержание и планируемые результаты практики;
- ✓ предоставляет рабочие места обучающимся, предоставляет оборудование и технические средства обучения в объеме, позволяющем выполнять определенные виды работ, связанные с будущей профессиональной деятельностью обучающихся;
- ✓ обеспечивает безопасные условия реализации компонентов образовательной программы в форме практической подготовки, выполнение правил противопожарной безопасности, правил охраны труда, техники безопасности и санитарно-эпидемиологических правил и гигиенических нормативов;
- ✓ проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда и техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка;
- ✓ составляет отзыв на обучающихся по окончании практики.

Руководитель практики от структурного подразделения Университета:

- ✓ обеспечивает проведение практики в соответствии с рабочей программой практики;
- ✓ согласовывает график проведения практики совместно с руководителем практики от кафедры;
- ✓ проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка.

Обучающийся обязан:

В целях обеспечения своевременного проведения практики и выполнения индивидуального задания руководителя по практической подготовке,

обучающийся обязан в установленные сроки до начала прохождения практики в профильной организации:

- ✓ являться на консультации (занятия) и собрания по практике;
- ✓ ознакомиться с информацией о закрепленном за группой руководителе по практической подготовке от кафедры, с рабочей программой практики, списком профильных организаций, предоставляющих места проведения практики, размещенным на информационных площадках деканата;
- ✓ выбрать место проведения практики и согласовать его с руководителем по практической подготовке от кафедры;
- ✓ представить не позднее 30 дней до начала прохождения практики в деканат заполненное печатным шрифтом и подписанное руководителем по практической подготовке от кафедры заявление о направлении на практику установленной формы, а также согласие на обработку персональных данных. При прохождении практики в профильной организации, не включенной в перечень, рекомендованных Университетом, к заявлению прилагается подписанный со стороны организации в двух экземплярах договор о практической подготовке;
- ✓ при необходимости по устному запросу деканата представить письмо от имени профильной организации о предоставлении обучающемуся возможности прохождения практики).
- ✓ получить у руководителя по практической подготовке от кафедры индивидуальное задание на практику и рабочий график (план) проведения практики;
- ✓ при необходимости до начала проведения практики получить в деканате официальное письмо-направление на практику.

В целях обеспечения выполнения индивидуального задания руководителя по практической подготовке обучающийся обязан в период проведения практики в организации:

- ✓ проходить практику по месту и в сроки, установленные приказом о направлении на практику;
- ✓ посещать предусмотренные рабочей программой практики занятия;
- ✓ во время прохождения практики выполнять задания, предусмотренные рабочей программой практики и индивидуальным заданием руководителя по практической подготовке от кафедры, а также задания руководителя по практической подготовке от профильной организации в соответствии с рабочим графиком (планом) проведения практики;
- ✓ самостоятельно оформлять отчетные материалы по практике в

соответствии с рабочей программой практики, индивидуальным заданием руководителя по практической подготовке от кафедры;

- ✓ соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, требования охраны труда, техники безопасности и пожарной безопасности;
- ✓ не разглашать полученную в период прохождения практики информацию, являющуюся государственной, служебной, коммерческой, налоговой, банковской и иной тайной;
- ✓ не разглашать персональные данные, которые стали известны обучающемуся в период прохождения практики, в том числе при подготовке отчетных материалов по практике;
- ✓ соблюдать в период практики правила деловой этики и этикета, а также требования, предъявляемые к внешнему виду работников профильной организации, в которой проводится практика;
- ✓ подписать отчетные материалы по практике и получить характеристику о результатах прохождения практики у руководителя по практической подготовке в профильной организации или непосредственно от руководителя профильной организации (структурного подразделения профильной организации). Отчетные материалы по практике и характеристика с места прохождения практики должны быть заверены печатью организации. Если у организации нет печати, характеристика должна быть оформлена на фирменном бланке профильной организации;
- ✓ в случае неявки в организацию для прохождения практики уведомить руководителя по практической подготовке от кафедры, деканат о неявке на практику и причинах неявки.
- ✓ В целях обеспечения выполнения индивидуального задания руководителя по практической подготовке, обучающийся обязан по окончании прохождения практики в профильной организации:
- ✓ представить на кафедру для регистрации отчетные материалы по практике, рабочий график (план) проведения практики и характеристику с места прохождения практики в срок, установленный приказом о направлении на практику. Состав и требования к оформлению отчетных материалов определяются соответствующей рабочей программой практики;
- ✓ после проверки отчетных материалов руководителем по практической подготовке от кафедры устранить замечания, изложенные в отзыве при необходимости;
- ✓ в соответствии с расписанием явиться на промежуточную аттестацию по практике.

2. Структура учебной практики – ознакомительной практики

2.1 Цель и задачи практики

Целями учебной – ознакомительной практики являются получение профессиональных умений и навыков; закрепление теоретических и практических знаний, полученных студентами при изучении дисциплин; ознакомление студентов с объектами профессиональной деятельности; изучение прав и обязанностей специалистов; ознакомление с организацией производства, производственных и технологических процессов; ознакомление с вопросами организации и планирования производства; способами сбора и обработки полученной информации.

Задачами учебной практики - практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельностиявляются:

1) адаптация студентов к профессиональной деятельности по направлению подготовки;

2) ознакомление студентов с объектами профессиональной деятельности (федеральные, региональные и муниципальные структуры транспортно-дорожного комплекса);

3) ознакомление студентов с производственной средой и организацией производственных процессов на предприятиях транспорта;

4) ознакомление с нормативно-правовой базой осуществления перевозочной деятельности.

Профессиональные задачи

В области расчетно-проектной деятельности: реализация в составе коллектива исполнителей поставленных целей проекта решения транспортных задач, критериев и показателей достижения целей, построении структуры их взаимосвязей, выявляет приоритеты решения задач с учетом показателей экономической и экологической безопасности

В области производственно-технологической деятельности: эффективное использование материальных, финансовых и людских ресурсов при производстве конкретных работ.

2.2 Распределение рабочего времени на практике

Рабочее время обучающихся-практикантов определяется в соответствии с действующим в организации внутренним трудовым распорядком и режимом работы.

Структура и содержание учебной практики – ознакомительной практики представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Структура и содержание практики

№ п/п	Разделы (этапы) практики и виды работ	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов	Формы итогового контроля

1	2	3	4
1.	*Подготовительный этап* Проведение инструктажа по технике безопасности, ознакомительная лекция и получение индивидуального задания на практику	Определение порядка выполнения работ для решения поставленных задач	Зачёт с оценкой
2.	*Учебно-ознакомительный этап* Ознакомительные занятия; сбор и обработка материала, экскурсии	Работа с нормативно-правовой базой, на которую опираются автотранспортные предприятия в своей деятельности. На основе знания принципов технологических процессов уметь вносить предложения по изменению транспортно-технологических схем	
3.	*Заключительный этап* Оформление отчетной документации. Защита отчета	Использование программного обеспечения для формирования отчетной документации в соответствие с требованиями	

2.3 Содержание отчётной документации и порядок защиты отчёта по практике.

Для овладения теоретическими знаниями и приобретения практических навыков обучающийся-практикант обязан в полном объёме и в установленные сроки в соответствии с рабочим графиком (планом) (Приложение Е) выполнить программу практики и индивидуальное задание, а также нести ответственность за выполненную работу и её результаты. В ходе прохождения практики он должен регулярно и аккуратно вести дневник практики, в котором необходимо вести ежедневные записи о выполненной работе. Оформление титульного листа дневника и форма дневника приведены в Приложение А. По окончании практики обучающийся должен получить оценку работы непосредственного руководителя практики, заверенную подписью и печатью (Приложение Б). По итогам практики

обучающемуся необходимо в установленные деканатом сроки сдать письменный отчёт (Приложение В) с обязательным выполнением индивидуального задания (Приложение Г), дневник практики на проверку руководителю практики от кафедры университета. К ним прикладывается направление на прохождение практики (Приложение Д), в котором указываются даты прибытия обучающегося на практику и убытия обучающегося с практики. *Направление, характеристика и дневник могут быть оформлены в качестве приложения к отчету.*

Аттестация по итогам практик проводится на кафедре. Промежуточная аттестация проводится в форме, установленной учебным планом – зачет с оценкой.

Допуск обучающегося к аттестации осуществляется при наличии отчетных документов, оформленных в соответствии с необходимыми требованиями.

Аттестация проводится в соответствии с рабочей программой практики с целью проверки усвоения навыков и формирования компетенций в устной форме в виде собеседования.

По итогам аттестации выставляется оценка «зачтено» «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», которая вносится в ведомость и зачетную книжку руководителем практики от кафедры.

Итоговая оценка по практике ставится на основании характеристики обучающегося, оценки качества ведения отчетных документов по практике и результатов аттестации.

Оценка, полученная на аттестации по окончании практики, учитывается при назначении государственной академической стипендии.

Обучающиеся, не выполнившие программу практики по уважительной причине, проходят практику по индивидуальному плану в свободное от обучения время.

Повторная промежуточная аттестация по итогам практики обучающихся может быть организована не более двух раз. Каждая неявка обучающегося на защиту практики приравнивается к академической задолженности.

Формат проведения защиты отчетов по практике для инвалидов и лиц с ОВЗ устанавливается с учетом их индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно, с применением электронных или иных технических средств).

В процессе защиты отчета по практике инвалид и лицо с ОВЗ вправе использовать необходимые им технические средства. Для слабовидящих обеспечивается индивидуальное равномерное освещение; при необходимости им предоставляется увеличивающее устройство, возможно также использование собственных устройств. Для глухих и слабослышащих

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости инвалидам и лицам с ОВЗ предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования, услуги сурдопереводчика.

По заявлению инвалида и лица с ОВЗ в процессе защиты отчета по практике должно быть обеспечено присутствие ассистента из числа сотрудников Университета или привлеченных специалистов, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с членами комиссии).

При необходимости инвалидам и лицам с ОВЗ может быть предоставлено дополнительное время для подготовки ответов при защите отчетов по практике.

2.4 Структура и содержание отчёта

Титульный лист
Лист с индивидуальным заданием
График (план)
Содержание
Введение

Рассматриваются цели и задачи практики, а также актуальность выполняемых на практике работ, исследований, полученных навыков и умений, их связь с реализуемыми в рамках страны, области задачами.

1. *Транспортный комплекс страны.*

Рассматривается значимость транспорта в России, виды транспорта, составляющие транспортный комплексстраны, каковы особенностии рациональность его использования в масштабе страны.

2. *Структура транспортного комплекса Рязанской области.*

Указываются виды транспорта, которые входят в транспортный комплекс Рязани и области, развитие инфраструктуры транспорта в регионе.

3. *Органы власти в сфере транспорта.*

Рассматриваются вопросы государственного регулирования транспортной деятельности. Цели, задачи, функции государственных структур в транспортной сфере.

4. *Структура автотранспортного предприятия (АТП).*

Даётся структура управления автотранспортного предприятия. Более подробно рассматриваются функции структурных подразделений, занимающихся регулированием перевозочной деятельности автотранспортного предприятия.

5. *Нормативная документация автотранспортного предприятия (АТП).*

Указываются нормативно-правовые документы разных уровней (федерального, регионального), регламентирующие транспортную деятельность автотранспортных предприятий, в частности перевозочную.

6. *Организация, планирование и управление транспортными процессами.*

Описываются основы и принципы в организации, планировании и управления перевозочной деятельности автотранспортных предприятий, необходимая техническая документация предприятия для этих целей.

Заключение

Даются общие выводы, подводятся итоги рассматриваемых вопросов, в том числе, касающихся индивидуального задания.

Список используемой литературы
Приложения

2.5 Примерный перечень индивидуальных заданий

1. Автомобильный транспорт, особенности и технология его использования
2. Виды городского пассажирского транспорта
3. Подвижной состав грузового автомобильного транспорта
4. Виды грузовых автомобильных перевозок и их классификация
5. Виды пассажирских автомобильных перевозок
6. Наиболее выгодные сферы деятельности автомобильного транспорта и возможные варианты его взаимодействия с другими видами транспорта.
7. Современное состояние управления автомобильными перевозками
8. Оперативное управление перевозками. Схема процесса управления.
9. Сущность и функции диспетчерского руководства работой подвижного состава
10. Документация, оформляемая диспетчерской службой.
11. Коммерческая служба и её роль в АТП
12. Договор на перевозку грузов, его содержание и значение.
13. Договор об организации транспортного обслуживания.
14. Технические средства связи для контроля работы подвижного состава.

15. Планирование перевозок на АТП
16. Осуществление контроля и его виды на АТП
17. Формы организации перевозок.
18. Основные нормативно-правовые документы, регламентирующие сферу транспортного обслуживания
19. Основные принципы технологии перевозочного процесса
20. Техническая служба автотранспортного предприятия, её структура и назначение подразделений
21. Экономическая служба автотранспортного предприятия, её структура и назначение подразделений

Индивидуальное задание оформляется в виде приложения к отчёту.

Общие положения по оформлению отчета по практике

Отчет по практике является текстовым документом и должен быть оформлен в соответствии с требованиями государственных стандартов.

Текст печатается на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта - черный. Размер шрифта (кегль) - 14. Тип шрифта -TimesNewRoman. Слева от текста оставляется поле в 30 мм, справа – 10 мм, сверху и снизу – по 20 мм.

Абзацы в тексте начинают отступом равным 1,25 см.

Текст отчета разделяют на разделы и подразделы.

Разделыдолжны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами и записанные с абзацного отступа. Подразделыдолжны иметь нумерацию в пределах каждого раздела.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена “Таблица 1” или “Таблица В.1”, если она приведена в приложении В.

Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой, например таблица 2.1.

На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа, при ссылке следует писать слово “таблица” с указанием ее номера.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире).

Пояснение каждого символа в формулах следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова “где” без двоеточия после него.

Формулы, за исключением формул, помещенных в приложении, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которую записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Одну формулу обозначают – (1).

Допускается нумерация формул в пределах раздела.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует размещать так, чтобы их можно было рассматривать без поворота записки. Если такое размещение невозможно, то рисунок располагают так, чтобы для его рассмотрения надо было повернуть записку по часовой стрелке.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается “Рисунок 1”.

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела.

В конце текстового документа приводится список использованных источников.

Нумерация страниц документа и приложений, входящих в состав этого документа, должна быть сквозная. Нумерация начинается с титульного листа. На титульном листе номер не ставится. Номера страниц проставляются внизу страницы по центру без точки.

Материал, дополняющий текст документа, допускается помещать в приложениях. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, расчеты и т.д.

В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А.

Приложение должно иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

В списке использованных источников должно быть приведено библиографическое описание книг, статей и т.п., которые использовались в работе.

При отсылке к изданию, описание которого включено в библиографический список, в тексте документа после упоминания о нем проставляют в скобках номер, под которым оно значится в списке, например: [18]

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Куликов, А. В. Общий курс транспорта : учебное пособие / А. В. Куликов, С. А. Ширяев, Л. Б. Миротин. — Волгоград : ВолгГТУ, 2016. — 160 с. — ISBN 978-5-9948-2301-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/157233

2. Троицкая, Наталья Александровна. Общий курс транспорта : учебник для студентов вузов / Троицкая, Наталья Александровна. - М. : Академия, 2014. - 176 с. - (Бакалавриат). - ISBN 978-5-4468-0543-3 : 506-34. - Текст (визуальный) : непосредственный.
3. Чубарова, И. А. Организация пассажирских перевозок : учебное пособие / И. А. Чубарова. — Иркутск : ИрГУПС, 2019. — 112 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/157941
4. Горев, А. Э. Теория транспортных процессов и систем : учебник для вузов / А. Э. Горев. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 193 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12797-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/448328
5. Горев, Андрей Эдливич. Грузовые перевозки : учебник для студентов вузов / Горев, Андрей Эдливич. - 6-е изд. - М. : Академия, 2013. - 304 с. - (Бакалавриат). - Библиогр. : с. 292-294. - ISBN 978-5-7695-99-47-7 : 646-93. Текст (визуальный) : непосредственный.
6. Пеньшин, Н. В. Организация транспортных услуг и безопасность транспортного процесса : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Технология транспортных процессов» / Н. В. Пеньшин. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 476 с. — ISBN 978-5-8265-1273-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/63883.html
7. Неруш, Ю. М. Транспортная логистика : учебник для вузов / Ю. М. Неруш, С. В. Саркисов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 351 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02617-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/450332

Дополнительная литература

1. Григоров, П. П. Грузоведение и грузовые перевозки : методические указания / П. П. Григоров, В. Д. Соколов. — Самара : СамГАУ, 2019. — 23 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/123613
2. Ковалев, В. А. Организация грузовых автомобильных перевозок. Курсовое проектирование : учебное пособие / В. А. Ковалев, А. И. Фадеев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. - 188 с. - ISBN 978-5-7638-3062-0. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/505745

3. Неруш, Ю. М. Логистика: теория и практика проектирования : учебник и практикум для вузов / Ю. М. Неруш, С. А. Панов, А. Ю. Неруш. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 422 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13563-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/465982
4. Клепцова, Л. Н. Рынок транспортных услуг и качество транспортного обслуживания : учебное пособие / Л. Н. Клепцова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 226 с. — ISBN 978-5-906969-58-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/
5. Экономика и организация автотранспортного предприятия : учебник и практикум для академического бакалавриата / Е. В. Будрина [и др.] ; под редакцией Е. В. Будриной. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 268 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00943-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/433330

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

ЭБС «Лань». - Режим доступа: https://e.lanbook.com
ЭБС «Юрайт». - Режим доступа: https://biblio-online.ru
ЭБС «IPRbooks». - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru
Электронная библиотека РГАТУ – Режим доступа: http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp
Гарант – Режим доступа :http://www.garant.ru
«КонсультантПлюс» - Режим доступа: http://www.consultant.ru
eLIBRARY – Режим доступа: https://elibrary.ru/defaultx.asp?
ЭБ ИЦ «Академия» - http://www.academia-moscow.ru/
ЭБС «Троицкий мост» - http://www.trmost.ru/lib-main.shtml?all_books
ЭБС «ZNANIUM.COM» - http://znanium.com

Приложения

Приложение А

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени П.А.КОСТЫЧЕВА»

Автодорожный факультет

ДНЕВНИК
прохождения практики обучающегося

_____
(фамилия, имя, отчество обучающегося)
Курс _____Группа _____
Направление подготовки
_____
Профиль подготовки _____

Сроки практики _____
Место прохождения практики
_____
(указывается полное наименование структурного подразделения Университета/
профильной организации, а также их фактический адрес)
_____

Руководитель практики от профильной организации _____ /_____/
(должность, подпись, Ф.И.О.)

МП

Содержание дневника

Дата	Вид работы, краткое содержание выполненной работы	Технические средства, на которых работал, используемые инструменты, оборудование	В качестве кого работал	Фактически выполнил, ч

Рязань, 20__г.

Приложение Б

ХАРАКТЕРИСТИКА

на обучающегося _____ (Ф.И.О.)

В характеристике отражается:

- время, в течение которого обучающийся проходил практику;
- отношение обучающегося к практике;
- в каком объеме выполнена программа практики;
- каков уровень теоретической и практической подготовки обучающегося;
- трудовая дисциплина обучающегося во время практики;
- качество выполняемых работ;
- об отношениях обучающегося с сотрудниками и посетителями организации;
- замечания и пожелания в адрес обучающегося;
- общий вывод руководителя практики от профильной организации о выполнении обучающимся программы практики.

Руководитель практики от профильной организации
_____ / И.О.Ф. /

Дата, подпись

Печать

Приложение В

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

_____ факультет

ОТЧЕТ

о прохождении практики

_____

вид (тип) практики

_____

(фамилия, имя, отчество обучающегося)

Курс _____ Группа _____

Направление подготовки

_____

Направленность (профиль)

программы_____

Сроки практики

_____

Место прохождения практики

_____

(указывается полное наименование структурного подразделения Университета/ профильной организации, а также их фактический адрес)

_____

Руководитель практики от Университета _____/_____

(звание, подпись, Ф.И.О.)

Руководитель практики от профильной организации

_____

/_____/

(должность, И.О.Ф., подпись)

Отчет подготовлен _____/_____

(И.О.Ф. подпись)

Рязань 20_____

Приложение Г

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

Автодорожный факультет

Кафедра «Организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»

Индивидуальное задание

на учебную практику - ознакомительную практику

Тема
_____

_____

Студент_____

Направление подготовки 23.03.01«Технология транспортных процессов»

Курс, группа_____

Задание выдал _____

Дата выдачи задания: «_____»_____20___год.

Подпись студента_____

Подпись преподавателя_____

Приложение Д

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА» (ФГБОУ ВО РГАТУ)

ул. Костычева, д.1, г. Рязань, Рязанская область, 390044 тел.: (4912) 35-35-01, 35-88-31 факс: (4912) 34-30-96, 34-08-42
E-mail: University@rgatu.ru ОКПО 00493480, ОГРН 1026201074998, ИНН 6229000643

НАПРАВЛЕНИЕ НА ПРАКТИКУ №_____ «___» _____ 202__г.

Студент ____ курса _____факультета_____формы обучения_____
(Фамилия имя отчество)
Обучающийся по направлению (специальности)_____
направляется на (в)_____
(организация (учреждение) всех форм собственности)
_____района_____ области
для прохождения
_____ практики
вид (тип практики)
в соответствии с Договором № _____ от «_____» _____ 202___ г.

Приказ от «____» _____ 202___ г. № _____

Срок практики с «_____» _____ 202___ г. по «____» _____ 202___г.

Специалист по УМР отдела учебных и производственных практик _____ О.В.Трушина
М.П.

Отметка о прибытии в пункты назначения и выбытия из них:

Выбыл из _____ФГБОУ ВО РГАТУ_____ Прибыл в _____

« ____ » _____202____ г. « ____ » _____202____ г.

М.П. Подпись _____ М.П. Подпись _____

Выбыл из _____ Прибыл в __ФГБОУ ВО РГАТУ_____

« ____ » _____202____ г. « ____ » _____202____ г.

М.П. Подпись _____ М.П. Подпись _____

Приложение Е

Рабочий график (план)
проведения практики

Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

_____
_____

№ п/п	Содержание программы практики (виды работ и индивидуальное(ые) задание(я)	Период выполнения видов работ и заданий	Отметка о выполнении

Руководитель практики от Университета

_____

(звание, подпись, Ф.И.О.)

Руководитель практики от профильной организации_____

(должность, подпись, Ф.И.О.)

Министерство сельского хозяйства РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

Автодорожный факультет

Кафедра «Организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по выполнению заданий
и подготовке отчета по итогам
учебной практики *(научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))*

Уровень профессионального образования: *бакалавриат*
Направление подготовки: *23.03.01*
Технология транспортных процессов

Направленность (Профиль) подготовки: *«Организация перевозок на автомобильном транспорте»*

Квалификация выпускника: *бакалавр*

Форма обучения: *очная, заочная*

Рязань, 2024

Методические рекомендации разработаны в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 07.08.2020 г. № 911

Разработчики:

доцент кафедры «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности» И.Н. Горячкина

Рецензент: доцент кафедры «Автотракторная техника и теплоэнергетика» О.О. Максименко

Рассмотрены на заседании кафедры «20» марта 2024 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»

_____ В.В. Терентьев

Методические рекомендации одобрены учебно-методической комиссией направления подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов «20» марта 2024 г., протокол № 8

Председатель комиссии _____ В.В. Терентьев

Введение

Настоящие рекомендации являются методическим обеспечением учебной практики (*научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))* студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов.

Практика студентов является важной составной частью учебного процесса, в результате которого осуществляется подготовка студентов к профессиональной деятельности.

Данные методические рекомендации определяют цель и задачи учебной практики – *научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)*, форму организации и специфику данного вида практики.

В процессе прохождения практики обучающиеся закрепляют теоретические знания, полученные ими в высшем учебном заведении, получают практические навыки в области организации и управления перевозочной деятельностью.

Процесс прохождения практики направлен на формирование следующих компетенций:

Наименование категории (группы) компетенций	**Код компетенции**	**Наименование компетенции**	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности
	ОПК-3	Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и	ОПК-3.1. Использует современные методы экспериментальных исследований

		наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний	и испытаний в профессиональной деятельности; ОПК-3.2. Под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении экспериментальных исследованиях процессов и испытаниях в профессиональной деятельности

Код компетенции	**Наименование компетенции**	**Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции**
ПК-1	Организация логистической деятельности по перевозке грузов в цепи поставок.	ПК-1.6. Основы системного анализа
ПК-2	Организация работы с подрядчиками на рынке транспортных услуг	ПК-2.6. Работать на персональном компьютере с применением необходимых программ
ПК-3	Организация процесса улучшения качества оказания логистических услуг по перевозки грузов в цепи поставок	ПК-3.3. Анализировать информацию и формировать отчеты
ПК-4	Организация	ПК-4.3. Способностью использовать

	работы с нормативно-правовыми актами и технической документацией	основные нормативные документы по вопросам интеллектуальной собственности, проводить поиск по источникам патентной информации. ПК-4.4. Способностью к кооперации с коллегами по работе в коллективе, к совершенствованию документооборота в сфере планирования и управления оперативной деятельностью транспортной организацией
ПК-5	Организации работы на транспортно-логистическом объекте	ПК-5.6. Способностью в работе в составе коллектива исполнителей по реализации управленческих решений в области организации производства и труда, организации работы по повышению научно-технических знаний ПК-5.7. Способностью к организации надзора и контроля состояния и эксплуатации подвижного состава, объектов транспортной инфраструктуры, выявлять резервы, устранять причины неисправностей и недостатков в работе, принимать меры по их устранению и повышению эффективности использования

1. Организационные основы учебной практики – *научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)*

Сроки проведения учебной практики – научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) устанавливаются в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса на соответствующий учебный год с учетом требований образовательного стандарта.

Местами проведения учебной практики – научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) могут являться:

- структурные подразделения университета;
- предприятия, осуществляющие перевозочную деятельность в соответствии с профилем направления;
- организации, занимающиеся научно-исследовательской и проектной работой в области транспортного планирования и моделирования, организации дорожного движения.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья выбор мест

прохождения учебной практики – научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) производится с учетом состояния здоровья и требования доступности.

Обучающиеся направляются на учебной практики – научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) приказом по университету в соответствии с договором, заключенным между университетом и предприятием.

Вопросами организации практики занимаются декан факультета и заведующий кафедрой совместно с отделом учебных и производственных практик Университета. Общее методическое руководство практикой осуществляется кафедрой «Организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности».

Практическая подготовка обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов организуется с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

Выбор мест прохождения практик для инвалидов и лиц с ОВЗ производится с учетом требований их доступности для данных обучающихся и рекомендации медико-социальной экспертизы, а также индивидуальной программы реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

Непосредственное руководство учебной практики – научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) студентов возлагается:

- от университета – на научно-педагогических работников кафедры «Организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»;

- от предприятия – на директора или назначенного им руководителя практики от предприятия.

Перед отправлением обучающихся на учебной практики – научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) проводится инструктивно-методическое собрание (инструктаж о порядке прохождения практики; инструктаж по охране труда и технике безопасности; получение индивидуальных заданий, направлений на практику).

При проведении практики в профильной организации руководителем практики от университета и руководителем практики от профильной организации составляется совместный рабочий график (план) проведения практики.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее – ОВЗ) форма проведения практики устанавливается факультетами с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных

возможностей и состояния здоровья, в соответствии с требованиями образовательных.

Организация практики с применением дистанционных образовательных технологий осуществляется в связи с исключительными обстоятельствами (период сложной санитарно-эпидемиологической обстановки, карантин, другие непреодолимые обстоятельства).

Руководство практикой и контроль выполнения обучающимися рабочей программы практики при применении дистанционных образовательных технологий осуществляется в режиме онлайн.

Руководитель практики от кафедры:

- ✓ не позднее чем за два месяца до начала практики организует оформление документов о распределении обучающихся по местам практики;
- ✓ разрабатывает индивидуальные задания для обучающихся, выполняемые в период практической подготовки при проведении практики;
- ✓ составляет совместно с руководителем практики от профильной организации рабочий график (план) проведения практики;
- ✓ обеспечивает организацию образовательной деятельности в форме практической подготовки при проведении практики;
- ✓ организует участие обучающихся в выполнении определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;
- ✓ принимает участие в распределении обучающихся по рабочим местам или перемещении их по видам работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;
- ✓ проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда, технике безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка;
- ✓ оказывает методическую помощь обучающимся при выполнении определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;
- ✓ готовит предложения в проект приказа о направлении обучающихся на практику;
- ✓ оценивает результаты прохождения практики обучающимися;
- ✓ несет ответственность совместно с ответственным работником профильной организации за реализацию компонентов образовательной программы при проведении практики, за жизнь и здоровье обучающихся, соблюдение ими правил противопожарной

безопасности, правил охраны труда;

- ✓ осуществляет контроль за соблюдением сроков прохождения практической подготовки при проведении практики и соответствия ее содержания требованиям, установленным соответствующей основной образовательной программой;
- ✓ осуществляет контроль предоставления обучающимися характеристик от профильной организации и отчетов о прохождении практики по форме, установленной Университетом;
- ✓ готовит отчет о прохождении практики и предложения по совершенствованию организации практической подготовки обучающихся Университета и предоставляет заведующему кафедрой в течение одного месяца после окончания практики;
- ✓ организует проведение организационного собрания с обучающимися по разъяснению порядка и сроков прохождения практик;
- ✓ отвечает за правильность и своевременность оформления финансовых документов, касающихся проведения практики.

Руководитель практики от профильной организации:

- ✓ согласовывает индивидуальные задания, содержание и планируемые результаты практики;
- ✓ предоставляет рабочие места обучающимся, предоставляет оборудование и технические средства обучения в объеме, позволяющем выполнять определенные виды работ, связанные с будущей профессиональной деятельностью обучающихся;
- ✓ обеспечивает безопасные условия реализации компонентов образовательной программы в форме практической подготовки, выполнение правил противопожарной безопасности, правил охраны труда, техники безопасности и санитарно-эпидемиологических правил и гигиенических нормативов;
- ✓ проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда и техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка;
- ✓ составляет отзыв на обучающихся по окончании практики.

Руководитель практики от структурного подразделения Университета:

- ✓ обеспечивает проведение практики в соответствии с рабочей программой практики;
- ✓ согласовывает график проведения практики совместно с руководителем практики от кафедры;

- ✓ проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка.

Обучающийся обязан:

В целях обеспечения своевременного проведения практики и выполнения индивидуального задания руководителя по практической подготовке, обучающийся обязан в установленные сроки до начала прохождения практики в профильной организации:

- ✓ являться на консультации (занятия) и собрания по практике;
- ✓ ознакомиться с информацией о закрепленном за группой руководителе по практической подготовке от кафедры, с рабочей программой практики, списком профильных организаций, предоставляющих места проведения практики, размещенным на информационных площадках деканата;
- ✓ выбрать место проведения практики и согласовать его с руководителем по практической подготовке от кафедры;
- ✓ представить не позднее 30 дней до начала прохождения практики в деканат заполненное печатным шрифтом и подписанное руководителем по практической подготовке от кафедры заявление о направлении на практику установленной формы, а также согласие на обработку персональных данных. При прохождении практики в профильной организации, не включенной в перечень, рекомендованных Университетом, к заявлению прилагается подписанный со стороны организации в двух экземплярах договор о практической подготовке;
- ✓ при необходимости по устному запросу деканата представить письмо от имени профильной организации о предоставлении обучающемуся возможности прохождения практики).
- ✓ получить у руководителя по практической подготовке от кафедры индивидуальное задание на практику и рабочий график (план) проведения практики;
- ✓ при необходимости до начала проведения практики получить в деканате официальное письмо-направление на практику.

В целях обеспечения выполнения индивидуального задания руководителя по практической подготовке обучающийся обязан в период проведения практики в организации:

- ✓ проходить практику по месту и в сроки, установленные приказом о направлении на практику;

- ✓ посещать предусмотренные рабочей программой практики занятия;
- ✓ во время прохождения практики выполнять задания, предусмотренные рабочей программой практики и индивидуальным заданием руководителя по практической подготовке от кафедры, а также задания руководителя по практической подготовке от профильной организации в соответствии с рабочим графиком (планом) проведения практики;
- ✓ самостоятельно оформлять отчетные материалы по практике в соответствии с рабочей программой практики, индивидуальным заданием руководителя по практической подготовке от кафедры;
- ✓ соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, требования охраны труда, техники безопасности и пожарной безопасности;
- ✓ не разглашать полученную в период прохождения практики информацию, являющуюся государственной, служебной, коммерческой, налоговой, банковской и иной тайной;
- ✓ не разглашать персональные данные, которые стали известны обучающемуся в период прохождения практики, в том числе при подготовке отчетных материалов по практике;
- ✓ соблюдать в период практики правила деловой этики и этикета, а также требования, предъявляемые к внешнему виду работников профильной организации, в которой проводится практика;
- ✓ подписать отчетные материалы по практике и получить характеристику о результатах прохождения практики у руководителя по практической подготовке в профильной организации или непосредственно от руководителя профильной организации (структурного подразделения профильной организации). Отчетные материалы по практике и характеристика с места прохождения практики должны быть заверены печатью организации. Если у организации нет печати, характеристика должна быть оформлена на фирменном бланке профильной организации;
- ✓ в случае неявки в организацию для прохождения практики уведомить руководителя по практической подготовке от кафедры, деканат о неявке на практику и причинах неявки.
- ✓ В целях обеспечения выполнения индивидуального задания руководителя по практической подготовке, обучающийся обязан по окончании прохождения практики в профильной организации:
- ✓ представить на кафедру для регистрации отчетные материалы по практике, рабочий график (план) проведения практики и характеристику с места прохождения практики в срок, установленный приказом о направлении на практику. Состав и требования к

оформлению отчетных материалов определяются соответствующей рабочей программой практики;

- ✓ после проверки отчетных материалов руководителем по практической подготовке от кафедры устранить замечания, изложенные в отзыве при необходимости;
- ✓ в соответствии с расписанием явиться на промежуточную аттестацию по практике.

2. Структура учебной практики – научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

2.1 Цель и задачи практики

Целями учебной практики – научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) являются получение первичных навыков научно-исследовательской работы по обследованию транспортных потоков или пассажиропотоков, а также закрепление теоретических и практических знаний, полученных студентами в ходе изучения профессиональных дисциплин, предусмотренных учебным планом направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» по профилю «Организация перевозок на автомобильном транспорте», приобретение практического опыта и знаний, приобретение навыков коммуникационной деятельности в производственном коллективе; ознакомление с организацией производства, производственных и технологических процессов.

Задачами учебной практики – научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) являются:

- изучение состояния действующих систем организации и управления транспортными системами;

-изучение нормативно-правовых документов, действующих в области организации перевозок на автомобильном транспорте, организации дорожного движения;

- расширение технического и организационного кругозора обучающихся, сбор и первичная обработка материалов;

- изучение методов обследования транспортных потоков и пассажиропотоков;

- изучение работы, проводимой в направлениях организации труда, обеспечения экологической безопасности, безопасности жизнедеятельности, соблюдения норм трудового законодательства.

Профессиональные задачи

В области расчетно-проектной деятельности: реализация в составе коллектива исполнителей поставленных целей проекта решения транспортных задач, критериев и показателей достижения целей,

построении структуры их взаимосвязей, выявляет приоритеты решения задач с учетом показателей экономической и экологической безопасности; участвует в составе коллектива исполнителей в разработке планов развития транспортных предприятий, систем организации движения; использование современных информационных технологий при разработке новых и совершенствовании сложившихся транспортно-технологических схем;

В области производственно-технологической деятельности: анализирует состояние действующих систем управления и участие в составе коллектива исполнителей в разработке мероприятий по ликвидации недостатков; обеспечивает безопасность перевозочного процесса в различных условиях; участвует в составе коллектива исполнителей в разработке и внедрении систем безопасной эксплуатации транспорта и транспортного оборудования и организации движения транспортных средств.

2.2 Распределение рабочего времени на практике

Рабочее время обучающихся-практикантов определяется в соответствии с действующим на предприятии внутренним трудовым распорядком и режимом работы.

Структура и содержание учебной практики – научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Структура и содержание учебной практики – научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

№ п/п	Разделы (этапы) практики и виды работ	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов	Формы итогового контроля
1	2	3	4
1.	*Подготовительный этап* Организационное собрание. Ознакомление с программой практики. Получение индивидуального задания обучающегося на время прохождения практики Проведение инструктажа по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также	Определение порядка выполнения работ	Зачёт с оценкой

	правилами внутреннего трудового распорядка		
2.	*Производственный (исследовательский и экспериментальный) этап* Мероприятия по сбору, обработке, систематизации и анализу фактического и литературного материала. Наблюдения, измерения, выполняемые по заданию преподавателя	Работа с программными комплексами. Исследования характеристик транспортных и пассажиропотоков. Использование современной аппаратуры, научного оборудования для проведения испытаний и обработки результатов. Применение правил пользования стандартами и другой нормативной документацией, справочной литературой. Анализ исполнения трудового законодательства, а также правил и норм охраны труда на предприятии и экологической безопасности.	
3.	*Заключительный этап* Оформление отчетной документации	Использование программного обеспечения для формирования отчетной	

		документации в соответствие с требованиями	

2.3. Рекомендации по обследованию организации работы пассажирского транспорта и проведении обследований интенсивности транспортных потоков

Целью данных исследований, включающих обследование пассажиропотоков, транспортных потоков, используемого подвижного состава, работы транспортных средств на маршруте, качества обслуживания и т.д., является получение информации для анализа существующей организации пассажирских перевозок и последующего решения задач по ее совершенствованию. Ввиду большой трудоемкости работ по обследованию пассажиропотоков и транспортных потоков исследования проводятся на отдельных городских маршрутах и отдельных пересечениях. Основным используемым методом является экспериментальный.

Методика проведения обследования включает три этапа: подготовительный, собственно обследование, обработку результатов обследования.

На подготовительном этапе решаются задачи разработки форм и их тиражирования, определения состава участников обследования с распределением между ними функций, подготовки контингента учетчиков. Для внесения полученных в ходе обследования данных предлагаются три формы документов – по выходу транспортных средств на маршрут (форма И1, И2); по пассажиропотокам на маршруте (формы И3;И4; И5); по характеристике используемого транспортного средства на соответствие ГОСТ Р 51709, 51825, 51004 и качеству обслуживания пассажиров (форма И6). Данная документация оформляется на каждый обследуемый рейс.

Собственно обследование проводится непосредственно в подвижном составе, где учетчики фиксируют количество вошедших и вышедших пассажиров на каждой остановке в течение прямого и обратного рейсов, дату, госномер транспорта, время начала и окончания рейса, а также составляют протокол визуального обследования транспортного средства. Наполнение транспортных средств определяется по окончании рейса после суммирования учетных данных.

В дальнейшем, полученные в ходе обследования данные обрабатываются на компьютере. Результаты обработки позволяют судить об общем пассажиропотоке на маршруте, о его распределении по часам суток, по дням недели, по длине маршрута, по направлениям; о пассажирообмене остановочных пунктов; об использовании вместимости автобусов; о сменности пассажиров на маршруте; о средней дальности поездки пассажира; о доходах на маршруте, а также составить объективное мнение об уровне организации перевозок – состояние и обустройство подвижного

состава, интервалы и частота движения, качество работы водителей, кондукторов и диспетчеров.

При проведении обследований интенсивности транспортных потоков используют следующую методику.

Замер интенсивности движения ТС необходимо производить для двух типов объекта:

- Тип 1 - в сечении дорог или улиц измеряются 2 направления движения (прямое и обратное) (рисунок 1)

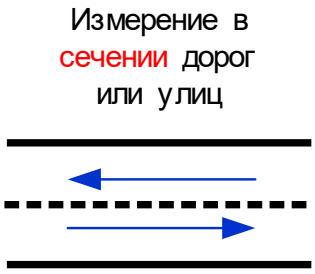


Рисунок 1

- Тип 2 - на перекрестках и развязках с замерами ТС по подходам (туда/обратно). Например на 4-х стороннем перекрестке замеряются 8 направлений (4 подхода*2 направления), на развязках- направления (подходы к развязке*направления) (рисунок 2)

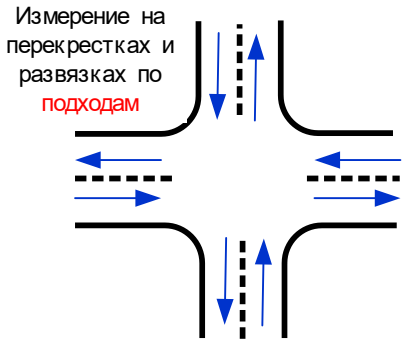


Рисунок 2

Замеры необходимо проводить в будние дни, за исключением праздничных дней:

- «Часовые» замеры проводятся в период с 11:00 до 17:00 (любые два часа в этот период).
- «Суточные» замеры производятся в период с 08:00 до 20:00.
- Замеры «на кордонах» производятся в период с 08:00 до 20:00.

Обработка замеров включает в себя визуальный подсчет ТС по видеоматериалам с последующей ручной отметкой количества транспорта в карточке учета (Приложение Ж). После выполнения визуального подсчета

ТС данные по интенсивности ТС переносятся из карточки учета (Приложение К) в электронный формуляр MS Excel (Приложение З).

2.4 Содержание отчётной документации и порядок защиты отчёта по практике.

Для овладения теоретическими знаниями и приобретения практических навыков обучающийся-практикант обязан в полном объёме и в установленные срокив соответствии с рабочим графиком (планом) (Приложение Е) выполнить программу практики и индивидуальное задание, а также нести ответственность за выполненную работу и её результаты. В ходе прохождения практики он должен регулярно и аккуратно вести дневник практики, в котором необходимо подробно освещать перемещения по рабочим местам предприятия и производить ежедневные записи о выполненной практической работе, описание рабочего места и оборудования, получаемые сведения по всем основным вопросам практики и ход выполнения индивидуального задания. Оформление титульного листа дневника и форма дневника приведены в Приложении А. По окончании практики обучающийся должен получить оценку работы непосредственного руководителя практики от предприятия, заверенную подписью и печатью (Приложение Б). По итогам практики обучающемуся необходимо оформить отчет (Приложение В) с обязательным выполнением индивидуального задания (Приложение Г) и в установленные деканатом сроки сдать его вместе с дневником практики на проверку руководителю практики от кафедры университета. К отчету прикладываются направление на прохождение практики (Приложение Д), в котором указываются даты прибытия обучающегося на практику и убытия обучающегося с практики. *Направление на практику, характеристику студента и дневник можно оформить в качестве приложения к отчету.*

Аттестация по итогам практик проводится на кафедре. Промежуточная аттестация проводится в форме, установленной учебным планом – зачет с оценкой.

Допуск обучающегося к аттестации осуществляется при наличии отчетных документов, оформленных в соответствии с необходимыми требованиями.

Аттестация проводится в соответствии с рабочей программой практики с целью проверки усвоения навыков и формирования компетенций в устной форме в виде собеседования.

По итогам аттестации выставляется оценка «зачтено» «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», которая вносится в ведомость и зачетную книжку руководителем практики от кафедры.

Итоговая оценка по практике ставится на основании характеристики обучающегося, оценки качества ведения отчетных документов по практике и результатов аттестации.

Оценка, полученная на аттестации по окончании практики, учитывается при назначении государственной академической стипендии.

Обучающиеся, не выполнившие программу практики по уважительной причине, проходят практику по индивидуальному плану в свободное от обучения время.

Повторная промежуточная аттестация по итогам практики обучающихся может быть организована не более двух раз. Каждая неявка обучающегося на защиту практики приравнивается к академической задолженности.

Формат проведения защиты отчетов по практике для инвалидов и лиц с ОВЗ устанавливается с учетом их индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно, с применением электронных или иных технических средств).

В процессе защиты отчета по практике инвалид и лицо с ОВЗ вправе использовать необходимые им технические средства. Для слабовидящих обеспечивается индивидуальное равномерное освещение; при необходимости им предоставляется увеличивающее устройство, возможно также использование собственных устройств. Для глухих и слабослышащих обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости инвалидам и лицам с ОВЗ предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования, услуги сурдопереводчика.

По заявлению инвалида и лица с ОВЗ в процессе защиты отчета по практике должно быть обеспечено присутствие ассистента из числа сотрудников Университета или привлеченных специалистов, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с членами комиссии).

При необходимости инвалидам и лицам с ОВЗ может быть предоставлено дополнительное время для подготовки ответов при защите отчетов по практике.

2.5 Структуры отчёта по практике на 2-м курсе очного отделения и 3-м курсе заочного отделения

2.5.1 Структура отчета по практике при прохождении ее на предприятиях, осуществляющих пассажирские перевозки

Титульный лист

Лист индивидуального задания
График (план)
Содержание
Введение

Рассматриваются цели и задачи практики, а также актуальность выполняемых на практике работ, исследований, полученных навыков и умений, их связь с реализуемыми в рамках страны, области задачами.

1. *Характеристика предприятия*

Анализируется производственная деятельность, потенциальные клиенты, конкурентоспособность, списочный состав и техническое состояние автотранспорта, рассматриваются технико-экономические показатели подвижного состава, показатели перевозочной деятельности.

2. *Организация, планирование и управление деятельностью предприятия.*

Даётся организационная структура управления автотранспортным предприятием с указанием всех связей и взаимодействий между подразделениями, а также их назначение и функции. Рассматриваются вопросы организации автомобильных перевозок, служба организации перевозок, подготовительные операции процесса перевозки, организация выпуска автотранспортных средств, методы организации перевозок, особенности организации перевозок пассажиров. Маршруты движения. Планирование и прогнозирование перевозочной деятельности. Логистические подходы к перевозке пассажиров.Рассматривается оперативное управление перевозками пассажиров, системы контроля и регулирования движения.

2.1Обследование пассажиропотоков на маршрутах

Описывается методика проведения обследований пассажиропотоков на предприятии и указываются полученные результаты собственных обследований.

2.2Обследование пассажирообмена остановочных пунктов

Описывается методика проведения обследований пассажирообмена остановочных пунктов и указываются полученные результаты собственных обследований.

2.3Обследование работы транспортных средств на маршрутах.

Даётся оценка состояния транспортных средств (автобусов, троллейбусов, такси и др.), работающих на маршрутах.

2.4Мероприятия по совершенствованию перевозочной деятельности.

На основании проведённых обследований и выявленных недостатков предлагаются механизмы и даются рекомендации по совершенствованию перевозочной деятельности предприятия.

3. *Экономическая эффективность*

Указываются основные технико-экономические показатели,учитываемые при оценке экономической эффективности на данном предприятии.
Даётся оценка и анализ эффективности перевозок пассажиров.

Прибыль, рентабельность, окупаемость, потребность в капиталовложениях применительно к предприятию.

4. *Охрана труда и экологическая безопасность.*

Рассматриваются вопросы соблюдения охраны труда на предприятии: проведение инструктажей, соблюдение режима труда и отдыха, правил техники безопасности, в т.ч. и на рабочем месте, выдача средств индивидуальной защиты, соблюдение нормативов по показателям микроклимата, освещения, загазованности, запылённости и пр. Расследование несчастных случаев. Меры по соблюдению экологической безопасности окружающей среды на предприятии.

Заключение

Даются общие выводы проделанной работе, достижению поставленных на практике целей.

Список используемой литературы

Приложения

2.5.2 Структура отчета по практике при прохождении ее в организациях, занимающихся научно-исследовательской и проектной работой в области транспортного планирования и моделирования

Титульный лист

Лист индивидуального задания

График (план)

Содержание

Введение

Рассматриваются цели и задачи практики, а также актуальность выполняемых на практике работ, исследований, полученных навыков и умений, их связь с реализуемыми в рамках страны, области задачами.

1. *Характеристика предприятия*

Анализируются направления деятельности, производственная деятельность, организационная структура, потенциальные клиенты, конкурентоспособность, материально-техническая база организации, перспективы в развитии.

2. *Организация транспортного планирования и моделирования*

2.1 *Нормативная документация для разработки проектов по развитию транспортной инфраструктуры*

Приводится документация разных уровней (федерального, регионального, ведомственного), которая лежит в основе нормативно-правового регулирования в сфере организации дорожного движения в РФ, а также нормативно-технические подзаконные акты, которые должны учитываться при разработке проектов по организации дорожного движения и в целом по развитию транспортной инфраструктуры.

2.2 *Программное обеспечение, необходимое для моделирования транспортных ситуаций*

Приводятся наиболее популярные программные продукты, используемые в России, для решения проблем в градостроительной и

транспортной сферах с помощью моделирования. Кроме того, более детально рассматриваются программы, используемые непосредственно в организации.

2.3 *Принципы и методы организации дорожного движения*

Рассматриваются основные принципы и методы организации дорожного движения, чтобы максимально избежать конфликтных ситуаций на дорогах.

2.4 *Критерии и методы оценки эффективности мероприятий по организации движения*

Рассматриваются сами возможные мероприятия (инженерно-технические, градостроительные, организационные) по организации дорожного движения, а также критерии, показатели и методы оценки, позволяющие судить об их эффективности: экономической, социальной, экологической, а так же о безопасности дорожного движения.

2.5 *Методы прогноза характеристик транспортных потоков*

Описываются методы прогноза, применение математических транспортных моделей, общая методология построения и работы с математическими транспортными моделями.

3. *Особенности сбора исходных данных для построения модели транспортной системы*

3.1 *Оценка интенсивности и состава транспортных потоков на УДС*

Описываются методики и замеров, в том числе и используемая непосредственно в ходе производственной практики, правила замера, схема объекта улично-дорожной сети, категории транспортных средств, учитываемые в замере, учетные карточки и сводные таблицы (примеры в Приложении К) с результатами оценки интенсивности и состава транспортных потоков.

3.2 *Обследование пассажиропотоков и пассажирообмена*

Описываются методики проведения обследований пассажиропотоков и пассажирообмена, в том числе используемые в организации.

3.3 *Системы мониторинга распределения транспортных средств*

Рассматриваются информационно-аналитические системы, которые используются для мониторинга ситуации и управления в транспортно-дорожном комплексе городов, состав этих систем, показатели, учитываемые при мониторинге, польза от мониторинга.

4. *Разработка комплексной схемы организации дорожного движения (КСООД)*

Цели и задачи разработки КСООД, принципы разработки, мероприятия, реализуемые в рамках КСООД.

5. *Разработка проекта организации дорожного движения (ПОДД)*

Цели и задачи, причины разработки ПОДД, мероприятия, реализуемые в рамках ПОДД.

6. *Разработка проекта комплексного развития транспортной инфраструктуры (ПКРТИ)*

Цель разработки, что включает ПКРТИ, этапы разработки.

Заключение

Даются общие выводы о проделанной работе, по достижению поставленных на практике целей.

Список используемой литературы

Приложения

2.6Примерный перечень индивидуальных заданий

1. Обследование пассажиропотоков, пассажирообмена и работы автобусов на городском маршруте №1 «ж/д вокзал Рязань-1 – микр. Братиславский»
2. Обследование пассажиропотоков, пассажирообмена и работы автобусов на городском маршруте № 2 «ж/д вокзал Рязань-2 - Кладбище Богородское»
3. Обследование пассажиропотоков, пассажирообмена и работы автобусов на городском маршруте № 3 «ул. Братиславская – Ново-Рязанская ТЭЦ»
4. Обследование пассажиропотоков, пассажирообмена и работы троллейбусов на городском маршруте № 5 «ул. Строителей – ул. Строителей»
5. Обследование пассажиропотоков, пассажирообмена и работы троллейбусов на городском маршруте № 9 «Комбайновый завод – ЦПКиО»
6. Обследование пассажиропотоков, пассажирообмена и работы троллейбусов на городском маршруте № 3 «Городская больница № 11 - Городская больница № 11»
7. Оценки интенсивности и состава транспортных потоков на участке УДС
8. Оценки интенсивности и состава транспортных потоков на участке УДС
9. Камеральная обработка видео с фиксацией различных групп ТС в заданные промежутки времени на объекте УДС.

3. Общие положения по оформлению отчета по практике

Отчет по практике является текстовым документом и должен быть оформлен в соответствии с требованиями государственных стандартов.

Текст печатается на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта - черный. Размер шрифта (кегль) - 14. Тип шрифта - TimesNewRoman. Слева от текста оставляется поле в 30 мм, справа – 10 мм, сверху и снизу – по 20 мм.

Абзацы в тексте начинают отступом равным 1,25 см.

Текст отчета разделяют на разделы и подразделы.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами и записанные с абзацного отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена “Таблица 1” или “Таблица В.1”, если она приведена в приложении В.

Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой, например таблица 2.1.

На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа, при ссылке следует писать слово “таблица” с указанием ее номера.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире).

Пояснение каждого символа в формулах следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова “где” без двоеточия после него.

Формулы, за исключением формул, помещенных в приложении, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которую записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Одну формулу обозначают – (1).

Допускается нумерация формул в пределах раздела.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует размещать так, чтобы их можно было рассматривать без поворота записки. Если такое размещение невозможно, то рисунок располагают так, чтобы для его рассмотрения надо было повернуть записку по часовой стрелке.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается “Рисунок 1”.

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела.

В конце текстового документа приводится список использованных источников.

Нумерация страниц документа и приложений, входящих в состав этого документа, должна быть сквозная. Нумерация начинается с титульного листа. На титульном листе номер не ставится. Номера страниц проставляются внизу страницы без точки.

Материал, дополняющий текст документа, допускается помещать в приложениях. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, расчеты и т.д.

В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А.

Приложение должно иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

В списке использованных источников должно быть приведено библиографическое описание книг, статей и т.п., которые использовались в работе.

При отсылке к изданию, описание которого включено в библиографический список, в тексте документа после упоминания о нем проставляют в скобках номер, под которым оно значится в списке, например: [18]

Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Антонова, Т. С. Транспортная логистика : учебное пособие / Т. С. Антонова, Э. О. Салминен. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2018. — 112 с. — ISBN 978-5-9239-1020-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/
2. Корчагин, В. А. Определение пассажирских потоков на городском транспорте : учебное пособие / В. А. Корчагин, А. В. Гринченко. — Саратов : Вузовское образование, 2016. — 69 c. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/44389.html
3. Чубарова, И. А. Организация пассажирских перевозок : учебное пособие / И. А. Чубарова. — Иркутск : ИрГУПС, 2019. — 112 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/157941
4. Неруш, Ю. М. Транспортная логистика : учебник для вузов / Ю. М. Неруш, С. В. Саркисов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 351 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02617-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/450332
5. Транспортная логистика : учебное пособие / составители И. А. Новиков, А. Г. Шевцова. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2017. — 98 c. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/92303.html

6. Бочкарев, А. А. Логистика городских транспортных систем : учебное пособие для вузов / А. А. Бочкарев, П. А. Бочкарев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 150 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04733-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/453979
7. Горев, Андрей Эдливич. Грузовые перевозки : учебник для студентов вузов / Горев, Андрей Эдливич. - 6-е изд. - М. : Академия, 2013. - 304 с. - (Бакалавриат). - Библиогр. : с. 292-294. - ISBN 978-5-7695-99-47-7 : 646-93. Текст (визуальный) : непосредственный.
8. Касаткин, Ф. П. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса : учебное пособие для высшей школы / Ф. П. Касаткин, С. И. Коновалов, Э. Ф. Касаткина. — Москва : Академический Проект, 2015. — 352 с. — ISBN 5-8291-0384-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/36868.html
9. Кузнецов, И. Н. Основы научных исследований: учебное пособие для бакалавров / И. Н. Кузнецов. - 5-е изд., пересмотр. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2020. - 282 с. - ISBN 978-5-394-03684-2. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1093235
10. Экономика и организация автотранспортного предприятия : учебник и практикум для академического бакалавриата / Е. В. Будрина [и др.] ; под редакцией Е. В. Будриной. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 268 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00943-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/433330
11. Солодкий, А. И. Транспортная инфраструктура : учебник и практикум для вузов / А. И. Солодкий, А. Э. Горев, Э. Д. Бондарева. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 290 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00634-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/450644
12. Клепцова, Л. Н. Менеджмент транспортного процесса : учебное пособие / Л. Н. Клепцова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2020. — 204 с. — ISBN 978-5-00137-164-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/145142
13. Резчиков, Е. А. Безопасность жизнедеятельности : учебник для вузов / Е. А. Резчиков, А. В. Рязанцева. — 2-е изд., перераб. и доп. —

Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 639 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12794-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/448325

дополнительная литература:

1. Тюрин, Н. А. Транспортная инфраструктура. Автомобильный и железнодорожный транспорт : учебное пособие / Н. А. Тюрин, Л. Я. Громская. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2015. — 112 с. — ISBN 978-5-9239-0796-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/71876
2. Транспортная инфраструктура [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Технология транспортных процессов» по профилям «Организация перевозок на автомобильном транспорте» и «Организация безопасности движения» / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.]. - Рязань : ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2012.- URL : http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp
3. Горев, А. Э. Теория транспортных процессов и систем : учебник для вузов / А. Э. Горев. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 193 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12797-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/448328
4. Каракеян, В. И. Безопасность жизнедеятельности : учебник и практикум для вузов / В. И. Каракеян, И. М. Никулина. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 313 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05849-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/449720
5. Безопасность дорожного движения и основы управления автомобилем в различных условиях : учебное пособие / В. Я. Дмитриев, Г. А. Дрягин, В. В. Метелкин, А. Н. Сафронов ; под редакцией В. Я. Дмитриев. — Омск : Омская академия МВД России, 2010. — 83 с. — ISBN 978-5-88651-490-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/36019.html
6. Шкляр, М. Ф. Основы научных исследований : учебное пособие для бакалавров / М. Ф. Шкляр. - 7-е изд. — Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2019. - 208 с. - ISBN 978-5-394-03375-9. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1093533

7. Сытых, Е. И. Транспортная инфраструктура : учебное пособие / Е. И. Сытых. — Санкт-Петербург : СПбГУ ГА, 2019. — 102 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/145714
8. Экология : учебник и практикум для вузов / О. Е. Кондратьева [и др.]. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 283 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00769-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/450582
9. Басовский, Л. Е. Экономика отрасли : учеб. пособие / Л.Е. Басовский. — Москва : ИНФРА-М, 2018. — 145 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-003464-5. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/941129

перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

ЭБС «Лань». - Режим доступа: https://e.lanbook.com

ЭБС «Юрайт». - Режим доступа: https://biblio-online.ru

ЭБС «IPRbooks». - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru

Электронная библиотека РГАТУ – Режим доступа: http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp

Гарант – Режим доступа :http://www.garant.ru

«КонсультантПлюс» - Режим доступа: http://www.consultant.ru

eLIBRARY – Режим доступа: https://elibrary.ru/defaultx.asp?

ЭБ ИЦ «Академия» - http://www.academia-moscow.ru/

ЭБС «Троицкий мост» - http://www.trmost.ru/lib-main.shtml?all_books

ЭБС «ZNANIUM.COM» - http://znanium.com

Приложения

Приложение А

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени П.А.КОСТЫЧЕВА»

Автодорожный факультет

ДНЕВНИК
прохождения практики обучающегося

_____
(фамилия, имя, отчество обучающегося)

Курс _____Группа _____

Направление подготовки **23.03.01 «Технология транспортных процессов»**

Направленность (профиль) подготовки «Организация перевозок на автомобильном транспорте»

Сроки практики _____

Место прохождения практики

_____
(указывается полное наименование структурного подразделения Университета/
профильной организации, а также их фактический адрес)

Руководитель практики от предприятия _____ /_____/

(должность, подпись, Ф.И.О.)

МП

Содержание дневника

Дата	Вид работы, краткое содержание выполненной работы	Технические средства, на которых работал, используемые инструменты, оборудование	В качестве кого работал	Фактически выполнил, ч

Рязань, 20__г.

Приложение Б

ХАРАКТЕРИСТИКА

на обучающегося _____ (Ф.И.О.)

В характеристике отражается:

- время, в течение которого обучающийся проходил практику;
- отношение обучающегося к практике;
- в каком объеме выполнена программа практики;
- каков уровень теоретической и практической подготовки обучающегося;
- трудовая дисциплина обучающегося во время практики;
- качество выполняемых работ;
- об отношениях обучающегося с сотрудниками и посетителями организации;
- замечания и пожелания в адрес обучающегося;
- общий вывод руководителя практики от профильной организации о выполнении обучающимся программы практики.

Руководитель практики от профильной организации
_____ / И.О.Ф. /

Дата, подпись
Печать

Приложение В

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

_____ факультет

ОТЧЕТ

о прохождении практики

_____

вид (тип) практики

_____

(фамилия, имя, отчество обучающегося)

Курс _____ **Группа** _____

Направление подготовки

_____

Направленность (профиль)

программы_____

Сроки практики

_____

Место прохождения практики

_____

(указывается полное наименование структурного подразделения Университета/ профильной организации, а также их фактический адрес)

_____

_

Руководитель практики от Университета _____/_____

(звание, подпись, Ф.И.О.)

Руководитель практики от профильной организации

_____

/_____/

(должность, И.О.Ф., подпись)

Отчет подготовлен

_____/_____

(И.О.Ф. подпись)

Рязань 20_____

Приложение Г

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

Автодорожный факультет

Кафедра «Организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»

Индивидуальное задание

на _____ практику

_____

_____

Студент_____

Направление подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Курс, группа_____

Задание выдал к.т.н., доцент Горячкина Ирина Николаевна

Дата выдачи задания: «_____»_____20___год.

Подпись студента_____

Подпись преподавателя_____

Приложение Д

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА» (ФГБОУ ВО РГАТУ)

ул. Костычева, д.1, г. Рязань, Рязанская область, 390044 тел.: (4912) 35-35-01, 35-88-31 факс: (4912) 34-30-96, 34-08-42
E-mail: University@rgatu.ru ОКПО 00493480, ОГРН 1026201074998, ИНН 6229000643

НАПРАВЛЕНИЕ НА ПРАКТИКУ №_____ «____» _____ 202__г.

Студент ____ курса _____факультета_____формы обучения_____
(Фамилия имя отчество)
Обучающийся по направлению (специальности)_____ направляется на (в)_____
(организация (учреждение) всех форм собственности)
_____района_____ области для прохождения
_____ практики
вид (тип практики)
в соответствии с Договором № _____ от «_____» _____ 202___ г.

Приказ от «____» _____ 202___ г. № _____

Срок практики с «_____» _____ 202___ г. по «____» _____ 202___г.

Специалист по УМР отдела учебных и производственных практик _____ О.В.Трушина М.П.

Отметка о прибытии в пункты назначения и выбытия из них:

Выбыл из _____ФГБОУ ВО РГАТУ_____ Прибыл в _____

« ____ » _____202____ г. « ____ » _____202____ г.

М.П. Подпись _____ М.П. Подпись _____

Выбыл из _____ Прибыл в __ФГБОУ ВО РГАТУ_____

« ____ » _____202____ г. « ____ » _____202____ г.

М.П. Подпись _____ М.П. Подпись _____

Приложение Е

Рабочий график (план)
проведения практики

Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

_____
_____

№ п/п	Содержание программы практики (виды работ и индивидуальное(ые) задание(я)	Период выполнения видов работ и заданий	Отметка о выполнении

Руководитель практики от Университета

_____

(звание, подпись, Ф.И.О.)

Руководитель практики от профильной организации_____
_

(должность, подпись, Ф.И.О.)

Приложение Ж

КАРТОЧКА

учета интенсивности движения транспорта (тип 1 - сечение)

в сечении на _____ ул.

в направлении от _____ к _____ ул.

"____" _____ 202 года с "_____" часов до "_____" часов

Вид транспорта		Отметка о прохождении транспорта		
		направление _____ _____ сечение	направление _____ _____ сечение	всего
Трамвай				
Троллейбус				
Легковой транспорт				
Микроавтобус				
Автобус средней вместимости				
Автобус большой вместимости				
Грузовой транспорт (грузоподъемность)	грузоподъемности (<2т)			
	ей грузоподъемности (2-8т)			
	ой грузоподъемно-сти (>8т) 3-мя и более осями			
ИТОГО				

КАРТОЧКА

учета интенсивности движения транспорта (тип 2 – по подходам)

на _____ ул. при пересечении с _____ ул.

в направлении от _____ к _____ ул.

"____" _____ 202 года с "_____" часов до "_____" часов

Вид транспорта		Отметка о прохождении транспорта			
		Направление 1 от ул. _____ к ул._____	Направление 2 от ул. _____ к ул._____	Направление 3 от ул. _____ к ул._____	Направление 4 от ул. _____ к ул._____
Трамвай					
Троллейбус					
Легковой транспорт					
Микроавтобус					
Автобус средней вместимости					
Автобус большой вместимости					
Грузовой транспорт (грузоподъемность)	малой грузоподъемности (<2т)				
	средней грузоподъемности (2-8т)				
	большой грузоподъемно-сти (>8т) с 3-мя и более осями				
ИТОГО					

Приложение З

Шаблоны отчетной таблицы подсчетов для заполнения в электронном виде

(тип 1 – сечение)

№ точки	Порядковый номер подсчета	Название дороги	Направление	Учетчик ФИО	Дата	Час	Интенсивность ТС, ед/ч									Примечание
								Грузовые ТС				Автобусы				
							Легковые	Малой грузоподъемности (<2т)	Средней грузоподъемности (2-8т)	Большой грузоподъемно-сти (>8т)	Микроавтобус	Средней вместимости	Большой вместимости	Троллейбус	Трамвай	Сумма	
		А-180	от СПб к А-120	Иванов А.А.	02.02.2020	07:00-08:00	500	10	10	10	10	10	0			550	
	1	А-180	от А-120 к СПб				…	…	…	…	…	…	…			0	
		А-120	от н.п. Жабино к А-180													0	
		А-120	от А-180 к н.п. Жабино													0	
1		….	…..	….	….	….	….	….	….	….	….	….	….			….	….
	3																

(тип 2 – по подходам)

№ точки	Порядковый номер подсчета	Название дороги	Направление	Учетчик ФИО	Дата	Час	Интенсивность ТС, ед/ч									Примечание
								Грузовые ТС			Автобусы					
							Легковые	Малой грузоподъемности (<2т)	Средней грузоподъемности (2-8т)	Большой грузоподъемно-сти (>8т)	Микроавтобус	Средней вместимости	Большой вместимости	Троллейбус	Трамвай	Сумма	
		А-180	от СПб к А-120	Иванов А.А.	02.02.2020	07:00-08:00	500	10	10	10	10	10	0			550	
		А-180	от А-120 к СПб				…	…	…	…	…	…	…			0	
		А-180	от А-120 к Кингисепп													0	
		А-180	от Кингисепп к А-120													0	
		А-120	от н.п. Варвароси к А-180													0	
		А-120	от А-180 к н.п. Варвароси													0	
		А-120	от н.п. Жабино к А-180													0	
	1	А-120	от А-180 к н.п. Жабино													0	
		А-180	от СПб к А-120													0	
		А-180	от А-120 к СПб													0	
1		А-180	от А-120 к Кингисепп													0	
		А-180	от Кингисепп к А-120	Иванов А.А.	03.02.2020	07:00-08:01										0	
		А-120	от н.п. Варвароси к А-180													0	
		А-120	от А-180 к н.п. Варвароси													0	
		А-120	от н.п. Жабино к А-180													0	
	2	А-120	от А-180 к н.п. Жабино													0	
		….	…..	….	….	….	….	….	….	….	….	….	….			….	….
	3																

Приложение И

Формы заполнения протоколов по обследованию организации работы пассажирского транспорта

И.1 Учетная карта движения автобусов по маршруту №

Дата_____ День недели _____

Время учета_____ Ответственный (ФИО)_____

№	Гос. номер автобуса	Марка автобуса	Время выезда автобуса на маршрут	Время возвращения с маршрута

И.2 Таблица обследования работы такси

Дата «_____»_____20___г.

Время выезда_____

Время заезда_____

Показания спидометра_____

Государственный номер автомобиля_____

Показания спидометра_____

№ посадки	Пробег при посадке пассажира, км	Время посадки, ч-мин.	Простой оплачиваемый, ч-мин.		Пробег при высадке пассажира, км	Время высадки, ч-мин	Число перевезённых пассажиров, чел.	Примечание
			начало	конец				

И.3 Протокол обследования пассажиропотоков за рейс

Маршрут № _____ Дата_____ День недели _____

Время _____ Модель автобуса _____ Гос. номер _____

Погода_____ (сухо, дождь, снег)

Остановочные пункты	Прямое направление		Обратное направление	
	Количество вошедших	Количество вышедших	Количество вошедших	Количество вышедших

	пассажиров	пассажиров	пассажиров	пассажиров
Итого за рейс:				

И.4 Протокол обследования пассажиропотоков маршрута

Маршрут № _____ Дата_____ День недели _____

№ рейса	Пассажиропоток за рейс, пасс.		
	в прямом направлении	в обратном направлении	за оборотный рейс
1			
2			
3			

И.5 карточка изучения потоков пассажиров такси на стоянке

Время	Такси		Пассажиров		Избыток такси	Осталось пассажиров
	прибыло	убыло	прибыло	убыло		

И.6 Протокол визуального обследования транспортного средства

Маршрут № _____ День составления протокола _____Время _____
Модель автобуса _____ Гос. номер _____

Параметры	Характеристика	Примечание
1 Класс используемого транспортного средства		
2 Количество пассажирских дверей		
3 Количество аварийных выходов		
4 Возможность открытия аварийных выходов вручную		
5 Наличие устройства быстрого удаления аварийного окна		
6 Наличие надписи «Аварийный выход»		
7 Наличие инструкции о способе		

пользования аварийным выходом на органах управления		
8 Возможность беспрепятственного доступа к аварийным дверям и окнам		
9 Наличие огнетушителей		
10 Наличие медицинской аптечки		
11 Освещение в салоне автобуса		
12 Надежность крепления поручней и ручек		
13 Возможность одновременного держания за два поручня (ручки) в любой точке салона		
14 Надежность крепления сидений		
15 Наличие указателей маршрута: - передний - боковой - задний		
16 Наличие схемы маршрута в салоне автобуса		
17 Информационные таблички (№ тел. транспортного предприятия, правила пользования п.с., места расположения кнопки экстренной остановки и т.д.)		
18 Звуковая информация (объявление остановок)		
19 Удобство расчета (наличие кондуктора, выдача билетов)		
20 Культура общения (поведение, курение, музыка)		
21 Чистота салона (наличие пыли, грязи, выхлопных газов в салоне, лишних предметов)		
22 Выполнение остановок на всех остановочных пунктах		
23 Продолжительность простоя на промежуточных остановочных пунктах		
24 Соблюдение технологии посадки-высадки пассажиров (заезд в остановочный карман)		

25 Соблюдение проезда по маршруту		
26 Культура вождения (торможение, разгон, повороты и т.д.)		

Предложения, пожелания

Приложение К

К1. КАРТОЧКА

учета интенсивности движения транспорта

в сечении на _____ ул.

в направлении от _____ к _____ ул.

"____" _____ 202 года с "_____" часов до "_____" часов

Вид транспорта	Отметка о прохождении транспорта		
	направление от ул. _____ к ул. _____ сечение	направление от ул. _____ к ул. _____ сечение	всего
Трамвай			
Троллейбус			
Легковой транспорт			
Микроавтобус			
Автобус средней вместимости			
Автобус большой вместимости			

Грузовой транспорт (грузоподъемность)	малой грузоподъемности (<2т)			
	средней грузоподъемности (2-8т)			
	большой грузоподъемности (>8т) с 3-мя и более осями			
ИТОГО				

Подпись производившего подсчет _____

К2. Сводная таблица при оценке интенсивности и состава транспортных потоков

Наименование перекрёстка:	
Дата:	
День недели замера:	

Направление движения (из - в)	Время	Легковые	Грузовые				Автобусы			Троллейбус	Трамвай	Всего
			Малые	Средние	Большие	Автопоезда	Малые	Средние	Большие			
Из 1 направления в направление 2												
Из 2 направления в направление 1												
Из 1 направления в направление 2												
Из 2 направления в направление 1												
Из 1 направления в направление 2												
Из 2 направления в направление 1												

Министерство сельского хозяйства РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

Автодорожный факультет

Кафедра «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по выполнению заданий и подготовке отчета по итогам производственной практики (научно-исследовательской работы)

Уровень профессионального образования: *бакалавриат*

Направление подготовки: *23.03.01*

Технология транспортных процессов

Направленность (Профиль) подготовки: *«Организация перевозок на автомобильном транспорте»*

Квалификация выпускника: *бакалавр*

Форма обучения: *очная, заочная*

Рязань, 2024

Методические рекомендации разработаны в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 07.08.2020 г. № 911

Разработчики:

доцент кафедры «Организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности» И.Н. Горячкина

Рецензент: доцент кафедры «Техническая эксплуатация транспорта» А.С. Колотов

Рассмотрены на заседании кафедры «20» марта 2024 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой «Организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»

_____ В.В. Терентьев

Методические рекомендации одобрены учебно-методической комиссией направления подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов «20» марта 2024 г., протокол № 8

Председатель комиссии _____ В.В. Терентьев

Введение

Настоящие рекомендации являются методическим обеспечением производственной практики (научно-исследовательской работы) студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов.

Практика студентов является важной составной частью учебного процесса, в результате которого осуществляется подготовка студентов к профессиональной деятельности.

Данные методические рекомендации определяют цель и задачи производственной практики – научно-исследовательской работы, форму организации и специфику данного вида практики.

В процессе прохождения практики обучающиеся закрепляют теоретические знания, полученные ими в высшем учебном заведении, получают практические навыки в области организации и управления перевозочной деятельностью.

Процесс прохождения производственной практики – научно-исследовательской работы направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	**Наименование компетенции**	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**
УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Знает технологии самоорганизации во времени и способен их применять в жизнедеятельности; УК-6.2. Контролирует количество времени, потраченного на конкретные виды деятельности; вырабатывает инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, целей.
ОПК-2	Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических и социальных ограничений на всех этапах жизненного цикла транспортно-технологических машин и комплексов	ОПК-2.1. Демонстрирует базовые знания экономики в сфере эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин; ОПК-2.2. Определяет экономическую эффективность внедрения и использования новых решений в сфере эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин
ОПК-5	Способен принимать обоснованные технические решения, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-5.1. Демонстрирует знание современных технологий в профессиональной деятельности; ОПК-5.3. Обеспечивает безопасные условия выполнения производственных процессов

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-1	Организация логистической деятельности по перевозке грузов в цепи поставок.	ПК-1.8. Порядок разработки бизнес-планов ПК-1.13. Организация планирования услуг, этапов, сроков доставки ПК-1.14. Составление графиков грузопотоков, определение способов доставки, вида транспорта ПК-1.15. Систематизация документов, регламентирующих взаимодействие участников логистического процесса перевозки груза ПК-1.16. Разработка эффективных схем взаимоотношений в процессе оказания логистической услуги перевозки груза в цепи поставок ПК-1.17. Постановка целей, задач работникам подразделений, участвующим в процессе перевозке груза в цепи поставок
ПК-2	Организация работы с подрядчиками на рынке транспортных услуг	ПК-2.3. Владеть иностранным языком на уровне, необходимом для компетентного решения производственных задач
ПК-3	Организация процесса улучшения качества оказания логистических услуг по перевозки грузов в цепи поставок	ПК-3.3. Анализировать информацию и формировать отчеты
ПК-4	Организация работы с нормативно-правовыми актами и технической документацией	ПК-4.1. Способностью к разработке и внедрению технологических процессов, использованию технической документации, распорядительных актов предприятия
ПК-5	Организации работы на транспортно-логистическом объекте	ПК-5.1 Способностью к организации эффективной коммерческой работы на объекте транспорта, разработке и внедрению рациональных приемов работы с клиентом. ПК-5.2 Способностью к планированию и организации работы транспортных комплексов городов и регионов, составляющих единую транспортную систему, при перевозках пассажиров, багажа, грузобагажа и грузов ПК-5.3 Способностью к организации рационального взаимодействия различных видов транспорта в единой транспортной системе. ПК-5.4. Способностью применять, правовые, нормативно-технические и организационные основы организации перевозочного процесса и обеспечения

		безопасности движения транспортных средств в различных условиях
ПК-6	Организация управленческой деятельности на транспортно-логистическом объекте	ПК-6.1 Способностью к поиску путей повышения качества транспортно-логистического обслуживания грузовладельцев, развития инфраструктуры товарного рынка и каналов распределения. ПК-6.2 Способностью управлять запасами грузовладельцев распределительной транспортной сети. ПК-6.3 Способностью определять параметры оптимизации логистических транспортных цепей и звеньев с учетом критериев оптимальности.

1. Организационные основы производственной практики – научно-исследовательской работы

Сроки проведения производственной практики - научно-исследовательской работы устанавливаются в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса на соответствующий учебный год с учетом требований образовательного стандарта.

Местами проведения производственной практики - научно-исследовательской работы могут являться:

- структурные подразделения университета;
- предприятия, осуществляющие перевозочную деятельность в соответствии с направленностью (профилем) направления.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья выбор мест прохождения производственной преддипломной практики производится с учетом состояния здоровья и требования доступности.

Обучающиеся направляются на производственную практику - научно-исследовательскую работу приказом по университету в соответствии с договором, заключенным между университетом и предприятием.

Вопросами организации практики занимаются декан факультета и заведующий кафедрой совместно с отделом учебных и производственных практик Университета. Общее методическое руководство практикой осуществляется кафедрой «Организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности».

Непосредственное руководство производственной практикой - научно-исследовательской работой студентов возлагается:

- от университета – на научно-педагогических работников кафедры «Организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»;

- от предприятия – на директора или назначенного им руководителя практики от предприятия.

Перед отправлением обучающихся на производственную практику -

научно-исследовательскую работу проводится инструктивно-методическое собрание (инструктаж о порядке прохождения практики; инструктаж по охране труда и технике безопасности; получение индивидуальных заданий, направлений на практику).

Практическая подготовка обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов организуется с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

Выбор мест прохождения практик для инвалидов и лиц с ОВЗ производится с учетом требований их доступности для данных обучающихся и рекомендации медико-социальной экспертизы, а также индивидуальной программы реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее – ОВЗ) форма проведения практики устанавливается факультетами с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья, в соответствии с требованиями образовательных стандартов.

Организация практики с применением дистанционных образовательных технологий осуществляется в связи с исключительными обстоятельствами (период сложной санитарно-эпидемиологической обстановки, карантин, другие непреодолимые обстоятельства).

Руководство практикой и контроль выполнения обучающимися рабочей программы практики при применении дистанционных образовательных технологий осуществляется в режиме онлайн.

Руководитель практики от кафедры:

- ✓ не позднее чем за два месяца до начала практики организует оформление документов о распределении обучающихся по местам практики;
- ✓ разрабатывает индивидуальные задания для обучающихся, выполняемые в период практической подготовки при проведении практики;
- ✓ составляет совместно с руководителем практики от профильной организации рабочий график (план) проведения практики;
- ✓ обеспечивает организацию образовательной деятельности в форме практической подготовки при проведении практики;
- ✓ организует участие обучающихся в выполнении определенных видов

работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;

- ✓ принимает участие в распределении обучающихся по рабочим местам или перемещении их по видам работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;
- ✓ проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда, технике безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка;
- ✓ оказывает методическую помощь обучающимся при выполнении определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;
- ✓ готовит предложения в проект приказа о направлении обучающихся на практику;
- ✓ оценивает результаты прохождения практики обучающимися;
- ✓ несет ответственность совместно с ответственным работником профильной организации за реализацию компонентов образовательной программы при проведении практики, за жизнь и здоровье обучающихся, соблюдение ими правил противопожарной безопасности, правил охраны труда;
- ✓ осуществляет контроль за соблюдением сроков прохождения практической подготовки при проведении практики и соответствия ее содержания требованиям, установленным соответствующей основной образовательной программой;
- ✓ осуществляет контроль предоставления обучающимися характеристик от профильной организации и отчетов о прохождении практики по форме, установленной Университетом;
- ✓ готовит отчет о прохождении практики и предложения по совершенствованию организации практической подготовки обучающихся Университета и предоставляет заведующему кафедрой в течение одного месяца после окончания практики;
- ✓ организует проведение организационного собрания с обучающимися по разъяснению порядка и сроков прохождения практик;
- ✓ отвечает за правильность и своевременность оформления финансовых документов, касающихся проведения практики.

Руководитель практики от профильной организации:

- ✓ согласовывает индивидуальные задания, содержание и планируемые результаты практики;
- ✓ предоставляет рабочие места обучающимся, предоставляет оборудование и технические средства обучения в объеме, позволяющем выполнять определенные виды работ, связанные с будущей

профессиональной деятельностью обучающихся;

- ✓ обеспечивает безопасные условия реализации компонентов образовательной программы в форме практической подготовки, выполнение правил противопожарной безопасности, правил охраны труда, техники безопасности и санитарно-эпидемиологических правил и гигиенических нормативов;
- ✓ проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда и техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка;
- ✓ составляет отзыв на обучающихся по окончании практики.

Руководитель практики от структурного подразделения Университета:

- ✓ обеспечивает проведение практики в соответствии с рабочей программой практики;
- ✓ согласовывает график проведения практики совместно с руководителем практики от кафедры;
- ✓ проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка.

Обучающийся обязан:

В целях обеспечения своевременного проведения практики и выполнения индивидуального задания руководителя по практической подготовке, обучающийся обязан в установленные сроки до начала прохождения практики в профильной организации:

- ✓ являться на консультации (занятия) и собрания по практике;
- ✓ ознакомиться с информацией о закрепленном за группой руководителе по практической подготовке от кафедры, с рабочей программой практики, списком профильных организаций, предоставляющих места проведения практики, размещенным на информационных площадках деканата;
- ✓ выбрать место проведения практики и согласовать его с руководителем по практической подготовке от кафедры;
- ✓ представить не позднее 30 дней до начала прохождения практики в деканат заполненное печатным шрифтом и подписанное руководителем по практической подготовке от кафедры заявление о направлении на практику установленной формы, а также согласие на обработку персональных данных. При прохождении практики в профильной организации, не включенной в перечень, рекомендованных Университетом, к заявлению прилагается подписанный со стороны

организации в двух экземплярах договор о практической подготовке;

- ✓ при необходимости по устному запросу деканата представить письмо от имени профильной организации о предоставлении обучающемуся возможности прохождения практики).
- ✓ получить у руководителя по практической подготовке от кафедры индивидуальное задание на практику и рабочий график (план) проведения практики;
- ✓ при необходимости до начала проведения практики получить в деканате официальное письмо-направление на практику.

В целях обеспечения выполнения индивидуального задания руководителя по практической подготовке обучающийся обязан в период проведения практики в организации:

- ✓ проходить практику по месту и в сроки, установленные приказом о направлении на практику;
- ✓ посещать предусмотренные рабочей программой практики занятия;
- ✓ во время прохождения практики выполнять задания, предусмотренные рабочей программой практики и индивидуальным заданием руководителя по практической подготовке от кафедры, а также задания руководителя по практической подготовке от профильной организации в соответствии с рабочим графиком (планом) проведения практики;
- ✓ самостоятельно оформлять отчетные материалы по практике в соответствии с рабочей программой практики, индивидуальным заданием руководителя по практической подготовке от кафедры;
- ✓ соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, требования охраны труда, техники безопасности и пожарной безопасности;
- ✓ не разглашать полученную в период прохождения практики информацию, являющуюся государственной, служебной, коммерческой, налоговой, банковской и иной тайной;
- ✓ не разглашать персональные данные, которые стали известны обучающемуся в период прохождения практики, в том числе при подготовке отчетных материалов по практике;
- ✓ соблюдать в период практики правила деловой этики и этикета, а также требования, предъявляемые к внешнему виду работников профильной организации, в которой проводится практика;
- ✓ подписать отчетные материалы по практике и получить характеристику о результатах прохождения практики у руководителя по практической подготовке в профильной организации или непосредственно от руководителя профильной организации (структурного подразделения

профильной организации). Отчетные материалы по практике и характеристика с места прохождения практики должны быть заверены печатью организации. Если у организации нет печати, характеристика должна быть оформлена на фирменном бланке профильной организации;

- ✓ в случае неявки в организацию для прохождения практики уведомить руководителя по практической подготовке от кафедры, деканат о неявке на практику и причинах неявки.
- ✓ В целях обеспечения выполнения индивидуального задания руководителя по практической подготовке, обучающийся обязан по окончании прохождения практики в профильной организации:
- ✓ представить на кафедру для регистрации отчетные материалы по практике, рабочий график (план) проведения практики и характеристику с места прохождения практики в срок, установленный приказом о направлении на практику. Состав и требования к оформлению отчетных материалов определяются соответствующей рабочей программой практики;
- ✓ после проверки отчетных материалов руководителем по практической подготовке от кафедры устранить замечания, изложенные в отзыве при необходимости;
- ✓ в соответствии с расписанием явиться на промежуточную аттестацию по практике.

2. Структура производственной практики - научно-исследовательской работы

2.1 Цель и задачи практики

Целями производственной практики - научно-исследовательской работы являются закрепление основ теоретического обучения и практических навыков, полученных при выполнении практических и лабораторных работ, предшествующей практики; углубленное изучение методических, инструктивных и нормативных материалов, подготовка студента к решению организационно-технологических и управленческих задач на производстве; сбор материалов для выполнения выпускной квалификационной работы, приобретения выпускниками профессионального опыта, совершенствования компетенций, проверки их готовности к самостоятельной трудовой деятельности.

Задачами производственной практики - научно-исследовательской работы:

- приобретение навыков поиска инновационных решений в автотранспортной сфере;

- приобретение практических навыков организации и управления в структуре автотранспортного предприятия;
- приобретение практических навыков оценки результатов научно-проектных работ, внедрения их в производство;
- подбор и ознакомление с литературой, нормативами, положениями и другими источниками с учетом темы выпускной квалификационной работы;
- проведение работы, обеспечивающей сбор информации, необходимой для более качественного выполнения выпускной квалификационной работы;
- сбор и систематизация материала для разработки выпускной квалификационной работы.

Профессиональные задачи

В области расчетно-проектной деятельности: реализация в составе коллектива исполнителей поставленных целей проекта решения транспортных задач, критериев и показателей достижения целей, построении структуры их взаимосвязей, выявляет приоритеты решения задач с учетом показателей экономической и экологической безопасности; участвует в составе коллектива исполнителей: в разработке обобщенных вариантов решения производственной проблемы, анализе этих вариантов, прогнозировании последствий, нахождении компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределенности планирования реализации проекта; участвует в составе коллектива исполнителей в разработке планов развития транспортных предприятий, систем организации движения; участвует в составе коллектива исполнителей в разработке планов развития транспортных предприятий, систем организации движения; использование современных информационных технологий при разработке новых и совершенствовании сложившихся транспортно-технологических схем.

В области производственно-технологической деятельности: участвует в составе коллектива исполнителей в разработке, исходя из требований рыночной конъюнктуры и современных достижений науки и техники, мер по совершенствованию систем управления на транспорте; участвует в составе коллектива исполнителей в реализации стратегии предприятия по достижению наибольшей эффективности производства и качества работ при организации перевозок пассажиров, грузов, грузобагажа и багажа; анализирует состояние действующих систем управления и участие в составе коллектива исполнителей в разработке мероприятий по ликвидации недостатков; участвует в составе коллектива исполнителей в организации работ по проектированию методов управления; разрабатывает и внедряет рациональные транспортно-технологические схемы доставки грузов на

основе принципов логистики; эффективно использует материальные, финансовые и людские ресурсы при производстве конкретных работ; обеспечивает безопасность перевозочного процесса в различных условиях; обеспечивает реализации действующих технических регламентов и стандартов в области перевозки грузов, пассажиров, грузобагажа и багажа; участвует в составе коллектива исполнителей в разработке и внедрении систем безопасной эксплуатации транспорта и транспортного оборудования и организации движения транспортных средств; участвует в составе коллектива исполнителей в контроле за соблюдением экологической безопасности транспортного процесса; организует обслуживания технологического оборудования; выполняет работы по одной или нескольким рабочим профессиям.

В области организационно-управленческой деятельности: организует оценку производственных и непроизводственных затрат на обеспечение безопасности транспортных процессов, на разработку транспортно-технологических схем доставки грузов и пассажиров; осуществляет контроль за работой транспортно-технологических систем и управления системами организации движения; организует подготовку исходных данных для выбора и обоснования технических, технологических и организационных решений на основе экономического анализа, подготовка документации для создания системы менеджмента качества предприятия, проведении анализа затрат и результатов деятельности производственных подразделений и служб.

2.2 Распределение рабочего времени на практике

Рабочее время обучающихся-практикантов определяется в соответствии с действующим на предприятии внутренним трудовым распорядком и режимом работы.

Структура и содержание производственной практики – научно-исследовательской работы представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Структура и содержание производственной практики - научно-исследовательской работы

№ п/п	Разделы (этапы) практики и виды работ	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов	Формы итогового контроля
1	2	3	4

1.	*Подготовительный этап* Организационное собрание. Ознакомление с программой практики. Получение индивидуального задания работы обучающегося на время прохождения практики. Проведение инструктажа по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка	С учетом знаний направлений развития и совершенствования технологических процессов, используемых на автотранспортных предприятиях, определение порядка выполнения работ в условиях предприятия для решения поставленных задач	Зачёт с оценкой
2.	*Производственный (исследовательский) этап* Мероприятия по сбору, обработке, систематизации и анализу фактического и литературного материала. Наблюдения, измерения, расчёты, выполняемые по заданию преподавателя	Осуществление подбора подвижного состава и погрузочно-разгрузочных средств для конкретных условий эксплуатации с обоснованием выбора. Организация доставки грузов или пассажиров с минимальными затратами, гарантией качества. Подбор рациональных способов оптимизации перевозок. Обеспечение максимально эффективного взаимодействия видов транспорта и всех участников доставки грузов при необходимости. Использование современных достижений науки и техники для совершенствования систем управления. Оценка влияния факторов внешней и внутренней среды	

		организации на принятие решений. Подбор и расчет показателей работы и развития транспортных систем; анализ технико-эксплуатационных, экономических и экологических показателей использования различных видов транспорта при выполнении перевозок. Проектирование маршрутов доставки грузов или пассажиров, поиск путей сокращения цикла выполнения работ. Технологические и экономические обоснование маршрутов и схем доставки. Использование современных информационных технологий в системе организации перевозок.	
3.	*Заключительный этап* Обобщение собранного материала в соответствии с программой практики. Оформление отчетной документации и защита отчета	Использование программного обеспечения для формирования отчетной документации в соответствие с требованиями.	

2.3 Содержание отчётной документации и порядок защиты отчёта по практике.

Для овладения теоретическими знаниями и приобретения практических навыков обучающийся – практикант обязан в полном объёме и в установленные сроки в соответствии с рабочим графиком (планом) (Приложение Е) выполнить программу практики и индивидуальное задание,

основанное на теме ВКР (Приложение Ж), а также нести ответственность за выполненную работу и её результаты. В ходе прохождения практики он должен регулярно и аккуратно вести дневник практики, в котором необходимо подробно освещать перемещения по рабочим местам предприятия и производить ежедневные записи о выполненной практической работе, описание рабочего места и оборудования, получаемые сведения по всем основным вопросам практики и ход выполнения индивидуального задания. Оформление титульного листа дневника и универсальная форма дневника приведены в Приложение Б. По окончании практики обучающийся должен получить оценку работы непосредственного руководителя практики от предприятия, заверенную подписью и печатью (Приложение Г). По итогам практики обучающемуся необходимо оформить отчет (Приложение В) и в установленные деканатом сроки сдать его вместе с дневником практики на проверку руководителю практики от кафедры университета. К отчету прикладывается направление на прохождение практики (Приложение Д), в котором указываются даты прибытия обучающегося на практику и убытия обучающегося с практики. *Направление, характеристику и дневник можно оформить в качестве приложения к отчету.*

Аттестация по итогам практик проводится на кафедре. Промежуточная аттестация проводится в форме, установленной учебным планом – зачет с оценкой.

Допуск обучающегося к аттестации осуществляется при наличии отчетных документов, оформленных в соответствии с необходимыми требованиями.

Аттестация проводится в соответствии с рабочей программой практики с целью проверки усвоения навыков и формирования компетенций в устной форме в виде собеседования.

По итогам аттестации выставляется оценка «зачтено» «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», которая вносится в ведомость и зачетную книжку руководителем практики от кафедры.

Итоговая оценка по практике ставится на основании характеристики обучающегося, оценки качества ведения отчетных документов по практике и результатов аттестации.

Оценка, полученная на аттестации по окончании практики, учитывается при назначении государственной академической стипендии.

Обучающиеся, не выполнившие программу практики по уважительной причине, проходят практику по индивидуальному плану в свободное от обучения время.

Повторная промежуточная аттестация по итогам практики обучающихся может быть организована не более двух раз. Каждая неявка обучающегося на защиту практики приравнивается к академической задолженности.

Формат проведения защиты отчетов по практике для инвалидов и лиц с ОВЗ устанавливается с учетом их индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно, с применением электронных или иных технических средств).

В процессе защиты отчета по практике инвалид и лицо с ОВЗ вправе использовать необходимые им технические средства. Для слабовидящих обеспечивается индивидуальное равномерное освещение; при необходимости им предоставляется увеличивающее устройство, возможно также использование собственных устройств. Для глухих и слабослышащих обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости инвалидам и лицам с ОВЗ предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования, услуги сурдопереводчика.

По заявлению инвалида и лица с ОВЗ в процессе защиты отчета по практике должно быть обеспечено присутствие ассистента из числа сотрудников Университета или привлеченных специалистов, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с членами комиссии).

При необходимости инвалидам и лицам с ОВЗ может быть предоставлено дополнительное время для подготовки ответов при защите отчетов по практике.

2.4 Структура и содержание отчета

Титульный лист

Лист с индивидуальным заданием

График (план)

Содержание

Введение

Во введении отражаются цели и задачи преддипломной практики, современное состояние вопроса, которому посвящено индивидуальное задание, а также, актуальности темы выпускной квалификационной работы, которая лежит в основе производственного (исследовательского) этапа преддипломной практики

1. *Аналитический раздел*

В данном разделе приводится характеристика предприятия, анализируется его производственная деятельность, потенциальные клиенты, конкурентоспособность, списочный состав и техническое состояние автомобилей, прицепов и полуприцепов по типам и маркам; рассматриваются технико-экономические показатели подвижного состава, показатели перевозочной деятельности. На основании анализа имеющейся информации обосновывается актуальность и необходимость разработки темы выпускной квалификационной работы.

2. *Организационный раздел*

Даётся организационная структура управления автотранспортным предприятием с указанием всех связей и взаимодействий между подразделениями, а также их назначение и функции. Рассматриваются вопросы организации автомобильных перевозок, служба организации перевозок, подготовительные операции процесса перевозки, организация выпуска автомобилей, методы организации перевозок, особенности организации перевозок видов грузов, пассажиров, международных, междугородних перевозок, методы оптимизации в организации автомобильными перевозками. Маршруты движения. Планирование и прогнозирование перевозочной деятельности. Логистические подходы к перевозке грузов и пассажиров. Рассматривается управление, в т.ч. и оперативное, перевозками грузов и пассажиров, системы контроля и регулирования движения.

3. *Технологический раздел*

Указываются виды грузовых и пассажирских перевозок, осуществляемые предприятием, автомобильные сообщения, циклы транспортного процесса, особенности технологии перевозок видов грузов и пассажиров. Грузы и грузопотоки, грузооборот. Пассажиропотоки и пассажирооборот. Погрузочно-разгрузочные и складские операции.

4. *Экономический раздел*

Оценка и анализ эффективности перевозок грузов и пассажиров. Определение основных технико-экономических показателей, потребности в капиталовложениях, общей и расчетной прибыли, рентабельности, показателя окупаемости проектируемого мероприятия.

Заключение

Делаются общие выводы по деятельности предприятия и необходимости

разработки темы выпускной квалификационной работы

Список используемой литературы
Приложения

2.5 Примерный перечень тематик

1. Совершенствование организации перевозок грузов промышленности, сельского хозяйства, строительства, торговли.
2. Совершенствование организации перевозок грузов сельского хозяйства.
3. Совершенствование организации перевозок грузов строительства.
4. Совершенствование организации перевозок грузов торговли.
5. Совершенствование организации перевозок скоропортящихся продуктов и опасных грузов.
6. Развитие и совершенствование перевозок грузов в контейнерах и пакетами на поддонах.
7. Развитие и совершенствование перевозок тяжеловесных и крупногабаритных грузов.
8. Развитие и совершенствование перевозок грузов в смешанном сообщении.
9. Эффективные методы использования погрузочно-разгрузочных машин и механизмов в организации транспортного процесса.
10. Совершенствование перевозок грузов на междугородных и международных маршрутах.
11. Развитие и совершенствование транспортно-экспедиционного обслуживания предприятий при перевозках грузов.
12. Совершенствование и развитие автобусных перевозок пассажиров в городах, сельских районах, на пригородных, междугородных и международных маршрутах.
13. Развитие и совершенствование перевозок пассажиров в смешанном сообщении.
14. Развитие и совершенствование обслуживания населения легковыми автомобилями-такси.
15. Развитие и совершенствование транспортно-экспедиционного обслуживания населения.
16. Формирование и функционирование рынка автотранспортных услуг.
17. Маркетинговая деятельность АТП.
18. Управление на автотранспорте.
19. Решение задач транспортного хозяйства по повышению качества обслуживания потребителей.
20. Эффективность применения рациональных видов тары при перевозке материально-технических ресурсов.
21 Экономическая эффективность мероприятий по развитию материально-технической базы транспорта.

22. Эколого-экономическая оценка природоохранной деятельности объектов транспортного хозяйства.

23. Альтернативы транспортировки и критерии выбора логистических посредников.

24. Повышения качества сервисных услуг на различных видах транспорта общего пользования.

25. Оценка эффективности функционирования транспорта общего пользования.

26. Повышение эффективности работы предприятий за счет применения логистических технологий доставки грузов.

27. Разработка транспортно-складской схемы доставки товаров в логистической системе распределения готовой продукции.

28. Разработка микрологистической модели функционирования транспортного предприятия с целью снижения уровня материальных запасов и оборотных средств.

29. Логистическое управление перевозками пассажиров на микро- и макроуровнях.

3. Общие положения по оформлению отчета по практике

Отчет по практике является текстовым документом и должен быть оформлен в соответствии с требованиями государственных стандартов.

Текст печатается на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта - черный. Размер шрифта (кегль) - 14. Тип шрифта - TimesNewRoman. Слева от текста оставляется поле в 30 мм, справа – 10 мм, сверху и снизу – по 20 мм.

Абзацы в тексте начинают отступом равным 1,25 см.

Текст отчета разделяют на разделы и подразделы.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами и записанные с абзацного отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена “Таблица 1” или “Таблица В.1”, если она приведена в приложении В.

Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой, например таблица 2.1.

На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа, при ссылке следует писать слово “таблица” с указанием ее номера.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире).

Пояснение каждого символа в формулах следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова “где” без двоеточия после него.

Формулы, за исключением формул, помещенных в приложении, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которую записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Одну формулу обозначают – (1).

Допускается нумерация формул в пределах раздела.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует размещать так, чтобы их можно было рассматривать без поворота записки. Если такое размещение невозможно, то рисунок располагают так, чтобы для его рассмотрения надо было повернуть записку по часовой стрелке.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается “Рисунок 1”.

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела.

В конце текстового документа приводится список использованных источников.

Нумерация страниц документа и приложений, входящих в состав этого документа, должна быть сквозная. Нумерация начинается с титульного листа. На титульном листе номер не ставится. Номера страниц проставляются внизу страницы по центру без точки.

Материал, дополняющий текст документа, допускается помещать в приложениях. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, расчеты и т.д.

В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А.

Приложение должно иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

Все приложения должны быть перечислены в содержании документа с указанием их номеров и заголовков следующим образом: Приложение А. Меню предприятия.

В списке использованных источников должно быть приведено библиографическое описание книг, статей и т.п., которые использовались в работе.

При отсылке к изданию, описание которого включено в библиографический список, в тексте документа после упоминания о нем

проставляют в скобках номер, под которым оно значится в списке, например: [18]

Рекомендуемая литература

а) основная литература:

1. Транспортно-экспедиционная деятельность : учебник и практикум для вузов / Л. И. Рогавичене [и др.] ; под редакцией Е. В. Будриной. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 369 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04168-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/450755

2. Брюханов, Ю. Г. Грузоведение : учебное пособие / Ю. Г. Брюханов, В. Ю. Зыкова, Ю. С. Боровская. — Новосибирск : СГУВТ, 2019. — 201 с. — ISBN 978-5-8119-0816-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/147152

3. Антонова, Т. С. Транспортная логистика : учебное пособие / Т. С. Антонова, Э. О. Салминен. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2018. — 112 с. — ISBN 978-5-9239-1020-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/

4. Клепцова, Л. Н. Маркетинг на транспорте : учебное пособие / Л. Н. Клепцова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2019. — 245 с. — ISBN 978-5-00137-092-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/133870

5. Корчагин, В. А. Определение пассажирских потоков на городском транспорте : учебное пособие / В. А. Корчагин, А. В. Гринченко. — Саратов : Вузовское образование, 2016. — 69 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/44389.html

6. Чубарова, И. А. Организация пассажирских перевозок : учебное пособие / И. А. Чубарова. — Иркутск : ИрГУПС, 2019. — 112 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/157941

7. Неруш, Ю. М. Транспортная логистика : учебник для вузов / Ю. М. Неруш, С. В. Саркисов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 351 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02617-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/450332

8. Транспортная логистика : учебное пособие / составители И. А. Новиков, А. Г. Шевцова. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2017. — 98 с. —

ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/92303.html

9. Бочкарев, А. А. Логистика городских транспортных систем : учебное пособие для вузов / А. А. Бочкарев, П. А. Бочкарев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 150 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04733-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/453979

10. Корчагин, В. А. Грузоведение на автомобильном транспорте. Часть 1 : учебное пособие / В. А. Корчагин, Д. И. Ушаков. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 80 с. — ISBN 978-5-88247-531-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/22862.html

11. Корчагин, В. А. Грузоведение на автомобильном транспорте. Часть 2 : учебное пособие / В. А. Корчагин, Д. И. Ушаков. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 55 с. — ISBN 978-5-88247-662-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/55629.html

12. Горев, Андрей Эдливич. Грузовые перевозки : учебник для студентов вузов / Горев, Андрей Эдливич. - 6-е изд. - М. : Академия, 2013. - 304 с. - (Бакалавриат). - Библиогр. : с. 292-294. - ISBN 978-5-7695-99-47-7 : 646-93. Текст (визуальный) : непосредственный.

13. Касаткин, Ф. П. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса : учебное пособие для высшей школы / Ф. П. Касаткин, С. И. Коновалов, Э. Ф. Касаткина. — Москва : Академический Проект, 2015. — 352 с. — ISBN 5-8291-0384-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/36868.html

14. Советов, Б. Я. Моделирование систем : учебник для академического бакалавриата / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. — 7-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 343 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3916-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/425228

15. Крыжановский, Г. А. Моделирование транспортных процессов : учебное пособие / Г. А. Крыжановский. — Санкт-Петербург : СПбГУ ГА, 2014. — 262 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/145484

16. Акопов, А. С. Имитационное моделирование : учебник и практикум для вузов / А. С. Акопов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 389 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02528-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/450555

17. Логистика : учебник для вузов / В. В. Щербаков [и др.] ; под редакцией В. В. Щербакова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 387 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00912-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/452534

18. Кузнецов, И. Н. Основы научных исследований : учебное пособие для бакалавров / И. Н. Кузнецов. - 5-е изд., пересмотр. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2020. - 282 с. - ISBN 978-5-394-03684-2. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1093235

19. Клепцова, Л. Н. Рынок транспортных услуг и качество транспортного обслуживания : учебное пособие / Л. Н. Клепцова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 226 с. — ISBN 978-5-906969-58-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/

20. Экономика и организация автотранспортного предприятия : учебник и практикум для академического бакалавриата / Е. В. Будрина [и др.] ; под редакцией Е. В. Будриной. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 268 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00943-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/433330

21. Солодкий, А. И. Транспортная инфраструктура : учебник и практикум для вузов / А. И. Солодкий, А. Э. Горев, Э. Д. Бондарева. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 290 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00634-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/450644

22. Ширяев, С. А. Транспортно-складские комплексы : учебное пособие / С. А. Ширяев, И. М. Рябов, А. М. Ковалев. — Волгоград : ВолгГТУ, 2019. — 110 с. — ISBN 978-5-9948-3578-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/157234

23. Клепцова, Л. Н. Менеджмент транспортного процесса : учебное пособие / Л. Н. Клепцова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2020. — 204 с. — ISBN 978-5-00137-164-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/145142

б) дополнительная литература:

1. Бочкарева, Н. А. Основы транспортно-экспедиционного обслуживания (ав-томобильный транспорт) : учебник / Н. А. Бочкарева. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 500 c. — ISBN 978-5-4486-0802-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/81873.html

2. Тюрин, Н. А. Транспортная инфраструктура. Автомобильный и железнодорожный транспорт : учебное пособие / Н. А. Тюрин, Л. Я. Громская. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2015. — 112 с. — ISBN 978-5-9239-0796-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/71876

3. Транспортная инфраструктура [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Технология транспортных процессов» по профилям «Организация перевозок на автомобильном транспорте» и «Организация безопасности движения» / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.]. - Рязань : ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2012.- URL : http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp

4. Основы логистики: методические указания по выполнению расчетно-графических и лабораторных работ для студентов направления 23.03.01 «Технология транспортных процессов» : методические указания / состави-тели Т. С. Антонова, Э. О. Салминен. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2015. — 80 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/68437

5. Горев, А. Э. Теория транспортных процессов и систем : учебник для вузов / А. Э. Горев. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 193 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12797-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/448328

6. Агешкина, Н. А. Грузоведение (наземный транспорт) : учебник / Н. А. Агешкина. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 318 c. — ISBN 978-5-4486-0619-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/80363.html

7. Григоров, П. П. Грузоведение и грузовые перевозки : методические указа-ния / П. П. Григоров, В. Д. Соколов. — Самара : СамГАУ, 2019. — 23 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/

8. Ковалев, В. А. Организация грузовых автомобильных перевозок. Курсовое проектирование : учебное пособие / В. А. Ковалев, А. И. Фадеев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. - 188 с. - ISBN

978-5-7638-3062-0. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/505745

9. Троицкая, Наталья Александровна. Общий курс транспорта : учебник для студентов вузов / Троицкая, Наталья Александровна. - М. : Академия, 2014. - 176 с. - (Бакалавриат). - ISBN 978-5-4468-0543-3 : 506-34. - Текст (визуальный) : непосредственный.

10. Моделирование систем и процессов : учебник для вузов / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 450 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7322-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/450218

11. Безопасность дорожного движения и основы управления автомобилем в различных условиях : учебное пособие / В. Я. Дмитриев, Г. А. Дрягин, В. В. Метелкин, А. Н. Сафронов ; под редакцией В. Я. Дмитриев. — Омск : Омская академия МВД России, 2010. — 83 с. — ISBN 978-5-88651-490-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/36019.html

12. Конотопский, В. Ю. Логистика : учебное пособие для вузов / В. Ю. Конотопский. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 143 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08448-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/454556

13. Шкляр, М. Ф. Основы научных исследований : учебное пособие для бакалавров / М. Ф. Шкляр. - 7-е изд. — Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2019. - 208 с. - ISBN 978-5-394-03375-9. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1093533

14. Журавлева, Н. А. Рынок транспортных услуг : учебное пособие / Н. А. Журавлева. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2018. — 113 с. — ISBN 978-5-7641-1153-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/138111

15. Сытых, Е. И. Транспортная инфраструктура : учебное пособие / Е. И. Сытых. — Санкт-Петербург : СПбГУ ГА, 2019. — 102 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/145714

16. Пункты взаимодействия на транспорте и транспортно-складские комплексы : учебное пособие / составители В. Е. Шведов [и др.]. — Санкт-Петербург : СПбГУ ГА, 2019. — 54 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/145653

17. Цику, Б. Х. Финансы организаций : учебное пособие / Б. Х. Цику, С. О. Кушу. — Краснодар : Южный институт менеджмента, 2011. — 168 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/10310.html

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

ЭБС «Лань». - Режим доступа: https://e.lanbook.com

ЭБС «Юрайт». - Режим доступа: https://biblio-online.ru

ЭБС «IPRbooks». - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru

Электронная библиотека РГАТУ – Режим доступа: http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp

Гарант – Режим доступа :http://www.garant.ru

«КонсультантПлюс» - Режим доступа: http://www.consultant.ru

eLIBRARY – Режим доступа: https://elibrary.ru/defaultx.asp?

ЭБ ИЦ «Академия» - http://www.academia-moscow.ru/

ЭБС «Троицкий мост» - http://www.trmost.ru/lib-main.shtml?all_books

ЭБС «ZNANIUM.COM» - http://znanium.com

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени П.А.КОСТЫЧЕВА»

Автодорожный факультет

ДНЕВНИК
прохождения практики обучающегося

_____
(фамилия, имя, отчество обучающегося)

Курс _____Группа _____

Направление подготовки _____

Профиль подготовки _____

Сроки практики _____

Место прохождения практики

_____
(указывается полное наименование структурного подразделения Университета/
профильной организации, а также их фактический адрес)

Руководитель практики от профильной организации _____ /_____/

(должность, подпись, Ф.И.О.)

МП

Содержание дневника

Дата	Вид работы, краткое содержание выполненной работы	Технические средства, на которых работал, используемые инструменты, оборудование	В качестве кого работал	Фактически выполнил, ч

Рязань, 20__г.

Приложение Б

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

_____ факультет

ОТЧЕТ

о прохождении практики

_____

вид (тип) практики

_____

(фамилия, имя, отчество обучающегося)

Курс _____ Группа _____

Направление подготовки

_____

Направленность (профиль)

программы_____

Сроки практики

_____

Место прохождения практики

_____

(указывается полное наименование структурного подразделения Университета/ профильной организации, а также их фактический адрес)

_____

Руководитель практики от Университета _____/_____

(звание, подпись, Ф.И.О.)

Руководитель практики от профильной организации

_____

/_____/

(должность, И.О.Ф., подпись)

Отчет подготовлен _____/_____

(И.О.Ф. подпись)

Рязань 20_____

Приложение В

ХАРАКТЕРИСТИКА

на обучающегося _____ (Ф.И.О.)

В характеристике отражается:

- время, в течение которого обучающийся проходил практику;
- отношение обучающегося к практике;
- в каком объеме выполнена программа практики;
- каков уровень теоретической и практической подготовки обучающегося;
- трудовая дисциплина обучающегося во время практики;
- качество выполняемых работ;
- об отношениях обучающегося с сотрудниками и посетителями организации;
- замечания и пожелания в адрес обучающегося;
- общий вывод руководителя практики от профильной организации о выполнении обучающимся программы практики.

Руководитель практики от профильной организации
_____ / И.О.Ф. /

Дата, подпись

Печать

Приложение Г

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА» (ФГБОУ ВО РГАТУ)

ул. Костычева, д.1, г. Рязань, Рязанская область, 390044 тел.: (4912) 35-35-01, 35-88-31 факс: (4912) 34-30-96, 34-08-42
E-mail: University@rgatu.ru ОКПО 00493480, ОГРН 1026201074998, ИНН 6229000643

НАПРАВЛЕНИЕ НА ПРАКТИКУ №_____ «____» _____ 202__г.

Студент ____ курса _____факультета_____формы обучения_____
(Фамилия имя отчество)
Обучающийся по направлению (специальности)_____
направляется на (в)_____
(организация (учреждение) всех форм собственности)
_____района_____ области
для прохождения
_____ практики
вид (тип практики)
в соответствии с Договором № _____ от «_____» _____ 202___ г.

Приказ от «____» _____ 202___ г. № _____

Срок практики с «_____» _____ 202___ г. по «____» _____ 202___г.

Специалист по УМР отдела учебных и производственных практик _____ О.В.Трушина
М.П.

Отметка о прибытии в пункты назначения и выбытия из них:

Выбыл из _____ФГБОУ ВО РГАТУ_____ Прибыл в _____

« ____ » _____202____ г. « ____ » _____202____ г.

М.П. Подпись _____ М.П. Подпись _____

Выбыл из _____ Прибыл в __ФГБОУ ВО РГАТУ_____

« ____ » _____202____ г. « ____ » _____202____ г.

М.П. Подпись _____ М.П. Подпись _____

Приложение Д

Рабочий график (план)
проведения практики

Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
_____
_____

№ п/п	Содержание программы практики (виды работ и индивидуальное(ые) задание(я)	Период выполнения видов работ и заданий	Отметка о выполнении

Руководитель практики от Университета
_____
(звание, подпись, Ф.И.О.)

Руководитель практики от профильной организации_____
(должность, подпись, Ф.И.О.)

Приложение Е

Индивидуальное задание
на производственную практику - преддипломную практику

1. Тематика:
2. Основные этапы работы:

Подпись руководителя _____

Подпись обучающегося _____

Министерство сельского хозяйства РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

Автодорожный факультет

Кафедра «Организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по выполнению заданий
и подготовке отчета по итогам
производственной практики – *технологической (производственно-технологической) практики*

Уровень профессионального образования: *бакалавриат*
Направление подготовки: *23.03.01*
Технология транспортных процессов

Направленность (Профиль) подготовки: *«Организация перевозок на автомобильном транспорте»*

Квалификация выпускника: *бакалавр*

Форма обучения: *очная, заочная*

Рязань, 2024

Методические рекомендации разработаны в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 07.08.2020 г. № 911

Разработчики:

доцент кафедры «Организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности» И.Н. Горячкина

Рецензент: доцент кафедры «Автотракторная техника и теплоэнергетика» О.О. Максименко

Рассмотрены на заседании кафедры «20» марта 2024 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой «Организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»

_____ В.В. Терентьев

Методические рекомендации одобрены учебно-методической комиссией направления подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов «20» марта 2024 г., протокол № 8

Председатель комиссии _____ В.В. Терентьев

Введение

Настоящие рекомендации являются методическим обеспечением производственной практики *(технологической (производственно-технологической) практики)* студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов.

Практика студентов является важной составной частью учебного процесса, в результате которого осуществляется подготовка студентов к профессиональной деятельности.

Данные методические рекомендации определяют цель и задачи производственной практики *(технологической (производственно-технологической) практики)*, форму организации и специфику данного вида практики.

В процессе прохождения практики обучающиеся закрепляют теоретические знания, полученные ими в высшем учебном заведении, получают практические навыки в области организации и управления перевозочной деятельностью.

Процесс прохождения практики направлен на формирование следующих компетенций:

Наименование категории (группы) компетенций	**Код компетенции**	**Наименование компетенции**	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**
Универсальные компетенции	УК-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1. Определяет свою роль в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели

Код компетенции	**Наименование компетенции**	**Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции**
ПК-1	Организация логистической	ПК-1.1. Правила и порядок оформления транспортно-сопроводительных,

	деятельности по перевозке грузов в цепи поставок.	транспортно-экспедиционных документов. ПК-1.2. Правила перевозки грузов по видам транспорта ПК-1.3. Особенности перевозки специальных, опасных, негабаритных грузов различными видами транспорта ПК-1.7 Назначение и функции различных подразделений организации ПК-1.9. Цели компании, распределение обязанностей в подразделении ПК-1.10. Основы логистики и управления цепями поставок ПК-1.12. Анализировать и проверять документы на соответствие правилам и порядку оформления транспортно-сопроводительных, транспортно-экспедиционных, страховых и претензионных документов, договоров, соглашений, контрактов
ПК-2	Организация работы с подрядчиками на рынке транспортных услуг	ПК-2.1. Порядок оказания логистической услуги ПК-2.2. Принципы прогнозирования и планирования в логистике ПК-2.4. Заключение договоров с подрядчиками - транспортно-экспедиционными организациями ПК-2.5. Контроль качества оказания услуг подрядчиком
ПК-3	Организация процесса улучшения качества оказания логистических услуг по перевозки грузов в цепи поставок	ПК-3.1. Основы корпоративного документооборота ПК-3.2. Правовые основы транспортно-логистической деятельности ПК-3.3. Анализировать информацию и формировать отчеты ПК-3.4. Организация мониторинга эффективности подрядчиков, переадресация им претензий клиента в случае некачественного сервиса со стороны подрядчика ПК-3.5. Взаимодействие с клиентами по качеству сервиса
ПК-5	Организации работы на транспортно-	ПК-5.5. способностью к организации рационального взаимодействия логистических посредников при

	логистическом объекте	перевозках пассажиров и грузов

1. Организационные основы производственной практики – *технологической (производственно-технологической) практики*

Сроки проведения производственной практики – *технологической (производственно-технологической) практики* устанавливаются в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса на соответствующий учебный год с учетом требований образовательного стандарта.

Местами проведения производственной практики – *технологической (производственно-технологической) практики* могут являться:

- структурные подразделения университета;
- предприятия, осуществляющие перевозочную деятельность в соответствии с профилем направления.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья выбор мест прохождения учебной практики – научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) производится с учетом состояния здоровья и требования доступности.

Обучающиеся направляются на производственную практику – *технологическую (производственно-технологическую) практику* приказом по университету в соответствии с договором, заключенным между университетом и предприятием.

Вопросами организации практики занимаются декан факультета и заведующий кафедрой совместно с отделом учебных и производственных практик Университета. Общее методическое руководство практикой осуществляется кафедрой «Организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности».

Практическая подготовка обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов организуется с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

Выбор мест прохождения практик для инвалидов и лиц с ОВЗ производится с учетом требований их доступности для данных обучающихся и рекомендации медико-социальной экспертизы, а также индивидуальной программы реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

Непосредственное руководство производственной практики – *технологической (производственно-технологической) практики* студентов возлагается:

- от университета – на научно-педагогических работников кафедры «Организации транспортных процессов и безопасность

жизнедеятельности»;

- от предприятия – на директора или назначенного им руководителя практики от предприятия.

Перед отправлением обучающихся производственную практику – *технологическую (производственно-технологическую) практику* проводится инструктивно-методическое собрание (инструктаж о порядке прохождения практики; инструктаж по охране труда и технике безопасности; получение индивидуальных заданий, направлений на практику).

При проведении практики в профильной организации руководителем практики от университета и руководителем практики от профильной организации составляется совместный рабочий график (план) проведения практики.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее – ОВЗ) форма проведения практики устанавливается факультетами с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья, в соответствии с требованиями образовательных.

Организация практики с применением дистанционных образовательных технологий осуществляется в связи с исключительными обстоятельствами (период сложной санитарно-эпидемиологической обстановки, карантин, другие непреодолимые обстоятельства).

Руководство практикой и контроль выполнения обучающимися рабочей программы практики при применении дистанционных образовательных технологий осуществляется в режиме онлайн.

Руководитель практики от кафедры:

- ✓ не позднее чем за два месяца до начала практики организует оформление документов о распределении обучающихся по местам практики;
- ✓ разрабатывает индивидуальные задания для обучающихся, выполняемые в период практической подготовки при проведении практики;
- ✓ составляет совместно с руководителем практики от профильной организации рабочий график (план) проведения практики;
- ✓ обеспечивает организацию образовательной деятельности в форме практической подготовки при проведении практики;
- ✓ организует участие обучающихся в выполнении определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;
- ✓ принимает участие в распределении обучающихся по рабочим местам

или перемещении их по видам работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;

- ✓ проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда, технике безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка;
- ✓ оказывает методическую помощь обучающимся при выполнении определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;
- ✓ готовит предложения в проект приказа о направлении обучающихся на практику;
- ✓ оценивает результаты прохождения практики обучающимися;
- ✓ несет ответственность совместно с ответственным работником профильной организации за реализацию компонентов образовательной программы при проведении практики, за жизнь и здоровье обучающихся, соблюдение ими правил противопожарной безопасности, правил охраны труда;
- ✓ осуществляет контроль за соблюдением сроков прохождения практической подготовки при проведении практики и соответствия ее содержания требованиям, установленным соответствующей основной образовательной программой;
- ✓ осуществляет контроль предоставления обучающимися характеристик от профильной организации и отчетов о прохождении практики по форме, установленной Университетом;
- ✓ готовит отчет о прохождении практики и предложения по совершенствованию организации практической подготовки обучающихся Университета и предоставляет заведующему кафедрой в течение одного месяца после окончания практики;
- ✓ организует проведение организационного собрания с обучающимися по разъяснению порядка и сроков прохождения практик;
- ✓ отвечает за правильность и своевременность оформления финансовых документов, касающихся проведения практики.

Руководитель практики от профильной организации:

- ✓ согласовывает индивидуальные задания, содержание и планируемые результаты практики;
- ✓ предоставляет рабочие места обучающимся, предоставляет оборудование и технические средства обучения в объеме, позволяющем выполнять определенные виды работ, связанные с будущей профессиональной деятельностью обучающихся;
- ✓ обеспечивает безопасные условия реализации компонентов

образовательной программы в форме практической подготовки, выполнение правил противопожарной безопасности, правил охраны труда, техники безопасности и санитарно-эпидемиологических правил и гигиенических нормативов;

- ✓ проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда и техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка;
- ✓ составляет отзыв на обучающихся по окончании практики.

Руководитель практики от структурного подразделения Университета:

- ✓ обеспечивает проведение практики в соответствии с рабочей программой практики;
- ✓ согласовывает график проведения практики совместно с руководителем практики от кафедры;
- ✓ проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка.

Обучающийся обязан:

В целях обеспечения своевременного проведения практики и выполнения индивидуального задания руководителя по практической подготовке, обучающийся обязан в установленные сроки до начала прохождения практики в профильной организации:

- ✓ являться на консультации (занятия) и собрания по практике;
- ✓ ознакомиться с информацией о закрепленном за группой руководителе по практической подготовке от кафедры, с рабочей программой практики, списком профильных организаций, предоставляющих места проведения практики, размещенным на информационных площадках деканата;
- ✓ выбрать место проведения практики и согласовать его с руководителем по практической подготовке от кафедры;
- ✓ представить не позднее 30 дней до начала прохождения практики в деканат заполненное печатным шрифтом и подписанное руководителем по практической подготовке от кафедры заявление о направлении на практику установленной формы, а также согласие на обработку персональных данных. При прохождении практики в профильной организации, не включенной в перечень, рекомендованных Университетом, к заявлению прилагается подписанный со стороны организации в двух экземплярах договор о практической подготовке;

- ✓ при необходимости по устному запросу деканата представить письмо от имени профильной организации о предоставлении обучающемуся возможности прохождения практики).
- ✓ получить у руководителя по практической подготовке от кафедры индивидуальное задание на практику и рабочий график (план) проведения практики;
- ✓ при необходимости до начала проведения практики получить в деканате официальное письмо-направление на практику.

В целях обеспечения выполнения индивидуального задания руководителя по практической подготовке обучающийся обязан в период проведения практики в организации:

- ✓ проходить практику по месту и в сроки, установленные приказом о направлении на практику;
- ✓ посещать предусмотренные рабочей программой практики занятия;
- ✓ во время прохождения практики выполнять задания, предусмотренные рабочей программой практики и индивидуальным заданием руководителя по практической подготовке от кафедры, а также задания руководителя по практической подготовке от профильной организации в соответствии с рабочим графиком (планом) проведения практики;
- ✓ самостоятельно оформлять отчетные материалы по практике в соответствии с рабочей программой практики, индивидуальным заданием руководителя по практической подготовке от кафедры;
- ✓ соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, требования охраны труда, техники безопасности и пожарной безопасности;
- ✓ не разглашать полученную в период прохождения практики информацию, являющуюся государственной, служебной, коммерческой, налоговой, банковской и иной тайной;
- ✓ не разглашать персональные данные, которые стали известны обучающемуся в период прохождения практики, в том числе при подготовке отчетных материалов по практике;
- ✓ соблюдать в период практики правила деловой этики и этикета, а также требования, предъявляемые к внешнему виду работников профильной организации, в которой проводится практика;
- ✓ подписать отчетные материалы по практике и получить характеристику о результатах прохождения практики у руководителя по практической подготовке в профильной организации или непосредственно от руководителя профильной организации (структурного подразделения профильной организации). Отчетные материалы по практике и

характеристика с места прохождения практики должны быть заверены печатью организации. Если у организации нет печати, характеристика должна быть оформлена на фирменном бланке профильной организации;

- ✓ в случае неявки в организацию для прохождения практики уведомить руководителя по практической подготовке от кафедры, деканат о неявке на практику и причинах неявки.
- ✓ В целях обеспечения выполнения индивидуального задания руководителя по практической подготовке, обучающийся обязан по окончании прохождения практики в профильной организации:
- ✓ представить на кафедру для регистрации отчетные материалы по практике, рабочий график (план) проведения практики и характеристику с места прохождения практики в срок, установленный приказом о направлении на практику. Состав и требования к оформлению отчетных материалов определяются соответствующей рабочей программой практики;
- ✓ после проверки отчетных материалов руководителем по практической подготовке от кафедры устранить замечания, изложенные в отзыве при необходимости;
- ✓ в соответствии с расписанием явиться на промежуточную аттестацию по практике.

2. Структура производственной практики – технологической (производственно-технологической) практики

2.1 Цель и задачи практики

Целями производственной практики – *технологической (производственно-технологической) практики* являются Целями производственной практики - технологической (производственно-технологической) практики являются получение закрепление теоретических и практических знаний, полученных студентами в ходе изучения профессиональных дисциплин, предусмотренных учебным планом направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» по профилю «Организация перевозок на автомобильном транспорте», приобретение практического опыта и знаний, профессиональных навыков планирования, организации и управления на рабочем месте, приобретение навыков коммуникационной деятельности в производственном коллективе; ознакомление с организацией производства, производственных и технологических процессов, расширение технического, организационного и управленческого кругозора студентов, изучение прав и обязанностей специалистов, выполнение (дублирование) функций специалиста;

ознакомление с вопросами организации и планирования производства, структурой управления.

Задачами производственной практики – технологической (производственно-технологической) практики являются:

- изучение состояния действующих систем организации и управления транспортными системами;

-изучение нормативно-правовых документов, действующих в области организации перевозок на автомобильном транспорте;

- приобретения практического опыта и знаний, профессиональных навыков планирования, организации и управления производством;

- расширение технического, организационного и управленческого кругозора обучающихся, сбор и первичная обработка материалов;

- изучение общей производственной структуры грузового и (или) пассажирского предприятия;

- изучение работы служб, занятых организацией, контролем и управлением перевозками;

- изучение вопросов планирования и проведения анализа производственно-хозяйственной деятельности;

- изучение работы службы логистики и маркетинговых исследований;

- изучение технологического оборудования контроля за движением транспортных средств.

Профессиональные задачи

В области расчетно-проектной деятельности: реализация в составе коллектива исполнителей поставленных целей проекта решения транспортных задач, критериев и показателей достижения целей, построении структуры их взаимосвязей, выявляет приоритеты решения задач с учетом показателей экономической и экологической безопасности; участвует в составе коллектива исполнителей в разработке планов развития транспортных предприятий, систем организации движения; использование современных информационных технологий при разработке новых и совершенствовании сложившихся транспортно-технологических схем.

В области производственно-технологической деятельности: участие в составе коллектива исполнителей в разработке, исходя из требований рыночной конъюнктуры и современных достижений науки и техники, мер по совершенствованию систем управления на транспорте; участие в составе коллектива исполнителей в реализации стратегии предприятия по достижению наибольшей эффективности производства и качества работ при организации перевозок пассажиров, грузов, грузобагажа и багажа; анализ состояния действующих систем управления и участие в составе коллектива исполнителей в разработке мероприятий по ликвидации недостатков; обеспечение безопасности перевозочного процесса в различных условиях; обеспечение реализации действующих технических регламентов и стандартов в области перевозки грузов, пассажиров, грузобагажа и багажа; выполнение работы по одной или нескольким рабочих профессий.

2.2 Распределение рабочего времени на практике

Рабочее время обучающихся-практикантов определяется в соответствии с действующим на предприятии внутренним трудовым распорядком и режимом работы.

Структура и содержание производственной практики – *технологической (производственно-технологической) практики* представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Структура и содержание производственной практики – *технологической (производственно-технологической) практики*

№ п/п	Разделы (этапы) практики и виды работ	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов	Формы итогового контроля
1	2	3	4
1.	*Подготовительный этап* Организационное собрание. Ознакомление с программой практики. Получение индивидуального задания работы обучающегося на время прохождения практики. Проведение инструктажа по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка	С учетом знаний основ организации производства, труда и управления определение порядка выполнения работ в условиях предприятия для решения поставленных задач	Зачёт с оценкой
2.	*Производственный этап* Мероприятия по сбору, обработке, систематизации и анализу фактического и литературного материала.	Работа с нормативно-правовой базой, техническими документами и распорядительными актами автотранспортных предприятий; оформление первичной перевозочной документации;	

		участие в составлении планов перевозок; комплексная оценка функционирования предприятия с учетом показателей эффективности (технико-эксплуатационных, экономических, экологических); выявление проблем организационного и технологического характера; анализ действующих систем управления; выбор и обоснование технических, технологических и организационных решений (мероприятий) в рамках предприятия транспорта с учетом экономической эффективности и обеспечения безопасности перевозочного процесса в различных условиях; анализ и выявление приоритетов решения задач; участие в разработке транспортно-технологических	

		схемы доставки грузов с учетом оптимальной маршрутизации; работа по одной или нескольким рабочим профессиям в рамках предприятия	
3.	*Заключительный этап* Обобщение собранного материала в соответствии с программой практики. Оформление отчетной документации и защита отчета	Использование программного обеспечения для формирования отчетной документации в соответствие с требованиями	

2.3 Содержание отчётной документации и порядок защиты отчёта по практике.

Для овладения теоретическими знаниями и приобретения практических навыков обучающийся-практикант обязан в полном объёме и в установленные срокив соответствии с рабочим графиком (планом) (Приложение Е) выполнить программу практики и индивидуальное задание, а также нести ответственность за выполненную работу и её результаты. В ходе прохождения практики он должен регулярно и аккуратно вести дневник практики, в котором необходимо подробно освещать перемещения по рабочим местам предприятия и производить ежедневные записи о выполненной практической работе, описание рабочего места и оборудования, получаемые сведения по всем основным вопросам практики и ход выполнения индивидуального задания. Оформление титульного листа дневника и форма дневника приведены в Приложении А. По окончании практики обучающийся должен получить оценку работы непосредственного руководителя практики от предприятия, заверенную подписью и печатью (Приложение Б). По итогам практики обучающемуся необходимо оформить отчет (Приложение В) с обязательным выполнением индивидуального задания (Приложение Г) и в установленные деканатом сроки сдать его вместе с дневником практики на проверку руководителю практики от кафедры университета. К отчету прикладываются направление на прохождение практики (Приложение Д), в котором указываются даты прибытия обучающегося на практику и убытия обучающегося с практики.

Направление на практику, характеристику студента и дневник можно оформить в качестве приложения к отчету.

Аттестация по итогам практик проводится на кафедре. Промежуточная аттестация проводится в форме, установленной учебным планом – зачет с оценкой.

Допуск обучающегося к аттестации осуществляется при наличии отчетных документов, оформленных в соответствии с необходимыми требованиями.

Аттестация проводится в соответствии с рабочей программой практики с целью проверки усвоения навыков и формирования компетенций в устной форме в виде собеседования.

По итогам аттестации выставляется оценка «зачтено» «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», которая вносится в ведомость и зачетную книжку руководителем практики от кафедры.

Итоговая оценка по практике ставится на основании характеристики обучающегося, оценки качества ведения отчетных документов по практике и результатов аттестации.

Оценка, полученная на аттестации по окончании практики, учитывается при назначении государственной академической стипендии.

Обучающиеся, не выполнившие программу практики по уважительной причине, проходят практику по индивидуальному плану в свободное от обучения время.

Повторная промежуточная аттестация по итогам практики обучающихся может быть организована не более двух раз. Каждая неявка обучающегося на защиту практики приравнивается к академической задолженности.

Формат проведения защиты отчетов по практике для инвалидов и лиц с ОВЗ устанавливается с учетом их индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно, с применением электронных или иных технических средств).

В процессе защиты отчета по практике инвалид и лицо с ОВЗ вправе использовать необходимые им технические средства. Для слабовидящих обеспечивается индивидуальное равномерное освещение; при необходимости им предоставляется увеличивающее устройство, возможно также использование собственных устройств. Для глухих и слабослышащих обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости инвалидам и лицам с ОВЗ предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования, услуги сурдопереводчика.

По заявлению инвалида и лица с ОВЗ в процессе защиты отчета по практике должно быть обеспечено присутствие ассистента из числа сотрудников Университета или привлеченных специалистов, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с членами комиссии).

При необходимости инвалидам и лицам с ОВЗ может быть предоставлено дополнительное время для подготовки ответов при защите отчетов по практике.

2.4 Структуры отчёта по практике

Титульный лист
График (план)
Лист индивидуального задания
Содержание
Введение

Рассматриваются цели и задачи практики, а также актуальность выполняемых на практике работ, исследований, полученных навыков и умений, их связь с реализуемыми в рамках страны, области задачами

1. *Характеристика и структура предприятия*

Анализируется производственная деятельность, потенциальные клиенты, конкурентоспособность, списочный состав и техническое состояние автотранспорта, рассматриваются технико-экономические показатели подвижного состава, показатели перевозочной деятельности, рассматривается структура предприятия.

2. *Назначение, функции и структура службы эксплуатации предприятия*

Даётся структура службы эксплуатации конкретного предприятия. Общее назначение и функции её.

2.1 *Назначение, функции, документация диспетчерской службы предприятия*

Подробно описываются назначение, функции и работа диспетчерской службы предприятия с детальным рассмотрением документации, которую ведёт данная группа (образцы прикрепить в приложении к отчёту)

2.2 *Организация движения и выбор маршрута движения подвижного состава на предприятии*

Планирование и прогнозирование перевозочной деятельности. Маршруты движения транспорта конкретного предприятия.

2.3 *Организация выпуска подвижного состава на линию, составление графика движения на предприятии*

Подготовительные операции процесса перевозки, организация выпуска автотранспортных средств, методы организации перевозок, особенности организации перевозок на предприятии.

2.4 *Контроль работы водителей на линии.*

Системы контроля и регулирования движения подвижного состава, используемые на предприятии.

2.5 *Назначение, функции, документация коммерческой службы предприятия*

Подробно рассматриваются назначение, функции и работа коммерческой группы на предприятии с детальным рассмотрением документации, которую ведёт данная группа (образцы прикрепить в приложении к отчёту). Заключение договоров с транспортно-экспедиционными организациями (подрядчиками). Контроль качества оказания услуг подрядчиком. Организация мониторинга эффективности подрядчиков, переадресация им претензий клиента в случае некачественного сервиса. Взаимодействие с клиентами по качеству сервиса.

2.6 *Назначение, функции отдела логистики предприятия*

Подробно рассматриваются назначение, функции и работа логистической группы на предприятии с детальным рассмотрением документации, которую ведёт данная группа (образцы прикрепить в приложении к отчёту). Правовые основы транспортно-логистической деятельности. Принципы прогнозирования и планирования в логистике. Порядок оказания логистической услуги.

3 Назначение, структура и функции подразделений технической службы предприятия

Даётся структура технической службы конкретного предприятия с указанием назначения и функциями её подразделений, их взаимосвязями.

4 Назначение, структура и функции подразделений экономической службы предприятия

Даётся структура экономической службы конкретного предприятия с указанием назначения и функциями её подразделений, их взаимосвязями.

Заключение

Даются общие выводы проделанной работе, достижению поставленных на практике целей.

Список используемой литературы

Приложения

2.5 Примерный перечень индивидуальных заданий

1. Права и обязанности работников отдела эксплуатации.
2. Оформление договора на перевозку груза.
3. Виды заявок за перевозку грузов и их содержание.
4. Правила: приема грузов к перевозке, пломбирования грузов, выдачи грузов, переадресовки грузов.
5. Составление сменно-суточного плана перевозок и графика работы водителей.
6. График выпуска транспортных средств на линию, выпуск и приём подвижного состава.
7. Виды путевых листов, порядок их заполнения и выдачи водителям.

8. Транспортная накладная: содержание, порядок выдачи. Другие товаросопроводительные документы.
9. Виды технологий грузовых автомобильных перевозок и их отличительные особенности.
10. Транспортно-технологическая карта доставки товаров, технологический график доставки товаров.
11. Транспортно-сопроводительные документы при перевозке опасных грузов.
12. Документация, на основании которой выполняются международные автомобильные перевозки.
13. Путевая документация при международных перевозках.
14. Тарифы на пассажирском транспорте.
15. Билетные системы и билеты автомобильного пассажирского транспорта.
16. Организация работы автомобильного пассажирского транспорта на городских маршрутах.
17. Перевозка пассажиров на пригородных и междугородных маршрутах.
18. Организация служебных перевозок.
19. Технико-эксплуатационные показатели маршрутов автомобильного пассажирского транспорта.
20. Составление маршрутов и формирование маршрутной сети автомобильного пассажирского транспорта.
21. Составление расписания движения автомобильного пассажирского транспорта.
22. Порядок открытия, закрытия и изменения пассажирских перевозок.
23. Технико-экономическое обоснование таксомоторных перевозок.
24. Расчёт доли легковых автомобилей-такси в освоении общегородского объема перевозок.
25. Определение экономической целесообразности открытия маршрутов маршрутных такси.
26. Требования техники безопасности и охраны труда на автотранспортном предприятии.
27. Расчёт показателей результатов работы автотранспортного предприятия.
28. Информационно-навигационные системы управления подвижными единицами.
29. Возможности использования сети Интернет при организации перевозок.
30. Система управления качеством предоставляемых услуг и работы автотранспортного предприятия.

3. Общие положения по оформлению отчета по практике

Отчет по практике является текстовым документом и должен быть оформлен в соответствии с требованиями государственных стандартов.

Текст печатается на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта - черный. Размер шрифта (кегль) - 14. Тип шрифта - TimesNewRoman. Слева от текста оставляется поле в 30 мм, справа – 10 мм, сверху и снизу – по 20 мм.

Абзацы в тексте начинают отступом равным 1,25 см.

Текст отчета разделяют на разделы и подразделы.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами и записанные с абзацного отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена “Таблица 1” или “Таблица В.1”, если она приведена в приложении В.

Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой, например таблица 2.1.

На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа, при ссылке следует писать слово “таблица” с указанием ее номера.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире).

Пояснение каждого символа в формулах следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова “где” без двоеточия после него.

Формулы, за исключением формул, помещенных в приложении, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которую записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Одну формулу обозначают – (1).

Допускается нумерация формул в пределах раздела.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует размещать так, чтобы их можно было рассматривать без поворота записки. Если такое размещение невозможно, то рисунок располагают так, чтобы для его рассмотрения надо было повернуть записку по часовой стрелке.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается “Рисунок 1”.

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела.

В конце текстового документа приводится список использованных источников.

Нумерация страниц документа и приложений, входящих в состав этого документа, должна быть сквозная. Нумерация начинается с

титульного листа. На титульном листе номер не ставится. Номера страниц проставляются внизу страницы без точки.

Материал, дополняющий текст документа, допускается помещать в приложениях. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, расчеты и т.д.

В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А.

Приложение должно иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

В списке использованных источников должно быть приведено библиографическое описание книг, статей и т.п., которые использовались в работе.

При отсылке к изданию, описание которого включено в библиографический список, в тексте документа после упоминания о нем проставляют в скобках номер, под которым оно значится в списке, например: [18]

Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Брюханов, Ю. Г. Грузоведение : учебное пособие / Ю. Г. Брюханов, В. Ю. Зыкова, Ю. С. Боровская. — Новосибирск : СГУВТ, 2019. — 201 с. — ISBN 978-5-8119-0816-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/147152
2. Антонова, Т. С. Транспортная логистика : учебное пособие / Т. С. Антонова, Э. О. Салминен. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2018. — 112 с. — ISBN 978-5-9239-1020-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/
3. Клепцова, Л. Н. Маркетинг на транспорте : учебное пособие / Л. Н. Клепцова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2019. — 245 с. — ISBN 978-5-00137-092-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/133870
4. Чубарова, И. А. Организация пассажирских перевозок : учебное пособие / И. А. Чубарова. — Иркутск : ИрГУПС, 2019. — 112 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/157941

5. Неруш, Ю. М. Транспортная логистика : учебник для вузов / Ю. М. Неруш, С. В. Саркисов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 351 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02617-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/450332
6. Транспортная логистика : учебное пособие / составители И. А. Новиков, А. Г. Шевцова. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2017. — 98 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/92303.html
7. Бочкарев, А. А. Логистика городских транспортных систем : учебное пособие для вузов / А. А. Бочкарев, П. А. Бочкарев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 150 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04733-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/453979
8. Корчагин, В. А. Грузоведение на автомобильном транспорте. Часть 1 : учебное пособие / В. А. Корчагин, Д. И. Ушаков. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 80 с. — ISBN 978-5-88247-531-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/22862.html
9. 1Корчагин, В. А. Грузоведение на автомобильном транспорте. Часть 2 : учебное пособие / В. А. Корчагин, Д. И. Ушаков. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 55 с. — ISBN 978-5-88247-662-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/55629.html
10. Горев, Андрей Эдливич. Грузовые перевозки : учебник для студентов вузов / Горев, Андрей Эдливич. - 6-е изд. - М. : Академия, 2013. - 304 с. - (Бакалавриат). - Библиогр. : с. 292-294. - ISBN 978-5-7695-99-47-7 : 646-93. Текст (визуальный) : непосредственный.
11. Касаткин, Ф. П. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса : учебное пособие для высшей школы / Ф. П. Касаткин, С. И. Коновалов, Э. Ф. Касаткина. — Москва : Академический Проект, 2015. — 352 с. — ISBN 5-8291-0384-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/36868.html

12. Логистика : учебник для вузов / В. В. Щербаков [и др.] ; под редакцией В. В. Щербакова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 387 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00912-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/452534
13. Клепцова, Л. Н. Рынок транспортных услуг и качество транспортного обслуживания : учебное пособие / Л. Н. Клепцова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 226 с. — ISBN 978-5-906969-58-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/
14. Экономика и организация автотранспортного предприятия : учебник и практикум для академического бакалавриата / Е. В. Будрина [и др.] ; под редакцией Е. В. Будриной. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 268 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00943-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/433330
15. Солодкий, А. И. Транспортная инфраструктура : учебник и практикум для вузов / А. И. Солодкий, А. Э. Горев, Э. Д. Бондарева. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 290 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00634-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/450644
16. Ширяев, С. А. Транспортно-складские комплексы : учебное пособие / С. А. Ширяев, И. М. Рябов, А. М. Ковалев. — Волгоград : ВолгГТУ, 2019. — 110 с. — ISBN 978-5-9948-3578-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/157234
17. Клепцова, Л. Н. Менеджмент транспортного процесса : учебное пособие / Л. Н. Клепцова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2020. — 204 с. — ISBN 978-5-00137-164-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/145142

Дополнительная литература

18. Тюрин, Н. А. Транспортная инфраструктура. Автомобильный и железнодорожный транспорт : учебное пособие / Н. А. Тюрин, Л. Я. Громская. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2015. — 112 с. — ISBN 978-5-9239-0796-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/71876
19. Транспортная инфраструктура [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению

подготовки «Технология транспортных процессов» по профилям «Организация перевозок на автомобильном транспорте» и «Организация безопасности движения» / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.]. - Рязань : ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2012.- URL : http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp

20. Основы логистики: методические указания по выполнению расчетно-графических и лабораторных работ для студентов направления 23.03.01 «Технология транспортных процессов» : методические указания / состави-тели Т. С. Антонова, Э. О. Салминен. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2015. — 80 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/68437
21. Горев, А. Э. Теория транспортных процессов и систем : учебник для вузов / А. Э. Горев. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 193 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12797-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/448328
22. Агешкина, Н. А. Грузоведение (наземный транспорт) : учебник / Н. А. Агешкина. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 318 с. — ISBN 978-5-4486-0619-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/80363.html
23. Григоров, П. П. Грузоведение и грузовые перевозки : методические указа-ния / П. П. Григоров, В. Д. Соколов. — Самара : СамГАУ, 2019. — 23 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/
24. Ковалев, В. А. Организация грузовых автомобильных перевозок. Курсовое проектирование : учебное пособие / В. А. Ковалев, А. И. Фадеев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. - 188 с. - ISBN 978-5-7638-3062-0. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/505745
25. Безопасность дорожного движения и основы управления автомобилем в различных условиях : учебное пособие / В. Я. Дмитриев, Г. А. Дрягин, В. В. Метелкин, А. Н. Сафронов ; под редакцией В. Я. Дмитриев. — Омск : Омская академия МВД России, 2010. — 83 с. — ISBN 978-5-88651-490-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/36019.html

26. Конотопский, В. Ю. Логистика : учебное пособие для вузов / В. Ю. Конотопский. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 143 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08448-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/454556
27. Журавлева, Н. А. Рынок транспортных услуг : учебное пособие / Н. А. Журавлева. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2018. — 113 с. — ISBN 978-5-7641-1153-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/138111
28. Сытых, Е. И. Транспортная инфраструктура : учебное пособие / Е. И. Сытых. — Санкт-Петербург : СПбГУ ГА, 2019. — 102 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/145714
29. Цику, Б. Х. Финансы организаций : учебное пособие / Б. Х. Цику, С. О. Кушу. — Краснодар : Южный институт менеджмента, 2011. — 168 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/10310.html
30. Экология : учебник и практикум для вузов / О. Е. Кондратьева [и др.]. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 283 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00769-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/450582
31. Басовский, Л. Е. Экономика отрасли : учеб. пособие / Л.Е. Басовский. — Москва : ИНФРА-М, 2018. — 145 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-003464-5. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/941129

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

ЭБС «Лань». - Режим доступа: https://e.lanbook.com

ЭБС «Юрайт». - Режим доступа: https://biblio-online.ru

ЭБС «IPRbooks». - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru

Электронная библиотека РГАТУ – Режим доступа: http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp

Гарант – Режим доступа :http://www.garant.ru

«КонсультантПлюс» - Режим доступа: http://www.consultant.ru

eLIBRARY – Режим доступа: https://elibrary.ru/defaultx.asp?

ЭБ ИЦ «Академия» - http://www.academia-moscow.ru/

ЭБС «Троицкий мост» - http://www.trmost.ru/lib-main.shtml?all_books

ЭБС «ZNANIUM.COM» - http://znanium.com

Приложения

Приложение А

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени П.А.КОСТЫЧЕВА»

Автодорожный факультет

ДНЕВНИК
прохождения практики обучающегося

_____
(фамилия, имя, отчество обучающегося)

Курс _____Группа _____

Направление подготовки **23.03.01 «Технология транспортных процессов»**

Направленность (профиль) подготовки «Организация перевозок на автомобильном транспорте»

Сроки практики _____

Место прохождения практики

_____
(указывается полное наименование структурного подразделения Университета/
профильной организации, а также их фактический адрес)

Руководитель практики от предприятия _____ /_____/

(должность, подпись, Ф.И.О.)

МП

Содержание дневника

Дата	Вид работы, краткое содержание выполненной работы	Технические средства, на которых работал, используемые инструменты, оборудование	В качестве кого работал	Фактически выполнил, ч

Рязань, 20__г.

Приложение Б

ХАРАКТЕРИСТИКА

на обучающегося _____ (Ф.И.О.)

В характеристике отражается:

- время, в течение которого обучающийся проходил практику;
- отношение обучающегося к практике;
- в каком объеме выполнена программа практики;
- каков уровень теоретической и практической подготовки обучающегося;
- трудовая дисциплина обучающегося во время практики;
- качество выполняемых работ;
- об отношениях обучающегося с сотрудниками и посетителями организации;
- замечания и пожелания в адрес обучающегося;
- общий вывод руководителя практики от профильной организации о выполнении обучающимся программы практики.

Руководитель практики от профильной организации
_____ / И.О.Ф. /

Дата, подпись

Печать

Приложение В

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

_____ факультет

ОТЧЕТ

о прохождении практики

_____

вид (тип) практики

_____

(фамилия, имя, отчество обучающегося)

Курс _____ Группа _____

Направление подготовки

_____

Направленность (профиль)

программы_____

Сроки практики

_____

Место прохождения практики

_____

(указывается полное наименование структурного подразделения Университета/ профильной организации, а также их фактический адрес)

_____

_

Руководитель практики от Университета ________/_____

(звание, подпись, Ф.И.О.)

Руководитель практики от профильной организации

_____

/_____/

(должность, И.О.Ф., подпись)

Отчет подготовлен

_____/_____

(И.О.Ф. подпись)

Рязань 20_____

Приложение Г

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

Автодорожный факультет

Кафедра «Организации транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»

Индивидуальное задание

на _____ практику

_____

_____

Студент_____

Направление подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Курс, группа_____

Задание выдал к.т.н., доцент Горячкина Ирина Николаевна

Дата выдачи задания: «_____»_____20___год.

Подпись студента_____

Подпись преподавателя_____

Приложение Д

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА» (ФГБОУ ВО РГАТУ)

ул. Костычева, д.1, г. Рязань, Рязанская область, 390044 тел.: (4912) 35-35-01, 35-88-31 факс: (4912) 34-30-96, 34-08-42
E-mail: University@rgatu.ru ОКПО 00493480, ОГРН 1026201074998, ИНН 6229000643

НАПРАВЛЕНИЕ НА ПРАКТИКУ №_____ «____» _____ 202__г.

Студент ____ курса _____факультета_____формы обучения_____
(Фамилия имя отчество)
Обучающийся по направлению (специальности)_____ направляется на (в)_____
(организация (учреждение) всех форм собственности)
_____района_____ области для прохождения _____ практики
вид (тип практики)
в соответствии с Договором № _____ от «_____» _____ 202___ г.

Приказ от «____» _____ 202___ г. № _____

Срок практики с «_____» _____ 202___ г. по «____» _____ 202___г.

Специалист по УМР отдела учебных и производственных практик _____ О.В.Трушина М.П.

Отметка о прибытии в пункты назначения и выбытия из них:

Выбыл из _____ФГБОУ ВО РГАТУ_____ Прибыл в _____

« ____ » _____202____ г. « ____ » _____202____ г.

М.П. Подпись _____ М.П. Подпись _____

Выбыл из _____ Прибыл в __ФГБОУ ВО РГАТУ_____

« ____ » _____202____ г. « ____ » _____202____ г.

М.П. Подпись _____ М.П. Подпись _____

Приложение Е

Рабочий график (план)
проведения практики

Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

_____
_____

№ п/п	Содержание программы практики (виды работ и индивидуальное(ые) задание(я)	Период выполнения видов работ и заданий	Отметка о выполнении

Руководитель практики от Университета

_____

(звание, подпись, Ф.И.О.)

Руководитель практики от профильной организации_____

(должность, подпись, Ф.И.О.)

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

Факультет *Автодорожный*

Кафедра «*Организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности*»

Утверждаю:
Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов
В.В. Терентьев
«20» марта 2024 г

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению выпускной квалификационной работы

Уровень профессионального образования: *высшее образование – бакалавриат*

Направление подготовки: *23.03.01 Технология транспортных процессов*

Направленность (Профиль) подготовки:

Организация перевозок на автомобильном транспорте

Квалификация выпускника: *23.03.01 бакалавр*

Форма обучения: *очная, заочная*

Рязань, *2024*

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Методические указания составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 23.03.01 – Технология транспортных процессов, утвержденного 06.03.2015 г.

Разработчик доцент кафедры «Организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности»

_____Горячкина И.Н.

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «20» марта 2024 г.,

протокол № 8

Заведующий кафедрой «Организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности»

_____Терентьев В.В.

Рецензент: Д.С. Рябчиков, генеральный директор ООО «Фикстрафик»

Даются рекомендации по совершенствованию навыков подготовки проектных документов на примере выпускной квалификационной работы бакалавров. С учетом требований соответствующих нормативных документов приводятся рекомендации по структуре, содержанию и оформлению работы. Рекомендации позволят правильно и своевременно подготовить выпускную квалификационную работу, успешно ее защитить и использовать полученные сведения в дальнейшей практической и научной деятельности.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение
1. Основные положения, лежащие в основе подготовки выпускной квалификационной работы
2. Методика выполнения выпускной квалификационной работы
2.1 Выбор и утверждение темы выпускной квалификационной работы специалиста
2.2. Подготовка к написанию основных разделов ВКР и работа над текстом работы
2.3. Требования, предъявляемые к выпускной квалификационной работе и и ее структура
2.4. Требования к оформлению пояснительной записки
2.5. Презентационное оформление ВКР
3. Организация защиты ВКР
3.1 Отзыв научного руководителя на ВКР
3.2. Предварительное рассмотрение ВКР (предзащита)
3.3. Процедура защиты ВКР
3.4. Подведение итогов защиты ВКР
3.5 Порядок подачи и рассмотрения апелляции
3.6. Повторное прохождение государственной итоговой аттестации
3.7. Особенности проведения государственной итоговой аттестации для обучающихся из числа инвалидов
Приложения

ВВЕДЕНИЕ

Документ (от лат. documentum - «образец, свидетельство, доказательство») – материальный носитель с зафиксированной на нём в любой форме информацией в виде текста, звукозаписи, изображения и (или) их сочетания, и предназначенный для передачи ее во времени и в пространстве в целях общественного использования, и хранения.

По типу содержания различают документы – текстовые, иконические (графические), идеографические (схемы, карты), аудиальные, мультимедийные.

В высшей школе наиболее широкое распространение получили текстовые документы, исполнителями которых могут быть преподаватели, аспиранты, студенты.

В настоящих методических указаниях изложены основные требования, которые необходимо соблюдать студентам и преподавателям при выполнении и оформлении всех видов текстовых документов в учебном процессе.

Настоящий руководящий документ регламентирует требования по оформлению пояснительной записки (ПЗ). Единые требования по оформлению ПЗ способствуют улучшению качества выпускной квалификационной работы и повышению технической грамотности выпускников.

Ответственность за выполнение работы несут ее исполнитель, руководитель ВКР, а также кафедра, на которой выполняется данный ВКР.

Руководящий документ разработан в соответствии с требованиями по

оформлению текстовых документов, регламентированных межгосударственными стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), Системы стандартов по информации, библиотечному, издательскому делу (СИБИД) и руководящими документами университета.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ЛЕЖАЩИЕ В ОСНОВЕ ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Регламент проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» разработан в соответствии:

- Федеральным законом от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральным законом от 31.12.2014 г. № 500-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»;
- Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» от 05.04.2017 г. № 301;
- Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры» от 29.06.2015 № 636;
- Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования по направлениям подготовки и специальностям;
- Законодательными актами Российской Федерации, нормативными актами Министерства образования и науки Российской Федерации, регламентирующими образовательную деятельность;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями

здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса, утвержденными заместителем министра образования и науки Российской Федерации 08.04.2014 № АК-44/05 вн;

- Уставом ФГБОУ ВО РГАТУ;
- Локальными нормативными актами ФГБОУ ВО РГАТУ.

В соответствии с ФГОС ВО выполнение и защита выпускной квалификационной работы (далее – ВКР) является завершающим этапом в подготовке специалистов в области наземных транспортно-технологических комплексов.

Согласно ФГОС ВО **объектами профессиональной деятельности специалистов являются:** организации и предприятия транспорта общего и необщего пользования, занятые перевозкой пассажиров, грузов, грузобагажа и багажа, предоставлением в пользование инфраструктуры, выполнением погрузочно-разгрузочных работ, независимо от их форм собственности и организационно-правовых форм; службы безопасности движения государственных и частных предприятий транспорта; службы логистики производственных и торговых организаций; транспортно-экспедиционные предприятия и организации; службы государственной транспортной инспекции, маркетинговые службы и подразделения по изучению и обслуживанию рынка транспортных услуг; производственные и сбытовые системы, организации и предприятия информационного обеспечения производственно-технологических систем; научно-исследовательские и проектно-конструкторские организации, занимающиеся деятельностью в области развития техники транспорта и технологии транспортных процессов, организации и безопасности движения; организации, осуществляющие образовательную деятельность по основным профессиональным образовательным программам и по основным программам профессионального обучения.

Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, включает технологию, организацию, планирование и управление технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем, организацию на основе принципов логистики рационального взаимодействия

видов транспорта, составляющих единую транспортную систему, а также организацию системы взаимоотношений по обеспечению безопасности движения на транспорте.

Соответственно **видами профессиональной деятельности выпускникаявляются:** производственно-технологическая; расчетно-проектная; экспериментально-исследовательская; организационно-управленческая.

Задачи профессиональной деятельности выпускника в соответствии свидами профессиональной деятельности:

производственно-технологическая деятельность:

участие в составе коллектива исполнителей в разработке, исходя из требований рыночной конъюнктуры и современных достижений науки и техники, мер по совершенствованию систем управления на транспорте;

участие в составе коллектива исполнителей в реализации стратегии предприятия по достижению наибольшей эффективности производства и качества работ при организации перевозок пассажиров, грузов, грузобагажа и багажа;

анализ состояния действующих систем управления и участие в составе коллектива исполнителей в разработке мероприятий по ликвидации недостатков;

участие в составе коллектива исполнителей в организации работ по проектированию методов управления;

разработка и внедрение рациональных транспортно-технологических схем доставки грузов на основе принципов логистики;

эффективное использование материальных, финансовых и людских ресурсов при производстве конкретных работ;

обеспечение безопасности перевозочного процесса в различных условиях;

обеспечение реализации действующих технических регламентов и стандартов в области перевозки грузов, пассажиров, грузобагажа и багажа;

участие в составе коллектива исполнителей в разработке и внедрении систем безопасной эксплуатации транспорта и транспортного оборудования и организации движения транспортных средств;

участие в составе коллектива исполнителей в контроле за соблюдением

экологической безопасности транспортного процесса;

организация обслуживания технологического оборудования;

выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих.

расчетно-проектная деятельность:

реализация в составе коллектива исполнителей поставленных целей проекта решения транспортных задач, критериев и показателей достижения целей, построении структуры их взаимосвязей, выявлении приоритетов решения задач с учетом показателей экономической и экологической безопасности;

участие в составе коллектива исполнителей: в разработке обобщенных вариантов решения производственной проблемы, анализе этих вариантов, прогнозировании последствий, нахождении компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределенности планирования реализации проекта;

участие в составе коллектива исполнителей в разработке планов развития транспортных предприятий, систем организации движения;

использование современных информационных технологий при разработке новых и совершенствовании сложившихся транспортно-технологических схем;

экспериментально-исследовательская деятельность:

участие в составе коллектива исполнителей в фундаментальных и прикладных исследованиях в области профессиональной деятельности;

анализ состояния и динамики изменения показателей качества систем организации перевозок пассажиров и грузов с использованием необходимых методов и средств исследований;

поиск и анализ информации по объектам исследований;

техническое обеспечение исследований;

анализ результатов исследований;

участие в составе коллектива исполнителей в анализе производственно-хозяйственной деятельности транспортных предприятий;

участие в составе коллектива исполнителей в комплексной оценке и повышении эффективности функционирования систем организации и

безопасности движения;

создание в составе коллектива исполнителей моделей процессов функционирования транспортно-технологических систем и транспортных потоков на основе принципов логистики, позволяющих прогнозировать их свойства;

участие в составе коллектива исполнителей в прогнозировании развития региональных транспортных систем;

оценка экологической безопасности функционирования транспортных систем.

организационно-управленческая деятельность:

участие в составе коллектива исполнителей в оценке производственных и непроизводственных затрат на обеспечение безопасности транспортных процессов;

участие в составе коллектива исполнителей в оценке производственных и непроизводственных затрат на разработку транспортно-технологических схем доставки грузов и пассажиров;

участие в составе коллектива исполнителей в осуществлении контроля за работой транспортно-технологических систем;

участие в составе коллектива исполнителей в осуществлении контроля и управления системами организации движения;

участие в составе коллектива исполнителей в подготовке исходных данных для выбора и обоснования технических, технологических и организационных решений на основе экономического анализа;

участие в составе коллектива исполнителей в подготовке документации для создания системы менеджмента качества предприятия;

участие в составе коллектива исполнителей в проведении анализа затрат и результатов деятельности производственных подразделений и служб.

Выпускные квалификационные работы при подготовке бакалавров выполняются в форме выпускной квалификационной работы (дипломный проект). ГИА включает выпускную квалификационную работу, подготовку к процедуре защиты и процедуру

защиты выпускной квалификационной работы (дипломного проекта)

Защита выпускных квалификационных работ завершается присвоением государственной аттестационной комиссией квалификации выпускника соответствующего уровня с выдачей диплома государственного образца.

Выпускная квалификационная работа (ВКР) студентов, состоящая из теоретических или экспериментальных исследований, расчетов, чертежей, пояснительной записки с обоснованием технико-экономической целесообразности проекта и подтвержденная расчетно-конструкторскими данными.

ВКР представляет собой комплексное решение проектных, организационных, конструкторско-технологических и технико-экономических вопросов по разработке заданной темы по направлению подготовки, вопросов по безопасности жизнедеятельности и экологичности проекта. ВКР должен содержать совокупность конструктивных решений, основанную на сравнительном анализе лучших отечественных и зарубежных аналогов.

Комплексная (групповая) выпускная квалификационная работа выполняется по реальной единой теме несколькими студентами одного направления подготовки, каждый из которых разрабатывает самостоятельно часть объекта, мероприятий, конструкции, устройства, системы и т. п.

Сквозное проектирование, как правило, выполняется по реальной теме и предполагает выполнение студентами учебно-исследовательской работы и курсовых проектов по различным учебным дисциплинам, перерастающих в выпускную квалификационную работу).

Выпускная квалификационная работа - завершающий этап обучения, имеющая цель:

- систематизация, закрепление и расширение теоретических и практических знаний по специальности;

- применение этих знаний при решении конкретных научных, технических, экономических и производственных задач;

- умение составлять и технически грамотно оформлять результаты проделанной

работы;

- умение читать и выполнять технические документы (чертежи, схемы, алгоритмы);

- развитие самостоятельных навыков работы и выявление подготовленности студентов для самостоятельной работы в условиях современного производства, прогресса науки и техники.

За принятые в ВКР технические решения и за правильность всех вычислений в первую очередь отвечает студент - автор ВКР

Согласно ФГОСу, ВКР должна показывать навыки теоретического анализа и практического решения технических проблем конструкционного, технологического и эксплуатационного характера. Следовательно, ВКР представляет собой заключительный научно-исследовательский труд комплексного характера. Она выполняется как самостоятельное исследование актуального вопроса (проблемы) в области подготовки и характеризует уровень теоретической и практической составляющих студента-выпускника, его научную эрудицию и глубину профессиональных знаний и навыков, полученных за весь период обучения по избранным специальностью и специализацией. Работа должна основываться на теоретических положениях и фактических материалах о текущем состоянии вопроса, исходить из реальной действительности и практики решения аналогичных технических задач, а также отражать современные достижения общетехнических и прикладных дисциплин.

Подготовка и выполнение ВКР способствует закреплению и комплексному использованию знаний сформированных компетенций, полученных в процессе изучения профессиональных дисциплин, умению проявить навыки, приобретенные во время учебной, производственной и преддипломной практик (проводимых в профильных организациях и на предприятиях), а также их эффективному использованию в исследовательской и практической деятельности.

Целью выполнения ВКР является систематизация, обобщение и проверка специальных теоретических знаний и практических навыков студентов, в области наземных транспортно-технологических комплексов, завершающих вузовское обучение.

ВКР – творческий труд, результатом которого может быть и нетрадиционный, оригинальный взгляд на поставленную проблему.

Исследование предполагает достаточную в рамках профессионально-образовательной программы теоретическую разработку выбранной темы с анализом источников и литературы, нормативно-правовых актов, авторских разработок и других материалов по исследуемому вопросу (проблеме). В этих целях студент должен комплексно использовать полученные знания по таким учебным дисциплинам, как: «Основы логистики», «Пассажирские перевозки», «Грузовые перевозки», «Моделирование транспортных процессов», «Основы транспортно-экспедиционного обслуживания», «Основы научных исследований», «Менеджмент», «Экономика отрасли».

ВКР выполняется на основе изучения литературы по специальности 23.03.01 Технология транспортных процессов (учебников, учебных пособий, методических материалов, конструкторских разработок, чертежей или макетов), нормативно правовых источников, специальной литературы по избранной теме исследования (статей, монографий, других научных изданий, статей, тезисов), средств массовой информации.

ВКР должна иметь логично выстроенную структуру, которая в систематизированной форме отражает текстуально изложенное содержание проведенного исследования, его результаты и практические рекомендации.

Для руководства ВКР каждому студенту назначается научный руководитель. Руководителями могут быть профессора, доценты, старшие преподаватели имеющие ученую степень. При назначении руководителя могут учитываться пожелания студента. При необходимости вместе с научным руководителем может быть назначен и научный консультант. Консультантами могут быть как преподаватели вузов, научные сотрудники НИИ, так и высококвалифицированные работники профильных организаций или предприятий города.

Научный руководитель выпускной квалификационной работы:

- выдает обучающемуся задание для выполнения выпускной квалификационной работы и курирует его работу по сбору и обобщению необходимых материалов на преддипломной практике;
- проводит систематические, предусмотренные расписанием консультации;
- проверяет выполнение работы в соответствии с графиком;
- координирует работу консультантов по отдельным разделам выпускной квалификационной работы;
- присутствует на защите обучающегося с правом совещательного голоса.

Научный руководитель ВКР несет полную ответственность за научную самостоятельность и достоверность результатов проведенного исследования. В ходе выполнения обучающимся ВКР научный руководитель консультирует его по всем вопросам подготовки ВКР, рассматривает и корректирует план работы над ВКР, дает рекомендации по списку литературы, указывает обучающемуся на недостатки аргументации, композиции, стиля и т.д. и рекомендует, как их лучше устранить.

Обучающийся периодически информирует научного руководителя о ходе подготовки ВКР и консультируется по вызывающим затруднения вопросам.

Консультации по ВКР проводятся с целью оказания научной и методической помощи студенту в выполнении ВКР, а также носят контрольно-проверочный характер.

Контроль над работой студентов осуществляет соответствующая выпускающая кафедра, в данном случае – кафедра «Организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности» далее ОТП и БЖД. Периодически на заседаниях кафедры заслушиваются сообщения научных руководителей о ходе подготовки ВКР. По представлению научного руководителя в случае невыполнения графика подготовки ВКР студент может вызываться для отчета на заседание кафедры.

Законченная выпускная квалификационная работа, подписанная обучающимся и если есть консультантами, представляется научному руководителю.

Научный руководитель ВКР представляет на кафедру, где выполняется выпускная квалификационная работа, письменный отзыв о работе обучающегося в период подготовки выпускной квалификационной работы.

2. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

2.1 Выбор и утверждение темы выпускной квалификационной работы специалиста

Выбор темы выпускной квалификационной работы имеет большое значение. Правильно выбрать тему работы – наполовину обеспечить успешное её выполнение.

Тема ВКР может формироваться на основе предложений (заявок) предприятий и носить практический или научно-исследовательский характер. Для студентов, обучающихся без отрыва от производства, тематику ВКР рекомендуется формировать совместно с предприятием, на котором работает выпускник.

При определении тематики ВКР и составлении задания необходимо предусмотреть использование для расчетов и проектирования современные методы математического моделирования с использованием ЭВМ. Для выполнения соответствующих расчетов студент может воспользоваться программами, STATISTIKA или MatCad или же применить другие аналогичные, которыми овладел самостоятельно. Объектами ВКР являются: организации и предприятия транспорта общего и необщего пользования, занятые перевозкой пассажиров, грузов, грузобагажа и багажа, предоставлением в пользование инфраструктуры, выполнением погрузочно-разгрузочных работ, независимо от их форм собственности и организационно-правовых форм; службы безопасности движения государственных и частных предприятий транспорта; службы логистики производственных и торговых организаций; транспортно-экспедиционные предприятия и организации; службы государственной

транспортной инспекции, маркетинговые службы и подразделения по изучению и обслуживанию рынка транспортных услуг; производственные и сбытовые системы, организации и предприятия информационного обеспечения производственно-технологических систем; научно-исследовательские и проектно-конструкторские организации, занимающиеся деятельностью в области развития техники транспорта и технологии транспортных процессов, организации и безопасности движения и т.д.

Тематика ВКР может быть связана с содержанием хоздоговорных и госбюджетных научно-исследовательских работ, выполняемых на кафедре ОТП и БЖД

Тематика ВКР должна соответствовать профилю выпускника по организации автомобильных перевозок и управлению на транспорте и отражать актуальные задачи в области совершенствования и интенсификации автомобильных перевозок с целью полного и своевременного удовлетворения потребностей в перемещении грузов и людей при эффективном использовании материальных средств и трудовых ресурсов.

Основными направлениями тематики ВКР, выполняемых студентами направления подготовки 23.03.01 "Технология транспортных процессов" являются (приложение 1):

1. Совершенствование организации перевозок грузов промышленности, сельского хозяйства, строительства, торговли.
2. Совершенствование организации перевозок скоропортящихся продуктов и опасных грузов.
3. Развитие и совершенствование перевозок грузов в контейнерах и пакетами на поддонах.
4. Развитие и совершенствование перевозок тяжеловесных и крупно-габаритных грузов.
5. Развитие и совершенствование перевозок грузов в смешанном сообщении.
6. Эффективные методы использования погрузочно-разгрузочных машин и механизмов в организации транспортного процесса.

7. Совершенствование перевозок грузов на междугородных и международных маршрутах.

8. Развитие и совершенствование транспортно-экспедиционного обслуживания предприятий при перевозках грузов.

9. Совершенствование и развитие автобусных перевозок пассажиров в городах, сельских районах, на пригородных, междугородных и международных маршрутах.

10. Развитие и совершенствование перевозок пассажиров в смешанном сообщении.

11. Развитие и совершенствование обслуживания населения легковыми автомобилями-такси.

12. Развитие и совершенствование транспортно-экспедиционного обслуживания населения.

13. Формирование и функционирование рынка автотранспортных услуг.

14. Маркетинговая деятельность АТП.

15. Управление на автотранспорте.

16. Решение задач транспортного хозяйства по повышению качества обслуживания потребителей.

17. Эффективность применения рациональных видов тары при перевозке материально-технических ресурсов.

18 Экономическая эффективность мероприятий по развитию материально-технической базы транспорта.

19. Эколого-экономическая оценка природоохранной деятельности объектов транспортного хозяйства.

20. Альтернативы транспортировки и критерии выбора логистических посредников.

21. Повышения качества сервисных услуг на различных видах транспорта общего пользования.

22. Оценка эффективности функционирования транспорта общего пользования.

23. Повышение эффективности работы предприятий за счет применения логистических технологий доставки грузов.

24. Разработка транспортно-складской схемы доставки товаров в логистической системе распределения готовой продукции.

25. Разработка микрологистической модели функционирования транспортного предприятия с целью снижения уровня материальных запасов и оборотных средств.

26. Логистическое управление перевозками пассажиров на микро- и макроуровнях.

Тематическое решение исследовательских задач должно ориентировать на разработку конкретных проблем, имеющих научно-практическое значение. Темы работ должны соответствовать объему теоретических знаний и практических навыков, полученных по всем дисциплинам профессионально-образовательной программы.

Примерные темы выпускных квалификационных работ, предлагаемых обучающимся (далее – перечень тем), формируются заведующими кафедрами и утверждаются деканом факультета. Данный перечень доводится деканатом до сведения обучающихся не позднее, чем за 6 месяцев до даты начала государственной итоговой аттестации.

После выбора темы каждому обучающемуся необходимо написать заявление на имя декана факультета по установленной форме (Приложение № 2).

По письменному заявлению обучающегося (нескольких обучающихся, выполняющих выпускную квалификационную работу совместно) на имя декана заведующий кафедрой своим распоряжением может предоставить возможность подготовки и защиты выпускной квалификационной работы по предложенной обучающимся (обучающимися) теме в случае обоснованности целесообразности ее разработки для практического применения в соответствующей области профессиональной деятельности или на конкретном объекте профессиональной деятельности

Изменение темы ВКР возможно по решению ведущей кафедры на основании заявления студента, но не позднее, чем по истечении 1/3 срока, отведенного на его подготовку. Изменение темы оформляется приказом ректора..

Далее проходят утверждение приказом деканата, а при их окончательном

выборе за студентами утверждаются приказом по вузу.

План ВКР студент согласовывает с научным руководителем, который оказывает научную и методическую помощь на протяжении всего периода работы над исследованием.

При необходимости в тематику и перечень конкретных тем ежегодно вносятся изменения, дополнения, вытекающие из требований развития отрасли.

2.2. Подготовка к написанию основных разделов ВКР и работа над текстом работы

Выпускная квалификационная работа представляет собой выполненную обучающимся (несколькими обучающимися совместно) работу, демонстрирующую уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности.

Выпускная квалификационная работа (ВКР) оформляется обучающимся как на бумажном носителе, так и в электронном виде. При этом целесообразно пользоваться техническими средствами и (или) использовать раздаточный материал для председателя и членов ГЭК.

Выпускная квалификационная работа должна иметь логично выстроенную структуру, которая в систематизированной форме концентрированно отражает текстуально изложенное содержание проведенного исследования, его результаты и практические рекомендации.

По содержанию и форме работа должна соответствовать ГОСТу. Типовая **структура работы включает следующие части (разделы), соответствующие друг другу:**

Пояснительная часть:

1. Титульный лист.
2. Задание на ВКР.
3. Аннотация.
4. Содержание.
5. Введение.
6. Аналитический раздел.

7. Проектный раздел.
8. Безопасность жизнедеятельности и охрана окружающей среды.
9. Технико-экономический раздел.
10. Заключение.
11. Список использованных источников.
12. Приложения.
14 . Презентационный материал.

2.3. Требования, предъявляемые к выпускной квалификационной работе и ее структура

2.3.1 Содержание и объем ВКР

ВКР разрабатывается в соответствии с заданием на проектирование и включает в себя расчетно-пояснительную записку и презентационную часть.

Как правило, расчетно-пояснительная записка состоит из титульного листа, задания, аннотации, содержания, введения, аналитической части, проектной части, раздела охраны труда и безопасности жизнедеятельности, экономического раздела, заключения, списка литературы и приложений.

Содержание и оформление ВКР должны отвечать требованиям, предусмотренным стандартами ЕСКД и ЕСТД. В презентационной части ВКР представляются основные результаты полученных решений.

Оформление титульного листа

Титульный лист ВКР оформляется на бланке установленной формы согласно требованиям стандартов РГАТУ. Образцы оформления титульного листа, приведены в приложении 3.

Оформление листа задания

Лист задания ВКР оформляется на бланке установленной формы согласно требованиям стандартов РГАТУ. Образцы оформления задания на ВКР, приведены в (приложении 4).

Аннотация

Текст аннотации должен отражать объект разработки, цель проекта, методы

исследования, полученные результаты и их новизну. Аннотация оформляется в специальной рамке со штампом. (Приложение 5)

Содержание

Успешное написание ВКР зависит от организации самостоятельной работы студента, а также от правильно составленного плана исследования.

После утверждения темы и получения задания по ВКР от научного руководителя студент самостоятельно составляет план (содержание) работы. Правильно составленный план помогает систематизировать материал, обеспечивает последовательность его изложения.

План согласовывается с научным руководителем. В процессе написания ВКР план может корректироваться.

Содержание представляет собой составленный в определенном порядке перечень разделов, подразделов, пунктов, которые будут рассматриваться в работе с указанием страницы, с которой они начинаются.

Заголовки оглавления должны точно повторять заголовки в тексте. Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности по сравнению с заголовками в тексте нельзя.

Введение (1-2 стр.)

Во введении (1-2 стр.), отражается современное состояние вопроса, которому посвящена работа; а также основная цель и задачи ВКР, обоснование актуальности проекта.

Аналитический раздел (10-15 стр.)

В данном разделе и одном- двух листов презентации приводят характеристику предприятия, структуру управления и анализируют его производственную деятельность. Комплексный анализ включает в себя рассмотрение показателей существующего перевозочного процесса и технико-эксплуатационных показателей подвижного состава используемых при организации перевозок. При анализе организации перевозок грузов необходимо:

- привести схему маршрутов и ее характеристику;
- дать характеристику грузопотоков на маршрутах;

- указать условия перевозок - климатические, дорожные, своевременность доставки грузов, партионность доставки и т.д.
- обосновать выбор применяемого на маршруте подвижного состава;
- дать характеристику пунктов погрузки и разгрузки;
- оценить организацию труда работы водителей на маршрутах;
- оценить требования клиентуры к организации перевозочного процесса и сравнить показатели работы проектируемого процесса с передовыми перевозочными процессами.

Выводы данного раздела должны подтверждаться цифровыми сведениями из отчетов предприятия за последние 3...5 лет. На основании результатов анализа в проектной части должна быть предложена рациональная система организации перевозок.

Проектный раздел(25-30 стр.)

Для проектирования перевозочного процесса необходимы следующие технико-экономические, технико-эксплуатационные показатели работы предприятия и исходные данные:

- назначение предприятия и форма хозяйствования;
- наименование и годовой объем перевозимых грузов (пассажиров);
- потенциальные клиенты;
- конкурентоспособность;
- списочный состав и техническое состояние автомобилей, прицепов и полу прицепов по типам и маркам;
- средняя техническая скорость или;
- средняя эксплуатационная скорость (для пассажирских перевозок)
- средняя длина ездки с грузом или поездки пассажира;
- подвижность населения;
- коэффициент использования пассажировместимости или грузоподъемнности;
- коэффициент использования пробега;
- коэффициент выпуска автомобилей;

- коэффициент платного пробега для таксомоторных перевозок;
- время работы автомобиля на линии;
- финансовые показатели деятельности предприятия.

В данном разделе с последующей разработкой 2-3 листов презентации должны быть разработаны мероприятия связанные с совершенствованием организации перевозочного процесса на данном предприятии и решены, например, следующие задачи:

1. Увеличение перевозки массы грузов возможно за счет увеличения числа прицепов и полуприцепов или их модернизации, приходящихся на один автомобиль-тягач.

2. Увеличение коэффициента использования пробега за счет организации автомобильных перевозок большегрузными автомобилями (автопоездами) со сменными прицепами и полуприцепами. При этом возможно получить эффект от комплексного управления погрузочными ресурсами. Возможна организация загрузки автомобиля в обратном направлении, изменение маршрута подвоза и развоза грузов. Кроме того, возможно выполнить оптимизацию маршрутов перевозки грузов с применением современных экономико-математических методов.

3. Уменьшение числа тонно-операций и сокращение потребностей в объеме складской емкости.

При внедрении почасового графика работы автомобилей на линии представляется возможным перегружать грузы непосредственно на рабочее место, минуя склад (перегрузка с колес в торговый зал, монтаж здания с колес транспортных средств, прямой вариант перегрузки автомобиль-вагон, автомобиль-судно и т.п.). При этом будет устранена в среднем одна тонно-операция на каждой тонне перевозимого груза. Потребность в объемах складской емкости сократится примерно на одну треть. Кроме того, сократится часть рабочей силы (грузчики и механизаторы).

4. Снижение потребности оборотных средств в запасах товарно-материальных ценностей путем организации работы транспорта,

ориентированной на использование в производстве сырья, материалов и промышленных полуфабрикатов непосредственно с прибывающих транспортных средств, минуя склад. Это позволяет обеспечить возможность работы с меньшими запасами товарно-материальных ценностей, уменьшить контингент, обслуживающий погрузочно-разгрузочные работы, уменьшить автомобиле-часы и пасажиро-часы непроизводительной работы. Высвобожденные ресурсы можно рассматривать как источник капиталовложений в развитие транспортной инфраструктуры (транспорта, складов, погрузочно-разгрузочных механизмов, автомобильных дорог).

5. Выбор типажа подвижного состава проводится по производительности и себестоимости транспортной работы. Для этого рекомендуется использовать существующие методики расчета по дисциплине «Экономика АТП», а также методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Организация грузовых перевозок».

При выборе типажа подвижного состава целесообразно предусмотреть обеспечение автомобилей-тягачей оборотными полуприцепами, применение автомобилей-самосвалов, использование автомобилей малой и средней грузоподъемности при перевозке мелких партий грузов, совмещение профессий водителя и экспедитора. После выбора типажа подвижного состава определяются показатели работы автомобилей: средняя техническая скорость, коэффициенты использования пробега, грузоподъемности (вместимости), среднее время погрузки-разгрузки автомобиля или время прицепки или отцепки тягача, средние скорости движения автомобилей.

6. Среднее время погрузки-разгрузки автомобиля определяется в зависимости от суммарных данных по весу перевозимых грузов и номинальной грузоподъемности.

Для обслуживания погрузочно-разгрузочных работ проектируется соответствующее количество пунктов отправления и приема грузов и оснащение этих пунктов механизмами. При этом рассчитывается число постов в условий синхронной работы автомобилей и погрузочно-разгрузочных пунктов.

Проводится обоснованный расчетами подбор механизмов погрузки-выгрузки, в процессе которого также устанавливается режим их работы.

7. Средние скорости движения автомобилей в городе могут выбираться по нормативным данным или по отчетным данным АТП, работающих в аналогичных условиях.

В результате эксплуатационного расчета определяются режимы движения подвижного состава, работы водителей на линии и количество ходовых автомобилей предприятия, прицепов и полуприцепов.

Режим работы подвижного состава разрабатывается с учетом возможного увеличения общих объёмов перевозок за счет организации полутора - или двухсменной работы.

Ходовое количество транспортных средств определяется для каждого маршрута в отдельности, а затем суммируется для получения численности ходового парка предприятия. Определяется также суммарный коэффициент использования пробега и среднесуточный пробег для каждого вида подвижного состава и по всему АТП в целом.

При проектировании пассажирских перевозок, например автобусных, необходимое число автобусов может быть определено исходя из потребного годового пассажирооборота и суточной производительности одного автобуса. При этом должна быть учтена неравномерность пассажиропотока по часам суток и по длине маршрутов. Аналогично определяется необходимое количество автомобилей-такси для таксомоторного предприятия. Выполняется подробный расчет маршрута в течение суток.

Рассматриваются вопросы организации труда водителей, организация диспетчерского контроля, регулирования и управления работой автобусов и такси, качества обслуживания пассажиров и другие дополнительные вопросы по отдельному индивидуальному заданию.

Примерные схемы выполнения ВКР по совершенствованию организации грузовых и пассажирских перевозок приведены в приложениях 1-6.

Охрана труда, окружающей среды и безопасность жизнедеятельности

(1-3 стр.).

Содержание раздела должно соответствовать теме ВКР и быть его составной частью.

В разделе следует поместить выводы из анализа состояния охраны труда на объекте преддипломной практики с указанием причин наиболее тяжелых и наиболее частых несчастных случаев, расчеты показателей травматизма, графики изменения показателей травматизма по годам. Основными вопросами, разрабатываемыми в данном разделе ВКР, являются:

- обеспечение норм освещенности, естественной и принудительной вентиляцией рабочих мест и помещений;
- снижение запыленности и шума в производственных помещениях до установленных норм;
- обеспечение температурно-влажностного режима в производственных помещениях;
- обеспечение электробезопасности и безопасности в производственных помещениях и на открытом воздухе;
- обеспечение установленных норм противопожарных разрывов на территории объекта;
- обеспечение территории объекта и помещений противопожарной сигнализацией и средствами обычного автоматического пожаротушения.

Объект проектирования рассматривается с точки зрения воздействия на окружающую среду. Даются рекомендации по уменьшению этого воздействия, приводятся расчеты, подтверждающие уменьшение воздействия факторов производства после проведения природоохранных мероприятий. Основной вопрос, данного раздела – это контроль и мероприятия по снижению токсичности отработавших газов в дизельных и бензиновых двигателях.

Технико-экономический раздел (5 стр.)

Технико-экономическая оценка проекта, включая один лист презентации, который должна содержать:

- расчет по определению основных технико-экономических показателей;

- расчет потребности в капиталовложениях и общей стоимости основных производственных фондов предприятия;
- экономическое обоснование выбора типа подвижного состава;
- расчет оборотных средств и удельных технико-экономических показателей;
- определение общей и расчетной прибыли, рентабельности, показателя окупаемости у проектируемого мероприятия.

Заключение

В заключении приводятся краткие выводы по результатам выполненной дипломной работы, оценка полноты решения поставленных задач, рекомендации и исходные данные по конкретному использованию проектных решений, оценка технико-экономической эффективности.

Основное внимание должно быть уделено сравнительной оценке требований задания с полученными результатами. Должны быть отмечены положительные стороны предложенных решений и их недостатки, показана конкурентоспособность предлагаемых решений, прибыль, рентабельность и другие финансовые показатели. В заключении также указывается научная, практическая, социальная ценность результатов работы. Приводятся предложения по внедрению с оценкой технико-экономической эффективности.

Приложения

В приложения рекомендуется включать материалы, связанные с выполнением ВКР, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в основную часть пояснительной записки.

В приложения могут быть включены материалы, дополняющие пояснительную записку, таблицы вспомогательных данных, протоколы, иллюстрации вспомогательного характера, акты внедрения, инструкции, методики, описания алгоритмов и программ расчета на ЭВМ, таблицы и распечатки с ЭВМ, выполненные на листах формата А3 и др.

Приложения оформляют как продолжение пояснительной записки на последних ее листах.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием

наверху посредине страницы слова «Приложение» и его обозначения.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с буквы А, за исключением букв Е, З, И, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.

Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

Формулы, иллюстрации и таблицы каждого приложения нумеруют арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначение приложения.

Список библиографических источников

Список должен содержать сведения об источниках, использованных при выполнении ВКР, ссылки, на которые должны быть в тексте.

Примеры библиографического описания различных видов источников

Глава из книги

1. Столяров, Ю.Н. Онтологическая сущность информации /Ю.Н. Столяров.- М., 2000.- Гл. 2, § 1.- С. 43-57.

Учебно-методическое пособие

1. Савельев, И.В. Курс общей физики: Учеб.пособие для студентов вту-зов /И.В. Савельев. – 2- е изд., перераб. – М.: Наука, 2012. – Т.1-3.
2. Т. 1: Механика. Молекулярная физика. – 432 с.: ил. – Предм. указ.:С. 429-432.

Сборник

1. Институт российской истории (Москва). Доклады института Россий-ской истории РАН, 1995 –1996 гг. / Рос.акад. наук. – М.: ИРИ, 1997.- 250 с.

ГОСТ

1. Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний: ГОСТ 14846-81, – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 47 с.

Патентные документы

1. А.с. 650786 РФ, МКИ В 23 39/00. Роторный сверлильный полуавтомат /Л.И. Безуглый, Вятская ГСХА.- 0723953/20-14; Заявл. 24.04.84; Опубл. 07.01.89; Бюл. № 1 //ИСМ.- 1989.- Вып. 15, № 8.- С.5

Научные статьи

1. Электроприводы переменного тока с полупроводниковыми преобразователями.: Тез.докл. VII научн.-техн. конф.- Москва, 2006.- 41 с.

2. Результаты моторных исследований горчичного биотоплива. /А.П. Уханов и др. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2011. – № 5. – С. 7 – 10.

2.4. Требования к оформлению пояснительной записки

Пояснительная записка к выпускной работе должна в краткой и четкой форме раскрывать творческий замысел, цель и содержание работы. Общими требованиями к пояснительной записке являются: четкость и логическая последовательность изложения материала; убедительность аргументации; краткость и точность формулировок, исключающих возможность неоднозначного толкования; конкретность изложения результатов работы; обоснование рекомендации и предложений.

Способы выполнения записки

Пояснительная записка печатается на одной стороне листа формата А4 шрифтом - Times New Roman 14 с полуторным межстрочным интервалом. Текст записки не должен выходить за размеры полей слева - 30 мм, справа - 15 мм, сверху - 20 мм, снизу - 20 мм.

Страницы пояснительной записки нумеруются арабскими цифрами. Сокращение слов в тексте, как правило, не допускается, кроме установленных стандартом размерностей и общепринятых сокращений.

Буквенные обозначения математических и других величин, а также условные графические обозначения должны соответствовать установленным стандартам. Формулы следует записывать, применяя принятые стандартные обозначения и символы. Во всех формулах необходимо расшифровывать впервые встречающиеся в тексте записи условных обозначений.

В записке должны быть ссылки на литературные источники, из которых заимствованы отдельные формулы, числовые значения коэффициентов и других показателей или методы расчета. При этом следует указывать только заключенный в квадратные скобки номер источника, под которым он значится в списке используемой литературы.

Вписывать в текст записки, изготовленной с применением ЭВМ, отдельные слова, формулы, условные знаки (рукописным способом), а также выполнять

иллюстрации следует черной тушью.

Расстояние от рамки формы до границ текста следует оставлять в начале и в конце строк не менее 3 мм.

Расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки формы должно быть не менее 10 мм.

Абзацы в тексте начинают с отступом, равным 10-15 мм.

Описки и графические неточности (опечатки) допускается исправлять подчисткой или закрашиванием штрихом. Не допускаются повреждения листов записки, помарки и следы не полностью пропечатанного текста.

Требования к построению текста

Текст пояснительной записки разделяют на разделы и подразделы. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всей пояснительной записки, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацевого отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точки не ставятся. Аналогично нумеруются пункты и подпункты.

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления. Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис или, при необходимости, ссылки в тексте записки на одно из перечислений, строчную букву, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацевого отступа. Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзацевого отступа.

Разделы, подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов.

Заголовки следует печатать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно - 15 мм. Расстояние между заголовками раздела и подраздела - 8 мм. Каждый раздел рекомендуется начинать с нового листа (страницы).

В начале пояснительной записки (после аннотации) помещают содержание, включающее номера и наименования разделов и подразделов с указанием номеров листов (страниц). Слово «Содержание» записывают в виде заголовка (симметрично тексту) с прописной буквы. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы. Нумерация страниц записки и приложений, входящих в ее состав, должна быть сквозная.

Оформление иллюстраций и приложений

Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации могут быть расположены как по тексту записки (возможно ближе к соответствующим частям текста), так и в конце ее. Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела, В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой.

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных.

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным и кратким. Название следует помещать над таблицей.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы, как и иллюстрации, в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

На все таблицы записки должны быть приведены ссылки в тексте, при

ссылке следует писать слово «таблица» с указанием её номера. Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы, и подзаголовки граф - со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки указывают в единственном числе.

Таблицы слева, справа сверху и снизу, как правило, ограничивают линиями. Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается. Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затруднит пользование таблицей. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Если строки или графы таблицы выходят за формат страниц, ее делят на части, помещая одну часть под другой или рядом, при этом в каждой части таблицы повторяют ее головку и боковик. При делении таблицы на части допускается ее головку или боковик заменять соответственно номером граф или строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки первой части таблицы.

Слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием номера (обозначения) таблицы.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа, а при делении таблицы - над каждой ее частью.

2.5. Презентационное оформление ВКР

Презентационная часть проекта включает чертежи, графики, схемы, таблицы, планировки, диаграммы, выполненные на ЭВМ с использованием различных графических редакторов в полном соответствии с действующими стандартами ЕСКД. Объем презентационного материала должен составлять 5-8 листов. Точное количество презентационных листов и материал, на них изображаемый, каждый дипломник согласует со своим руководителем и

представителями кафедр-консультантов.

Представлять презентационный материал необходимо в электронном виде на компакт-диске (CD) или флеш-карте с обязательной распечаткой на листах бумаги формата А4, которые должны быть сброшюрованы в отдельную тетрадь с титульным листом (приложение 6).

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ ВКР

Завершенная ВКР, оформленная в соответствии с требованиями, первоначально подписывается студентом на всей документации проекта, представляется на подпись консультантам проекта по соответствующим разделам, нормо-контролеру и только после этого сдается научному руководителю для окончательной проверки и составления отзыва (приложение 7).

Подготовленная ВКР представляется на выпускающую кафедру не позднее, чем за две недели до утвержденной даты официальной защиты для прохождения процедуры предварительной защиты и решения о допуске к защите.

ВКР со всеми сопроводительными документами также передается рецен-зенту, назначенному заведующим кафедрой автотракторная техника и теплоэнергетика.

При наличии допуска к защите и отзыва научного руководителя выпускная квалификационная работа представляется к защите в Государственную аттестационную комиссию (далее − ГЭК).. Обучающийся имеет право на публичную защиту выпускной квалификационной работы при отрицательном отзыве научного руководителя.

3.1 Отзыв научного руководителя на ВКР

Научный руководитель готовит отзыв на выпускную квалификационную работу, в котором должно быть отражено:

- характеристика научного содержания работы;
- степень самостоятельности обучающегося в проведении исследований и обсуждении полученных результатов;
- понимание обучающимся этих результатов;
- способность обучающегося критически анализировать научную литературу;
- результаты проверки выпускной квалификационной работы на объем заимствования, в том числе содержательного, детализированные по разделам работы, комментарии научного руководителя по обнаруженному заимствованию.

Результаты проверки выпускной квалификационной работы на объем заимствования, в том числе содержательного выявления неправомочных заимствований в обязательном порядке прилагаются к отзыву с последующим представлением в ГЭК. Результаты проверки должны быть подписаны научным руководителем.

В заключение научный руководитель должен отметить достоинства и недостатки выполненной работы. Отзыв должен заканчиваться выводом о возможности (невозможности) допуска выпускной квалификационной работы к защите (с обязательным учетом результатов проверки на объем заимствования, в том числе содержательного).

Научный руководитель должен оценить работу обучающегося во время выполнения данной выпускной квалификационной работы, приобретенные знания и сформированные компетенции.

Выпускная квалификационная работа с отзывом научного руководителя (при наличии консультанта – с его подписью на титульном листе) передается заведующему кафедрой, который на основании этих материалов решает вопрос о готовности выпускной квалификационной работы и допуске обучающегося к защите ВКР. В случае положительного решения вопроса ставит свою подпись и дату на титульном листе работы.

В случае отрицательного решения заведующим кафедрой вопроса о готовности выпускной квалификационной работы и допуске обучающегося к ее

защите этот вопрос обсуждается на заседании кафедры. На основании мотивированного заключения кафедры декан факультета делает представление на имя ректора Университета о невозможности допустить обучающегося к защите выпускной квалификационной работы.

Обучающийся знакомится с отзывом не позднее чем за 5 календарных дней до дня защиты выпускной квалификационной работы

3.2 Предварительное рассмотрение ВКР (предзащита)

До официальной защиты в целях предварительной проверки качества ВКР, соответствия специализации подготовки и требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам высших учебных заведений, выпускающей кафедрой проводится предварительное рассмотрение ВКР.

Целью проведения предзащиты является оказание помощи студенту в исправлении выявленных ошибок, выяснении спорных моментов, устранении недостатков оформления и т. п. Проведение предзащиты направлено на то, чтобы студент почувствовал уверенность в своей правоте, состоятельность как специалиста, убедился в достаточности собственных знаний и сил для успешной защиты ВКР.

Для проведения предзащиты создаются проблемно-тематические группы из двух-трех специалистов вуза, по научному профилю которых выполнена ВКР.

Дата предзащиты назначается заведующим кафедрой по согласованию с научным руководителем студента-дипломника.

Студент представляет на защиту ВКР в полном объеме текстовой и презентацию. Текстовая часть должна быть скреплена, основные надписи (штампы) графической части, а также вся документация проекта должны быть подписаны дипломником, консультантами, нормоконтролером и руководителем проекта в соответствующих местах.

ВКР, не имеющая всех подписей, не скрепленная, а также представленная не в полном объеме, **на предзащиту не допускается.**

На предзащите студент должен кратко изложить основные положения ВКР и достигнутые результаты, аргументированно ответить на вопросы. Проблемно-тематическая группа проводит предварительную экспертизу ВКР на предмет ее соответствия предъявляемым требованиям с учетом необходимости внесения композиционных либо редакционно-стилистических, технических, грамматических доработок и прочих поправок.

Итогом предварительного рассмотрения должно стать заключение о готовности студента к официальной защите. Заключение удостоверяется подписью заведующего кафедрой на титульном листе ВКР в отведенном месте.

Для повторного предварительного рассмотрения ВКР, получившей отрицательное заключение членов проблемно-тематической группы, может быть созвано внеочередное заседание соответствующей кафедры.

3.3 Процедура защиты ВКР

Защита выпускной квалификационной работы включается в состав государственной итоговой аттестации студентов высших учебных заведений, завершающих обучение по специальности 23.03.01 Технология транспортных процессов.

Итогом выполнения выпускной квалификационной работы является сама работа и ее публичная защита, которая проводится с целью оценки государственной экзаменационной комиссией степени усвоения выпускником, завершающим обучение по конкретной образовательной программе, практических навыков, знаний и умений, определяющих его способность к профессиональной деятельности.

Защита выпускной квалификационной работы проводится по месту нахождения Университета. В случае выполнения выпускных квалификационных работ при участии работодателей могут быть организованы выездные заседания государственной экзаменационной комиссии, если защита выпускной

квалификационной работы требует специфического материально- технического оснащения.

Процедура защиты ВКР включает в себя в качестве обязательных элементов:

- выступление выпускника с кратким изложением основных результатов ВКР;
- ответы выпускника на вопросы членов комиссии и лиц, присутствующих на заседании ГЭК.

Процедура защиты ВКР может включать в себя следующие дополнительные элементы:

- заслушивание отзыва научного руководителя;
- ответы выпускника на замечания членов ГЭК и лиц, выступивших в ходе обсуждения ВКР.

В деканате факультета составляется график защиты обучающимися выпускных квалификационных работ, который размещается на информационном стенде факультета.

Изменение утвержденного порядка очередности защиты обучающихся возможно только по решению председателя ГЭК (в случае отсутствия председателя - его заместителя).

Обучающийся, не явившийся на защиту выпускной квалификационной работы без уважительной причины в соответствии с утвержденной очередностью, считается не прошедшим защиту выпускной квалификационной работы.

В Государственную экзаменационную комиссию до начала заседания должны быть представлены:

- выпускная квалификационная работа;
- отзыв научного руководителя;
- копия приказа о допуске обучающихся к защите выпускной квалификационной работы;
- отчет о результатах проверки выпускной квалификационной работы на объем заимствования, в том числе содержательного выявления неправомочных заимствований;

- материалы, характеризующие научную и практическую ценность работы (при наличии).

Защита ВКР проходит публично на открытых заседаниях Государственной экзаменационной комиссии (далее – ГЭК) с участием не менее 2/3 её состава.

Заседание ГЭК начинается с объявления списка обучающихся, защищающих выпускные квалификационные работы на данном заседании. Председатель комиссии оглашает регламент работы, затем в порядке очередности приглашает на защиту обучающихся, каждый раз объявляя фамилию, имя и отчество выпускника, тему выпускной квалификационной работы, фамилию и должность научного руководителя и рецензента.

Защита выпускных квалификационных работ должна носить характер научной дискуссии и проходить в обстановке высокой требовательности и принципиальности.

Для доклада обучающемуся предоставляется не более 10 минут. Из доклада обучающегося должно быть ясно, в чем состоит личное участие обучающегося в получении защищаемых результатов. Доклад оканчивается оценкой достигнутых результатов исследования. Насколько четко и аргументировано студент сможет выступить с представлением выполненной работы, расставив акценты на достигнутых результатах, настолько убедительным будет его выступление. Поэтому особое внимание следует уделить речи студента. Она должна быть ясной, технически грамотной, уверенной, понятной и убедительной. Речь также должна быть также выразительной, что зависит от темпа, интонации, громкости. Недопустимо нарушение норм литературного произношения, в частности употребление неправильных ударений в словах. Доклад должен сопровождаться демонстрацией иллюстративных материалов и (или) компьютерной презентацией. Все необходимые иллюстрации к защите должны быть выполнены четко и в размерах, удобных для демонстрации в аудитории. Графики, таблицы, схемы должны быть аккуратными и иметь заголовки.

Обучающемуся рекомендуется сделать распечатку ключевых файлов

презентации для каждого члена ГЭК (формат А4). Все материалы, представленные в раздаточном виде, нумеруются в соответствии с хронологией использования их в докладе

Для демонстрации компьютерной презентации и иллюстративных материалов аудитория, в которой проводится защита выпускной квалификационной работы, оснащается соответствующими техническими средствами (ноутбук, проектор, экран).

После доклада обучающегося ему задаются вопросы по теме работы, причем вопросы могут задавать не только члены ГЭК, но и все присутствующие.

В процессе защиты выпускной квалификационной работы члены государственной экзаменационной комиссии должны быть ознакомлены с отзывом научного руководителя выпускной квалификационной работы и рецензией.

После ответа обучающегося на вопросы слово предоставляется научному руководителю выпускной квалификационной работы (если он присутствует). Если научный руководитель не присутствует на защите, зачитывается его отзыв одним из членов ГЭК.

После этого слово предоставляется обучающемуся для ответа на замечания рецензента.

Затем председатель выясняет у членов ГЭК и рецензента, удовлетворены ли они ответом обучающегося, и просит присутствующих выступить по существу выпускной квалификационной работы.

Общее время защиты одной выпускной квалификационной работы не более 20 минут.

Решение государственной экзаменационной комиссии об оценке, присвоении квалификации и выдаче выпускнику документа об образовании и о квалификации принимается на закрытом заседании простым большинством голосов членов ГЭК, участвующих в заседании, при обязательном присутствии председателя комиссии или его заместителя. При равном числе голосов председатель комиссии (в случае отсутствия председателя - его заместитель)

обладает правом решающего голоса. Решение принимается по завершении защиты всех работ, намеченных на данное заседание. При определении оценки принимается во внимание уровень теоретической и практической подготовки обучающегося, качество выполнения и оформления работы и ход ее защиты.

Каждый член ГЭК дает свою оценку работы (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно) и, после обсуждения, выносится окончательное решение об оценке работы. В случае необходимости может быть применена процедура открытого голосования членов ГЭК. Результаты защиты выпускной квалификационной работы определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

По окончании названных процедур председатель ГЭК сообщает дипломнику и присутствующим об окончании защиты.

3.4 Подведение итогов защиты ВКР

Результаты публичной защиты обсуждаются на закрытом заседании ГЭК.

На основании защиты ВКР ГЭК решает, умеет ли студент самостоятельно творчески мыслить, критически оценивать факты, систематизировать и обобщать материал, выделять в этом материале главное, правильно определять цель и задачи решения проблемы, использовать современные средства для ее преодоления. ГЭК оценивает уровень знаний и навыков студента, владение техническим языком, способность читать и понимать конструкторские чертежи, схемы и иную документацию, решать сложные технические вопросы.

Обобщенная оценка защиты выпускной квалификационной работы определяется с учетом отзыва научного руководителя, рецензии, качества презентации результатов работы (демонстрационных материалов), оценки ответов на вопросы членов ГЭК.

На оценку работы также влияет использование в ВКР результатов собственных научных исследований, участие с докладами в студенческих научных конференциях и иных форумах, наличие опубликованных работ в форме

тезисов, статей, конкурсных работ, заявок на выдачу охранных документов, материалов, подтверждающих внедрение результатов разработки проекта в производство (приложение 8).

Решения ГЭК принимаются большинством голосов, ее членов, участвующих в заседании. При равном числе голосов решающий голос принадлежит председателю комиссии.

Результаты определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется, если работа:

- выполнена самостоятельно;
- выполнена на актуальную тему;
- в ходе работы получены оригинальные научно-технические решения, которые представляют практический интерес, что подтверждено соответствующими актами или справками, расчетами экономического эффекта и т.д;
- при выполнении работы использованы современные инструментальные средства проектирования;
- имеет положительные отзывы научного руководителя;
- при защите работы обучающийся демонстрирует глубокие знания вопросов темы, свободно оперирует данными, во время доклада использует наглядные пособия (таблицы, схемы, графики и т.п.), доказательно отвечает на вопросы членов ГЭК;
- содержание работы полностью соответствует теме и заданию, излагается четко и последовательно, оформлено в соответствии с установленными требованиями.

Оценка «хорошо» выставляется за выпускную квалификационную работу, которая соответствует перечисленным в предыдущем пункте критериям, но при ее подготовке без особого основания использованы устаревшие средства разработки и (или) поддержки функционирования системы и не указаны направления развития работы в этом плане. Есть некоторые замечания по

исполнению или изложению конструкторской части, ответам на вопросы и оформлению ВКР.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если работа:

- выполнена на уровне типовых проектных решений, но личный вклад обучающегося оценить достоверно не представляется возможным;
- допущены принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных заданий;
- работа отличается поверхностным анализом и недостаточно критическим разбором предмета работы, просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные предложения, недостаточно доказательны выводы;
- в отзывах научного руководителя и имеются замечания по содержанию работы и методике анализа;
- при защите обучающийся проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не дает полного, аргументированного ответа на заданные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если работа:

- не соответствует теме и неверно структурирована;
- содержит принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных заданий;
- не содержит анализа и практического разбора предмета работы, не отвечает установленным требованиям;
- не имеет выводов или носит декларативный характер;
- в отзывах научного руководителя и рецензента высказываются сомнения об актуальности темы, достоверности результатов и выводов, о личном вкладе обучающегося в выполненную работу;
- к защите не подготовлены наглядные пособия и раздаточный материал;
- при защите обучающийся затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, не знает теории вопроса и научной литературы, при ответе допускает существенные ошибки.

В случае неудовлетворительной защиты ВКР студент отчисляется из вуза. Повторная защита проводится в соответствии с Положением о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». (от 31.08.2017, протокол №1)

На этом же заседании ГЭК принимает решение о рекомендации результатов лучших выпускных квалификационных работ к публикации в научной печати, внедрению на производстве, о выдвижении работы на конкурс, о рекомендации лучших обучающихся в магистратуру, в аспирантуру, о выдаче диплома с отличием.

Результаты защиты выпускных квалификационных работ объявляются в тот же день после оформления протоколов заседаний ГЭК

3.5 Порядок подачи и рассмотрения апелляции

Для проведения апелляций по результатам государственных аттестационных испытаний в Университете формируется единая апелляционная комиссия для всех специальностей и направлений подготовки. В состав апелляционной комиссии входят председатель указанной комиссии и не менее 3 членов указанной комиссии. Состав апелляционной комиссии формируется из числа лиц, относящихся к профессорско-преподавательскому составу организации и не входящих в состав государственных экзаменационных комиссий.

По результатам государственных аттестационных испытаний обучающийся имеет право на апелляцию.

3.5.1 Обучающийся имеет право подать в апелляционную комиссию письменную апелляцию о нарушении, по его мнению, установленной процедуры проведения

государственного аттестационного испытания и (или) несогласии с результатами государственного экзамена (Приложение 9).

3.5.2 Апелляция подается лично обучающимся в апелляционную комиссию не позднее следующего рабочего дня после объявления результатов государственного аттестационного испытания.

3.5.3 В случае поступления от обучающегося апелляции, секретарь государственной экзаменационной комиссии направляет в апелляционную комиссию протокол заседания государственной экзаменационной комиссии, заключение председателя государственной экзаменационной комиссии о соблюдении процедурных вопросов при проведении государственного аттестационного испытания, а также письменные ответы обучающегося (при их наличии) (для рассмотрения апелляции по проведению государственного экзамена) либо выпускную квалификационную работу, отзыв и рецензию (рецензии) (для рассмотрения апелляции по проведению защиты выпускной квалификационной работы).

3.5.4 . Апелляция не позднее 2 рабочих дней со дня ее подачи рассматривается на заседании апелляционной комиссии, на которое приглашаются председатель государственной экзаменационной комиссии и обучающийся, подавший апелляцию. Заседание апелляционной комиссии может проводиться в отсутствие обучающегося, подавшего апелляцию, в случае его неявки на заседание апелляционной комиссии.

Решение апелляционной комиссии доводится до сведения обучающегося, подавшего апелляцию, в течение 3 рабочих дней со дня заседания апелляционной комиссии. Факт ознакомления обучающегося, подавшего апелляцию, с решением апелляционной комиссии удостоверяется подписью обучающегося.

3.5.5 При рассмотрении апелляции о нарушении процедуры проведения государственного аттестационного испытания апелляционная комиссия принимает одно из следующих решений:

- об отклонении апелляции, если изложенные в ней сведения о нарушениях процедуры проведения государственной итоговой аттестации обучающегося

не подтвердились и (или) не повлияли на результат государственного аттестационного испытания;

- об удовлетворении апелляции, если изложенные в ней сведения о допущенных нарушениях процедуры проведения государственной итоговой аттестации обучающегося подтвердились и повлияли на результат государственного аттестационного испытания.

3.5.6 В случае удовлетворения апелляции результат проведения государственного аттестационного испытания подлежит аннулированию, в связи с чем протокол о рассмотрении апелляции не позднее следующего рабочего дня передается в государственную экзаменационную комиссию для реализации решения апелляционной комиссии. Обучающемуся предоставляется возможность пройти государственное аттестационное испытание в сроки, установленные деканатом факультета.

3.5.7 При рассмотрении апелляции о несогласии с результатами государственного аттестационного испытания апелляционная комиссия выносит одно из следующих решений:

- об отклонении апелляции и сохранении результата государственного аттестационного испытания;
- об удовлетворении апелляции и выставлении иного результата государственного аттестационного испытания.

3.5.8 Решение апелляционной комиссии не позднее следующего рабочего дня передается в государственную экзаменационную комиссию. Решение апелляционной комиссии является основанием для аннулирования ранее выставленного результата государственного аттестационного испытания и выставления нового.

3.5.9 Решение апелляционной комиссии является окончательным и пересмотру не подлежит (Приложение 10).

3.5.10 Повторное проведение государственного аттестационного испытания осуществляется в присутствии председателя или одного из членов апелляционной комиссии не позднее даты завершения обучения в Университете в соответствии

со стандартом.

3.5.11 Апелляция на повторное проведение государственного аттестационного испытания не принимается.

3.5.12 Протоколы заседаний апелляционной комиссии хранятся в архиве Университета в соответствии с номенклатурой дел.

3.5.13 Документами, подлежащими строгому учету, по основным видам работ апелляционной комиссии, которые хранятся в течение года, являются:

- материалы, поступившие в комиссию (заявление - апелляция обучающегося (выпускника), родителей (законных представителей) и др.;
- журнал регистрации апелляции;
- заключение о результатах рассмотрения апелляции;
- книга протоколов заседаний, оформленная в соответствии с инструкцией о делопроизводстве.

3.6. Повторное прохождение государственной итоговой аттестации

3.6.1 Обучающиеся, не прошедшие государственной итоговой аттестации в связи с неявкой на государственное аттестационное испытание по уважительной причине (временная нетрудоспособность, исполнение общественных или государственных обязанностей, вызов в суд, транспортные проблемы (отмена рейса, отсутствие билетов), погодные условия или в других случаях), по решению ректора Университета вправе пройти ее в течение 6 месяцев после завершения государственной итоговой аттестации.

3.6.2 Обучающийся обязан сообщить в деканат факультета о пропуске государственного аттестационного испытания по уважительной причине в день его проведения и представить документ, подтверждающий уважительную причину его отсутствия, в течение 3-х рабочих дней с момента устранения причины, препятствующей прохождению государственной итоговой аттестации. В этом случае обучающемуся на основании личного заявления назначается дата повторного прохождения государственного аттестационного мероприятия.

3.6.3 Обучающийся, не прошедший одно государственное аттестационное испытание по уважительной причине, допускается к сдаче следующего

государственного аттестационного испытания (при его наличии).
3.6.4 Обучающиеся, не прошедшие государственное аттестационное испытание в связи с неявкой на государственное аттестационное испытание по неуважительной причине или в связи с получением оценки "неудовлетворительно", а также обучающиеся, указанные в пункте 3.8.1 настоящего методического указания и не прошедшие государственное аттестационное испытание в установленный для них срок (в связи с неявкой на государственное аттестационное испытание или получением оценки "неудовлетворительно"), отчисляются из Университета с выдачей справки об обучении как не выполнившие обязанностей по добросовестному освоению образовательной программы и выполнению учебного плана.
3.6.5 Лицо, не прошедшее государственную итоговую аттестацию, может повторно пройти государственную итоговую аттестацию не ранее чем через 10 месяцев и не позднее чем через пять лет после срока проведения государственной итоговой аттестации, которая не пройдена обучающимся. Указанное лицо может повторно пройти государственную итоговую аттестацию не более двух раз.
3.6.6 Для повторного прохождения государственной итоговой аттестации указанное лицо по его заявлению восстанавливается в Университет на период времени, установленный Университетом, но не менее периода времени, предусмотренного календарным учебным графиком для государственной итоговой аттестации по соответствующей образовательной программе.
3.6.7 При повторном прохождении государственной итоговой аттестации по желанию обучающегося решением деканата факультета ему может быть установлена иная тема выпускной квалификационной работы.

3.7. Особенности проведения государственной итоговой аттестации для обучающихся из числа инвалидов

3.7.1 Для обучающихся из числа инвалидов государственная итоговая аттестация проводится в Университете с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее - индивидуальные особенности).

3.7.2 При проведении государственной итоговой аттестации обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

- проведение государственной итоговой аттестации для инвалидов в одной аудитории совместно с обучающимися, не являющимися инвалидами, если это не создает трудностей для инвалидов и иных обучающихся при прохождении государственной итоговой аттестации;
- присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся инвалидам необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с председателем и членами государственной экзаменационной комиссии);
- пользование необходимыми обучающимся инвалидам техническими средствами при прохождении государственной итоговой аттестации с учетом их индивидуальных особенностей;
- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся инвалидов в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже, наличие специальных кресел и других приспособлений).

3.7.3 Все локальные нормативные акты Университета по вопросам проведения государственной итоговой аттестации доводятся до сведения обучающихся инвалидов в доступной для них форме.

3.7.4 По письменному заявлению обучающегося инвалида продолжительность сдачи обучающимся инвалидом государственного аттестационного испытания

может быть увеличена по отношению к установленной продолжительности его сдачи:

- продолжительность сдачи государственного экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительность подготовки обучающегося к ответу на государственном экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительность выступления обучающегося при защите выпускной квалификационной работы - не более чем на 15 минут.

3.7.5 В зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся с ограниченными возможностями здоровья Университет обеспечивает выполнение следующих требований при проведении государственного аттестационного испытания:

а) для слепых:

- задания и иные материалы для сдачи государственного аттестационного испытания оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом;
- письменные задания выполняются обучающимися на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых, либо надиктовываются ассистенту;
- при необходимости обучающимся предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

б) для слабовидящих:

- задания и иные материалы для сдачи государственного аттестационного испытания оформляются увеличенным шрифтом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- при необходимости обучающимся предоставляется увеличивающее устройство, допускается использование увеличивающих устройств,

имеющихся у обучающихся;

в) для глухих и слабослышащих, с тяжелыми нарушениями речи:

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- по их желанию государственные аттестационные испытания проводятся в письменной форме;

г) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются обучающимися на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по их желанию государственные аттестационные испытания проводятся в устной форме.

3.7.6 Обучающийся инвалид не позднее чем за 3 месяца до начала проведения государственной итоговой аттестации подает в деканат письменное заявление о необходимости создания для него специальных условий при проведении государственных аттестационных испытаний с указанием его индивидуальных особенностей. К заявлению прилагаются документы, подтверждающие наличие у обучающегося индивидуальных особенностей (при отсутствии указанных документов в организации).

В заявлении обучающийся указывает на необходимость (отсутствие необходимости) присутствия ассистента на государственном аттестационном испытании, необходимость (отсутствие необходимости) увеличения продолжительности сдачи государственного аттестационного испытания по отношению к установленной продолжительности (для каждого государственного аттестационного испытания).

4. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Учебно-методическая и научная

Основная литература

1. Олещенко Е.М. Грузоведение: учебник / Е. М. Олещенко, А. Э. Горев. - М. : Академия, 2014. - 288 с.
2. Андреев К.П. Перевозка опасных грузов: учебное пособие / К.П. Андреев, А.В. Шемякин, П.Б. Скрипкин - РГАТУ, 2014.
3. Андреев К.П. Грузоведение на автомобильном транспорте: учебное пособие / К.П. Андреев, А.В. Шемякин, П.Б. Скрипкин - РГАТУ,2014.
4. Вельможин А.В., Гудков В.А. и др. Грузовые автомобильные перевозки: Учеб.для вузов. Волгоград, 2012.
5. Андреев К.П. Грузовые автомобильные перевозки: учебное пособие / К.П. Андреев, А.В. Шемякин, П.Б. Скрипкин – РГАТУ, 2014
6. Андреев К.П. Классификация грузового автомобильного транспорта: учебное пособие / К.П. Андреев, А.В. Шемякин, П.Б. Скрипкин - РГАТУ, 2014
7. Гудков В.А. Пассажирские автомобильные перевозки: учебник / авт. В. А. Гудков [и др.]. - М.: Горячая линия - Телеком, 2011. - 448 с.
8. Андреев К.П. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками: учебное пособие / К.П. Андреев, А.В. Шемякин, П.Б. Скрипкин – РГАТУ, 2014
9. Андреев К.П. Пассажирские автомобильные перевозки: учебное пособие / К.П. Андреев, А.В. Шемякин, П.Б. Скрипкин – РГАТУ, 2014
10. Транспортная логистика [Текст] : учеб. для вузов / под ред. Л.Б. Миротина. - М. : Экзамен, 2013. - 512 с. - ISBN 5-94692-036-7;
11. Шемякин А.В. «Логистика на автомобильном транспорте» [Текст]

/А.В.Шемякин, К.П.Андреев., П.Б.Скрипкин – РГАТУ, 2014.

12. Троицкая, Н. А. Мультимодальные системы транспортировки и интермодальные технологии [Текст] : учеб. пособие для вузов / Н. А. Троицкая, А. Б. Чубуков, М. В. Шилимов. - М. : Академия, 2012. - 332 с. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 327-329. - ISBN 978-5-7695-4690-7.

13. Сханова С.Э. Основы транспортно-экспедиционного обслуживания (4-е изд., перераб.) учеб.пособие / С.Э. Сханова, О.В. Попова, А.Э. Горев. – М.: Академия, 2011 – 432 с.

14. Андреев К.П.Классификация транспортных организаций и компаний: учебное пособие / К.П. Андреев, А.В. Шемякин, П.Б. Скрипкин – РГАТУ, 2014

15. Андреев К.П.Транспортно-экспедиционные операции доставки грузов: учебное пособие / К.П. Андреев, А.В. Шемякин, П.Б. Скрипкин – РГАТУ, 2014

16. Беляков Г.И. Безопасность жизнедеятельности Охрана труда : учебник для бакалавров. – М. :Юрайт, 2012. Серия : Бакалавр. Базовый курс.

17. Латышенок М.Б. Безопасность жизнедеятельности. : учебно-методическое пособие/ М.Б. Латышенок, Е.В. Лунин, В.В. Терентьев, Е.Ю. Шемякина – Рязань : ФГОУ ВПО РГАТУ, 2010.

18. Миротин Л.Б «Основы логистики» [Текст]/Л.Б.Миртин, А.К.Покровский. – 2-е изд.,стер.-М.: Издательский центр «Академия», 2014. - 192 с. (Сер.бакалавриат)- ISBN 978-5-4468-1274-5;

19. Шемякин А.В. «Основы логистики» [Текст] /А.В.Шемякин, К.П.Андреев., П.Б.Скрипкин – РГАТУ, 2014.

20. Введение в математическое моделирование[Электронный ресурс]: Учебное пособие/Под ред. П.В. Трусова. М.: Логос, 2004. – 440 с. – ЭБС «БиблиоРоссика»

21. Советов Б.Я. Моделирование систем [Электронный ресурс]: Учебник для академического бакалавриата/Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. 7-е изд. - М.:Издательство Юрайт, 2015. – 343 с. – ЭБС «Юрайт»

22. Моделирование организационно-технологических систем [Текст] / Татанов И.В., Авраменко В.П., Тимофеев В.А., Панасенко А.А. - Рязань : Руссское слово, 1996. - 224 с.

6.2 Дополнительная литература

1. Деняк О.А.Грузоведение: информационные аспекты: учебное пособие / О. А. Деняк. - СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2012. - 140 с.

2. Спирин,И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками : учебник - М. : Академия, 2011. - 400 с.

3. Пассажирские автомобильные перевозки : учебник для вузов / Л. Л. Афанасьев, А. И. Воркут, Л. Б. Миротин и др.; Под ред. Н. Б.Островского. - М. :Транспорт, 2012. - 220 с.

4. Артемьев, С. П. Международные перевозки автомобильным транспортом [Текст] : справочник / С. П. Артемьев, О. С. Смирнов, О. В. Шаронов. - М. : Транспорт, 2012.

5. Рябчинский А.И. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса: учебник / А. И. Рябчинский , В.А. Гудков, Е.А. Кравченко - М.: Академия, 2014. - 256 с.

6. Горев А.Э. Грузовые автомобильные перевозки: учебное пособие / А.Э. Горев. - 3-е изд., стер. - М.: Академия, 2012. - 288 с.

7. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : учебник для вузов. – М. :Юрайт, 2013.

8. Неруш, Ю. М. Логистика [Текст] : учеб. для вузов / Ю. М. Неруш .- 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юнити, 2001. - 389 с. - ISBN 5-238-00108-8.

9. Основы логистики [Текст] : учебник для вузов / В. А. Гудков [и др.] . - М. : Горячая линия-Телеком, 2004. - 351 с. : ил. - Библиогр.: с. 348-349. -ISBN 5-93517-195-3;

10. Основы логистики [Текст] : учеб. пособие / под ред. Л. Б. Миротина, В. И. Сергеева. - М. : Инфра-М, 2000. - 200 с-(Высшее образование). -ISBN 5-16-

000003-8.

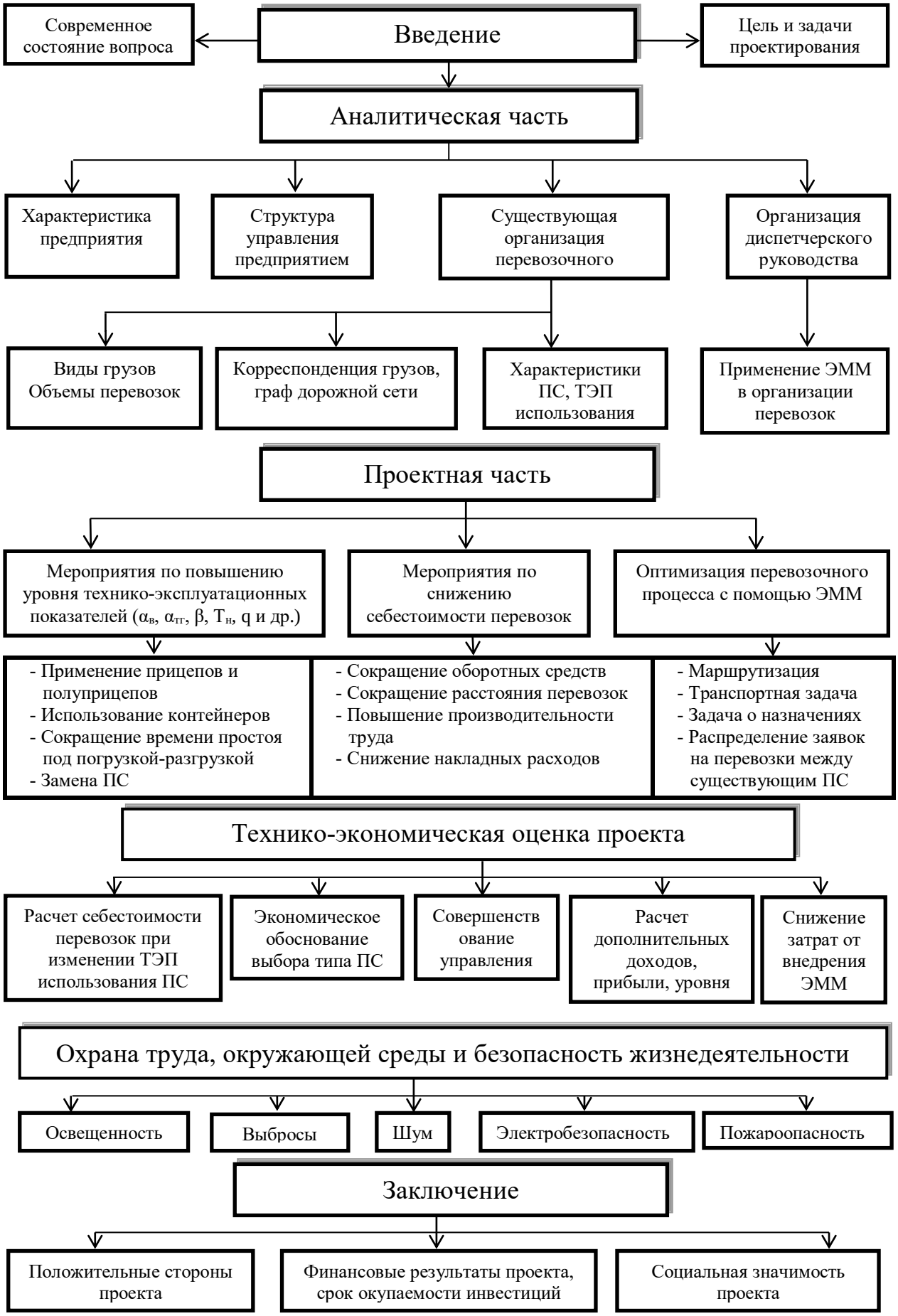
11. Беспалов, Р. С. Транспортная логистика. Новейшие технологи построения эффективной системы доставки [Текст] / Р. С. Беспалов . - Москва : Вершина, 2008. - 384 с. : ил.. - Библиогр.: с. 379-382. - ISBN 978-5-9626-0375-9.

Нормативная

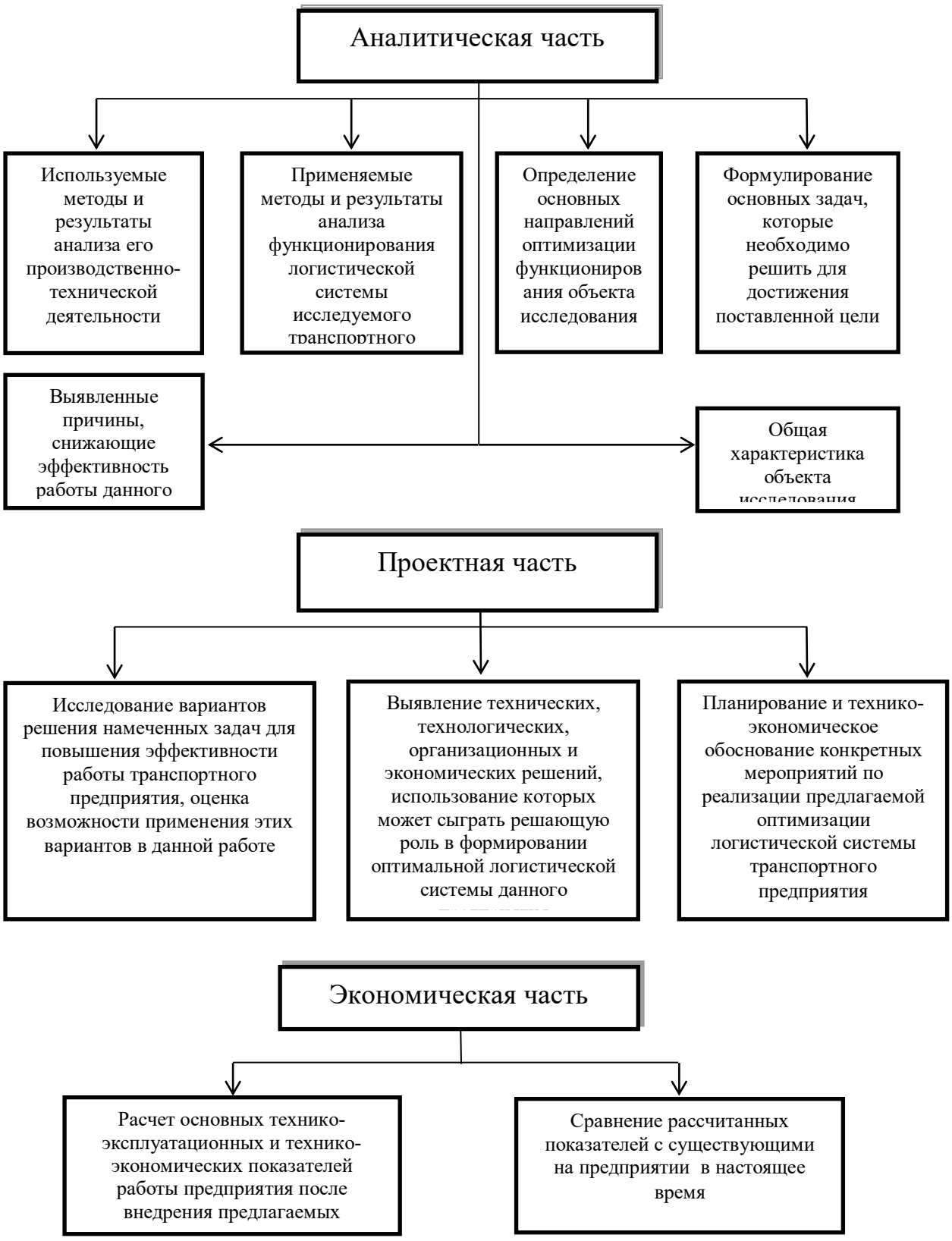
18. Гражданский кодекс Российской Федерации, часть 2, гл. 40 «Перевозка», гл. 41 « Транспортное экспедирование».
19. Устав автомобильного транспорта и городского наземного электротранспорта (2007г.)

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

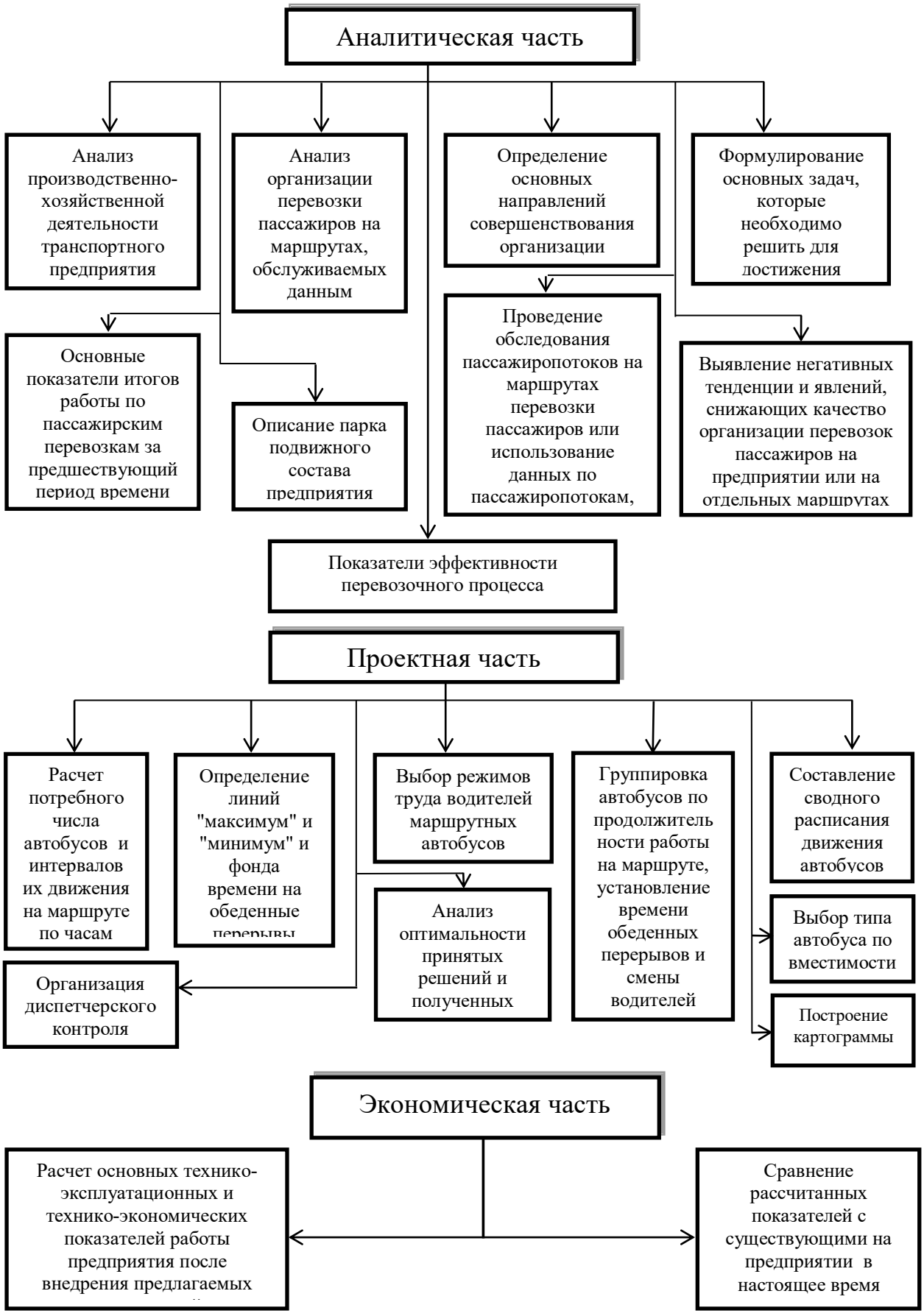
Тема: «Совершенствование организации грузовых перевозок»



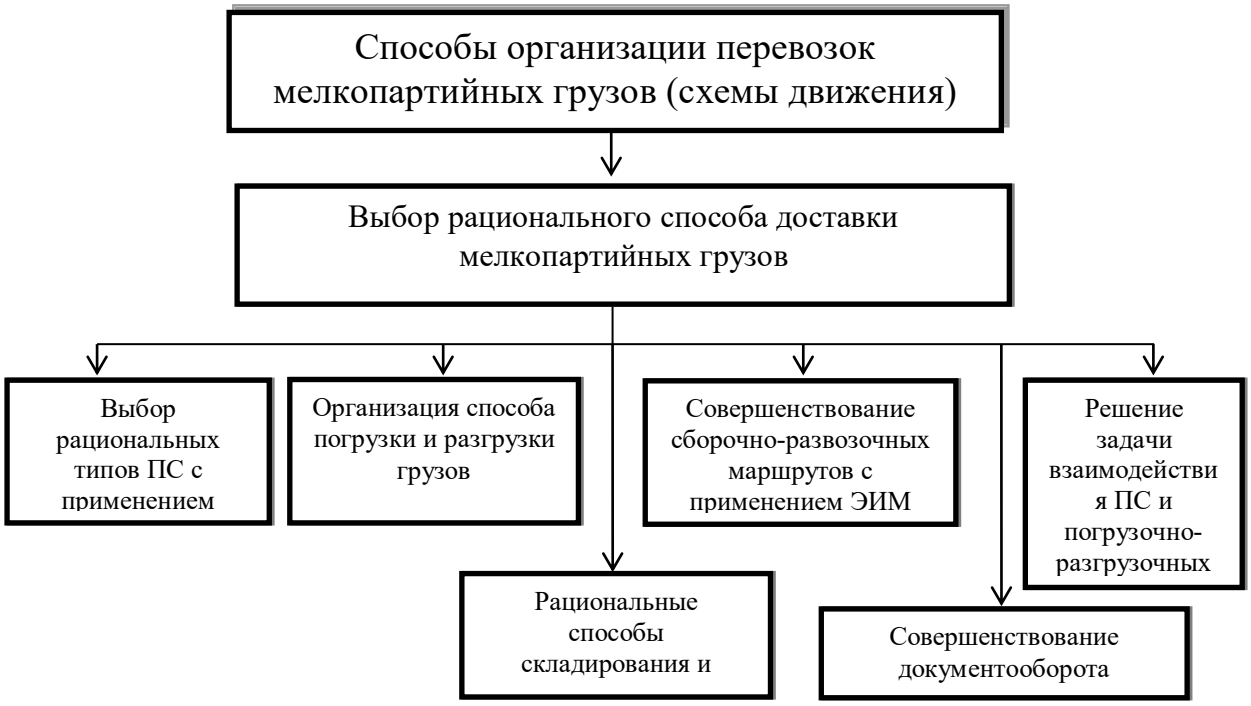
Тема: «Применение логистических методов для повышения эффективности работы транспортного предприятия»

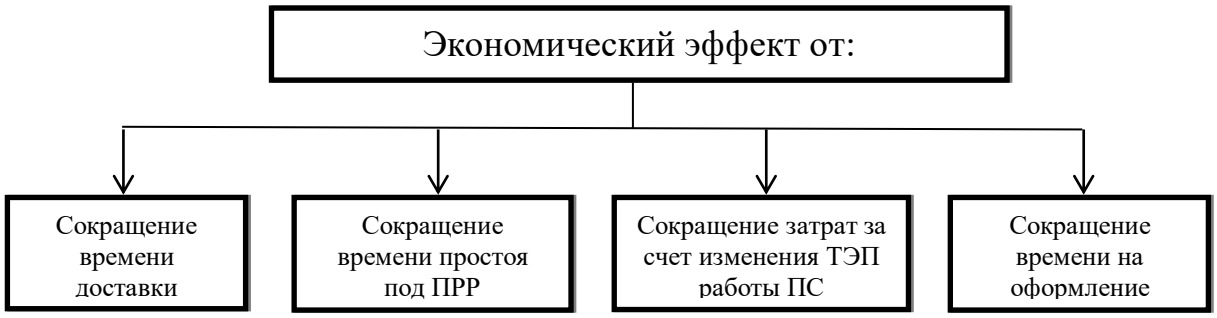


ТЕМА: «Совершенствование организации пассажирских перевозок»

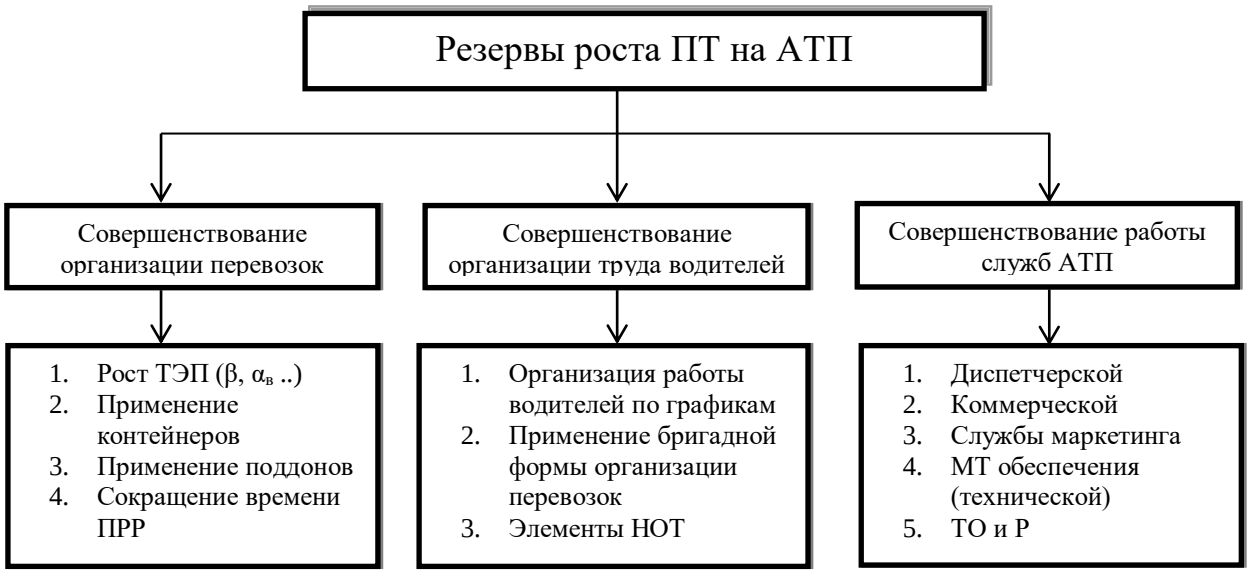


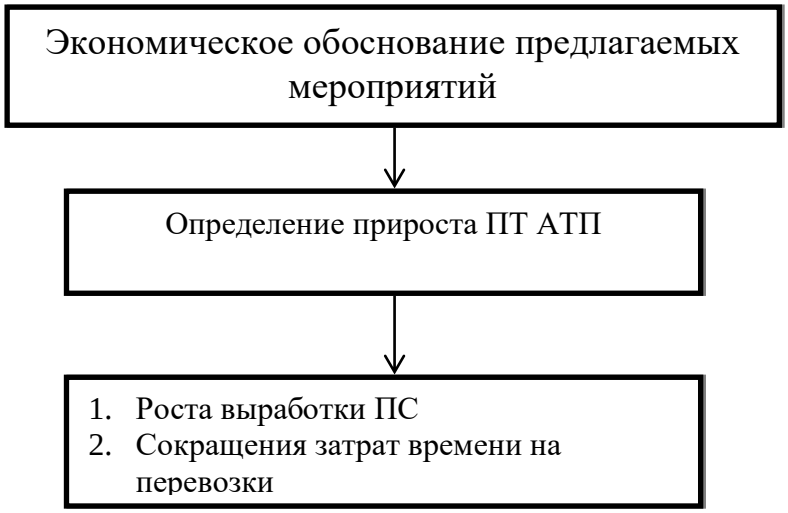
ТЕМА: «Совершенствование ТЭО предприятий»



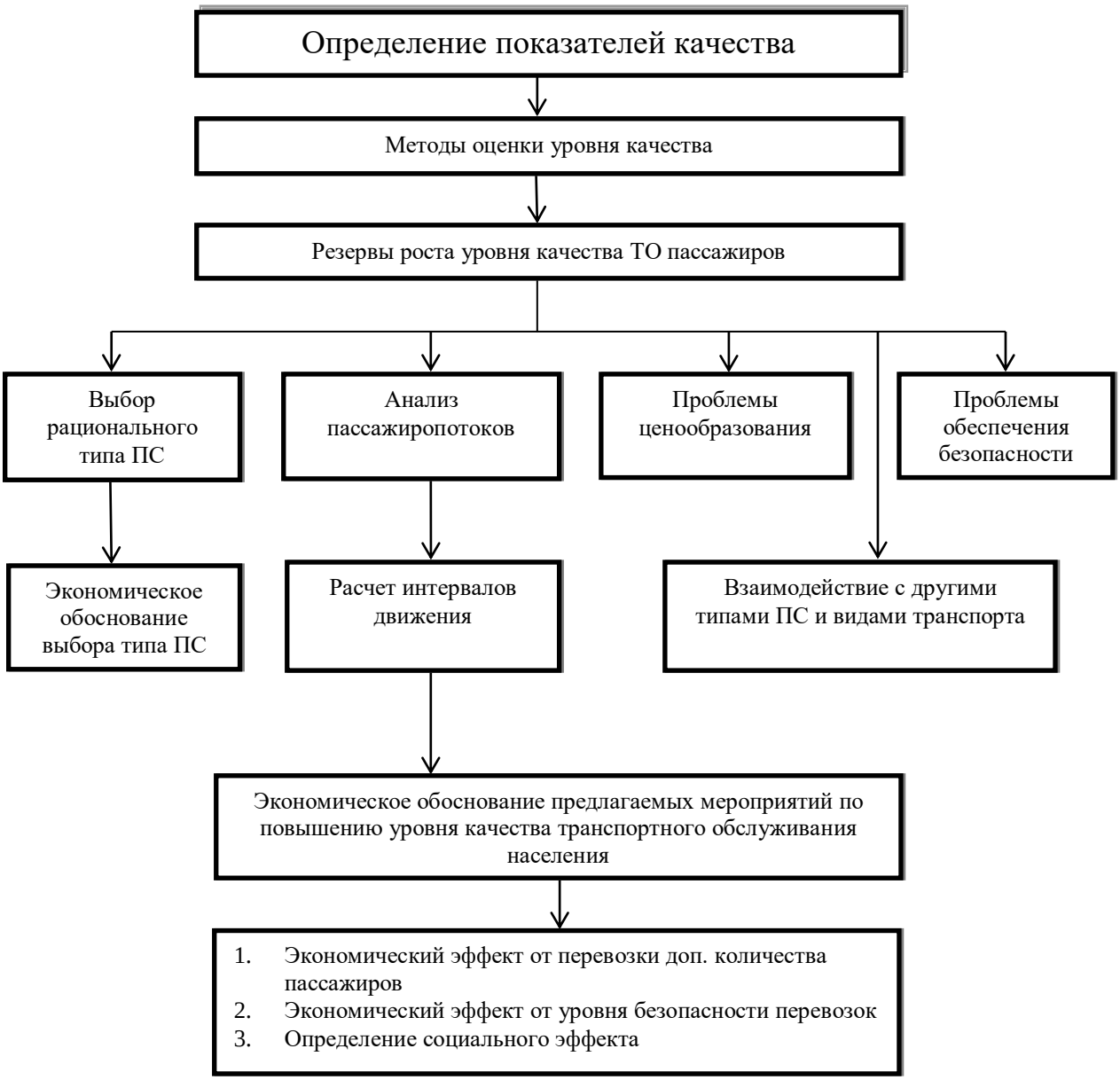


ТЕМА: «Повышение производительности труда на АТП»





ТЕМА: «Повышение качества обслуживания населения»



ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Образец формы заявления студента

«Утверждаю»
Декан автодорожного факультета
/_Г.К. Рембалович____/

Декану автодорожного факультета _
Рембаловичу Георгию Константиновичу
студента (ки) _____ курса____группы
направления 23.03.01. «Технология транспортных процессов»

_____

_____

(Фамилия, имя, отчество)

заявление.

Прошу Вас разрешить мне выполнение ВКР по кафедре

_____

_____

и назначить руководителем

_____

_____

Дата _____ Студент _____
(подпись)

Руководитель
ВКР

_____
(подпись)

Деканат просит зав.кафедрой на заседании кафедры уточнить тему и утвердить руководителей ВКР.

Дата ___ _____ Декан автодорожного факультета

_____
(подпись)

Заключение кафедры.

Тема дипломного проекта

_____

Дата представления в деканат законченной ВКР _____

Зав. Кафедрой _____
(подпись)

Дипломник _____
(подпись)

Дата _____

Сот. тел: _____ дом.тел: _____

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Образец оформления титульного листа ВКР и структурных элементов работы

Министерство сельского хозяйства РФ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»

Автодорожный факультет

Направление 23.03.01 Технология транспортных процессов

КАФЕДРА _____

Заведующий кафедрой
_____ / _____ /
(подпись) (расшифровка)
«_____» _____ 2018 г.

Выпускная квалификационная работа

На тему: _____
_____
_____

Выполнил _____/ _____ /
(подпись) (расшифровка)

Руководитель _____/ _____ /
(подпись) (расшифровка)

Рязань 2020 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Образец оформления задания на выпускную квалификационную работу

Министерство сельского хозяйства РФ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»

Факультет: _Автодорожный_____ Кафедра _____

Специальность: 23.03.01 «Технология траснспортных процессов»_____

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой
« ___ » _____2018 г.

З А Д А Н И Е
к выпускной квалификационной работе студента

_____
(фамилия, имя, отчество)

1. Тема работы
_____
_____
_____

_____
утверждена приказом по университету от « ____ » _____ 2018 г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченного проекта
_____

3. Исходные данные к проекту
_____
_____
_____

4. Содержание разделов работы (перечень подлежащих разработке вопросов)
_____
_____
_____
_____
_____
_____

5. перечень презентационного материала (с точным указанием обязательных чертежей)

_____
_____
_____
_____
_____

1. Консультанты по проекту, с указанием относящихся к ним разделов проекта

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание принял

Календарный план

№ п. п.	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения этапов проекта	Примечание

7. Дата выдачи задания _____

Руководитель _____

(подпись)

Задание принял к исполнению_____

(подпись)

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

АННОТАЦИЯ

В пояснительной записке проведен анализ и усовершенствование организационной структуры управления автогаража, разработан технологический процесс перевозки картофеля с применением контейнеризации, рассчитан транспортно-технологический процесс перевозки картофеля с поля до конечного потребителя. Разработаны мероприятия по обеспечению безопасности дорожного движения и жизнедеятельности. Проведена оценка экономической эффективности перевозок картофеля при внедрении в производство гибких контейнеров (Биг-Бэгов).

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА ПРЕЗЕНТАЦИИ

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАРШРУТНОЙ СЕТИ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА Г.РЯЗАНИ

Дипломник: студентка 4 курса
направление 23.03.01 «Технология транспортных процессов»
Токмаков П.И.
Руководитель: Шемякин А.В.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

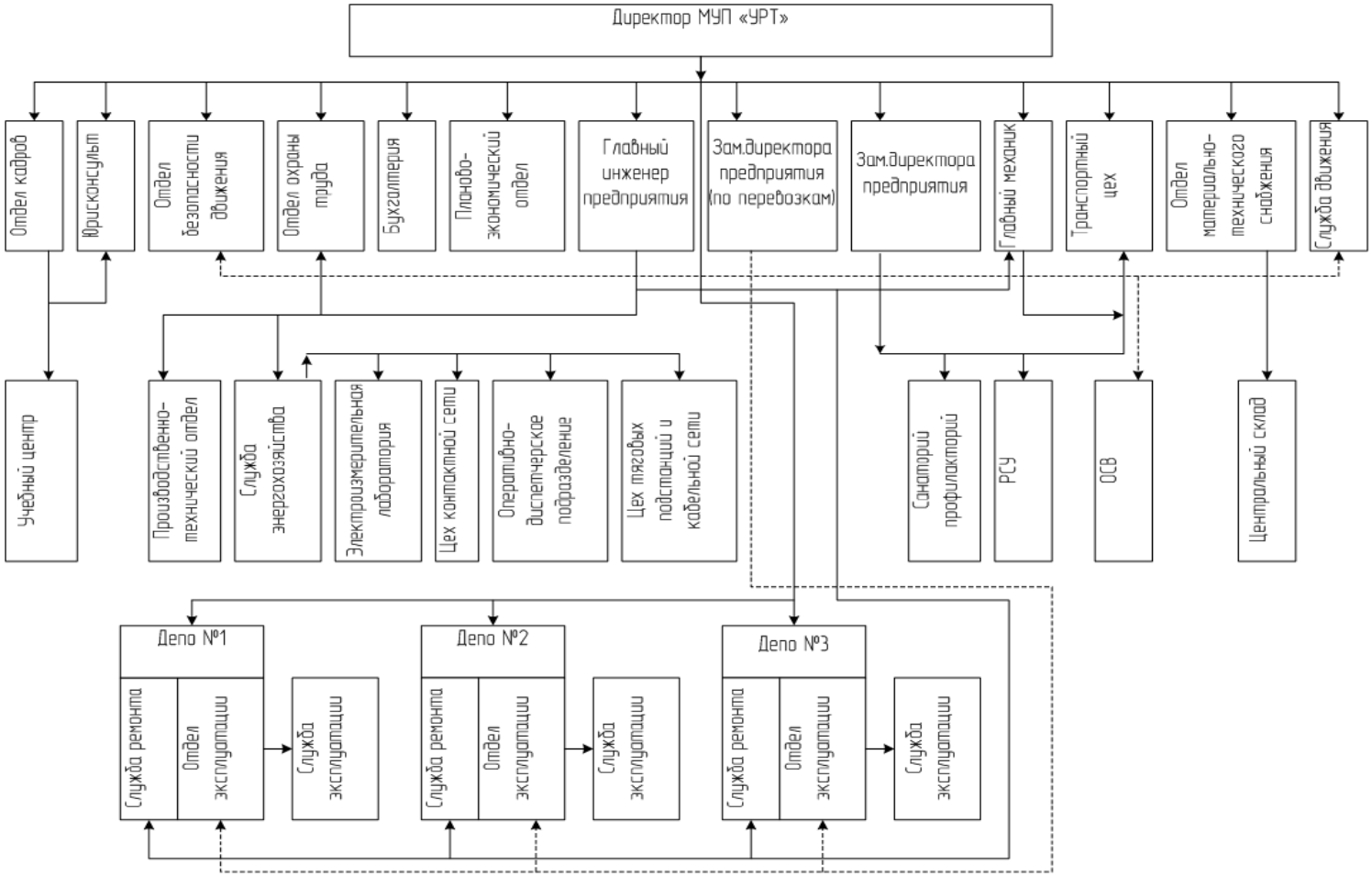
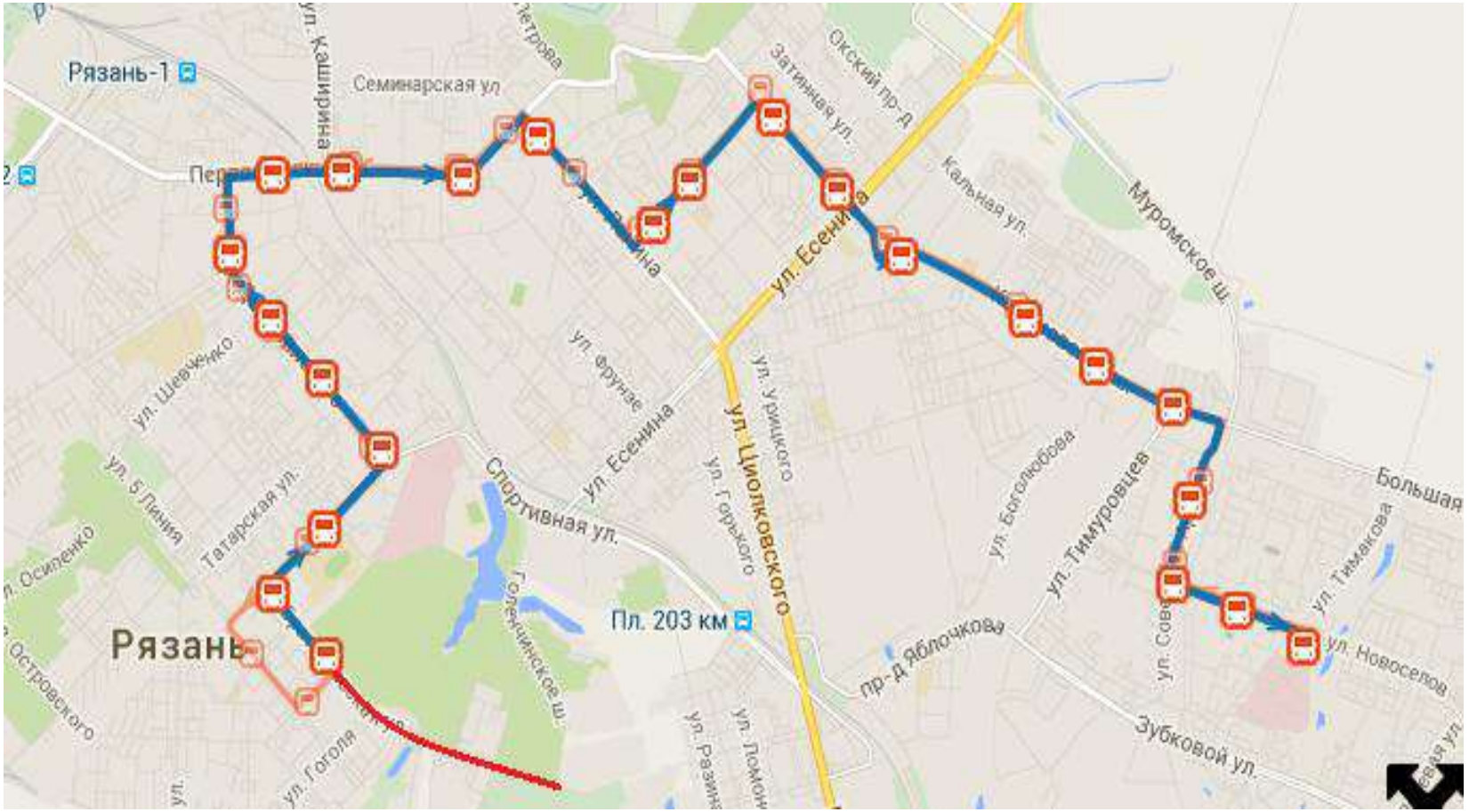


СХЕМА МАРШРУТА



РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ ТРОЛЛЕЙБУСНЫМИ ОСТАНОВКАМИ

Расстояние между остановками, км.	Наименование остановки	Наименование остановки	Расстояние между остановками, км.	Расстояние между остановками, км.	Наименование остановки	Наименование остановки	Расстояние между остановками, км.
	Конечная (гор.Больница №11)	Славянский проспект		0,473	Кинотеатр Дружба	Грибоедова	0,540
0,437	Кинотеатр октябрь	Мед.колледж	0,650	0,570	УРТ	Мясокомбинат	0,680
0,480	Новосёлов	ЦПКиО	0,650	0,450	Музучилище	Электросеть	0,470
0,520	Советской Армии	Братиславская	0,450	0,540	Стройкова	Кальное	0,700
0,500	Касимовское шоссе	Радиоуниверситет	0,620	0,480	Гагарина	Касимовское шоссе	0,700
0,700	Кальное	Гагарина	0,480	0,620	Радиоуниверситет	Советской Армии	0,500
0,470	Электросеть	Стройкова	0,540	0,240	Памятник Полетаеву	Новосёлов	0,520
0,680	Мясокомбинат	Музучилище	0,450	0,420	Островского	Кинотеатр Октябрь	0,480
0,540	Грибоедова	УРТ	0,293	1,1	Братиславская	11 больница (конечная)	0,437
0,320	Пл.Свободы	Гостиница «Первомайская»	0,560	0,650	Мед.колледж		
0,420	РГУ им.Есенина	Дом художника	0,650		Славянский проспект (конечная)		
0,630	Художественный музей	Пл.Ленина	0,900	***13,2***			***13,2***
0,650	Цирк	Библиотека Горького	0,560				
0,450	Детский мир	Художественный музей	0,630				
0,320	Пл.Ленина	РГУ им.Есенина	0,420				
0,590	Дом художника	Пл.Свободы	0,320				

РАСПИСАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТРОЛЛЕЙБУСА

Протяженность оборотного рейса – 26,4км.				
1.	05:51	06:43	06:44	07:36
2.	07:39	08:31	08:32	09:24
3.	09:27	10:19	10:20	11:12
4.	12:10	13:02	13:54	13:46
5.	13:49	14:41	14:42	15:34
6.	16:37	17:29	17:30	18:22
7.	18:25	19:17	19:18	20:10
8.	20:13	21:00	21:01	21:53

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТРОЛЛЕЙБУСА
ВМЗ – 5298.01





Класс – большой вместимости;
Тип – низкопольный;
Длина – 12,95 м.;
Ширина – 2,53 м.;
Высота – 3,37 м.;
Количество мест для сидения – 28;
Полная вместимость – 100 чел.;
Максимальная эксплуатационная скорость – 70 км/ч.;
Количество дверей для пассажиров – 3;
Формула дверей – 2-2-2;
Тип двигателя – ТАД 280 тяговый переменного тока;
Мощность двигателя – 180 к/Вт.;
Рабочее напряжение – 550 В.;
Система управления – электронная с транзисторно-импульсным преобразователем постоянного тока;
Оборудован устройством для въезда и выезда инвалидных колясок.

ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ТРОЛЛЕЙБУСА ВМЗ – 5298.01

№	Показатели	Буквенные обозначения	Единица измерения	Величина
1.	Эксплуатационное количество троллейбусов		ед.	1
2.	Списочное число троллейбусов		ед.	1,37
3.	Протяженность маршрута		км.	13,2
4.	Время оборотного рейса		ч.	1,75
5.	Среднетехническая скорость		км/ч.	16,5
6.	Скорость сообщения		км/ч.	14,7
7.	Эксплуатационная скорость		км/ч.	15
8.	Суточный пробег		км.	214,8
9.	Пробег с пассажирами за сутки		км.	211,2
10.	Коэффициент использования пробега		-	0,98

№	Показатели	Буквенное обозначение	Единица измерения	Величина
11.	Время в наряде		ч.	12
12.	Коэффициент использования вместимости троллейбуса		-	0,4
13.	Средняя дальность перевозки пассажира		км.	12,7
14.	Автомобиле – дни в эксплуатации		а-дн.	330
15.	Автомобиле – часы в эксплуатации		а-ч.	3960
16.	Общий пробег за расчетный период		км.	70884
17.	Пробег с пассажирами за расчетный период		км.	69696
18.	Пассажирооборот за расчетный период		пкм.	277865,3
19.	Объем перевозок за расчетный период		пасс.	218791,6
20.	Количество оборотных рейсов за расчетный период		рейс.	2640

ПЛАН МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ДТП

№	Мероприятия	Сроки	Исполнитель
1.	Контроль за соблюдением режима труда и отдыха	Ежемесячно	Отдел эксплуатации Отдел безопасности движения
2.	Контроль за соблюдением предрейсового медицинского осмотра	1 раз в месяц	Отдел безопасности движения
3.	Контроль за работой водителей на линии	По графику	Отдел эксплуатации Отдел безопасности движения
4.	Контроль и обследование дорожных условий на маршрутах	2 раза в год и по необходимости	Отдел эксплуатации Отдел безопасности движения
5.	Проверка технического состояния подвижного состава при выпуске на линию	Ежедневно	Отдел технического контроля
6.	Контроль за соблюдением периодичности между ТО-1 и ТО-2 и качеством ремонта подвижного состава	Ежеквартально	Главный инженер Отдел технического контроля
7.	Индивидуальные беседы с водительским составом по вопросам профилактики и предупреждению ДТП	По необходимости	Отдел эксплуатации Отдел безопасности движения
8.	Контроль за периодичностью медицинского переосвидетельствования водителей	Ежегодно	Отдел кадров Отдел эксплуатации Отдел безопасности движения
9.	Проведение занятий по 20-часовой программе с водителями	1 раз в год	Отдел безопасности движения
10.	Заседание комиссии по безопасности движения	По необходимости	Члены комиссии
11.	Выпуск информационных бюллетеней	По необходимости	Отдел безопасности движения
12.	Подведение итогов по безопасности движения за истекший год	По окончанию года	Отдел безопасности движения

СМЕТА ЗАТРАТ И СЕБЕСТОИМОСТЬ 1 ПКМ

№	Статьи затрат	Смета затрат	Себестоимость 1 пкм, руб.
1.	Заработная плата водителей троллейбусов и кондукторов	565495,65	0,22
2.	Отчисления в единый социальный налог	147028,86	0,05
3.	Электроэнергия	588000	0,23
4.	Смазочные и прочие эксплуатационные материалы	40000	0,015
5.	Автомобильные шины	55000	0,022
6.	Техническое обслуживание и эксплуатационный ремонт	111513,6	0,042
7.	Амортизация подвижного состава	739510,2	0,29
8.	Общехозяйственные расходы	500000	0,19
	ИТОГО:	2772743,7	0,99



ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ТРОЛЛЕЙБУСА НА МАРШРУТЕ №3 - «11 больница – мкр.Братиславский»

№	Показатели	Буквенное обозначение	Единица измерения	Величина
2.	Затраты на перевозки		руб.	2772743,7
3.	Доход от перевозок		руб.	350066,5
4.	Прибыль от перевозки		руб.	727921,9
5.	Себестоимость 1 пкм		руб.	0,99
6.	Стоимость проезда		руб.	19
7.	Рентабельность перевозок		%	26

ДОКЛАД ОКОНЧЕН
СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

О Т З Ы В

о работе студента автодорожного факультета по направлению
23.03.01 «Технология транспортных процессов»
Тетерева Дмитрия Александровича над выпускной квалификационной работе бакалавра тему: «Организация грузовых перевозок в
ООО «Вектор» Спасского р-на, Рязанской области»

Выполнять квалификационную работу Тетерев Д.А. начал сразу после сдачи государственного экзамена. Разработанная в квалификационной работе тема направлена на повышение организации перевозочного процесса, что делает её актуальной, а так как она выполнена по конкретному предприятию, на основе собранных данных, то имеет определенную практическую значимость.

Основываясь на анализе работы предприятия, Тетерев Д.А. разработал и обосновал новые тенденции развития перевозочного процесса предприятия, которые в наибольшей степени позволят обеспечить повышение рентабельности перевозок.

Выполняя квалификационную работу, Тетерев Д.А. показал хорошую теоретическую подготовку, владение методиками расчетов, умение работать с литературой и способность самостоятельно решать сложные инженерные задачи. Следует отметить и трудолюбие, инициативность, вдумчивость и серьёзное отношение, с которым он выполнял выпускную квалификационную работу.

Считаю, что Тетерев Д.А. достоин присвоения квалификации «бакалавр» по направлению 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Руководитель проекта,
д.т.н., доцент Шемякин А.В.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Материалы, подтверждающие внедрение результатов разработки проекта в производство

На бланке предприятия

Ректору ФГБОУ ВО РГАТУ
имени П.А. Костычева
профессору Н.В. Бышову

Указать дату и исходящий №

Просим Вас передать материалы выпускной квалификационной работы на тему: *(название проекта)* выполненной *(Ф.И.О.)* дипломника для внедрения основных разработанных положений в производство.

Ответственное лицо *(подпись)* /Расшифровка подписи/

Круглая печать

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

В апелляционную комиссию
ФГБОУ ВО РГАТУ

(Фамилия Имя Отчество полностью и разборчиво)
выпускника _____
факультета по направлению подготовки /
специальности_____

проживающей (го) по адресу_____

Контактный телефон
Документ, удостоверяющий личность

Заявление
Прошу апелляционную комиссию ФГБОУ ВО РГ АТУ рассмотреть_____

Прошу рассмотреть апелляцию

- в моем присутствии,
- в присутствии лица, представляющего мои интересы,
- без меня (моих представителей).

« » 20 г. _____ / _____ /
(подпись заявителя) (ф.и.о.)

Заявление принял _____
должность
/ _____ / _____ / « _____ »_____ 20_____г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

ПРОТОКОЛ ЗАСЕДАНИЯ АПЕЛЛЯЦИОННОЙ КОМИССИИ

_____20 __ г. г. Рязань

Заседание апелляционной комиссии проведено в соответствии с Положение об апелляционной комиссии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева».

Слушали:
заявление выпускника _____
факультета по направлению подготовки / специальности _____

(Фамилия Имя Отчество полностью)
об апелляции процедуры проведения государственного экзамена по _____
_____ о несогласии с результатами аттестационного испытания, выставленными выпускнику на государственной итоговой аттестации
(ф.и.о.)

Апелляционная комиссия, рассмотрев заявление выпускника _____
_____ факультета по направлению подготовки / специальности _____

(Фамилия Имя Отчество полностью)

Приняла **решение:**

- об обоснованности мнения обучающегося, подавшего апелляцию, о нарушении установленной процедуры проведения государственного аттестационного испытания и о повышении оценки за государственное аттестационное испытание (с указанием оценки);
- об обоснованности мнения обучающегося, подавшего апелляцию, о нарушении установленной процедуры проведения государственного аттестационного испытания и о повторном проведении государственного аттестационного испытания для указанного обучающегося;
- о необоснованности мнения обучающегося, подавшего апелляцию, о нарушении установленной процедуры проведения государственного аттестационного испытания.

Председатель апелляционной комиссии _____

Члены апелляционной комиссии:

« ___ »_____20 __ г.

«С решением апелляционной комиссии ознакомлен(а)»

Выпускник _____ _____ _ _____
(подпись) (инициалы)
« __»_____20 _ г.

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева»

Кафедра гуманитарных дисциплин

Методические рекомендации

для практических занятий по дисциплине

«ИСТОРИЯ РОССИИ»

направление подготовки:

23.03.01 Технология транспортных процессов

форма обучения: очная, заочная

Рязань, 2024

Методические рекомендации для практических занятий по дисциплине «История России» для студентов очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

Разработчик доцент кафедры гуманитарных дисциплин Ручкина Е.В.
(должность, кафедра)


(подпись) Ручкина Е.В.
(ФИО)

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «_20__» _марта_ 2024_ г., протокол № 8

и. о. заведующего кафедрой гуманитарных дисциплин_____
(кафедра)


(подпись) Чивилева И.В.
(Ф.И.О.)

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цель дисциплины – сформировать у студентов комплексное представление о культурно-историческом своеобразии России, ее месте в мировой и европейской цивилизации; сформировать систематизированные знания об основных закономерностях и особенностях всемирно-исторического процесса, с акцентом на изучение истории России; введение в круг исторических проблем, связанных с областью будущей профессиональной деятельности, выработка навыков получения, анализа и обобщения исторической информации.

Задачи дисциплины заключаются в развитии следующих знаний, умений и навыков личности.

- понимание гражданственности и патриотизма как преданности своему Отечеству, стремление своими действиями служить его интересам, в том числе и защите национальных интересов России.
- знание движущих сил и закономерностей исторического процесса; места человека в историческом процессе, политической организации общества;
- воспитание нравственности, морали, толерантности;
- понимание многообразия культур и цивилизаций в их взаимодействии, многовариантности исторического процесса;
- понимание места и роли области деятельности выпускника в общественном развитии, взаимосвязи с другими социальными институтами;
- способность работы с разноплановыми источниками; способность к эффективному поиску информации и критике источников;
- навыки исторической аналитики: способность на основе исторического анализа и проблемного подхода преобразовывать информацию в знание, осмысливать процессы, события и явления в России и мировом сообществе в их динамике и взаимосвязи, руководствуясь принципами научной объективности и историзма;
- умение логически мыслить, вести научные дискуссии;
- творческое мышление, самостоятельность суждений, интерес к отечественному и мировому культурному и научному наследию, его сохранению и преумножению.

Таблица - Перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников (по типам):

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания) (при необходимости)
31 Автомобилестроение	организационно-управленческая деятельность	участие в составе коллектива исполнителей в оценке производственных и непроизводственных затрат на обеспечение безопасности транспортных процессов; участие в составе коллектива исполнителей в оценке производственных и непроизводственных затрат на разработку транспортно-технологических схем доставки грузов и пассажиров; участие в составе коллектива исполнителей в осуществлении контроля за работой транспортно-технологических систем; участие в составе коллектива исполнителей в осуществлении контроля и управления системами организации движения; участие в составе коллектива исполнителей в подготовке	организации и предприятия транспорта общего и не общего пользования, занятые перевозкой пассажиров, грузов, грузобагажа и багажа, предоставлением в пользование инфраструктуры, выполнением погрузочно-разгрузочных работ, независимо от их форм собственности и организационно-правовых форм; службы безопасности движения государственных и частных предприятий транспорта; службы логистики производственных и торговых организаций; транспортно-

		исходных данных для выбора и обоснования технических, технологических и организационных решений на основе экономического анализа; участие в составе коллектива исполнителей в подготовке документации для создания системы менеджмента качества предприятия; участие в составе коллектива исполнителей в проведении анализа затрат и результатов деятельности производственных подразделений и служб.	экспедиционные предприятия и организации; службы государственной транспортной инспекции, маркетинговые службы и подразделения по изучению и обслуживанию рынка транспортных услуг; производственные и сбытовые системы, организации и предприятия информационного обеспечения производственно-технологических систем; научно-исследовательские и проектно-конструкторские организации, занимающиеся деятельностью в области развития техники транспорта и технологии транспортных процессов, организации и безопасности движения; организации, осуществляющие образовательную деятельность по основным профессиональным образовательным программам и по основным программам профессионального обучения.
40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности	расчетно-проектная деятельность	реализация в составе коллектива исполнителей поставленных целей проекта решения транспортных задач, критериев и показателей достижения целей, построении структуры их взаимосвязей, выявлении приоритетов решения задач с учетом показателей экономической и экологической безопасности; участие в составе коллектива исполнителей: в разработке обобщенных вариантов решения производственной проблемы, анализе этих вариантов, прогнозировании последствий, нахождении компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределенности планирования реализации проекта; участие в составе коллектива исполнителей в разработке планов развития транспортных предприятий, систем организации движения; использование современных информационных технологий при разработке новых и совершенствовании сложившихся транспортно-технологических схем;	организации и предприятия транспорта общего и не общего пользования, занятые перевозкой пассажиров, грузов, грузобагажа и багажа, предоставлением в пользование инфраструктуры, выполнением погрузочно-разгрузочных работ, независимо от их форм собственности и организационно-правовых форм; службы безопасности движения государственных и частных предприятий транспорта; службы логистики производственных и торговых организаций; транспортно-экспедиционные предприятия и организации; службы государственной транспортной инспекции, маркетинговые службы и подразделения по изучению и обслуживанию рынка транспортных услуг; производственные и сбытовые системы, организации и предприятия информационного

			обеспечения производственно-технологических систем; научно-исследовательские и проектно-конструкторские организации, занимающиеся деятельностью в области развития техники транспорта и технологии транспортных процессов, организации и безопасности движения; организации, осуществляющие образовательную деятельность по основным профессиональным образовательным программам и по основным программам профессионального обучения.
	производственно-технологическая деятельность	участие в составе коллектива исполнителей в разработке, исходя из требований рыночной конъюнктуры и современных достижений науки и техники, мер по совершенствованию систем управления на транспорте; участие в составе коллектива исполнителей в реализации стратегии предприятия по достижению наибольшей эффективности производства и качества работ при организации перевозок пассажиров, грузов, грузобагажа и багажа; анализ состояния действующих систем управления и участие в составе коллектива исполнителей в разработке мероприятий по ликвидации недостатков; участие в составе коллектива исполнителей в организации работ по проектированию методов управления; разработка и внедрение рациональных транспортно-технологических схем доставки грузов на основе принципов логистики; эффективное использование материальных, финансовых и людских ресурсов при производстве конкретных работ; обеспечение безопасности перевозочного процесса в различных условиях; обеспечение реализации действующих технических регламентов и стандартов в области перевозки грузов, пассажиров, грузобагажа и багажа; участие в составе коллектива исполнителей в разработке и внедрении систем безопасной эксплуатации транспорта и транспортного оборудования и организации движения	организации и предприятия транспорта общего и не общего пользования, занятые перевозкой пассажиров, грузов, грузобагажа и багажа, предоставлением в пользование инфраструктуры, выполнением погрузочно-разгрузочных работ, независимо от их форм собственности и организационно-правовых форм; службы безопасности движения государственных и частных предприятий транспорта; службы логистики производственных и торговых организаций; транспортно-экспедиционные предприятия и организации; службы государственной транспортной инспекции, маркетинговые службы и подразделения по изучению и обслуживанию рынка транспортных услуг; производственные и сбытовые системы, организации и предприятия информационного обеспечения производственно-технологических систем; научно-исследовательские и проектно-конструкторские организации, занимающиеся деятельностью в области развития техники транспорта и технологии транспортных процессов, организации и безопасности движения; организации,

		транспортных средств; участие в составе коллектива исполнителей в контроле за соблюдением экологической безопасности транспортного процесса; организация обслуживания технологического оборудования; выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих	осуществляющие образовательную деятельность по основным профессиональным образовательным программам и по основным программам профессионального обучения.

Области профессиональной деятельности и (или) сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие программу, могут осуществлять профессиональную деятельность:

– 31 Автомобилестроение;

– 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности.

Типы задач профессиональной деятельности выпускников:

– производственно-технологический;

– расчетно-проектный;

- организационно-управленческий.

Перечень основных объектов (или областей знания) профессиональной деятельности выпускников:

–организации и предприятия транспорта общего и не общего пользования, занятые перевозкой пассажиров, грузов, грузобагажа и багажа, предоставлением в пользование инфраструктуры, выполнением погрузочно-разгрузочных работ, независимо от их форм собственности и организационно-правовых форм;

–службы безопасности движения государственных и частных предприятий транспорта;

–службы логистики производственных и торговых организаций;

–транспортно-экспедиционные предприятия и организации;

–службы государственной транспортной инспекции, маркетинговые службы и подразделения по изучению и обслуживанию рынка транспортных услуг;

–производственные и сбытовые системы, организации и предприятия информационного обеспечения производственно-технологических систем;

–научно-исследовательские и проектно-конструкторские организации, занимающиеся деятельностью в области развития техники транспорта и технологии транспортных процессов, организации и безопасности движения;

–организации, осуществляющие образовательную деятельность по основным профессиональным образовательным программам и по основным программам профессионального обучения.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ПООП (при наличии) по данному направлению подготовки / специальности, а также компетенций (при наличии), установленных университетом. Компетенция может раскрываться в конкретной дисциплине полностью или частично.

Таблица 1 - Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Производит критический анализ отечественного и мирового исторического опыта с целью его актуализации и использования для решения социальных и профессиональных задач
Межкультурное взаимодействие	УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	УК-5.1. Оценивает значение исторических событий и лиц в развитии общества и формировании культурных традиций в контексте отечественной и мировой истории

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. История в системе социально-гуманитарных наук

1. Место истории в системе наук. Объект, предмет и функции исторической науки.
2. Научные принципы и методы исторического исследования. Основные подходы в изучении исторического процесса.
3. Роль исторических источников в изучении истории. Исторический источник и научное исследование в области истории.
4. Принципы периодизации в истории. Научная хронология и летосчисление в истории России.
5. Хронологические и географические истории России. Периодизация истории России.

Сообщения (проекты/презентации):

1. Формационный и цивилизационный подходы в изучении исторического процесса
2. История России как часть мировой истории
3. «Велесова книга» - фальшивый источник или уникальный памятник славянской мифологии и религии
4. «Вопрос о древности» «Слова о полку Игореве».

При изучении данной темы необходимо обратить внимание на главные задачи истории, основные принципы и методы исторической науки, функции истории и ее роль в жизни общества, а также уяснить различия основных подходов к пониманию истории.

Контрольные вопросы

1. Какова цель изучения и сохранения истории?
2. Кто является «отцом» исторической науки?
3. Какие функции выполняет историческая наука в современном обществе?
4. Перечислите основные методы исторического исследования и определите их сущность.
5. Кто является основоположником российской исторической науки?
6. Что означает понятие «исторический источник»?
7. Что является целью анализа источника? Объясните термин «верификация».
8. Объясните путь А.Т. Фоменко к «Новой хронологии», его аргументацию и реконструкцию отечественной и всеобщей истории.
9. Каковы возражения против «Новой хронологии» со стороны астрономов, математиков, лингвистов и историков?
10. Перечислите специальные исторические дисциплины, исследующие определенные виды исторических источников.

Литература

1. Касьянов, В. В. История России : учебное пособие для вузов / В. В. Касьянов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08424-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/455907

2. История России в 2 ч. Часть 1. До начала XX века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 346 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08970-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/451388

3. История России в 2 ч. Часть 2. XX — начало XXI века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 328 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08972-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/452021.

Тема 2. Особенности становления государственности в России и мире

в середине I тыс. н.э. - первой трети XIII в.

1. Особенности цивилизаций Древнего Востока и античности.
2. Формирование государств у «варварских» народов после падения Римской империи.
3. Византийская империя. Особенности политического и социально-экономического развития.
4. Образование и развитие Древнерусского государства в IX-XII вв.
5. Страны и народы Восточной Европы, Сибири и Дальнего Востока.

Сообщения (проекты/презентации):

1. Культура и международные связи восточнославянских земель
2. Дискуссии по поводу так называемой норманнской теории и современные взгляды на проблему.
3. Открытие археологами торгово-ремесленных поселений. Ладога, Гнездово, Рюриково Городище.
4. Складывание племенных центров восточных славян. Борьба Новгорода и Киева за первенство.
5. Принятие христианства. Значение византийского наследства на Руси (право, религия, культура, искусство).
6. Рязанская земля. История и культура славянского и дославянского населения Рязанщины.
7. Христианство, ислам и иудаизм как традиционные религии России.

При подготовке к практическому занятию по данной теме необходимо выявить различия восточного и античного типов цивилизационного развития в экономической, политической и духовно-культурной сферах, уяснить, какие предпосылки способствовали созданию государственности у древних славян, разобраться в содержании спора между норманистами и антинорманистами и уяснить, какова была роль варягов в образовании Древней Руси. Готовясь к четвертому вопросу, необходимо выявить, чем отличался феодализм Западной Европы от социально-экономического строя Древней Руси.

Контрольные вопросы

1. Чем отличаются восточный и античный типы цивилизационного развития?
2. Какие племена населяли Восточно-Европейскую равнину до прихода восточных славян?
3. Назовите известные ветви славянских племен.
4. Докажите, что в первой половине XI века на Руси существовало государство. Когда и как оно сформировалось?
5. Определите хронологические рамки существования Киевской Руси.
6. Поясните содержание норманнской теории. Какую роль в формировании государства у древних славян сыграли варяги?
7. В чем состояли особенности развития стран Европы в средневековье по сравнению с Русью?

Литература

1. Касьянов, В. В. История России : учебное пособие для вузов / В. В. Касьянов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08424-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/455907

2. История России в 2 ч. Часть 1. До начала XX века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 346 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08970-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/451388

3. История России в 2 ч. Часть 2. XX — начало XXI века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва

: Издательство Юрайт, 2020. — 328 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08972-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/452021.

Тема 3. Русские земли в XIII – XV вв. и европейское средневековье

1. Феодальная раздробленность и монархическая власть в Западной и Восточной Европе в XIII-XV вв. Особенности создания централизованных государств в Европе.
2. Образование монгольской державы и ее завоевательная политика. Русские земли в условиях золотоордынского ига.
3. Противостояние русских земель экспансии Запада.
4. Южные и западные русские земли. Возникновение Литовского государства и включение в его состав части русских земель.
5. Образование единого русского государства. Роль московских князей в объединении русских земель вокруг Москвы.

Сообщения (проекты/презентации):

1. История Рязанского княжества;
2. Мужество и героизм жителей русских земель при защите Руси от экспансии с Востока и Запада.
3. Памятники древнерусской литературы о борьбе с нашествием Батыя и с Золотой Ордой. Евпатий Коловрат.
4. Князь Даниил Галицкий и римский папа Иннокентий IV. Начало прозелетизма Ватикана в землях Юго-Западной и Западной Руси.
5. Отношения Руси и Орды. Современные научные представления и спорные вопросы.
6. Роль православной церкви в ордынский период русской истории. Сергий Радонежский.
7. Народы и государства степной зоны Восточной Европы в XIII-XV вв.

При изучении темы необходимо обратить внимание, что конец XV столетия – это время завершения образования национальных государств на территории Западной Европы. Процесс создания единого Российского государства хронологически совпадает с объединительным процессом в западноевропейских странах, но имеет ряд особенностей. Необходимо выделить эти особенности, понять, почему лидерство в борьбе за роль объединителя русских земель досталось московским князьям. Для более полного представления о политическом объединении русских земель вокруг Москвы необходимо знать периодизацию этого процесса.

Контрольные вопросы

1. Каковы причины политической раздробленности в Западной Европе и на Руси?
2. В чем выражалось монгольское иго?
3. Каковы последствия монгольского нашествия и его влияния на развитие феодальных отношений, социальной и политической структуры российского государства?
4. Как был отражен натиск на Русь с Запада?
5. Каковы были особенности создания единого российского государства по сравнению с подобным процессом в западноевропейских государствах?
6. Почему Ивана III при жизни называли Великим?

Литература

1. Касьянов, В. В. История России : учебное пособие для вузов / В. В. Касьянов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08424-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/455907

2. История России в 2 ч. Часть 1. До начала XX века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 346 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08970-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/451388

3. История России в 2 ч. Часть 2. XX — начало XXI века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 328 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08972-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/452021.

Тема 4. Россия в XVI – XVII веках в контексте развития европейской цивилизации.

1. Основные тенденции развития Европы в XVI-XVII веках (великие географические открытия; эпоха Возрождения; Реформация; европейский абсолютизм; развитие капитализма).
2. Эпоха правления Ивана Грозного: поиск альтернативных путей социально-политического развития:

а) реформы конца 40-х- 50-х гг. XVI в.

б) опричнина

3. Смутное время в России в конце XVI-начале XVII вв. Причины, хронологические рамки, основные этапы, последствия
4. Правление первых Романовых. Церковный раскол.

Сообщение (проекты/презентация):

1. Реформация и контрреформация в Европе. Крестьянская война в Германии. «Охота на ведьм». Религиозные войны во Франции. «Варфоломеевская ночь».
2. Османская империя (территориальный рост; государственное и военное устройство).
3. Народы Кавказа в условиях противостояния Ирана и Османской империи. Расширение связей с Россией.
4. Китай. Расцвет Китая в правление династии Мин. Япония. Сёгунат Токугава. «Закрытие» Японии.
5. Внешняя политика Российского государства в первой трети XVI в. Военные конфликты с Великим княжеством Литовским, Крымским и Казанским ханствами.
6. Завершение формирования доктрины «Москва — Третий Рим», формула монаха Филофея.
7. Молодинская битва 1572 г. и ее историческое значение.
8. Социально-экономическое развитие страны. Аграрный характер экономики Российского государства в XVI-XVII вв.
9. Обострение ситуации в Речи Посполитой. Усиление национального, социального и религиозного гнета на западнорусских землях в составе Речи Посполитой. Восстание под руководством Богдана Хмельницкого.

При подготовке к теме необходимо обратить внимание на роль географических открытий, Возрождения и Реформации в истории Европы. Уметь сопоставить исторические события XVI-XVII веков в Европе с процессами, происходившими параллельно в России. Уяснить, что Смута в России в отечественной исторической науке рассматривается как системный кризис, охвативший страну в результате взаимодействия социально-экономических и политических причин. Необходимо выявить эти причины и последствия Смутного времени.

Контрольные вопросы

1. Что означали Великие географические открытия, Возрождение, Реформация? Каковы были их последствия?
2. Назовите причины перехода России от политики реформ 40-х-начала 50-х годов XVI века к опричнине.
3. Назовите причины Смутного времени.
4. Докажите, что новые тенденции в развитии России во второй половине XVII века означали постепенный переход к абсолютизму.
5. В чем причины церковного раскола?

Литература

1. Касьянов, В. В. История России : учебное пособие для вузов / В. В. Касьянов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08424-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/455907

2. История России в 2 ч. Часть 1. До начала XX века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 346 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08970-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/451388

3. История России в 2 ч. Часть 2. XX — начало XXI века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 328 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08972-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/452021.

Тема 5. Россия и мир в XVIII в.

1. XVIII век в мировой истории. Основные направления развития общества.
2. Личность и деятельность Петра I.
3. Причины и влияние на российское общество дворцовых переворотов XVIII в.
4. Россия в эпоху Екатерины II.
5. Наполеоновские войны – причины, результаты, влияние на мировую обстановку.

В процессе изучения темы, необходимо усвоить, что XVIII век в жизни Европы – это век модернизации, промышленной революции, когда шел процесс формирования индустриального общества. Идейной основой модернизации общественной жизни в Новое время стала идеология Просвещения, поэтому XVIII век в Европе называют веком Просвещения.

В России время модернизации связано с правлением Петра I и Екатерины II. Деятельность этих выдающихся личностей в истории закрепила за Россией ведущее место в мировых событиях. Осваивая данную тему, необходимо выявить, в чем это выразилось.

Сообщения:

1. Петр I и царевич Алексей. Поиск альтернатив развития России.
2. История Крыма.
3. Ф.Ф. Ушаков. Исторический портрет.

Контрольные вопросы

1. Какие факторы обеспечили Англии мировое господство в XVIII веке?
2. Назовите причины восстания английских колоний в Америке? Какие противоречия между принципами «Декларации независимости» и действительностью Америки того времени можно отметить?
3. Чем была вызвана необходимость проведения радикальных преобразований во всех сферах жизни российского общества в начале XVIII века?
4. Докажите, что в первой четверти XVIII века в России сложилась абсолютная монархия.
5. Давая оценку деятельности Петра I, отмечают, что он был великим реформатором. Но почему в ходе петровских реформ население Центральной России сократилось за годы его царствования на 25-40%?
6. В чем выразился династический кризис в России после смерти Петра I?
7. Что означает понятие «временщики» на российском троне?
8. Чем царствование Екатерины II отличалось от правления ее предшественников?
9. Идеи какого французского просветителя отвергала «просвещенная» монархиня Екатерина II? Почему?
10. Как воплощались в деятельности Екатерины II либеральные идеалы?
11. Как изменился характер войн, которые вела Франция, при Наполеоне I? Почему?

Тема 6. Россия и мир в XIX – начале XX в.

1. Внешняя политика России в первой половине XIX века.
2. Внутренняя политика России в первой половине XIX века
3. Отечественная война 1812 года в России
4. Движение декабристов
5. Отмена крепостного права и другие реформы 60-70-х годов XIXв. в России
6. Общественное движение в России в XIX веке
7. Реформы и контрреформы Александра III.
8. Мир в начале XX века (1900-1914)
9. Первая мировая война и ее последствия.

Сообщения (проекты/презентация)

1. Становление индустриальной цивилизации. Промышленный переворот в XIX в. Технический прогресс.
2. Реформаторы России XIX века: проекты, планы, их реализация.
3. Роль России в освобождении Европы от наполеоновской гегемонии.
4. «Конституция» Н. М. Муравьева и «Русская правда» П. И. Пестеля: два альтернативных осмысления будущего России.
5. Значение Свода законов Российской империи в истории российской государственности.
6. Гражданская война Севера и Юга в США. Реконструкция Юга.
7. Принципы национальной политики Российской империи. Особенности управления окраинами.
8. Панславизм и славянский вопрос. Русско-турецкая война (1877–1878): цена победы.
9. Становление и развитие западноевропейского марксизма.
10. Голод 1891–1892 гг. и кампания помощи голодающим: важная веха в истории общественного движения в России.
11. Первые марксистские кружки. Особенности русского марксизма рубежа XIX–XX вв.
12. Экономический рост 1890-х гг. в Российской империи: причины и масштабы.
13. Мирные инициативы России и Первая Гаагская мирная конференция.

Приступая к изучению данной темы, следует обратить внимание на тенденции развития, имевшие место в Западной Европе, Америке, Восточных странах и России в XIX веке. Европу и Америку охватили модернизационные процессы, экономической основой которых была промышленная революция и утверждение в ряде европейских стран индустриального общества. Формировались элементы гражданского общества и правового государства. Из стран Востока дальше всех в освоении европейских стандартов жизни продвинулась Япония, в которой был проведен ряд радикальных реформ известных под названием «революция Мэйдзи».

В Японии был ликвидирован феодализм, развивалась капиталистическая промышленность. В 1889 году в стране была принята конституция, провозгласившая конституционную монархию с большими правами императора. Японское государство постепенно превращалось в мощную державу.

Россия к началу XIX века оставалась аграрной страной. Сохранялись феодальные пережитки: абсолютизм, крепостное право, сословная структура общества. Рассматривая развитие России, необходимо уяснить, какие попытки делались в стране в первой половине XIX в. для осуществления двух главных задач – ограничения самодержавия и решения крестьянского вопроса.

Следует обратить внимание, что большое влияние на внутреннюю политику самодержавия оказывало общественное движение в России, включавшее три направления: консервативное, либеральное и революционное (социалистическое).

Поражение в Крымской войне, показавшее технико-экономическую отсталость России, вызвало к жизни отмену крепостного права и другие преобразования второй половины XIX века.

Контрольные вопросы

1. Какие факторы обеспечили Англии мировое господство в XIX в.?
2. Как сочетались внешнеполитические претензии России и политическая, и экономическая ситуация в стране в середине XIX века. К чему это привело?
3. Перечислите причины реформ 60-70-х годов XIXв. в России.
4. Какие личные права получили крестьяне согласно «Манифесту» 19 февраля 1861 г.?
5. Какие прогрессивные принципы были положены в основу новой судебной системы?
6. Какие изменения в формировании российской армии повысили ее боеспособность?
7. Какие выборные органы были созданы на местах и какую роль они играли в жизни страны?
8. В чем вы видите прогрессивные стороны реформ 60-70-х гг. XIX в. в России? Где проявилась их половинчатость?
9. Какие меры были приняты Александром III для свертывания демократических преобразований и почему?
10. Назовите сторонников консервативно-охранительного направления. Раскройте смысл триады С.С. Уварова: православие, самодержавие, народность.
11. Кто представлял либеральное течение 30-50-х годов? Что общего и в чем вы видите различие между западниками и славянофилами?
12. Какое влияние имела теория «общинного социализма» А.И. Герцена на развитие социалистической мысли революционеров –разночинцев, а позднее – народников?
13. Когда началось распространение марксизма в России? Какие марксистские идеи были восприняты рабочим движением?

Литература

1. Касьянов, В. В. История России : учебное пособие для вузов / В. В. Касьянов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08424-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/455907
2. История России в 2 ч. Часть 1. До начала XX века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 346 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08970-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/451388
3. История России в 2 ч. Часть 2. XX — начало XXI века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 328 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08972-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/452021.

Тема 7.1. Россия и мир с 1917 по 1945 гг.

Осуществляя подготовку к данной теме, необходимо определить место XX века во всемирно-историческом процессе. XX век – эпоха Новейшей истории. Общество переходит на качественно новый этап в своем развитии –стадию монополистического капитализма. Монополистический капитализм стимулировал борьбу за передел мира, завоевание сырья, рынков сбыта, дешевой рабочей силы. С конца XIX века началась гонка вооружений, и шла подготовка к мировой войне.

XX столетие было наиболее плодотворным и одновременно трагичным для современной цивилизации, оно породило беспредельные возможности развития материальной культуры и вместе с тем поставило человечество на грань катастрофы.

Изучая тему, необходимо обратить внимание на основные события, происходившие в России и мире в XX веке, основные причины, породившие мировые войны и последствия этих войн.

1. СССР и страны Запада в межвоенный период (1919 – 1939 гг.).
2. Вторая мировая война и ее последствия
3. Великая Отечественная война - ключевая составляющая Второй мировой войны.
4. СССР в 1945 – 1953 годах

Сообщения (проект/презентация):

1. Причины революционного кризиса 1917 г. Первая мировая война как фактор революции.
2. Основные направления политики Временного правительства
3. Политика большевиков по отношению к Временному правительству и ее динамика – от поддержки Двоевластия к лозунгу «Вся власть советам!».
4. Гражданская война как особый этап революции
5. Советское государство в годы Гражданской войны 1918-1922 гг.
6. Версальско-вашингтонская система. Унижение Германии её союзников после поражения в Первом мировой войне.
7. Правда и вымыслы о Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.
8. Восстановление экономики СССР с 1945 по 1955 гг. Атомный проект СССР и его реализация.

Контрольные вопросы

1. Какие важные задачи стояли перед экономикой России в начале XX века? Перечислите основные мероприятия, осуществленные министром финансов С.Ю. Витте? Каковы были итоги промышленного развития страны?
2. Какие причины привели Россию к плачевным результатам в ходе русско-японской войны?
3. Каковы были причины и итоги революции 1905-1907 гг. в России?
4. В чем суть аграрной реформы П.А. Столыпина?
5. Возможно ли было избежать в 1914 году втягивания России в Первую мировую войну?
6. Почему Первая мировая война (в отличии от войны 1812 г.) не сплотила, а расколола Россию?
7. Охарактеризуйте события февраля – октября 1917 г. в России. В чем состояли их последствия?
8. В чем причины гражданской войны в России? Каковы ее итоги? Какую политику проводили в годы войны большевики?
9. Что такое НЭП? Сравните политику «военного коммунизма» и НЭП.
10. С чем связан курс на ускоренную индустриализацию и коллективизацию в СССР? Каковы их результаты? Опишите особенности советского общества в 30-е годы.
11. В чем причины второй мировой войны? Почему советско-германский фронт был главным в войне? Каковы итоги войны?

Тема 7.2. Россия и мир с 1945 по 2000 гг.

1. СССР в период «оттепели» (вторая половина 1850-х-первая половина 1960-х гг.)
2. Власть и общество в 1964-1985 гг. СССР – вторая экономика мира.
3. Перестройка в СССР и её последствия. Непосредственные и долгосрочные последствия распада СССР.

Сообщения (проект/презентация):

1. Выбор стратегического пути развития страны с середины 1960-х – по сер. 1980-х гг.
2. Советское общество в период «позднего социализма». Приоритеты социальной политики.
3. Национальный вопрос в послевоенном СССР. Курс на выравнивание социального и культурного уровней развития республик СССР, формирование в этих республиках национальной интеллигенции.
4. «Холодная война» и формирование биполярного мира после Второй мировой войны.
5. Складывание системы информационного давления на СССР и его союзников – радиостанции «Радио Свобода», «Голос Америки» и т.д.
6. Обострение межнациональных конфликтов в СССР в период перестройки.
7. Внешняя политика периода «перестройки». Поэтапная сдача руководством СССР внешнеполитических позиций.

Контрольные вопросы

1. Как развивался СССР в 1945- 1991 гг.? Что такое перестройка? К чему она привела?
2. Был ли распад СССР неизбежным и закономерным итогом перестройки?

Литература

1. Касьянов, В. В. История России : учебное пособие для вузов / В. В. Касьянов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08424-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/455907

2. История России в 2 ч. Часть 1. До начала XX века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 346 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08970-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/451388

3. История России в 2 ч. Часть 2. XX — начало XXI века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 328 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08972-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/452021.

Тема 8. Россия и мир в XXI веке

1. Глобализация мирового экономического, политического и культурного пространства
2. Роль Российской Федерации в современном мировом сообществе
3. Социально-экономическое положение РФ в период 2001-2022 гг.
4. Внешняя политика России на современном этапе.

XXI век –век глобализации. Изучая данную тему, необходимо разобраться, что означает глобализация, в чем заключаются ее противоречия в экономической, политической и культурной областях. Исследование темы требует анализа современного социально-экономического положения России, а также ее внешнеполитического курса.

Контрольные вопросы

1. Что означает глобализация мирового пространства?
2. Назовите основные глобальные проблемы человечества.
3. Какова задача России? Догонять Европу или идти своим путем.
4. Проанализируйте основные направления социально-экономического развития России, начиная с 2000 года.
5. Охарактеризуйте внешнюю политику России в начале XXI века.
6. Как вы думаете, почему стремления России и других стран построить многополярный мир вызывают столько негатива со стороны США и сателлитов?
7. С какими внешнеполитическими и экономическими вызовами столкнулась Росси с 2014 г. и каковы пути их преодоления?

Литература

1. Касьянов, В. В. История России : учебное пособие для вузов / В. В. Касьянов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08424-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/455907

2. История России в 2 ч. Часть 1. До начала XX века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 346 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08970-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/451388

3. История России в 2 ч. Часть 2. XX — начало XXI века : учебник для вузов / Л. И. Семенникова [и др.] ; под редакцией Л. И. Семенниковой. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 328 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08972-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/452021.

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева»

Кафедра гуманитарных дисциплин

Методические рекомендации
для самостоятельной работы студентов
по дисциплине «Иностранный язык»
направление подготовки:
23.03.01 «Технология транспортных процессов»
форма обучения: очная, заочная

Рязань, 2024

Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Иностранный язык» для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Разработчик доцент кафедры гуманитарных дисциплин_______
(должность, кафедра)


(подпись) Романов В.В.
(Ф.И.О.)

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «_20_» _марта_ 2024 г., протокол № 8

и. о. заведующего кафедрой гуманитарных дисциплин_____
(кафедра)


(подпись) Чивилева И.В.
(Ф.И.О.)

СОДЕРЖАНИЕ

Множественное число существительных. Much/many, little/few, a little/a few. Числительное. Местоимения Some & Any. Безличные предложения. Указательные местоимения. Предлоги. Практика чтения и перевода……..4

Артикль как категория, его значения. Степени сравнения прилагательных и наречий. Практика чтения и перевода…….……...11

The Present Indefinite Tense Form. The Present Continuous Tense Form. Устная речь “My Visit Card”……..……17

The Past Indefinite Tense Form. Устная речь “My Native City / Village”……..18

The Present Perfect Tense Form. Вопросно-ответная работа. Диалогическая речь…….19

The Future Indefinite Tense Form. Придаточные времени и условия……...20

Устная речь “My Future Profession”……23

Модальные глаголы……..23

Повторение грамматики. Вопросно-ответная работа. Диалогическая речь……...25

Работа с текстами по направлению подготовки……27

Множественное число существительных. Much/many, little/few, a little/a few. Числительное. Местоимения Some & Any. Безличные предложения. Указательные местоимения. Предлоги. Практика чтения и перевода.

МНОЖЕСТВЕННОЕ ЧИСЛО СУЩЕСТВИТЕЛЬНЫХ

Имена существительные образуют множественное число путем прибавления к форме единственного числа окончания -s, которое произносится как [z] после звонких согласных (hand-hands) и после гласных (bee-bees) и как [s] после глухих согласных (lamp-lamps).

Имена существительные, оканчивающиеся в единственном числе на буквы s, ss, x, sh, ch, т. е. оканчивающиеся на свистящий или шипящий звук, образуют множественное число путем прибавления окончания -es к форме единственного числа. Окончание -es произносится как [iz] (box-boxes, bench-benches).

Имена существительные, оканчивающиеся в единственном числе на -y с предшествующей согласной, образуют множественное число путем прибавления окончания -es, причем -y меняется на i (city-cities, factory-factories).

Если же перед y стоит гласная, то множественное число об разуется по общему правилу путем прибавления -s. В этом случае y не меняется на I (day-days).

Имена существительные, оканчивающиеся в единственном числе на -o, образуют множественное число путем прибавления –es (cargo-cargoes).

Имена существительные, оканчивающиеся в единственном числе на –f, образуют множественное число путем изменения f на v и прибавления окончания –es (leaf-leaves).

Имена существительные, оканчивающиеся на -fe, образуют множественное число путем изменения f на v и прибавления окончания –s (knife-knives).

Некоторые имена существительные образуют множественное число не путем прибавления окончания -s, а путем изменения корневых гласных (man-men, foot-feet).

Некоторые имена существительные, заимствованные из греческого и латинского языков, сохранили форму множественного числа этих языков (datum-data, phenomenon-phenomena, crisis ['kraisis] - crises ['kraisiz]).

Существительные sheep, fish, fruit имеют одну и ту же форму для единственного и множественного числа. Однако, когда речь идет о различных видах рыб или фруктов, fish-fishes, fruit-fruits.

В составных именах существительных, которые пишутся раздельно, форму множественного числа обычно принимает основное в смысловом отношении слово (custom-house/ custom-houses, hotel-keeper/hotel-keepers, passer-by/passers-by).

Составные имена существительные, которые пишутся слитно, образуют множественное число по тому правилу, которому подчиняется второе слово, входящее в его состав (schoolboy-schoolboys, postman-postmen).

Имена существительные неисчисляемые, т. е. существительные вещественные и отвлеченные, обычно употребляются, как и в русском языке, только в единственном числе: sugar iron, love, friendship.

Существительные advice (совет, советы), information (информация, сообщения, сведения), progress (успех, успехи), knowledge (знание, знания) употребляются только в единственном числе, между тем как в русском языке соответствующие существительные могут употребляться как в единственном, так и во множественном числе: He gave me some good advice * Он дал мне несколько хороших советов).

Существительное news (новость, новости) употребляется со значением единственного числа, хотя и имеет форму множественного числа: What is the news? Какие новости?

MUCH/MANY, LITTLE/FEW, A LITTLE/A FEW

1. Much/many. Оба слова имеют значение «много». Разница заключается в том, что **much** употребляется с неисчисляемыми существительными (much water, much power, much time, much money), а **many** - с исчисляемыми (many books, many boxes, many hours, many rubles).

2. Little/few. Оба слова имеют значение «мало». Разница заключается в том, что **little** употребляется с неисчисляемыми существительными (little water, little power, little time, little money), а **few** - с исчисляемыми (few books, few boxes, few hours, few rubles).

3. A little/few. Оба слова имеют значение «немного». Разница заключается в том, что **a little** употребляется с неисчисляемыми существительными (a little water, a little power, a little time, a little money), а **few** - с исчисляемыми (a few books, a few boxes, a few hours, a few rubles).





few
мало, недостаточно,
мне этого не хватит



a few
несколько, маловато,
но мне хватит.



Little
мало, недостаточно,
мне этого не хватит



a little
маловато,
но мне хватит.

ЧИСЛИТЕЛЬНОЕ

В английском языке, как и в русском, существуют количественные числительные (1, 2, 3, 4, 5…) и порядковые числительные (первый, второй, третий, четвертый, пятый…).

Количественные числительные 11 и 12 выглядят следующим образом:

11 – eleven
12 – twelve

Количественные числительные с 13 до 19 образуются с помощью суффикса -TEEN:

13 – thirteen
14 – fourteen
15 – fifteen
16 – sixteen
17 – seventeen
18 – eighteen
19 – nineteen

Количественные числительные, обозначающие десятки (20, 30, сорок и т.д.) образуются с помощью суффикса – TY:

20 – twenty
30 – thirty
40 – forty
50 – fifty
60 – sixty
70 – seventy
80 – eighty
90 – ninety

Необходимо быть более внимательным при произнесении суффиксов –ty / - teen. В противном случае может оказаться, что вам не 19 лет, а 90.

Далее числительные строятся следующим образом: 100 – one hundred, 200 – two hundred, 300 – three hundred и т.д. 1000 – one thousand, 2000 – two thousand, 3000 – three thousand и т.д. Обратите внимание на отсутствие окончания – S после слов HUNDRED и THOUSAND.

При образовании сложных числительных типа 247 или 2362 между разрядами десятков и сотен появляется союз AND. То есть вышеуказанные числительные будут выглядеть следующим образом: 247 – two hundred and forty seven, 2362 – two thousand three hundred and sixty two.

Года в датах читаются как пара двухзначных чисел. Например, 1984 = nineteen eighty four.

Десятичные дроби читаются следующим образом: 2,2 = two point two; 5,63 = five point six three; 6,982 = six point nine eight two; 0,34 = point three four и т.д.

Порядковые числительные образуются путем прибавления –TH к количественному числительному. Например, седьмой – the seventh; пятнадцатый – the fifteenth; семьдесят седьмой - the seventy seventh; сто сорок пятый – the one hundred and forty fifth. Существует 3 исключения: ПЕРВЫЙ – the first; ВТОРОЙ – the second; ТРЕТИЙ – the third. Обратите внимание на то, что все порядковые числительные используются с определенным артиклем THE.

Простые дроби читаются так: числитель – как количественное числительное, а знаменатель – как порядковое числительное. Например, ¼ = one fourth; 2/3 = two third.

При указании дат стоит обратить внимание на разницу в написании и чтении. Например, on May 21, 2011 = on the twenty first of May twenty eleven.

*Ознакомьтесь со следующей информацией***:**

Linear / Distance Measures (Меры длины)
Ratio of U.S. and Metric Measures of Length

- 1 in (inch) / дюйм = 25,4 мм
- 1 in (inch) / дюйм = 2,54 см
- 1 ft (foot) / фут = 12 in (inch) / дюймов
- 1 ft (foot) / фут = 0,3048 м
- 1 yd (yard) / ярд = 3 ft (foot) / фута

- 1 yd (yard) / ярд = 0,9144 м
- 1 land mile (English mile, statute mile) / английская миля = 1,76 yd (yard) / ярдов = 1,6093 км
- 1 nautical mile (Admiralty mile, sea mile) / морская миля = 1,853 км

Weight Measures (Меры веса)

Ratio of U.S. and Metric Measures of Weight

- 1 ounce (oz) / унция = 28,35 г
- 1 pound (lb) / фунт = 16 oz = 453,6 г

Square Measures

Ratio of U.S. and Metric Square Measures

- 1 square inch / квадратный дюйм = 645,16 кв. мм = 6,4516 кв. см
- 1 square foot / квадратный фут = 0,093 square m / квадратным метрам
- 1 square yard / квадратный ярд = 9 square feet / кв. футов = 0,8361 кв. м
- 1 acre /акр = 4840 square yd / квадратным ярдам = 4046,86 кв. м
- 1 square mile / квадратная миля = 640 acres = 2,59 кв. км

Volume Measures (Меры объема)

Ratio of U.S. and Metric Volume Measures

- 1 US liquid quart / кварта = 2 US liquid pints / пинт = 0,9464 л
- 1 US liquid pint / пинта = 0,4732 л
- 1 US liquid gallon / галлон = 8 US liquid pints / пинт = 3,7854 л
- 1 US barrel / баррель = 42 US liquid gallons / галлона = 158,99 л

Speed Measures (Меры скорости)

Ratio of U.S. and Metric Speed Measures

- 1 mile per hour (mph) / миля в час = 1,6093 км/ч
- 1 knot (kt) / узел = 0,5144 м/с

МЕСТОИМЕНИЯ SOME & ANY

Неопределенное местоимение **SOME** в основном используется в утвердительных предложениях.

There is some water in the cup – в чашке немного воды.

There is some person in the hall – в холле какой-то человек.

I have some plums – у меня есть несколько слив.

В вопросительных предложениях some используется только в двух случаях: если мы что-то кому-то предлагаем и, если мы что-то просим.

Would you like some chocolate? – Не хотите шоколада?

Can I have some salt, please? — Можно мне немного соли, пожалуйста?

Слово some переводится на русский язык по-разному, в зависимости от того, с какими существительными оно сочетается. В сочетании с исчисляемыми существительными, стоящими в единственном числе, мы переводим some как «какой-то», если исчисляемые существительные во множественном числе, то – «несколько», а если some употребляется с неисчисляемыми существительными, то на русский язык можно перевести как «немного» или не переводить, в зависимости от контекста.

There is some book on the desk. Is it yours? — На столе какая-то книга. Это твоя?

I have some pens, I can give you one. — У меня несколько ручек, могу дать тебе одну.

There is some milk in the bottle, but not much. — В бутылке есть молоко, но немного.

Take two eggs and some flour. — Возьмите 2 яйца и немного муки.

Неопределенное местоимение **ANY** выполняет функции some в вопросительных и отрицательных предложениях.

У меня есть немного денег – I have some money / У меня нет денег – I don’t have any money. / У вас есть деньги? – Do you have any money?

Any может использоваться и в утвердительном предложении, но в таких случаях его значение будет «любой, какой угодно, всякий».

Any person wants to be happy – любой человек желает счастья.

You may call me any time – вы можете звонить мне в любое время.

Что касается отрицательного или неопределенного местоимения **NO**, оно может сочетаться с любыми существительными независимо от их числа, если выступает в отрицательном предложении как определение, и обозначает отсутствие чего-либо:

There are no mistakes in your dictation – в вашем диктанте нет (никаких) ошибок.

I have no problems – у меня нет никаких проблем.

Обратите внимание, что отрицание может выражаться либо сочетанием «not any», либо местоимением «no»:

There is not anybody in the street — There is nobody in the street.

БЕЗЛИЧНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Безличные конструкции в английском языке являются достаточно распространенным способом построения предложений. В этих предложениях мы не указываем лицо, совершающее действие. Оно остается за кадром, так как о нем отсутствует какая-либо информация, или нам просто не важно, кто выполняет действие. В русском языке такие предложения организуются очень просто: «Осень. Сумерки. Похолодало.» Эти слова представляют собой безличные предложения, состоящие всего лишь из одного подлежащего, или из одного сказуемого.

В английском языке безличные предложения мы строим по другому принципу, ведь правила грамматики не допускают такое свободное использование главных членов предложения, как в русском языке. А предложение, в котором отсутствует подлежащее или сказуемое, вообще считается грамматически неправильным и переводится на русский в стиле «Моя твоя не понимать».

Все дело в том, что порядок слов в английском языке зафиксирован, и именно он делает предложение осмысленным. Для утвердительных предложений характерен прямой порядок слов, то есть сначала идет подлежащее, затем – сказуемое. Вопросительные предложения имеют обратный порядок слов, то есть сначала ставим сказуемое, а затем – подлежащее. Поэтому, когда мы строим предложение на английском языке, первым делом находим те слова, которые занимают место подлежащего и сказуемого, а потом ставим второстепенные члены предложения.

Мы используем безличное предложение, чтобы сказать который час:

• Сейчас 11 часов – it is 11 o’clock now.

• Времени было половина пятого – it was half past 4.

• Когда я вернусь, будет уже 10 часов – when I return it will be 10 o’clock already.

Безличные предложения всегда используются для описания погоды с глаголами to rain, to snow, to hail, to drizzle

• Осенью часто идет дождь – It often rains in autumn.

• Моросит, нужно взять зонт – It is drizzling, I must take an umbrella.

Чтобы отметить, сколько времени нам требуется на совершение действия – наверное вам встречались предложения, начинающиеся со слов «мне нужно … времени чтобы что-то сделать, у меня уходит… времени на что-то и т.д.». Так вот, для перевода таких предложений также используется конструкция безличного предложения — It takes … to…:

• Ей нужен час на дорогу до работы – It takes her an hour to get to her work.

• Моей маме потребуется полдня чтобы испечь столько пирожных – It will take my mother half a day to bake so many cakes.

Безличное предложение часто используется для описания действий, для которых нужен инфинитив, в которых фигурируют такие слова как never, to appear, to seem, to turn out, to happen

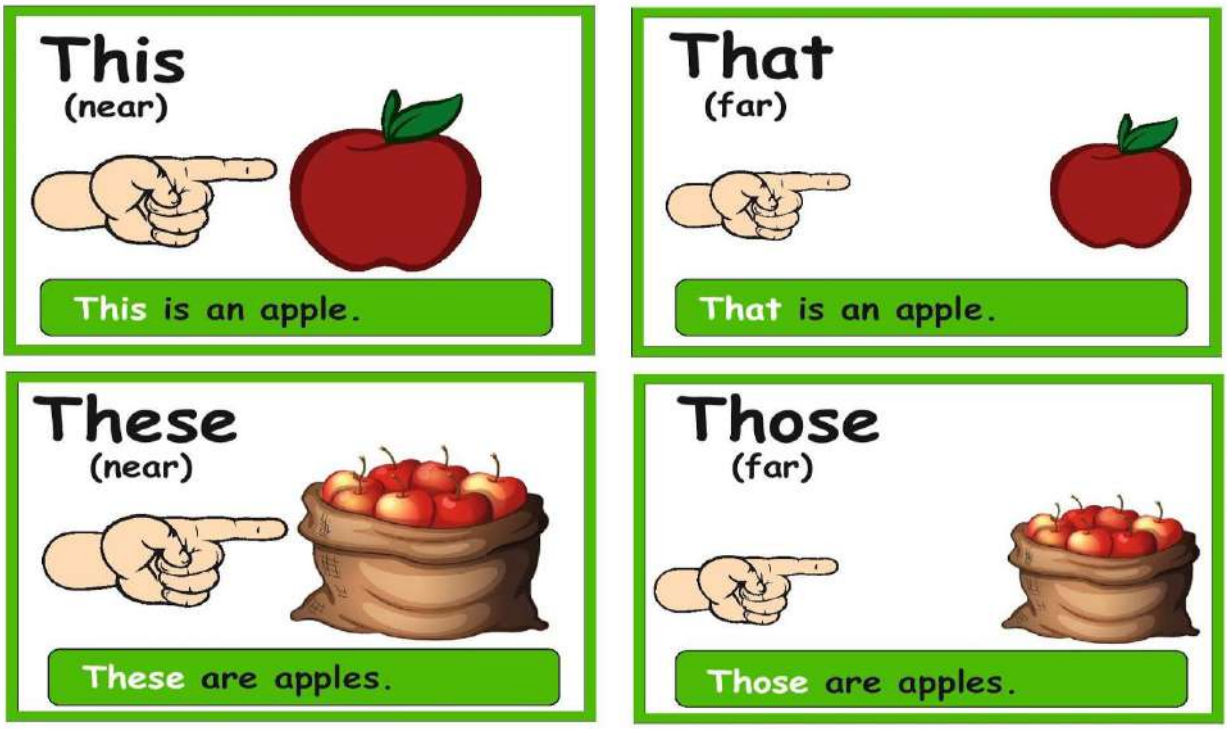
• It is never late to say “excuse me” – Никогда не поздно сказать «прости».

• It seemed to be late to change anything – Казалось, уже поздно что-либо менять.

Безличное предложение используется для выражения модальности с глаголами can, may, must. В этом случае формальным подлежащим является слово one, которое при переводе на русский язык опускается.

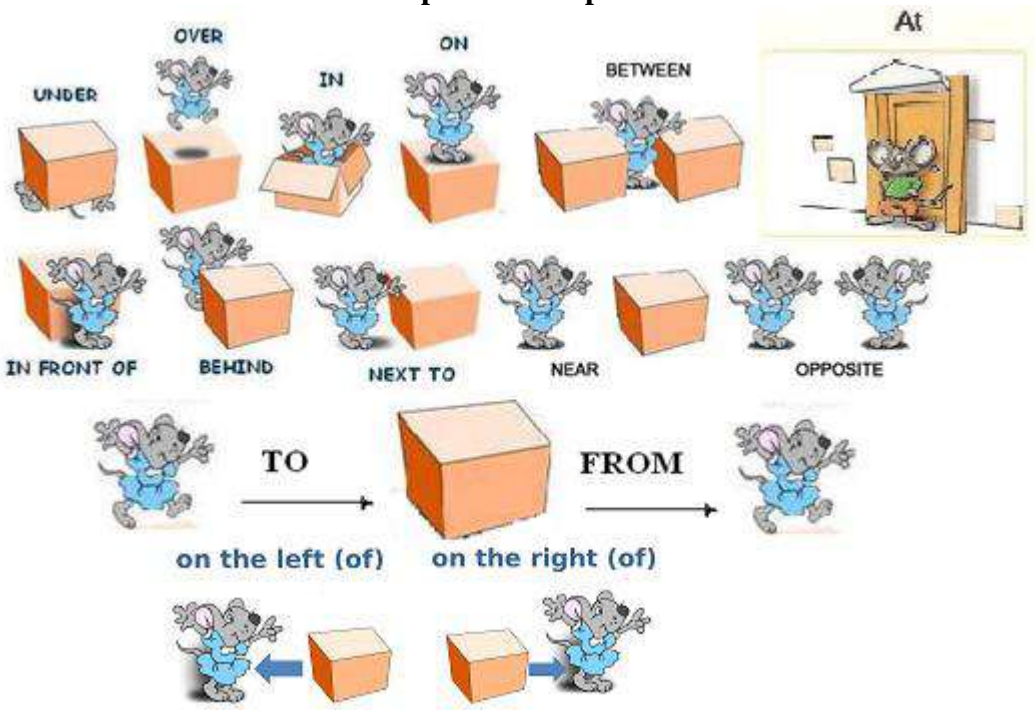
- Здесь нельзя курить – One must not smoke here
- Нужно мыть руки перед едой – One should wash hands before having meals
- Невозможно сделать всю работу сразу – One cannot do all the work at once.

УКАЗАТЕЛЬНЫЕ МЕСТОИМЕНИЯ



ПРЕДЛОГИ

Prepositions of place



Предлоги in/at/on наиболее часто употребляются и также часто вызывают затруднения у изучающих английский. Все дело в том, что каждый из них имеет несколько значений и используется в определенных ситуациях.

Предлог	Значение	Примеры
IN	*В каком-л. месте, внутри здания.*	in the room, in the house
	В какой-л. из сторон света.	in the west, in the north
	В городах/регионах/странах/на континентах.	in Warsaw, in Australia
	На улице, на картине.	in the street, in the picture
	В автомобиле.	in a taxi, in my car
	В газете/пакете/кармане и т.п.	in a newspaper, in your pocket

Из примеров видно, что в основном *in* употребляется для обозначения местонахождения в каком-либо ограниченном пространстве. Также встречаются предложения, где слова *in* используются как предлоги направления.

Предлог	Значение	Примеры
ON	*На чем-л., поверхности чего-л.*	on the desk, on the map
	Обозначение этажа.	on the 29th floor
	Указание стороны право/лево	on the left/right
	Находиться в общественном транспорте.	on the plane, on the train
	Посредством какой-л. техники.	on television, on the Internet
	Положение на берегу реки/моря/озера.	on the Neva, on the Baltic Sea

Главное значение – находиться на чем-то, например, на шкафу, на полу, на странице и т.п. Интересный момент, что и *on*, и *in* могут употребляться как предлоги места в английском языке со словом street. В британском диалекте выражение «на улице» звучит *in the street*, а в американском - *on the street*.

Предлог	Значение	Примеры
AT	*Близко к чему-л., у чего-л.*	at the door, at the table
	Находиться к каком-то конкретном месте, точке, пункте.	at the bus stop, at the dentist's, at the corner
	Обозначать присутствие на каком-л.. мероприятии, событии.	at my concert, at your party, at her marriage
	Находиться в каком-л. учреждении регулярно или с определенной целью (устойчивые выражения).	at the airport, at school, at work, at home

	Обозначение улицы с указанием номера дома.	at 17 Madison avenue

Prepositions of time

We use:

- **at** for a PRECISE TIME
- **in** for MONTHS, YEARS, CENTURIES and LONG PERIODS
- **on** for DAYS and DATES

AT	IN	ON
PRECISE TIME	**MONTHS, YEARS, CENTURIES, LONG PERIODS**	**DAYS AND DATES**
at 3 o'clock	in May	on Sunday
at 10.30am	in summer	on Tuesdays
at noon	in the summer	on 6 March
at dinnertime	in 1990	on 25 Dec. 2010
at bedtime	in the 1990s	on Christmas Day
at sunrise	in the next century	on Independence Day
at sunset	in the Ice Age	on my birthday
at the moment	in the past/future	on New Year's Eve

Артикль как категория, его значения. Степени сравнения прилагательных и наречий. Практика чтения и перевода.

АРТИКЛЬ КАК КАТЕГОРИЯ, ЕГО ЗНАЧЕНИЯ

В английском языке существует 3 артикля: неопределенный (A / AN), определенный (THE) и нулевой (иными словами артикль отсутствует). Артикль всегда относится к существительному и обычно ставится перед ним. Если существительное имеет определение, то артикль ставится не перед существительным, а перед определением.

Неопределенный артикль может иметь форму A или AN. Выбор формы зависит от звука, с которого начинается следующее за артиклем слово. Если следующее за артиклем слово начинается с согласного звука, неопределенный артикль имеет форму A. Если следующее за артиклем слово начинается с гласного звука, артикль имеет форму AN.

• **Неопределенный артикль** употребляется **с исчисляемыми существительными, стоящими в единственном числе**. Данный артикль употребляется в случае, если мы говорим о чем-то неизвестном, впервые. На место неопределенного артикля можно поставить одно из следующих слов: один, любой, каждый, всякий.

Устойчивые словосочетания, в которых всегда употребляется неопределенный артикль: ***have a look (посмотри!), have a good time, that's a pity (жаль), two times a week, ten times a year, in a hurry (торопиться), take a seat (сесть), for a long time (долгое время), in a quiet voice (тихим голосом), to tell a lie (лгать, говорить неправду).***

• **Определенный артикль** употребляется в случаях, когда мы говорим о чем-то уже известном. Данный артикль может употребляться с существительными, как в единственном, так и во множественном числе. Определенный артикль употребляется только в случаях, когда оба собеседника (говорящий и слушающий) знают, о чем или о ком идет речь. На место определенного артикля можно поставить одно из следующих слов: данный, вот этот, именно этот.

Определенный артикль может употребляться в обобщающей (классифицирующей) функции. Например: ***The horse is a beautiful animal*** (в данном случае имеется в виду не отдельно взятая лошадь и не конкретный конь, а лошадь, как представитель класса лошадей; перед словом животное мы употребляем неопределенный артикль, поскольку лошадь – лишь ОДНО из красивых животных).

Существительное, которому предшествует превосходная степень прилагательного или порядковое числительное, всегда употребляется с артиклем THE (***the most interesting book, the biggest apple), (the first book, the seventh exercise)***.

Артикль THE никогда не употребляется в конструкции THERE IS / THERE ARE, употребленной в любом времени. В данной конструкции употребляется либо неопределенный, либо нулевой артикль.

Артикль не употребляется перед словами LAST (прошлый) и NEXT (следующий). Например: ***last week, next year.*** Однако если слово LAST употреблено в значении «ПОСЛЕДНИЙ», перед ним употребляется артикль THE. Например: ***the last page.***

Неисчисляемые существительные **никогда не употребляются с неопределенным артиклем** и не имеют форму множественного числа. Если речь идет о веществе как таковом, то артикль не употребляется ***(I never have jam)***. Если речь идет об определенном количестве вещества, то употребляется определенный артикль THE ***(Could you pass the jam, please?)***

Устойчивые словосочетания, в которых всегда употребляется определенный артикль: ***in the open (на свежем воздухе), on the right / on the left, to tell the truth, at the weekend, to the mountains, in the morning / in the afternoon / in the evening, do the shopping, at the lesson, by the way (между прочим), at the age of …, what's the time?, in the country (за городом), at the seaside, to the seaside, go to the cinema / theatre, in the dark.***

Существительные во множественном числе чаще всего употребляются без артикля (нулевой артикль). Однако! Сравним 2 похожих существительных в одной ситуации:

*Мама купила **яблоки**. Испеки пирог из **яблок**.* Мы ничего не знаем про яблоки в первом предложении, поэтому данное существительное будет употребляться без артикля. Во втором же предложении речь идет о яблоках, которые купила мама, а не о каких-то других. В этом случае требуется артикль THE.

Без артикля употребляются названия стран (исключения the USA, the Netherlands, the Philippines, а также названия стран, содержащие слова Kingdom и Union – the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, the Soviet Union), названия городов, имена и фамилии людей (кроме случаев, когда мы говорим обо всей семье, например: *the Smirnovs – Смирновы или семья Смирновых*), названия улиц, названия видов спорта, спортивных игр, наук и учебных предметов.

Также без артикля употребляются некоторые устойчивые выражения: ***go by car, go by bus …, on foot (пешком), go to bed, go home, have breakfast (dinner, supper), in winter (in summer), at home (at school), at night, watch TV, on Monday (on Tuesday, on Sunday), in class (before classes, after classes)***

Артикль the с географическими названиями

В эту группу входят существительные, которые используются с артиклем the. Но не удивляйтесь, когда откроете атлас мира и увидите, что все имена собственные указаны без артиклей. В картах названия принято давать без артиклей, чтобы они занимали меньше места.

Определенный артикль употребляется с географическими названиями, которые обозначают:

1. Стороны света (cardinal points):

- the North / the north – Север (как территориальное обозначение) / север (как направление);
- the South / the south – Юг (как территориальное обозначение) / юг (как направление);
- the East / the east – Восток (как территориальное обозначение) / восток (как направление);
- the West / the west – Запад (как территориальное обозначение) / запад (как направление).

Обратите внимание, когда мы обозначаем направление, то можем использовать и определенный артикль, и нулевой.

The downtown is to the north of the city. – Центр города находится севернее.

They were going from east to west. – Они шли с востока на запад.

2. Полюса, полушария (poles, hemispheres):

- the North Pole – Северный полюс;
- the South Pole – Южный полюс;
- the Western Hemisphere / the western hemisphere – Западное полушарие (как территориальное обозначение) / западное полушарие (как направление);
- the Eastern Hemisphere / the eastern hemisphere – Восточное полушарие (как территориальное обозначение) / восточное полушарие (как направление);
- the Northern Hemisphere / the northern hemisphere – Северное полушарие (как территориальное обозначение) / северное полушарие (как направление);
- the Southern Hemisphere / the southern hemisphere – Южное полушарие (как территориальное обозначение) / южное полушарие (как направление).

3. Регионы (regions):

- the Far East – Дальний Восток;
- the north of Canada – север Канады;
- the Middle East – Ближний Восток;
- the Highlands – Северо-Шотландское нагорье;
- the south of England – юг Англии;
- the Caucasus – Кавказ.

4. Страны (countries), названия которых представляют собой существительные во множественном числе:

- the Philippines – Филиппины;
- the Netherlands – Нидерланды;
- the United States of America – США;
- the United Arab Emirates – Объединенные Арабские Эмираты;
- the Baltic States – Прибалтика.

5. Страны, в названии которых есть слова kingdom (королевство), republic (республика), federation (федерация):

- the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland – Объединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии;
- the Kingdom of Denmark – Королевство Дании;
- the Republic of Cuba – Республика Куба;
- the German Federal Republic – Федеративная Республика Германии;
- the Russian Federation – Российская Федерация;
- the Czech Republic – Чешская Республика;
- the People's Republic of China – Китайская Народная Республика.

Если же называть страну без слов «республика», «королевство», «федерация», то артикль не нужен:

- Germany – Германия;
- Denmark – Дания;
- Russia – Россия.

6. Океаны (oceans), проливы (straits), моря (seas), реки (rivers), каналы (canals/channels), течения (currents):

- the Atlantic Ocean – Атлантический океан;
- the Pacific Ocean – Тихий океан;
- the Indian Ocean – Индийский океан;
- the Black Sea – Черное море;
- the Dead Sea – Мертвое море;
- the Red Sea – Красное море;
- the Thames – Темза;
- the Volga – Волга;
- the Don – Дон;
- the Suez Canal – Суэцкий канал;
- the Strait of Magellan – Магелланов пролив;
- the Bosporus – пролив Босфор;

- the Bering Strait – Берингов пролив;
- the English Channel – Ла-Манш;
- the Panama Canal – Панамский канал;
- the Strait of Dover – Дуврский пролив / Па-де-Кале;
- the Strait of Gibraltar – Гибралтарский пролив;
- the Amazon – Амазонка;
- the Nile – Нил;
- the Gulf Stream – течение Гольфстрим;
- the Sea of Japan – Японское море.

7. Полуострова (peninsulas), мысы (capes):
- the Indochinese Peninsula – полуостров Индокитай;
- the Balkan Peninsula – Балканский полуостров;
- the Iberian Peninsula – Пиренейский полуостров;
- the Cape of Good Hope – мыс Доброй Надежды.

Здесь есть несколько исключений:
- Cape Horn – мыс Горн;
- Cape Chelyuskin – мыс Челюскин.

8. Группы озер (groups of lakes):
- the Great Lakes – Великие озера;
- the Seliger – Селигер.

Обратите внимание: если рядом с названием озера используется слово lake, то определенный артикль не нужен:
- Lake Baikal – озеро Байкал;
- Lake Ontario – озеро Онтарио;
- Lake Geneva – Женевское озеро.

9. Группы островов (groups of islands):
- the Virgin Islands – Виргинские острова;
- the Canary Islands (the Canaries) – Канарские острова (Канары);
- the British Isles – Британские острова;
- the Bahamas – Багамы;
- the Azores – Азорские острова;
- the Falkland Islands – Фолклендские острова.

10. Горные массивы (chains of mountains), холмы (hills):
- the Black Hills – Черные холмы;
- the Apennines – Апеннины;
- the Rocky Mountains – Скалистые горы;
- the Andes – Анды;
- the Urals – Уральские горы;
- the Alps – Альпы;
- the Margalla Hills – холмы Маргалла;
- the Seven Hills of Rome – семь холмов Рима;
- the Chocolate Hills – Шоколадные холмы;
- the Himalayas – Гималаи.

11. Равнины (plains), долины (valleys), пустыни (deserts):
- the Great Plains – плато Великие равнины;
- the Willamette Valley – долина Уилламетт;
- the Jezreel Valley – Изреельская долина;
- the Mississippi Valley – долина Миссисипи;
- the Sahara Desert – пустыня Сахара;
- the Karakum Desert (the Kara Kum, the Kara-Kum) – Каракумы, пустыня Каракумы;
- the Kalahari Desert – Калахари;
- the Arabian Desert – пустыни Аравийского полуострова.

Обратите внимание: с названиями многих долин артикль не используется. Мы рекомендуем всегда проверять такие имена собственные в словаре, чтобы не ошибиться, например:

- Death Valley – Долина Смерти;
- Yosemite Valley – долина Йосемити;
- Monument Valley – Долина монументов.

12. Заливы (gulfs/bays). Если в названии залива есть предлог of, то мы ставим артикль the, если предлога нет, артикль не нужен:

- the Gulf of Mexico – Мексиканский залив;
- the Gulf of Finland – Финский залив;
- the Gulf of Aden – Аденский залив;
- the Bay of Bengal – Бенгальский залив.
- Hudson Bay – Гудзонский залив;
- San Francisco Bay – залив Сан-Франциско.

Мы узнали, какие существительные используются с определенным артиклем. Теперь настал черед географических названий, которые в английском языке принято использовать без артикля.

Нулевой артикль с географическими названиями

Нулевой артикль используется со следующими названиями:

1. Названия континентов (continents):

- Europe – Европа;
- Africa – Африка;
- South America – Южная Америка;
- North America – Северная Америка;
- Australia – Австралия;
- Asia – Азия.

2. Страны, названия которых представляют собой существительные в единственном числе, города (cities), села (villages), штаты (states), провинции (provinces):

- France – Франция;
- Spain – Испания;
- California – Калифорния;
- Kiev – Киев;
- London – Лондон;
- Beijing – Пекин;
- Florida – Флорида;
- Quebec – Квебек.

Здесь есть несколько исключений, к ним относятся:

- the Hague – Гаага;
- the Vatican – Ватикан;
- the Congo – Конго.

Если в названии города появляется слово city, то тут же появляется определенный артикль и предлог of:

- the city of Moscow – город Москва;
- the city of Rome – город Рим.

3. Названия отдельных островов (islands), гор (mountains), вулканов (volcanoes):

- Greenland – Гренландия;
- Java – Ява;
- Cyprus – Кипр;
- Madagascar – Мадагаскар;
- Jamaica – Ямайка;
- Vesuvius – Везувий;
- Mount Goverla – Говерла;
- Elbrus – Эльбрус;
- Kilimanjaro – Килиманджаро;

- Mount Etna – вулкан Этна;
- Mount Fuji – Фудзи, Фудзияма.

СТЕПЕНИ СРАВНЕНИЯ ПРИЛАГАТЕЛЬНЫХ И НАРЕЧИЙ

Как и в русском языке, в английском языке различают три степени сравнения прилагательных: положительную, сравнительную и превосходную. Положительная степень указывает на качество предмета и соответствует словарной форме, т.е. прилагательные в положительной степени не имеют никаких окончаний: difficult - трудный, green - зелёный. Часто, когда говорят о равной степени качества разных предметов, употребляют союз " as ... as - такой же..., как" или его отрицательный вариант "not so ... as - не такой ..., как".

This road is as long as that one. - Эта дорога такая же длинная, как та.

Если нужно указать, что один предмет обладает более выраженным признаком по сравнению с другим предметом, то употребляют прилагательное **в сравнительной степени**, которое образуется путём прибавления суффикса **"-er"** к основе прилагательного, состоящего из одного или двух слогов, например:

short - shorter короткий - короче

dark - darker тёмный - темнее

clever - cleverer умный - умнее.

Обратите внимание, что на письме конечный согласный удваивается, чтобы сохранить закрытый слог:

hot - hotter горячий - горячее

big - bigger большой - больше.

А если основа прилагательного оканчивается на букву "-y" с предшествующим согласным, то при прибавлении суффикса "-er" буква "-y" переходит в "-i":

dry - drier сухой - более сухой

easy - easier лёгкий - более лёгкий.

При сравнении разной степени качества употребляется союз "than" - чем.

This road is longer than that one. - Эта дорога длиннее, чем та.

Сравнительная степень прилагательных, состоящих из двух и более слогов, образуется при помощи слова "more - более":

useful - more useful полезный - более полезный

interesting - more interesting интересный - более интересный.

The Russian language is more difficult than the English one. – Русский язык сложнее английского.

Превосходная степень указывает на высшую степень качества предмета и образуется при помощи суффикса **"-est"**, от односложных и двусложных прилагательных или слова **"most - самый"** от некоторый двусложных и более длинных прилагательных. Причём при прибавлении суффикса "- est" сохраняются те же правила, что и для суффикса "- er". Поскольку данный предмет выделяется из всех прочих подобных ему предметов по своему качеству, то перед прилагательными в превосходной степени обычно употребляют определённый артикль "the":

large - the largest большой - самый большой

hot - the hottest горячий - самый горячий

dry - the driest сухой - самый сухой

useful - the most useful полезный - самый полезный.

It's the most difficult rule of all. – Это самое трудное правило из всех.

В английском языке существует **ряд прилагательных**, которые **образуют степени сравнения не по общим правилам**. Некоторые из них приводятся ниже в таблице.

	Положительная степень	**Сравнительная степень**	**Превосходная степень**
Исключения	good - хороший bad - плохой many/much - много	better - лучше worse - хуже more - больше	the best - самый лучший the worst - самый плохой the most - самый большой

	little - маленький	less - меньше	the least – наименьший

The Present Indefinite Tense Form. The Present Continuous Tense Form.

THE PRESENT INDEFINITE TENSE FORM

Данная видовременная форма служит для обозначения **повторяющегося** действия, происходящего в настоящем времени. Часто употребляется со словами always (всегда), usually (обычно), often (часто), sometimes (иногда).

Данная видовременная форма также иногда используется для выражения будущего времени, но, только если речь идет о чёт-то, запланированном (расписание поездов, самолетов, списки, программа и т.п.).

Например, My plane leaves at 9 a.m. – мой самолет взлетит в 9 утра. The shop closes at 22:00 – Магазин закроется в 22:00 The film begins at 9 p.m. – Фильм начнется в 9 вечера

https://englsecrets.ru/: https://englsecrets.ru/grammatika/present-forms-for-the-future.html

Утвердительная форма глагола соответствует его словарной форме во всех лицах и числах, кроме формы третьего лица ед.ч. (he, she, it), где к глаголу добавляется окончание –S. Например, I go to school every day. Или She always reads in the evenings.

Отрицательная форма глагола образуется путем постановки don't или doesn't перед смысловым глаголом без каких-либо окончаний (смысловой глагол – это глагол, который несет смысл предложения или переводится на русский язык). Например, I **don't** *read* (смысловой глагол) every day. Или He **doesn't** *go* (смысловой глагол) to school on Sundays.

В вопросительном предложении в начало предложения (сразу за вопросительным словом, если оно есть) ставится do или does, далее идет подлежащее, смысловой глагол (несущий смысл предложения) без окончаний и все остальное. Например, **Do** you always *read* (смысловой глагол) in the evening? Или When **does** he usually have (смысловой глагол) dinner?

THE PRESENT CONTINUOUS TENSE FORM

Данная форма употребляется для обозначения действия, происходящего в настоящем времени в данный момент.

Данная форма часто употребляется со словами NOW (сейчас), At THE MOMENT (в данный момент).

С помощью времени Present Continuous также можно выразить будущие планы и намерения.

He is running his first ultramarathon tomorrow. — Он бежит свой первый ультрамарафон завтра.

We are celebrating Katy's 21st birthday next weekend. — Мы празднуем 21-й день рождения Кэйти на следующих выходных.

Утвердительная форма состоит из двух слов: глагол BE в нужной форме (am, is, are) + смысловой глагол с окончанием -ING. Например, I am reading now.

Отрицательная форма образуется путем постановки частицы NOT после первой части глагола. Например, I AM NOT READING NOW.

Вопросительная форма глагола образуется путем вынесения первой части глагола в начало предложения: сразу за вопросительным словом, если оно есть. Все остальные слова остаются на своих местах. Например, What ARE you doing now? IS he going to school at the moment?

MY VISIT CARD

My name is Sergey Ivanov. I was born on the 14th of October 2003 in the village of Bagramovo in Ryazan region. I am 18 years old. When I was seven, I began my studies at the primary school and after that I attended the secondary school. I was always a good student and got

only good and excellent marks. In 2020 I left school and got a school-leaving certificate. Then I became a student of Ryazan State Agrotechnological University. I study at _____ faculty. I passed my exams in math, physics and Russian. The examinations were a success and I was admitted to the University. Now I am a first year student. I hope to pass all the exams and credit tests in time. I want to graduate from the University successfully and become an expert in agriculture.

The Past Indefinite Tense Form. Устная речь "My Native City / Village"

THE PAST INDEFINITE TENSE FORM

Данная форма служит для обозначения действия, имевшего место в прошлом. Часто употребляется со словами: yesterday (вчера), last … (прошлым…), … ago (… назад).

Утвердительная форма глагола образуется двумя способами:

А) если глагол правильный, к нему добавляется окончание – ed. Например: play – played, watch – watched;

Б) если глагол неправильный, то его прошедшее время соответствует второй форме по таблице неправильных глаголов. Например, go – went, do – did, see – saw.

Отрицательная форма глагола образуется путем постановки didn't перед смысловым глаголом без каких-либо окончаний (смысловой глагол – это глагол, который несет смысл предложения или переводится на русский язык). Например, I **didn't** *read* yesterday. Или He **didn't** *go* to school yesterday.

В вопросительном предложении в начало предложения (сразу за вопросительным словом, если оно есть) ставится did, далее идет подлежащее, смысловой глагол без окончаний (в первой форме) и все остальное. Например, **Did** you *read* yesterday? Или When **did** he have dinner?

MY NATIVE CITY

I'd like to tell you about my native town. My native town is Ryazan. It lies on the Oka River, not far from Moscow. The population of our town is more than 500 000 people.

The primary name of our city is Pereyaslavl Ryazansky. It was founded in 1095. Many years ago the town of Ryazan was situated in 60 km from Pereyaslavl near Spassk. It was a very rich town famous all over the ancient Russia.

Now our native town is very beautiful. One can't help admiring the sights of Ryazan. In the centre of Ryazan there is the Kremlin with the monuments of Old Russian architecture. It reflects the history of our town. The Kremlin makes a great impression on the visitors. The architectural ensemble of the Kremlin consists of 11 monuments of the past.

Ryazan is a town of machine industry, radio industry, chemical and electro industry.

Young people can get higher education in state institutes of our town. There are more than 70 secondary schools in Ryazan and a great number of vocational technical colleges.

Ryazan is famous for its Puppet Theatre, Drama theatre and a concert hall and a circus.

My native town is the home of many well-known people: writers, artists, composers, military leaders. We are proud of Pavlov, Michurin, Tsiolkovsky, Esenin, Polonsky, Golubkina, Novikov and many others. I like my native town very much.

The Present Perfect Tense Form. Вопросно-ответная работа. Диалогическая речь

THE PRESENT PERFECT TENSE FORM

Данная видовременная форма употребляется для обозначения действия, имевшего место в прошлом, результат которого важен в настоящем. Например, *Сергей ищет ключи. Он* ***потерял*** *их.* (Факт потери был в прошлом, результат, отсутствие ключей – в настоящем).

Утвердительная форма состоит из глагола HAVE / HAS и третьей формы смыслового глагола. HAS употребляется в случаях, когда подлежащее выражено местоимением (HE, SHE, IT) или существительным в форме третьего лица единственного числа. Третья форма глагола образуется:

а) добавлением окончания –ED, если глагол правильный (Например, *I* ***have*** *never* ***played*** *tennis*);

б) если глагол неправильный, его третью форму можно узнать в третьей колонке таблицы неправильных глаголов (Например, *I* ***have*** *already* ***done*** *it*).

Данная видовременная форма часто употребляется со словами already (уже), just (только что), ever (когда-либо), never (никогда), yet (ещё). Эти «слова-подсказки» (кроме YET) стоят сразу после первой части глагола, выраженной HAVE или HAS. Слово YET употребляется только в отрицательных предложениях и всегда стоит в самом конце предложения.

Отрицательная форма образуется путем постановки отрицательной частицы NOT после HAVE / HAS (Например, *I have NOT done it.*)

Вопросительная форма образуется вынесением HAVE или HAS в начало предложения сразу за вопросительным словом, если оно есть. Далее следует подлежащее вторая часть глагола, выраженная третьей формой и второстепенные члены предложения. (Например, What HAVE you already done?)

АНГЛИЙСКИЙ ВОПРОС. ПОРЯДОК СЛОВ В ВОПРОСИТЕЛЬНОМ ПРЕДЛОЖЕНИИ

Английское предложение имеет фиксированный порядок слов: подлежащее + сказуемое + второстепенные члены предложения. Иногда в начало предложения может выноситься обстоятельство времени. Каждое предложение обязательно имеет оба главных члена: подлежащее и сказуемое! В случае с безличными предложениями типа «Идет снег. / Темнеет» в качестве подлежащего выступает местоимение **it**. Например, It is snowing. / It is getting dark.

Английское вопросительное предложение также имеет фиксированный порядок слов: вопросительное слово (если оно есть) + вспомогательный глагол + подлежащее + сказуемое + второстепенные члены предложения.

Существует несколько типов вопросов: ***общие*** (предполагают ответ «ДА» или «НЕТ», не имеют вопросительных слов), ***специальные*** (начинаются с одного из вопросительных слов и предполагают детальный ответ), ***альтернативные*** (предлагают отвечающему возможность выбора между одним из вариантов. Например, Ты любишь яблоки или груши?) и ***вопрос-переспрос*** (утвердительное предложение, заканчивающееся переспросом «Не так ли / не правда ли?).

В качестве вопросительных слов могут выступать следующие слова: *Кто? – Who? / Что? или Кто он по профессии? или Какой? – What? / Кого? или Кому? – Whom? / Чей? – Whose? / Сколько? – How many? (с исчисляемыми объектами) или How much? (с неисчисляемыми) / Где? или Куда? - Where?/ Когда? – When? / Почему? – Why?*

Специфика вопросов к подлежащему заключается в том, что в таких вопросах не требуется вспомогательный глагол и порядок слов будет следующий: Вопросительное слово + сказуемое + второстепенные члены предложения (например, Кто сделает эту работу? – Who will do this work?)

Учащиеся часто не понимают, что такое вспомогательный глагол и какая его форма требуется в том или ином предложении. На самом деле ситуация не так уж и сложна, как это может показаться на первый взгляд. Необходимо запомнить всего несколько вещей. Чтобы употребить верную форму вспомогательного глагола в Вашем вопросе, необходимо определить сказуемое и посмотреть из скольких слов оно состоит.

1. Если сказуемое состоит из двух-трех слов (например, is reading, has played, will go, have been doing), то первое слово в форме сказуемого и является этим самым вспомогательным глаголом, который необходимо вынести в вопросе в начало предложения сразу за вопросительным словом, если таковое имеется. Обратите внимание, что второе, а иногда и третье слова являются сказуемыми в вопросительном предложении, сохраняя при этом свою форму и все имеющиеся окончания. Например, предложение «Когда ты сделаешь это?» будет выглядеть следующим образом: *When (вопр. слово) will (вспомогат. гл.) you (подлеж.) do (сказуем.) it (второст. член)?*

2. Если сказуемое состоит из одного слова, то возможно всего два варианта: это Present Simple (настоящее время) или Past Simple (прошедшее время). Если в Вашем предложении употребляется настоящее время, то в качестве вспомогательного глагола может использоваться DO (подлежащее стоит в любой форме, КРОМЕ 3 лица единственного числа/ DOES (подлежащее стоит в форме 3 лица ед.ч.). Например, *Что ты делаешь по вечерам? – What (вопр. слово) do (вспомогат. глагол) you (подлеж.) do (сказуемое) in the evenings (второст. члены предложения)?*

Если в Вашем предложении употребляется прошедшее время, то в качестве вспомогательного глагола будет употребляться DID независимо от того, в каком лице или числе представлена форма подлежащего. Например, *Когда ты прочитал эту книгу? – When (вопр. слово) did (вспом. глагол) you (подлеж.) read (сказ.) this book (второст. члены)?*

Обратите особое внимание на то, что в случаях, представленных в пункте 2 данного грамматического раздела, сказуемое теряет все окончания и употребляется в неопределенной (словарной) форме!

Тренинг

Задайте вопрос, начало которого задано по-русски:

1) We have many foreign books at home. – Сколько?
2) His grandfather died 10 years ago. – Когда?
3) I have seen her recently. – Кого?
4) He will be here in time. – Где?
5) She is always obedient. – Кто?
6) Ann saw this man last summer. – Когда?
7) I didn’t go to work for a week because I was ill. – Почему?
8) He has already had dinner. – Он уже обедал?
9) They have bought many apples. – Сколько яблок?
10) He has already gone to Spain. – Куда?

Ключ: 1) How many foreign books do you have at home? 2) When die his grandfather die? 3) Whom have you seen recently? 4) Where will he be in time? 5) Who is always obedient? 6) When did Ann see this man? 7) Why didn’t you go to work? 8) Has he already had dinner? 9) How many apples have they bought? 10) Where has he already gone?

The Future Indefinite Tense Form. Придаточные времени и условия.

THE FUTURE INDEFINITE TENSE FORM

The Future Indefinite (Simple) Tense употребляется для выражения действия, которое произойдет в будущем. Это время может выражать как однократное, так и повторяющееся в будущем действие.

Главным «маркером», указывающим на будущее время, является вспомогательный глагол will, часто сокращаемый до формы ’ll – апостроф и двойная “l” (апостроф указывает на то, что в слове пропущены буквы).

Для образования утвердительной формы будущего неопределенного времени мы ставим will перед начальной формой глагола, т.е. инфинитивом без частицы to:

I’ll travel – я буду путешествовать.

You will travel – вы будете путешествовать.

They will travel - они будут путешествовать.

Для образования отрицательной формы мы ставим отрицательную частицу not после will:

I will not travel – я не буду путешествовать.

You will not travel – вы не будете путешествовать.

They will not travel - они не будут путешествовать.

Для образования вопросительной формы мы ставим will перед подлежащим:

Will you travel? – вы будете путешествовать?

Will they travel? - они будут путешествовать?

ПРИДАТОЧНЫЕ ВРЕМЕНИ И УСЛОВИЯ.

Придаточные предложения времени отвечают на вопросы when? когда? since when? с каких пор? how long? как долго? Они соединяются с главным предложением союзами when, while, after, before, till, until, as soon as, as long as и др.

В придаточных предложениях времени будущее время не употребляется: Future Indefinite заменяется Present Indefinite, Future Continuous — Present Continuous, a Future Perfect — Present Perfect:

The manager will ring you up, when he comes. - Заведующий позвонит вам, когда он придет.

As soon as we receive your telegram, we shall instruct our Leningrad office to prepare the goods for shipment. - Как только мы получим вашу телеграмму, мы дадим указания нашей ленинградской конторе приготовить товар к отгрузке.

Придаточные предложения условия соединяются с главным предложением союзами if, provided (that), supposing (that) и др.

В придаточных предложениях условия будущее время не употребляется: Future Indefinite заменяется Present Indefinite, Future Continuous — Present Continuous, a Future Perfect — Present Perfect:

If I see him tomorrow, I’ll ask him about it.

He won’t go there unless he is invited.

We can deliver the machine in December provided (that) we receive your order within the next ten days.

Условные предложения первого типа выражают вполне реальные, осуществимые предположения. Такие условные предложения чаще всего выражают предположения, относящиеся к будущему времени.

В условных предложениях первого типа глагол в придаточном предложении (условии) употребляется в Present Indefinite, а в главном предложении (следствии) в Future Indefinite. В соответствующих русских условных предложениях будущее время употребляется как в главном, так и в придаточном предложении:

If the weather is fine tomorrow, we’ll go to the country. - Если завтра будет хорошая погода, мы поедем за город.

I’ll give you the book on condition (that) you return it next week. - Я дам вам эту книгу при условии, что вы вернете ее на следующей неделе.

He won't finish his work in time unless he works hard. - Он не окончит свою работу вовремя, если он не будет усердно работать.

Условные предложения второго типа выражают невероятные или маловероятные предположения. Они относятся к настоящему или будущему времени и соответствуют в русском языке условным предложениям с глаголом в сослагательном наклонении (т. е. с глаголом в форме прошедшего времени с частицей бы).

В условных предложениях второго типа в придаточном предложении (условии) употребляется форма Past Indefinite, а в главном предложении (следствии) — сочетание would с инфинитивом без to:

If Helen knew Comrade Petrov's address (now), she would write to him. - Если бы Елена знала адрес товарища Петрова (теперь), она бы написала ему. (Данное предположение является невероятным, так как Елена не знает адреса Петрова и поэтому не может написать ему.)

If my brother had time now, he would help them. - Если бы у моего брата было время сейчас, он бы помог им. (Это предположение также невероятно, поскольку у брата нет времени сейчас, и он поэтому не может помочь им.)

If we received the documents tomorrow, we would start loading the goods on Monday. - Если бы мы получили документы завтра, мы начали бы грузить товары в понедельник. (Говорящий считает, что получение документов маловероятно и что товар поэтому вряд ли будут грузить в понедельник.)

Глагол to be употребляется в придаточном предложении в форме were употребляется со всеми лицами единственного и множественного числа. Однако в современном языке, особенно в разговорной речи, наряду с were с 1-м и 3-м лицом единственного числа употребляется was:

If he were (was) here, he would help us. - Если бы он был здесь, он помог бы нам.

Условные предложения третьего типа выражают предположения, относящиеся к прошедшему времени и являющиеся поэтому не выполнимыми. Как и условные предложения второго типа, они соответствуют в русском языке условным предложениям с глаголом в сослагательном наклонении (т. е. с глаголом в форме прошедшего времени с частицей бы).

В условных предложениях третьего типа в придаточном предложении (условии) употребляется форма Past Perfect, а в главном предложении (следствии) сочетание would с Perfect Infinitive без to:

If I had seen him yesterday, I would have asked him about it. - Если бы я видел его вчера, я спросил бы его об этом.

He would not have caught cold if he had put on a warm coat. - Он не простудился бы, если бы надел теплое пальто.

If your instructions had been received ten days ago, the goods would have been shipped by yesterday. - Если бы ваши указания были получены десять дней тому назад, товар был бы отгружен вчера.

Если установлено, что русское условное предложение с глаголом в сослагательном наклонении относится к настоящему или будущему времени, то оно переводится на английский язык условным предложением второго типа. Если же условное предложение относится к прошедшему времени, то оно пере водится условным предложением третьего типа.

Устная речь "My Future Profession"

MY FUTURE PROFESSION IS A MECHANICAL ENGINEER

Despite the annual release of engineers from universities, it is very difficult to find a qualified and competent specialist. A mechanical engineer is not an exception.

Each organization needs experienced and competent specialists not only on paper, but also in practice. But the fact is that most mechanical engineers, who have a lot of experience on paper, actually have insufficient level of practical knowledge. The duties of a mechanical engineer include:

- Ensuring the optimal state of equipment.
- Monitoring the operation of equipment.
- Reception of equipment and its installation.
- Technical inspection and diagnostics of equipment.
- Development of equipment repair schedules.
- Control over the serviceability of parts in equipment, purchase and replacement of spare parts.
- Participation in cases that improve the operation of equipment and increase the service life.
- Writing off old equipment and commissioning a new one.
- Maintenance of documentation related to production equipment.

This is the minimum of work that a mechanical engineer must perform.

A graduate of a university or a person already working for this profession must possess a sufficient level of theoretical knowledge, know the mechanics of industrial equipment, know the norms and rules for the development of design and technical documentation, be able to work in special programs.

Модальные глаголы

MODAL VERBS

Модальные глаголы – это глаголы, которые выражают отношение человека или предмета, к чему-либо: хочу, могу, должен... Также модальные глаголы выражают значение возможности, необходимости, вероятности, желательности и т.п.

Рассмотрим самые употребительные модальные глаголы: Can, may, must, should, ought to, need. К модальным глаголам также часто относят сочетание have to, которое означает осознанную необходимость или долженствование.

Инфинитив, с которым сочетается модальный глагол, употребляется в основном без частицы to. Но есть три исключения: ought to, to be able to, have to.

Модальные глаголы отличаются от простых глаголов тем, что не имеют ряда временных форм. Так, например, модальный глагол can имеет только две временные формы: настоящего и прошедшего времени (can и could). А также модальные глаголы не имеют неличных форм: инфинитива, герундия и причастия, и не получают окончания -s в 3-м лице ед. числа.

Вопросительная и отрицательная формы модальных глаголов в Present и Past Simple образуются без вспомогательного глагола. В вопросительных предложениях модальный глагол выносится на первое место:

Can you help me to get to the center? – Вы можете мне помочь добраться до центра?

В отрицательном предложении отрицательная частица not добавляется именно к модальному глаголу:

You may not smoke here. - Здесь курить не разрешается. (Вы не можете здесь курить.)

Модальный глагол CAN

Модальный глагол **can** может переводиться, как «умею, могу» (а также «можно») и выражает физическую или умственную способность, умение выполнить определенное действие: I **can** play chess. – Я умею (могу) играть в шахматы

Как уже упоминалось ранее, **can** (Present Simple) имеет форму прошедшего времени **could** (Past Simple). Вместо остальных недостающих форм употребляется **to be able to**: You **will be able to** choose from two different options. – Вы сможете выбрать один из двух (различных) вариантов (здесь использована форма **Future Simple**).

Модальный глагол MAY

Модальный глагол **may** обозначает возможность или вероятность какого-либо действия: The answer **may** give the key to the whole problem. - Ответ (на этот вопрос) может дать ключ ко всей проблеме.

А также может использоваться в качестве просьбы-разрешения: **May** I use your dictionary? – Можно мне воспользоваться твоим словарем?

May может выражать также сомнение, неуверенность и предположение.

Модальный глагол **may** (Present Simple) имеет форму прошедшего времени **might** (Past Simple). Взамен недостающих форм используется to be allowed to: He **has been allowed** to join the group. – Ему разрешили присоединиться к группе.

Модальный глагол MUST

Модальный глагол **must** выражает необходимость, моральную обязанность и переводится как «должен, обязан, нужно». Более мягкая форма переводится как «следует что-либо сделать» и выражается модальным глаголом ***SHOULD***. Сравните: You must take care of your parents. – Ты должен заботиться о своих родителях (это твоя обязанность) / You should clean your room. – Тебе следует убрать в комнате (ты не обязан, но желательно бы это выполнить).

Must употребляется в отношении настоящего и будущего времени. В отношении прошедшего времени глагол must употребляется только в косвенной речи: She decided **she must speak** to him immediately. – Она решила, что должна поговорить с ним немедленно.

Обратите внимание, что в ответах на вопрос, содержащий глагол must, в утвердительном ответе употребляется must, в отрицательном - needn't: Must I go there? Yes, you must. No, you needn't. Нужно мне идти туда? Да, нужно. Нет, не нужно.

Must имеет только одну форму Present Simple. Для восполнения недостающих временных форм используется сочетание глагола **have c** частицей **to** (пришлось, придется) в соответствующей временной форме: I **had to** wake up early in the morning. – Мне пришлось рано проснуться утром. Сочетание **have to** также часто используется в модальной функции не как заменитель **must** в разных временных формах**,** а совершенно самостоятельно: You have to go. – Ты должен идти.

Модальный глагол OUGHT TO

Модальный глагол **ought to** выражает моральный долг, желательность действия, относящегося к настоящему и будущему, и переводится как «следовало бы, следует, должен»: You **ought to do** it at once. – Вам следует сделать это сейчас же.

Глагол **ought to** в сочетании с **Perfect Infinitive** употребляется в отношении прошедшего времени и указывает на то, что действие не было выполнено: You ought to have done it at once. - Вам следовало бы сделать это сразу же (но вы не сделали).

Модальный глагол NEED

Модальный глагол **need** выражает необходимость совершения какого-либо действия в отношении настоящего и будущего: We need to talk. – Нам надо поговорить. Глагол **needn't** в сочетании с **Perfect Infinitive** употребляется в отношении прошедшего

времени и означает, что лицу, о котором идет речь, не было необходимости совершать действие: You needn't have done it. - Вам не нужно было этого делать.

Повторение грамматики. Вопросно-ответная работа. Диалогическая речь

СПИСОК ЛУЧШИХ УЧЕБНИКОВ ПО ГРАММАТИКЕ

1. Голицынский, Ю.Б. Грамматика: Сборник упражнений. - СПб.: КАРО, 2006.
2. Каушанская, В.Л. A Grammar of the English Language. Практическая грамматика английского языка / В.Л. Каушанская, Р.Л. Ковнер, О.Н. Кожевникова, Е.В. Прокофьева // М., Айрис-пресс, 2008.
3. Качалова, К.Н. Практическая грамматика английского языка (в 2-х томах) / К.Н. Качалова, Е.Е. Израллиевич // М., Методика, 2003.
4. Кобрина, Н.А. Грамматика английского языка / Н.А. Кобрина, Е.А. Корнеева, М.И. Оссовская, К.А. Гузеева // М., Союз, 1999.
5. Левенталь, В.И. Английский язык. Просто о сложном. Практический курс. Л., Манускрипт, 1993.
6. Raymond Murphy English Grammar in Use. Cambridge University Press, 1994, 2004, 2012.

РЕЙТИНГ ЛУЧШИХ КНИГ И УЧЕБНИКОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА

1. Wilson J.J., Clare Antonia, Eales Frances, Oakes Steve Speakout. Pearson Education, 2016.

ДОСТОИНСТВА	НЕДОСТАТКИ
Многоуровневый курс, доступный с нуля. Большой формат книги А4. Логичный и структурированный материал, дополненный картинками и схемами. Подготовка к реальному языковому общению без словаря. Сопроводительный материал на аудио- и видеоносителе.	Диск DVD не всегда доходит до пользователя в рабочем виде. Мягкая обложка. Относительный, но всё же недостаток для такого объёмного и многоуровневого сборника.

2. Jan Bell, Amanda Thomas, Jacky Newbrook, Sally Newbrook Gold Series. Pearson, 2016.

ДОСТОИНСТВА	НЕДОСТАТКИ
Ёмкий пятиуровневый курс базового языка. Есть видео- и аудио сопровождение. Картинки, тестовые задания. Доступная подача теории и практики. Подходит для экзаменационной подготовки.	Неполная проработка грамматической базы, понадобятся дополнительные обучающие материалы.

3. Jolene Gear, Robert Gear Cambridge Preparation for the TOEFL Test. Cambridge University Press, 2014.

ДОСТОИНСТВА	НЕДОСТАТКИ
Углублённое изучение американского типа английского языка. Множество задач на перефразирование, обдумывание, сочинение и рассуждение. Диагностические тесты для пройденных разделов. Сопровождение аудиодиском. Полная программа для совершенствования всех видов речи. Ключи с ответами и примеры реальных экзаменационных тестов TOEFL.	Подойдёт только для учеников с начальным уровнем языковой подготовки.

4. Moor Peter, Crace Araminta, Cunningham Sarah, Jane Comyns-Carr, David Albery, Cindy Cheetham Cutting Edge. Pearson ELT, 2014.

ДОСТОИНСТВА	НЕДОСТАТКИ
Лучший базовый курс разговорного английского языка среди пособий разных стран. Проработка отдельных ситуаций. Множество интересных задач, рассказов, иллюстраций. Понятная и тщательно продуманная подача материала. 5 учебников в серии, различных уровней сложности. Акцент на идеальный британский разговорный язык.	Недостаточно практики для письма и грамматики, много теории.

5. Sam McCarter, Verity Cole IELTS Foundation. Macmillan ELT, 2014.

ДОСТОИНСТВА	НЕДОСТАТКИ
Продвинутый уровень изучения материала. Ответы к заданиям. Включает систему обучения из нескольких книг и аудиоматериалов. Внимание всем видам речи.	Нет внимания разговорной речи, акцент на экзамен и традиционный язык.

6. Raymond Murphy, Martin Hewings English Grammar in Use. Cambridge University Press, 2014.

ДОСТОИНСТВА	НЕДОСТАТКИ
Обширная грамматическая теория и практика. Книга написана профессорами Кембриджского университета (носителями языка). Учебник подходит для повторения и усвоения нового материала. Наглядное обучение, визуализация блок-схемами, картинками и тестами. Средний уровень сложности.	Отсутствие русских пояснений может стать проблемой для тех, кто только повторяет или осваивает материал.

7. Петров Д.Ю. Полигот. 16 уроков Английского языка. Начальный курс + 2 DVD "Английский язык за 16 часов" 2-е изд. испр. и доп. М., Эксмо, 2016.

ДОСТОИНСТВА	НЕДОСТАТКИ
Аудио- и видеоматериалы на 2-х дисках. Ускоренный курс – всего 16 уроков. Возможность освоения языка с нуля. Упрощённое усвоение материала благодаря лёгкой подаче.	Усвоение на начальном уровне без особого понимания языка в целом. Нет гарантии, что через 16 уроков ученик заговорит правильно и будет понят оппонентом в беседе.

8. Бонк, Н.А. Английский шаг за шагом. Полный курс (+CD) / Н.А. Бонк, И.И. Левина, И.А. Бонк // М., Эксмо, 2018.

ДОСТОИНСТВА	НЕДОСТАТКИ
Освоение базового курса английского языка до уровня B1. Лёгкая подача информации. Обучение на языке Британского варианта. Диск для аудиального восприятия информации и выполнения речевых упражнений. Структурированный материал.	Нет акцента на разговорной речи, только правильная классическая речь.

9. Chris Redman, Julie Cunningham Face2face. Cambridge University Press, 2016.

ДОСТОИНСТВА	НЕДОСТАТКИ
Акцент на разговорную речь и разбор её сложностей и нюансов. Выдача новых слов вначале каждого unit. Структурированные и иллюстрированные уроки. Аудиодиск в комплекте с книгой.	Требуются пояснения от учителя.

10. Assimil. Английский без труда сегодня. Anthony Bulger, 2005.

ДОСТОИНСТВА	НЕДОСТАТКИ
Наглядность подачи материала. Аудиоматериалы на комплектном диске. Направленность материала – устная речь. 2 фазы обучения.	Не определены.

Работа с текстами по направлению подготовки

Работа с текстами по направлению подготовки может помочь в формировании профессионального словарного запаса, повторении основ грамматики и синтаксиса, а это в свою очередь является хорошо проверенным подспорьем в совершенствовании умений иноязычного общения.

Однако, если просто читать и переводить тексты без анализа предлагаемого в них учебного материала, эффективность подобного задания сведется к минимуму. Необходимо помнить, что:

- добиться определенных успехов в изучении иностранного языка можно только при личной заинтересованности обучающегося;

- значительное количество учебного времени при освоении дисциплины отводится на самостоятельную работу.

Одним из хорошо зарекомендовавших себя заданий является составление глоссария незнакомых и важных для понимания текста слов. Работая с текстом дома, обучающиеся заполняют таблицу, содержащую английские слова, их русские эквиваленты, регламентирующую правильное прочтение транскрипцию, самостоятельные примеры применения той или иной лексической единицы.

Английское слово	Транскрипция	Русский эквивалент	Примеры предложений

Основная проблема расширения словарного запаса на иностранном языке связана с забыванием ранее увиденных или услышанных слов, а помочь с этим может регулярное повторение изучаемых лексических единиц. Читая, мы часто встречаем одни и те же слова и выражения, ненавязчиво повторяющиеся. В результате многие из них оседают в памяти обучающихся. Кроме того, читая, обучающиеся запоминают целые словосочетания, выражения и фразы. Видя, в каких ситуациях они применялись, можно научиться по аналогии использовать те же слова и фразы в реальной жизни.

Предлагаемая матрица работы с грамматическим материалом текста позволяет не только проанализировать особенности его употребления, но и попробовать себя в составлении самостоятельных высказываний с изучаемым материалом. Обучающиеся видят, как изученные правила применяются в реальной речи, а затем и сами начинают применять эти правила в собственной речи, уже не задумываясь.

Грамматическое явление	Предложение из текста, содержащее рассматриваемое явление	Русский эквивалент (перевод)	Особенности употребления рассматриваемого примера	Примеры своих предложений (2-3)

TEXTS FOR INDEPENDENT READING

Text 1. Cars with Autopilot in 2020

The term ‘autopilot’ has been used for decades within the aircraft industry, enabling pilots to reduce their cognitive load by allowing an aircraft to practically fly itself during “cruising” portions of the trip. The same is now happening as cars with autopilot are rapidly turning into autonomous vehicles, allowing drivers to let the cars drive themselves on certain portions of the trip, like freeways.

Tesla most famously branded its self-driving features as “Autopilot”, but many other car companies are now including similar self-driving and autonomous vehicle features as part of their driving assistance option packages.

Historically, most auto-manufacturers have relied on Original Equipment Manufacturers (OEMs), like Mobileye, Delphi and Bosch, etc. to provide autopilot parts and technologies for their cars, including things like navigation systems. This allows the auto manufacturers to concentrate on developing and marketing the core cars themselves while other companies focus on specialized parts and technology.

Many car manufacturers are developing their own technology as they feel it’s critical as a future differentiator. Tesla is most famous in this regard, having created a sophisticated Autopilot system using a neural network based on cameras. Toyota, Honda and Subaru have also created their own systems.

While there are many ‘autopilot’-like systems available from car manufacturers today, they are generally a combination of Adaptive Cruise Control (ACC) and Lane Keeping Assist (LKA).

Top Cars with AutoPilot features for 2020:

Tesla Model 3, S and X
Cadillac CT6
Kia Telluride / Hyundai Palisade, Sonata
Audi A6 / A8
BMW X5 and 3 Series
Mercedes Benz E-Class and S-Class
Nissan Leaf / Rogue
Infiniti QX50
Volvo XC90 / XC60 / XC40/

Text 2. Emission Controls

By-products of the operation of the gasoline engine include carbon monoxide, oxides of nitrogen, and hydrocarbons (unburned fuel compounds), each of which is a pollutant. To control the air pollution resulting from these emissions, governments establish quality standards and perform inspections to ensure that standards are met. Standards have become progressively more stringent, and the equipment necessary to meet them has become more complex.

Various engine modifications that alter emission characteristics have been successfully introduced. These include adjusted air-fuel ratios, lowered compression ratios, retarded spark timing, reduced combustion chamber surface-to-volume ratios, and closer production tolerances. To improve drivability (“responsiveness”) of some arrangements, preheated air from a heat exchanger on the exhaust manifold is ducted to the air cleaner.

The undesired evaporation of gasoline hydrocarbons into the air has been controlled by sealing the fuel tank and venting the tank through a liquid-vapour separator into a canister

containing activated charcoal. During engine operation these vapours are desorbed and burned in the engine.

Among emission-control devices developed in the 1970s were catalytic converters (devices to promote combustion of hydrocarbons in the exhaust), exhaust-gas-recirculation systems, manifold reactors, fuel injection, and unitized ignition elements.

A catalytic converter consists of an insulated chamber containing a porous bed, or substrate, coated with catalytic material through which hot exhaust gas must pass before being discharged into the air. The catalyst is one of a variety of metal oxides, usually platinum or palladium, which are heated by exhaust gas to about 500° C. At this temperature unburned hydrocarbons and carbon monoxide are further oxidized, while oxides of nitrogen are chemically reduced in a second chamber with a different catalyst. Problems with catalysts involve their intolerance for leaded fuels and the need to prevent overheating.

Exhaust-gas recirculation is a technique to control oxides of nitrogen, which are formed by the chemical reaction of nitrogen and oxygen at high temperatures during combustion. Either reducing the concentrations of these elements or lowering peak cycle temperatures will reduce the amount of nitrogen oxides produced. To achieve this, exhaust gas is piped from the exhaust manifold to the intake manifold. This dilutes the incoming fuel-air mixture and effectively lowers combustion temperature. The amount of recirculation is a function of throttle position but averages about 2 percent.

Manifold reactors are enlarged and insulated exhaust manifolds into which air is injected and in which exhaust gas continues to burn. The effectiveness of such units depends on the amount of heat generated and the length of time the gas is within the manifold. Stainless steel and ceramic materials are used to provide durability at high operating temperatures (approaching 1,300° C.

Fuel injection, as a replacement for carburetion, is almost universally employed to reduce exhaust emissions. The precise metering of fuel for each cylinder provides a means of ensuring that the chemically correct air-to-fuel ratio is being burned in the engine. This eliminates cylinder-to-cylinder variations and the tendency of cylinders that are most remote from the carburetor to receive less fuel than is desired. A variety of metering and control systems are commercially available. Timed injection, in which a small quantity of gasoline is squirted into each cylinder or intake-valve port during the intake stroke of the piston, is employed on a number of cars.

In several timed-injection systems, individual pumps at each intake valve are regulated (timed) by a microprocessor that monitors intake vacuum, engine temperature, ambient-air temperature, and throttle position and adjusts the time and duration of injection accordingly.

In the early 21st century motor vehicles were being driven more than 2.7 trillion miles per year in the United States. This is a growth of more than 170 percent in 30 years.

Text 3. Electric and Hybrid Vehicles

Modern electric cars and trucks have been manufactured in small numbers in Europe, Japan, and the United States since the 1980s. However, electric propulsion is only possible for relatively short-range vehicles, using power from batteries or fuel cells. In a typical system, a group of lead-acid batteries connected in a series powers electric alternating-current (AC) induction motors to propel the vehicle. When nickel–metal hydride batteries are substituted, the driving range is doubled. A solid-state rectifier, or power inverter, changes the direct current (DC) supplied by the battery pack to an AC output that is controlled by the driver using an accelerator pedal to vary the output voltage. Because of the torque characteristics of electric motors, conventional gear-type transmissions are not needed in most designs. Weight and drag reduction, as well as regenerative systems to recover energy that would otherwise be lost, are important considerations in extending battery life. Batteries may be recharged in six hours from a domestic electrical outlet.

Conventional storage-battery systems do not have high power-to-weight ratios for acceleration or energy-to-weight ratios for driving range to match gasoline-powered general-purpose vehicles. Special-purpose applications, however, may be practical because of the excellent low-emission characteristics of the system. Such systems have been used to power vehicles on the Moon and in specialized small vehicles driven within factories.

Several hybrid vehicles are now being produced. They combine an efficient gasoline engine with a lightweight, high-output electric motor that produces extra power when needed. During normal driving, the motor becomes a generator to recharge the battery pack. This eliminates the need to plug the car into an electrical outlet for recharging. The primary advantage of hybrids is that the system permits downsizing the engine and always operating in its optimum efficiency range through the use of advanced electronic engine and transmission controls.

Text 4. Experimental Systems

The U.S. automotive industry spends $18 billion or more on research and development of future products in a typical year – the most spent by any industry in the United States. Increasing pressure from various governments is requiring manufacturers to develop very low- and zero-emission vehicles. Authorities in California estimate that motor vehicles produce 40 percent of the greenhouse gases that they consider to be responsible for climate change. To meet this challenge, manufacturers are working on a timetable to produce more efficient vehicle designs.

Expansion of the total potential automotive market in the future and concern for the environment may be expected to change cars of the future. Special-purpose vehicles designed for specific urban or rural functions, with appropriate power systems for each type of use, may be needed. Possibilities include solar, steam, gas turbine, new hybrid combinations, and other power sources.

Steam power plants have been reexamined in the light of modern technology and new materials. The continuous-combustion process used to heat the steam generator offers potentially improved emission characteristics.

Gas turbines have been tested extensively and have good torque characteristics, operate on a wide variety of fuels, have high power-to-weight ratios, meet emission standards, and offer quiet operation. Some studies have shown that the advantages of the system are best realized in heavy-duty vehicles operating on long, nearly constant speed runs. Efficiencies and operating characteristics can be improved by increasing operating temperatures. This may become commercially feasible utilizing ceramic materials that are cost-effective. Successful designs require regenerative systems to recover energy from hot exhaust gas and transfer it to incoming air. This improves fuel economy, reduces exhaust temperatures to safer levels, and eliminates the need for a muffler in some designs.

A number of other designs have been studied involving variations of engine combustion cycles such as turbocharged gasoline and diesel (two- and four-stroke) designs. Rotary engines have been produced in Germany and Japan, but they have been discontinued, except in the Mazda RX-8, because of exhaust emission control complexity. Variable valve timing can optimize performance and economy and provide a more constant engine torque output at different engine speeds. By delaying the opening of the engine exhaust valve, exhaust gas is effectively recirculated to reduce tailpipe emissions. Electro-hydraulic valves that totally replace the complexity of camshaft designs, or idlers that may be moved to change the geometry of the camshaft timing chain and retard valve opening, may be used for this purpose.

Solar-powered electric demonstration vehicles have been built by universities and manufacturers. Solar collector areas have proved to be too large for conventional cars, however. Development continues on solar cell design.

Microprocessors have become increasingly important in improving fuel economy and reducing undesirable exhaust emissions for all vehicle types. Research to develop so-called intelligent vehicles that can assist the driver and even operate without driver intervention, at least on special roads, has made some progress. These developments have been made possible by highly reliable solid-state digital computers and similarly reliable electronic sensors. The automobile industry has worked with governmental bodies to link vehicles to their environments using advanced telecommunication signals, electronic systems, and digital computers, both within the vehicle and aboard satellites and in other remote locations. Applications may be divided into functions for basic vehicle system assistance, safety and security applications, and information and entertainment systems.

Text 5. Top 10 Advanced Car Technologies by 2020

When Henry Ford introduced the world to his Model A, it was the ultimate in technology. Wouldn't he be amazed by the rate in which automotive technology has evolved, especially in the past 20 years? Technology is available now that we wouldn't have dreamed about even 10 years ago, and what we will have by 2020 is going to be pretty incredible. Here are the top 10 advanced car technologies you can expect to see by 2020.

1) Autonomous Vehicles

By 2020, we will have vehicles that can be completely autonomous under some circumstances, such as rural interstates and no major variables, such as hazardous weather conditions. This is the next generation of cruise control, and it is going to help make driving much safer.

2) Driver Override Systems

This is similar to an autonomous vehicle, but the car won't take commands from drivers at all. For instance, if you push the gas when you should push the brake, the car will automatically brake for you. The car gets the last word in what happens.

3) Comprehensive Tracking

Hopefully this will be a voluntary thing, but you will be able to get lower insurance rates if you let your insurance company track your driving habits. If you don't drive a lot, your fees will go down.

4) Health Monitoring

Here is a feature that everyone can use, and it will be particularly good for seniors and those who have certain health issues, such as heart problems or diabetes. Steering wheel sensors will pair up with wearable devices, and the car will know if you need paramedics.

5) Flying Cars

Believe it or not, the first flying car is supposed to be sold this year! The AeroMobil 3.0 is the first flying car, from Slovakia. You can fly and land it in just any airport worldwide, and it can be driven into any gas station to be refilled. This is one technology that many of us have been waiting for, and are looking forward to trying it — if we are able to afford it.

6) Active Window Displays

This technology will be vastly improved upon, and you will have bright images right on your windshield for your heads-up display. Your navigation system will even be able to light up the next turn as you get near.

7) Solar Cars

This is already a popular technology, and it is just going to get better and better by 2020. These vehicles are powered by the energy that comes from the sun, so you can drive farther without burning fuel. Not only is this environmentally friendly, it will also help you to save money at the pumps.

8) Remote Shutdown

This is already around, but it is going to get even better as the technology improves. This feature has a huge impact, because it can stop cars that have been stolen, end police chases, etc. simply by shutting down the vehicle remotely.

9) Biometric Access

You won't have to worry about forgetting your keys again, because you will only need a fingerprint to open your vehicle doors and start it up. There is also the possibility of retina scanners.

10) Energy Storing Panels

This is another technology that allows you to store the sun's energy as reserve power for your vehicle. The body panels will be able to collect and store solar energy faster than batteries. They are made from polymer fiber and carbon resin, and actually help to lower the weight of the vehicle. Toyota is a forerunner in this technology, and expects to have these panels in product sometime after 2020.

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева»

Кафедра гуманитарных дисциплин

Методические рекомендации для практических занятий по дисциплине «Философия»

направление подготовки:
23.03.01 Технология транспортных процессов
форма обучения: очная, заочная

Рязань, 2023

Методические рекомендации для практических занятий по дисциплине «Философия» для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки направление подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

Разработчик доцент кафедры гуманитарных дисциплин_____
(должность, кафедра)

_____ _____Рублев М.С._____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «_22_» _марта__ 2023 г., протокол № 8

и. о. заведующего кафедрой гуманитарных дисциплин_____
(кафедра)

_____ _____ Чивилева И.В. _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки
23.03.01 Технология транспортных процессов

_____ О.А. Тетерина
(подпись) (Ф.И.О.)

«22» марта 2023 г.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Курс «Философия» является базовым для бакалавров и дипломированных специалистов вузов России.

В процессе изучения курса студенты должны освоить систему философских знаний, получить целостное представление о философии как духовной деятельности, направленной на рациональную постановку, научиться анализировать и решать мировоззренческие вопросы, связанные с выработкой целостного взгляда на мир и человека

Цель изучения дисциплины: развитие общей культуры, включая культуру мышления, развитие способности к личностной и предметной рефлексии, развитие навыков адекватного восприятия и понимания информации из различных источников, способности грамотно и ответственно действовать в современном социально-культурном контексте, гражданской ответственности.

Задачи изучения дисциплины:

1. уяснение студентами специфики философии и ее роли в духовной жизни общества, специфики основных исторических вех развития философской мысли;
2. освоение важнейших понятий, концептов, тропов философии;
3. ознакомление с современной интерпретацией фундаментальных вопросов философии: о сущностных свойствах бытия и сознания, о человеке и его месте в мире, о характерных формах жизнедеятельности людей (специфике «человеческого»), знании и познании и т.д.;
4. выработка навыков непредвзятой, многомерной оценки мировоззренческих и научных течений, направлений и школ, популярных идей в области «здравого смысла»;
5. формирование способности выявления экологического, планетарного аспекта изучаемых вопросов;
6. развитие умения логично формулировать, излагать и аргументированно отстаивать собственное видение рассматриваемых проблем;
7. выработка мотивации к самостоятельной работе, самообразованию и саморазвитию, принятию ответственных решений в рамках профессиональной деятельности и широкого социального взаимодействия;
8. выработка установок на толерантность, уважение к норме, закону, «заботу о бытии», социальную мобильность.

СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема 1. Философия, ее предмет и место в культуре

Вопросы для обсуждения:

1. Мировоззрение. Исторические типы мировоззрения. Особенности философского мировоззрения.
2. Философия и наука. Специфика философского знания.
3. Философия в системе духовной культуры человечества.

Тестовые задания по теме:

1. Предметом философии является…
а) всеобщее;
б) абсолют;
в) единичное;
г) карма.
2. Философия первоначально понималась как …
а) наука о человеке;
б) любовь к мудрости;
в) учение об абсолютной истине;
г) душа культуры.
3. Вопрос об отношении сознания к материи, духа к природе, мышления к бытию – основной вопрос…
а) медицины;
б) философии;
в) психологии;
г) истории.
4. Раздел философии, изучающей природу знания и познания…
а) эмпиризм;
б) гносеология;
в) онтология;
г) аксиология.
5. Раздел философии, изучающий природу ценностей…
а) онтология;
б) аксиология;
в) антропология;
г) гносеология.
6. Раздел философии, изучающий природу человека…
а) аксиология;
б) антропология;
в) онтология;
г) гносеология.
7. К методологическим функциям философии относится – функция…
а) эвристическая;
б) гуманистическая;
в) социальная;
г) культурно-воспитательная.
8. Направление в философии, согласно которому вещи существуют только потому, что люди их ощущают, называется…
а) солипсизмом;
б) материализмом;
в) дуализмом;
г) пантеизмом.
9. Установите соответствие между именем мыслителя и тем, что он считал первоначалом мира:

а) Фалес;
б) Анаксимандр;
в) Анаксимен;
г) Гераклит.

Варианты ответов:
а) воздух;
б) апейрон;
в) огонь;
г) вода.

10. Кто считает, что в основании мира лежит одно начало?
а) дуалисты;
б) монисты

11. Назовите основные направления развития философского знания.
а) онтология;
б) гносеология;
в) философия науки;
г) социальная философия;
д) этика.

12. Теоретическим ядром, сердцевиной духовной культуры человека и общества называют…
а) мифологию;
б) искусство;
в) науку;
г) философию.

13. Философская позиция предполагающая множество исходных оснований и начало бытия, называется…
а) скептицизмом;
б) плюрализмом;
в) провиденциализмом;
г) дуализмом.

14. Способность человеческой психики в процессе познания формировать идеальные модели реальности связана…
а) сознанием;
б) экспериментом;
в) интуицией;
г) восприятием.

15. «Вне природы и человека нет ничего, и высшие существа – это лишь фантастические отражения нашей собственной сущности», - заявляли…
а) дуалисты;
б) интуитивисты;
в) идеалисты;
г) материалисты.

16. Что такое методология?
а) наука о человеке;
б) теория методов исследования, стратегия приёмов исследования.

17. Что означает термин «герменевтика»?
а) искусство толкования, разъяснения и понимания текстов;
б) искусство создания текстов.

18. Мировоззренческим принципом средневековой философии является----------.

19. Понимание мира сквозь призму человеческого присутствия в нём – это реализация принципа …
а) дуализма;
б) антропоцентризма;
в) иррационализма.

20. Этика это философская дисциплина, изучающая…

а) мораль;
б) прекрасное;
в) условия построения правильных умозаключений;
г) природу.

21. Раздел философского знания, предметом которого являются общие закономерности и тенденции научного познания, называется…

22. Самоорганизация как фактор развития общественной системы, утверждается…

23. Направление научной философии, в основе которого лежит структурный метод анализа, называется…

24. Устойчивая система взглядов на объективный мир и место в нём человека, на отношение человека к окружающей действительности и самому себе называется…

25. Учение о предопределении истории и судеб людей божественной волей называется…

26. Учение о ценностях называется…

27. Философом, признающим число как первосущее был…

28. Теоретический характер анализа всеобщих связей в системе «Человек- мир» является отличительной особенностью…

а) науки;
б) мифологии;
в) философии;
г) религии.

29. Роль философии в научном познании связана с …

а) уточнение абстрактных понятий;
б) разработкой умозрительных схем;
в) утверждением альтернативного способа мировосприятия;
г) разработкой методологией познания.

30. Философская дисциплина, исследующая роль в обществе нравственности, морали, есть…

а) эргономика;
б) этика;
в) логика;
г) эстетика.

31. Какую роль в знаниевой структуре мировоззрения играет философия?

а) занимает высший уровень;
б) занимает одну и туже ступень на ряду с религией, искусством, обыденным знанием.

32. Способность человеческой психики в процессе познания формировать идеальные модели реальности связана с…

а) сознанием;
б) экспериментом;
в) интуицией;
г) восприятием.

33. «Наслаждение является высшим благом и критерием человеческого поведения» - утверждают сторонники …

а) волюнтаризма;
б) гедонизма;
в) эвдемонизма;
г) эгоизма.

34. Функция культуры по выработке и трансляции ценностей, идеалов и норм называется…

а) адаптационной;
б) познавательной;
в) коммуникативной;
г) аксиологической.

35. Какие вопросы в первую очередь отнесены к разряду философских?

а) как возник и существует мир;

б) из чего состоит мир;

в) что такое человек и какова его роль в мире;

г) какова роль бога в мире;

д) что такое прекрасное и какова его роль в мире.

36.Назовите основную идею такого философского направления как философия истории…

а) выяснение «смысла истории» - установление общих закономерностей протекания истории;

б) установление наиболее общих и функциональных факторов исторического развития;

в) установление исторических хронологических дат имён событий.

37. «Всё в истории и судьбах людей предопределено волей Бога» утверждает…

а) провиденциализм;

б) фатализм;

в) нигилизм;

г) волюнтаризм.

38.К методам эмпирического уровня познания не относятся…

а) измерение;

б) эксперимент;

в) дедукция;

г) наблюдение.

39. Функция философии, роль которой – подвергать сомнению окружающий мир и существующее знание, искать их новые черты, вскрывать противоречия, - …

а) методологическая;

б) прогностическая;

в) мировоззренческая;

г) критическая.

40. Философская позиция предполагающая множество исходных оснований и начал бытия, называется …

а) скептицизмом;

б) плюрализмом;

в) провиденциализмом;

г) дуализмом.

Тема 2. Исторические типы философии. Философские традиции и современные дискуссии.

Вопросы для обсуждения:

1. Учение древних философов о микро- и макрокосмосе. Особенности восточной философии.
2. Основные школы индийской и китайской философии.
3. Становление античной философии. Первые философы и проблема начала всех вещей.
4. Открытие человека, антропологическая революция в античной философии.
5. Метафизика и онтология, теория идей в диалогах Платона.
6. Принципы средневековой философии. Этапы её развития.
7. Основные проблемы средневековой философии.
8. Гуманизм и пантеизм в философии Возрождения.
9. Материализм и эмпиризм Ф. Бэкона. Критика «идолов» познания.
10. Рационализм Р. Декарта. Уычение о методе.
11. Социально-политическая мысль Нового времени. Учение Т. Гоббса и Д. Локка.
12. Особенности классической нмецкой философии.
13. Основные принципы построения и противоречия философской системы Г. Гегеля.
14. Антропологический материализм Л. Фейербаха.
15. Проблема отчуждения в философии К. Маркса.

16. Материалистическое понимание общества К. Маркса.
17.Основные принципы позитивизма.
18. Исторические формы позитивизма.
19. Постпозитивизм и философия науки (К. Поппер,, Т.С. Кун, И Лакатос)

Темы докладов:

Россия-запад как проблема философии. Славянофильство и западничество.
Философия В.С. Соловьева. Всеединство как принцип метафизики.
Русский космизм как философское, этическое и научное явление.

Тестовые задания по теме:

1. Философии Древнего Востока и Античности человек мыслился как …
   а) микрокосм;
   б) образ и подобие Бога;
   в) творец культуры;
   г) мыслящее Я.
2. Центральным мировоззренческим принципом античной философии является…
   а) космоцентризм;
   б) теоцентризм;
   в) антропоцентризм;
   г) культуроцентризм.
3. Философское учение отожествляющее Бога и мир, называется …
   а) пантеизмом;
   б) креационизмом;
   в) деизмом;
   г) атеизмом.
4. Центральной проблемой в философии Нового времени является…
   а) разработка научного метода;
   б) вопрос о соотношении веры и разума;
   в) доказательство отсутствия центра во Вселенной;
   г) диалектика абсолютной и относительной истины.
5. Характерной чертой немецкой классической философии является …
   а) антропосоциоцентризм;
   б) иррационализм;
   в) материализм;
   г) теоцентризм;
6. Создателем первой философской системы в истории русской философии является …
   а) В.С. Соловьёв;
   б) М.В. Ломоносов;
   в) А.И.Герцен;
   г) А.Ф.Лосев.

7. К представителям философского неореализма относится…
   а) Б.Рассел;
   б) А.Шопенгауэр;
   в) Э. Гуссерль;
   г) К.Юнг.

8. Кто из нижеперечисленных философов был создателем, систематизатором диалектики как метода?
   а) И.Кант;
   б) Л.Фейербах;
   в) Гегель;
   г) Ф.Шеллинг.

9.В какой из своих «Критик…» И. Кант разрабатывал этические проблемы?

а) в «Критике чистого разума»;

б) в «Критике практического разума».

10. Основным методом научного познания Ф.Бекон считал…

11. С позиции диалектического материализма, основным критерием истины является…

12. С точки зрения сенсуализма основой знания являются…

13. Учение Дэкарта о субстанции имеет характер…

14. Философом, рассматривающим понятие «ноосферы», является…

15. Философская система К. Маркса основана на принципах…

16. В суждении «Разум, логическое мышление – главный источник знаний», выражена точка зрения…

а) гедонизма;

б) эмпиризма;

в) рационализма;

г) детерминизма.

17. Соотнесите понимание субстанции и философа, реализовавшего его в своей философии:

а) монизм;

б) дуализм;

в) плюрализм.

Варианты ответов:

1. Г. Лейбниц;

2. Б. Спиноза;

3. Р. Декарт.

18. Автор работы «Государственность и анархия» - …

а) В.И.Ленин;

б) А.И.Герцен;

в) В.С.Соловьёв;

г) М.А.Бакунин.

19. Материализм ХУП-века носил – характер.

20. Основная философская идея русского космизма состоит в …

а) достижение всеединства;

б) тесной связи человека и космоса;

в) непротивлении злу силою.

21. Автором идеи «непротивление злу насилием» в русской философии Х1Х- начала ХХ веков является…

а) Ф. Достоевский;

б) К. Циолковский;

в) Л. Толстой;

г) Н. Лосский.

22. Какова основная идея феноменологической философии Э.Гуссерля?

а) построение строгой науки о сознании;

б) построение строгой науки о б обществе.

23. Установите соответствие между понятием и его определением:

1.Проблема;

2.Заблуждение;

3.Ложь.

Тема 3. Учение о бытии

Вопросы для обсуждения:

1. Бытие и разум: рационалистические и иррационалистические трактовки бытия.
2. Определение материи в истории философии. Мировоззренческий смысл категории «материя».
3. Пространство и время как формообразующие характеристики материи.

Тема 4. Учение о познании

Вопросы для обсуждения:

1. Диалектика как мировоззренческая ориентация в мире.
2. Проблема развития в философии и в науке. Диалектика как теория развития.
3. Диалектика как логика и теория познания.
4. Познание как предмет философского анализа. Субъект, объект познания.

Темы докладов:

Мышление и язык.

Наука как знание, деятельность и социальный институт. Наука и вненаучное знание.

Тема 5. Учение об обществе (Социальная философия и философия истории)

Вопросы для обсуждения:

1. Общество как целостная система. Специфика общественных отношений.
2. Культура как предмет философского познания. Социальные функции культуры.
3. Философия истории и самосознание общества. Модели общественного развития в философской традиции.

Тема 6. Учение о человеке

Вопросы для обсуждения:

1. Проблема антропосоциогенеза. Биологическое и социальное в человеке.
2. Индивид и личность. Личность как социокультурная перспектива человека.
3. Свобода и творчество как формы личностного бытия.

Тестовые задания по теме:

1. Структурными элементами материально-производственной сферы является (- ются) …
   а) производительные силы и производственные отношения;
   б) индивидуальное и общественное сознание;
   в) страты и классы;
   г) политические партии и профсоюзы.
2. Автором понятия «сверхиндустриальная цивилизация», обозначающего современное общество, является …
   а) О.Тоффлер;
   б) Н.Маклюэн;
   в) З.Бжезинский;
   г) Д. Белл.
3. Процесс вытеснения старой дисциплинарной матрицы новой парадигмой называется …
   а) научной революцией;
   б) демаркацией;
   в) верификацией;
   г) пролиферацией
4. К противоречивости глобального процесса относится…
   а) усиление дифференциации в развитии стран «Севера» и «Юга»;
   б) оптимальное разделение труда в масштабах планеты;

в) создание новых рабочих мест;

г) более высокий уровень жизни.

5. Сторонником теории согласно которой современное общество становится технотронным является…

а) З.Бжезинский;

б) К. Ясперс;

в) В.И.Вернадский;

г) П.А.Сорокин.

Тема 7. Учение о ценности

Вопросы для обсуждения:

1. Знания и ценности. Ценностно-мировоззренческая ориентация как поведенческая стратегия человека.

2. Мораль, искусство, религия как формы культуры и способы самопознания и саморегуляции человека.

Тема 8. Научно-технический прогресс, глобальные проблемы современности и будущее человечества

Вопросы для обсуждения:

1. Философия и наука.
2. Проблема обоснования научного знания.
3. Этика науки.
4. Глобальные проблемы и ценностно-мировоззренческая ориентация современности.
5. Постиндустриальное общество: его идеалы и тенденции развития.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Важную роль в изучении философии играют практические занятия. На них студенты имеют возможность не только проверить свое знание предмета в рамках поставленных вопросов, но и углубить понимание категорий, принципов и законов философии.

На практических занятиях студенты обсуждают сообщения, доклады, подготовленные ими по результатам учебных или научных исследований под руководством преподавателя.

Практические занятия позволяют студентам выработать умение вести дискуссии, обосновывать свою позицию, способствуют определению у них мировоззренческой позиции. Но это достижимо только при условии достаточной предварительной самостоятельной подготовки.

При подготовке к практическому занятию необходимо изучить рекомендуемую литературу по теме, подготовить тезисы выступлений по вопросам занятия или составить конспект и быть готовым к обсуждению этих вопросов.

Критерии оценки устного ответа:

Оценка «отлично»	ставится, если обучающийся -показывает полное знание и понимание программного материала; - умеет составить полный и правильный ответ на основе изученного материала; выделять главные положения, самостоятельно подтверждать ответ конкретными примерами, фактами; - самостоятельно и аргументировано делать анализ, выводы; - последовательно, чётко, связно, обоснованно и безошибочно излагает материал.
Оценка «хорошо»	ставится, если обучающийся - показывает знания изученного материала; -даёт полный и правильный ответ; допускает незначительные ошибки и недочёты при воспроизведении изученного материала, небольшие неточности при использовании терминов или в выводах и обобщениях; - материал излагает в определенной логической последовательности, при этом допускает одну негрубую ошибку или не более двух недочетов и может их исправить самостоятельно при требовании или при небольшой помощи преподавателя; - в основном усвоил учебный материал; подтверждает ответ конкретными примерами; правильно отвечает на дополнительные вопросы; - умеет самостоятельно выделять главные положения в изученном материале; на основании фактов и примеров обобщать, делать выводы, устанавливать внутрипредметные связи.
Оценка «удовлетворительно»	ставится, если обучающийся - усвоил основное содержание учебного материала, имеет пробелы в усвоении материала, не препятствующие дальнейшему усвоению; - материал излагает несистематизированно, фрагментарно, не всегда последовательно; - выводы и обобщения аргументирует слабо, допускает в них ошибки; - допускает ошибки и неточности в использовании терминологии, определения даёт недостаточно четкие; - отвечает неполно на вопросы (упуская основное), или воспроизводит содержание текста учебника, но недостаточно понимает отдельные положения, имеющие важное значение в этом

	тексте.
Оценка «неудовлетворительно»	ставится, если обучающийся - не усвоил и не раскрыл основное содержание материала; - не делает выводов и обобщений. - не знает и не понимает значительную или основную часть учебного материала в пределах поставленных вопросов или имеет слабо сформированные и неполные знания и не умеет применять их к решению конкретных вопросов ; - при ответе допускает более двух грубых ошибок, которые не может исправить даже при помощи преподавателя.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ ДОКЛАДОВ

Доклад – публичное сообщение, представляющее собой развернутое изложение на определенную тему.

Подготовка доклада и выступление способствуют формированию навыков исследовательской работы, расширяет познавательные интересы, приучает критически мыслить.

Основными задачами подготовки сообщения являются:

- выработка умений излагать содержание материала в короткое время;
- выработка умений ориентироваться в материале и отвечать на вопросы;
- выработка умений самостоятельно обобщать и представлять материал, делать выводы.

Сообщение должно состоять из трех частей: вступление, основная часть и заключение.

Вступление должно содержать: название, изложение основной мысли.

Основная часть должна раскрывать суть затронутой темы. Задача основной части - представить обзор рассматриваемой темы.

Заключение должно содержать краткие выводы.

Время изложения – 7-10 мин.

Сообщение оценивается по 5-балльной системе.

Критерии оценки сообщения:

– постановка темы, её актуальность научная и практическая значимость, оригинальность;

– качество изложения доклада (свободное владение материалом, научной терминологией; понимание содержания и значимости выводов и результатов исследования, наглядность, последовательность и четкость изложения);

– содержание сообщения (относительный уровень сложности, научность, обзорность, обобщение, связность, логичность и грамотность выступления);

– риторические способности.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

Крюков, В. В. Философия : учебник для вузов / В. В. Крюков. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 182 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06271-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/453394

Дополнительная литература

1. Крюков, В. В. Философия : учебник для вузов / В. В. Крюков. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 182 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06271-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/453394

2. Яцевич, М. Ю. Философия : учебное пособие / М. Ю. Яцевич. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2019. — 100 с. — ISBN 978-5-00137-072-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/122226

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

ЭБС «Лань» - Режим доступа: http://e.lanbook.com
ЭБС «Руконт» - Режим доступа: http://www.rucont.ru
Электронная библиотека РГАТУ – Режим доступа: http://bibl.rgatu.ru/web

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

Автодорожный факультет

Кафедра «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»

Методические указания
по оформлению лабораторно-практических работ
по дисциплине

Безопасность жизнедеятельности

для студентов очной и заочной форм обучения
по направлению подготовки
23.03.01 Технология транспортных процессов

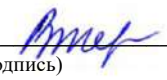
Рязань, 2024

Составитель:

Терентьев В.В., доцент кафедры «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности « 20 » марта 2024 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»



(подпись) Терентьев В.В. (Ф.И.О.)

РАБОТА N 1
ИНСТРУКТАЖ И ОБУЧЕНИЕ БЕЗОПАСНЫМ МЕТОДАМ РАБОТЫ

Исходные материалы

1.Название предприятия_____
2. Данные рабочего:
Фамилия, имя, отчество _____
Год рождения_____Профессия_____
Дата поступления на работу _____
Производственный участок _____

Задание

1.Изучить нормативные документы.

2.Разработать содержание инструкций для проведения инструктажей по охране труда: вводного и на рабочем месте.

3. Оформить в соответствующих документах проведение всех видов инструктажей по охране труда с момента поступления работника на работу до настоящего времени.

4. Разработать программу обучения по охране труда работника и оформить соответствующие документы.

ОТЧЕТ О РАБОТЕ

СОГЛАСОВАНО
Постановление профсоюзного комитета, протокол № _____
от "____" _____ 201 ___ г.

УТВЕРЖДАЮ
_____
должность, фамилия, инициалы
подпись_____
"____"_____201_____г.

Инструкция вводного инструктажа

_____N_____
название предприятия

Общие сведения о предприятии (размер, направление, особенности производства)
1. _____
_____
_____
_____
2._____
_____
_____
_____

Законодательство по охране труда (режим труда и отдыха, льготы и компенсации, правила внутреннего трудового распорядка, структура службы охраны труда, контрольные органы)
3. _____
_____
_____
_____
_____

Правила поведения на предприятии (основные объекты и их расположение, поведение на территории, в производственных и вспомогательных помещениях).
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Опасные и вредные производственные факторы (название и места их возникновения, действие на организм, средства коллективной защиты, знаки безопасности, сигнализация).

Требования производственной санитарии и личной гигиены.

Средства индивидуальной защиты (порядок выдачи и сдачи, сроки, нормы).

Анализ характерных несчастных случаев (аварий, пожаров).

Порядок расследований несчастных случаев и профзаболеваний.

Пожарная безопасность (причины, профилактика, сигнализация, действия персонала по ликвидации возгорания).

Первая помощь пострадавшим (действия работника при несчастном случае).

Подписи: Разработчик _____
должность, подпись, фамилия, инициалы

Должностные лица _____
должность, подпись, фамилия, инициалы

2. **Личная карточка прохождения вводного инструктажа по охране труда.**

Фамилия _____ Имя _____ Отчество _____
Год рождения _____Профессия _____
Участок работы _____
(отделение, ферма, бригада и т.д.)
Дата поступления на работу _____
Вводный инструктаж провел _____
фамилия, инициалы, подпись, должность

"____"_____201____г.
_____
подпись инструктируемого
"____"_____ 201 ____г.

3. **Журнал регистрации вводного инструктажа по охране труда**

Дата	Фамилия, имя, отчество инструктируемого	Год рождения	Профессия, должность инструктируемого	Наименование производсвенного подра деления, в которое направляется инструктруемый	Номер инструкции	Фамилия, инициалы, должность инструктирующего	Подпись	
							инструктирующего	Инструктируемого

4.

СОГЛАСОВАНО
Постановление профсоюзного комитета
№ ___ от "___" _____ 201 __ г.

УТВЕРЖДАЮ
_____
должность, фамилия, инициалы
подпись _____
"____" _____201__г.

Инструкция по охране труда на рабочем месте

_____ N _____
название профессии

- Общие требования безопасности (сведения о технологическом процессе; требования к работнику, его возрасту, полу, уровню подготовки; опасные зоны оборудования и средства безопасности; средства индивидуальной защиты и правила пользования ими).

1. _____
_____
_____
2. _____
_____
_____
3. _____
_____
_____

- Требования безопасности перед началом работы (порядок подготовки и проверки рабочего места, оборудования, средств индивидуальной защиты, инструмента, вентиляции, средств личной гигиены и т.д.).

4. _____
_____
_____
_____
_____

- Требование безопасности во время работы (правила безопасного обращения с оборудованием, сырьем, животными, безопасные приемы работы, безопасное содержание рабочего места, возможные отклонения от нормального технологического процесса и методы их устранения).

_____
_____
_____
_____
_____

- Требования безопасности в чрезвычайных (аварийных) ситуациях (действия при возникновении аварийной ситуации: отключение энерго- и водоснабжения, поломка механизмов, возгорание, несчастный случай, заболевание, появление ядовитых веществ и т.д.).

_____
_____
_____
_____
_____

- Требования безопасности по окончании работы (порядок безопасного отключения и остановки оборудования, его очистки и смазки; уход за средствами индивидуальной защиты; правила личной гигиены и перемещения по цеху; извещение администрации о замечаниях по работе).

_____
_____
_____
_____
_____
_____

Подписи: Разработчик _____
должность, подпись, фамилия, инициалы

Должностные лица_____
должность, подпись, фамилия, инициалы

_____
должность, подпись, фамилия, инициалы

6. **Программа обучения по охране труда**

Название раздела курса “Охрана труда”	Вопросы, требующие изучения	Количество учебных часов

5. Журнал регистрации инструктажа по охране труда на рабочем месте

Дата	Фамилия, имя, отчество инструкти-руемого	Год рожде-ния	Профессия, должность инструкти-руемого	Вид инструктажа (первичный, повторный, внеплановый)	Номер инструк-ции	Причина проведения внеплано-вого инст-руктажа	Фамилия, инициалы, должность инструкти-рующего	Подпись		Стажировка на рабочем месте		
								инструк-тирую-щего	инструк-тируе-мого	Количе-ство дней (с... по...)	Стажиров-ку прошел (подпись рабочего)	Знание проверил, допуск к работе произвел (подпись, дата)

7. **Журнал регистрации обучения по охране труда**

_____

название профессии, фамилия и инициалы работника

Дата	Наименование темы	Кол-во часов	Ф.И.О. преподавателя, должность	Подпись	Примечание
1	2	3	4	5	6

Заключение

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Работу сдал _____

дата, фамилия, инициалы студента

Работу принял _____

дата, подпись преподавателя

УТВЕРЖДЕНО:
ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ПРОФСОЮЗА
ОРГАНИЗАЦИИ
«____»_____ 2015 г.

УТВЕРЖДАЮ
РУКОВОДИТЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ

«____»_____2015 г

ИНСТРУКЦИЯ №
ПО ОХРАНЕ ТРУДА ДЛЯ КЛАДОВЩИКА

1. Общие требования безопасности

1.1. К самостоятельной работе в качестве кладовщика допускаются лица, прошедшие:

- вводный инструктаж;
- инструктаж по пожарной безопасности;
- специальный инструктаж в ЦГСЭН;
- первичный инструктаж на рабочем месте;
- обучение безопасным методам и приемам труда не менее чем по 10 часовой программе (для работ, к которым предъявляются повышенные требования безопасности - 20 часовой программе);
- инструктаж по электробезопасности на рабочем месте и проверку усвоения его содержания. Для выполнения обязанностей кладовщика склада продукции могут быть приняты лица, не имеющие медицинских противопоказаний.

1.2. Кладовщик должен проходить:

- повторный инструктаж по безопасности труда на рабочем месте не реже, чем через каждые три месяца;

1.3. Кладовщик обязан:

- соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, установленные на предприятии;
- соблюдать требования настоящей инструкции, инструкции о мерах пожарной безопасности, инструкции по электробезопасности;
- соблюдать требования к эксплуатации оборудования;
- использовать по назначению и бережно относиться к выданным средствам индивидуальной защиты;
- соблюдать санитарные правила при хранении и отпуске продуктов питания;
- проходить периодический медицинский осмотр.

1.4. Кладовщик должен:

- уметь оказывать первую (доврачебную) помощь пострадавшему при несчастном случае;
- знать местоположение средств оказания доврачебной помощи, первичных средств пожаротушения, главных и запасных выходов, путей эвакуации в случае аварии или пожара;
- во время работы быть внимательным, не отвлекаться и не отвлекать других, не допускать на рабочее место лиц, не имеющих отношения к работе;
- содержать рабочее место в чистоте и порядке.

1.5. Кладовщик должен знать и соблюдать правила личной гигиены. Принимать пищу, курить, отдыхать только в специально отведенных для этого помещениях и местах. Пить воду только из специально предназначенных для этого установок.

1.6. Основными опасными и вредными производственными факторами при определенных обстоятельствах могут быть:

- транспортные средства,
- неисправные дороги, разгрузочные площадки, помосты, стеллажи, лестницы, погрузочные механизмы,
- грузы,
- взрывоопасные, токсичные, горючие вещества.

1.7. Кладовщик обязан знать, что:

грузы по весу разделяют на 3 категории:

1 категория - штучные до 80 кг. и сыпучие,

2 категория - от 80 до 500 кг,
3категория - свыше 500 кг.

2. Требования безопасности перед началом работы

2.1. Надеть положенную спецодежду.
2.2. Убедиться в том, что помещение склада достаточно освещено, что полы и покрытия чисты, не имеют выбоин, проходы и проезды не загромождены посторонними предметами.
2.3. Проверить переносные помосты и стационарные стеллажи. Путем внешнего осмотра убедиться в их исправности, устойчивости и прочности.
2.4. Проверить исправность переносных лестниц и лестниц-стремянок.
2.5. Проверить наличие на лестницах приспособления для предотвращения скольжения (металлические башмаки, резиновые подпятники и т.п.), а также достаточно ли прочно ступени лестниц заделаны в продольные брусья.
2.6. Проверить наличие на лестницах металлических стяжек (их должно быть не менее двух).
2.7. Проверить на раздвижных лестницах-стремянках наличие и исправность устройств, исключающих возможность самопроизвольной раздвижки.
2.8. Проверить наличие урн для сбора мусора и специальных металлических ящиков для использованного обтирочного материала.
2.9. Проверить наличие и исправность противопожарных средств.
2.10. При обнаружении каких-либо недостатков принять меры к их устранению.

3. Требования безопасности во время работы

3.1. Складирование продукции производить по возможности механизированным способом при помощи подъемно-транспортного оборудования и средств малой механизации, соблюдая требования безопасности, изложенные в соответствующих инструкциях по охране труда.
3.2. Перед размещением продукции на стеллажах необходимо убедиться в достаточной прочности стеллажей.
3.3. Необходимо следить, чтобы масса размещаемых на стеллаже грузов не превышала допустимую нагрузку на стеллажи.
3.4. Размещать продукты на стеллажах равномерно, не навалом, на достаточном расстоянии от края
3.5. При укладке или снятии продукции с верхних полок необходимо пользоваться лестницами-стремянками.
3.6. Не захламлять проходы в складе.
3.7. При распаковке, упаковке и укладке ящиков с продукцией пользоваться исправными гвоздодером, молотком , клещами, не разбрасывать гвозди и доски с гвоздями.

4. Требования безопасности в аварийных ситуациях

4.1. При аварийной ситуации приостановить отпуск продукции, выйти из опасной зоны, при необходимости вывести людей, находящихся рядом.
4.2. При возникновении пожара немедленно вызвать пожарную охрану по телефону 01, удалить в безопасное место людей и по возможности горючие вещества, приступить к тушению огня имеющимися первичными средствами пожаротушения. О пожаре поставить в известность руководство.
4.3. Оказать доврачебную помощь пострадавшим при получении травмы и вызвать скорую медицинскую помощь или отправить пострадавшего в медпункт, поставить в известность руководителя.

5. Требования безопасности по окончании работы

5.1. Привести в порядок рабочее место.
5.2. Места производства работ должны быть подвергнуты тщательной очистке, мойке.
5.3. Снять и убрать в отведенное для этого место спецодежду и другие средства защиты.
5.4. Вымыть лицо и руки, по возможности принять душ.
5.5. Предупредить сменщика о замеченных и не устраненных во время работы недостатках.

РАБОТА N 2
РАССЛЕДОВАНИЕ И УЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ

Исходные материалы

1.Биографические данные рабочего и его подготовка по охране труда (берутся из предыдущей работы).

2.Данные о несчастном случае:

2.1. Дата несчастного случая _____

2.2. Время происшествия в часах _____ и на каком часе после начала рабочей смены _____

2.3. Место (участок), на котором произошел несчастный случай _____

_____

2.4. Описание характера происшествия _____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Задание

1. Изучить нормативные документы о расследовании и учете несчастных случаев.
2. Составить перечень рабочих операций должностных лиц после несчастного случая применительно к исходным материалам настоящей работы.
3. Перечислить все документы, которые составляются и привлекаются при расследовании указанного в исходных материалах несчастного случая.
4. Составить акт о несчастном случае по форме Н-1.
5. Заполнить журнал регистрации несчастных случаев на производстве.

ОТЧЕТ О РАБОТЕ

1. **Перечень последовательных действий всех категорий работников после несчастного случая**

Название мероприятий	Технология выполнения мероприятий	Исполнители
1	2	3

1	2	3

2. **Документация по расследованию несчастного случая**

Название документов	Оформители	Дата, время, срок, момент	Ответственный за подготовку документов

Форма Н-1

УТВЕРЖДАЮ

_____
(подпись, Ф.И.О. работодателя)

"___" _____
(дата)

Печать предприятия

Один экземпляр направляется пострадавшему или его доверенному лицу

А К Т № _____

о несчастном случае на производстве

1. Дата и время несчастного случая _____
(число, месяц, год и время происшествия несчастного случая,
_____
количество полных часов от начала работы)

2. Организация, где произошел несчастный случай _____
_____
(наименование и адрес, отрасль)

Наименование цеха, участка _____

3. Комиссия, проводившая расследование _____
_____
_____
_____
(Ф.И.О., должности и место работы членов комиссии)

4. Организация, направившая работника _____
_____
(наименование, адрес)

5. Сведения о пострадавшем:

Фамилия, имя, отчество _____
_____

Пол: мужской, женский _____

Возраст _____

Профессия (должность) _____

Стаж работы, при выполнении которой произошел несчастный случай _____
_____
(число полных лет и месяцев)

6. Проведение инструктажей и обучение по охране труда:

Вводный инструктаж _____
(число, месяц, год)

Инструктаж на рабочем месте (первичный, повторный, целевой) по профессии или виду работы, при выполнении которого произошел несчастный случай
_____
_____
(число, месяц, год)

7. Описание обстоятельств несчастного случая _____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Вид происшествия _____
_____

Причины несчастного случая _____
_____
_____
_____

_____
_____

Оборудование, использование которого привело к травме _____
_____
(наименование, тип, марка, год выпуска, предприятие-изготовитель)
_____
_____

Нахождение пострадавшего в состоянии алкогольного или наркотического опьянения _____
_____
(да, нет, указать степень опьянения)
Медицинское заключение о диагнозе повреждения здоровья _____
_____

8. Лица, допустившие нарушение государственных нормативных требований по охране труда: _____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
(Ф.И.О. лиц с указанием нарушенных ими требований)
Организация, работниками которой являются данные лица _____
_____
(наименование, адрес)
_____

9. Очевидцы несчастного случая _____
(Ф.И.О., их постоянное местожительства, домашний телефон)
_____

10. Мероприятия и сроки по устранению причин несчастного случая _____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Председатель комиссии _____
(подпись, дата)

Члены комиссии _____
(подпись, дата)

4. Журнал регистрации несчастных случаев на производстве по

_____

(наименование объединения, предприятия, учреждения, организации, колхоза)

Дата несчаст-ного случая	Фамилия, имя, отчество пострадавшего	Год рожде-ния	Стаж работы	Профессия	Место несчастного случая (цех, участок, объект)	Вид происшествия, приведшего к несчастному случаю
1	2	3	4	5	6	7

Краткие обстоятельства и причины несчастного случая	Оборудование, ставшее причиной несчастного случая	Дата составления и № акта формы Н-1	Последствия несчастного случая	Принятые меры
8	9	10	11	12

4. **Заключение**

_____
_____
_____
_____
_____

Работу сдал _____

(дата, фамилия и инициалы студента)

Работу принял _____

(дата и подпись преподавателя)

РАБОТА N 3
ПЛАНИРОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

.

Исходные материалы

1. Название предприятия

_____

2. Данные по травматизму:

а) число пострадавших в результате несчастных случаев за истекший год по производственным объектам

полеводческая бригада _____ из них женщин _____
подростков _____
молочный комплекс _____ из них женщин _____
подростков _____
кормоцех _____ из них женщин _____
подростков _____
гараж _____ из них женщин _____
подростков _____
ремонтная мастерская _____ из них женщин _____

подростков _____

б) число пострадавших со смертельным исходом _____
из них женщин _____ подростков _____
в) общее число дней нетрудоспособности у пострадавших за истекший год _____
_____
г) среднесписочная численность работающих _____
из них женщин _____ подростков _____
д) основные причины травматизма по производственным объектам:
_____
_____
_____
_____

3. Данные по условиям труда:
_____
_____
_____
_____
_____

4. Санитарно-бытовые условия и пожарно-профилактические условия:
_____
_____
_____
_____

5. Показатели травматизма за прошлый год:
Коэффициент частоты травматизма $К_ч$ _____
Коэффициент тяжести травматизма $К_т$ _____
Коэффициент потерь $К_п$ _____

Задание

1. Изучить нормативные документы об организации планирования и отчетности по охране труда.
2. Рассчитать показатели производственного травматизма и дать анализ по сравнению с предшествующим годом.
3. Составить соглашение по охране труда.
4. Организовать проверку выполнения соглашения по охране труда с составлением соответствующего акта.
5. Составить годовой отчет об ассигновании и расходовании средств на охрану труда согласно формы 7-травматизм.

ОТЧЕТ О РАБОТЕ

1. Анализ показателей травматизма.

Основные расчеты:
_____
_____
_____
_____
_____

Результаты расчета занести в таблицу.
Таблица – Сравнительные показатели травматизма в _____
название предприятия

Название коэффициентов	Показатели	
	за прошлый год	за текущий год
Частоты, $К_ч$		
Тяжести, $К_т$		
Потерь, $К_п$		

Выводы по таблице:
_____
_____
_____

2. СОГЛАШЕНИЕ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

работодателей и уполномоченных работниками представительных органов

_____ от “___”_____ 201 ____ г.

(наименование предприятия, учреждения и организации)

Содержание мероприятий (работ)	Единица учета	Количество	Стоимость работ в тыс. руб.	Срок выполнения мероприятий	Ответственные за выполнение мероприятий	Количество работников, которым улучшаются условия труда		Количество работников, высвобождаемых с тяжелых физических работ	
						всего	в т.ч. женщин	всего	в т.ч. женщин
1. Мероприятия по предупреждению несчастных случаев									
2. Мероприятия по предупреждению заболеваний									
3. Мероприятия по общему улучшению условий труда									

Работодатель (руководитель предприятия) _____ Председатель профкома _____

3. **А К Т**
проверки выполнения соглашения

201____г._____ месяца_____ дня председатель(представитель) профкома (совета трудового коллектива) _____
(фамилия, имя, отчество)
_____ и работодатель (представитель работодателя) _____
(наименование предприятия) (фамилия, имя, отчество)
проверили выполнение соглашения по оздоровлению условий труда на 201 _____ год по _____
(наименование предприятия и его адрес)

Наименование мероприятий, предусмотренных соглашением	Какая работа выполнена	Ассигнование по соглашению за счет основных средств		Фактически израсходовано за счет основных средств		Оценка качества выполненной работы	Причины невыполнения мероприятий
		По кап. строительству	По эксплуатации	По кап. строительству	По эксплуатации		
1	2	3	4	5	6	7	8

Примечание. Прилагается справка главного бухгалтера предприятия, подтверждающая расходы по соглашению.
Работодатель (представитель работодателя) _____.
Председатель (представитель) профкома (совета трудового коллектива)_____.
Акт составляется один раз в конце года.

4. Сведения о травматизме на производстве за 201 ____ г.

Форма 7-травматизм

Число пострадавших при несчастных случаях на производстве

Наименование показателей	**№ строки**	
1	2	3
Среднесписочная численность работающих - всего	01	
из них женщин	02	
Число пострадавших с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более	03	
из них:		
женщин	04	
подростков до 18 лет	05	
Число пострадавших со смертельным исходом (из стр. 03)	06	
из них :		
женщин	07	
подростков до 18 лет	08	
Число человеко-дней нетрудоспособности у пострадавших с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более, временная нетрудоспособность которых закончилась в отчетном году	09	
Материальные последствия несчастных случаев, тыс. руб.	10	
Израсходовано на мероприятия по охране труда, тыс. руб.	11	

“____” _____ 201____г.

Руководитель предприятия _____
(Ф.И.О., подпись)

Гл. бухгалтер _____

Заключение

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Работу выполнил _____

Работу принял _____

РАБОТА N 4
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОДОВОЙ ПОТРЕБНОСТИ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Исходные материалы

1. Состав работников по профессиям и условиям работы.

Наименование профессии	Кол-во работников (чел)	Характеристика условий труда

2. Имевшийся запас спецодежды (обуви) и средств индивидуальной защиты СИЗ на складе предприятия на начало года.

Наименование спецодежды (обуви), СИЗ	Единица измерения	Количество	Состояние (новое, % износа)

Задание

1. Изучить нормативные документы по обеспечению работников спецодеждой (обувью) и СИЗ.
2. Рассчитать годовую потребность спецодежды (обуви) и СИЗ для предприятия.
3. Определить затраты средств на приобретение необходимой спецодежды (обуви), СИЗ.
4. Наладить индивидуальный учет выдаваемой работникам спецодежды (обуви), СИЗ.
5. Изучить правила применения основных средств индивидуальной защиты.
6. Подобрать для себя размер СИЗ органов дыхания.

ОТЧЕТ О РАБОТЕ

1. Основные расчеты:

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

2. Годовая потребность в спецодежде (обуви), СИЗ для _____
_____ на 201___г.
название предприятия

Профессия	Кол-во работников, чел.	Наименование спецодежды (обуви) и СИЗ	Норма на 1 чел. шт. ком/чел	Срок использования, мес.	Фактическое наличие, шт. компл. с учетом износа	Годовая потребность шт. компл.
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						

3. Потребность средств на приобретение спецодежды (обуви) и СИЗ для _____
_____ на 201____г.
название предприятия

Наименование спецодежды (обуви) и СИЗ	Годовая потребность шт. компл.	Цена единицы СИЗ руб./шт., компл.	Сумма затрат на год, руб.
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
Итого:			

4. **Личная карточка № учета выдачи средств индивидуальной защиты**

Фамилия _____
Имя _____ Отчество _____
Табельный номер _____
Структурное подразделение _____
Профессия (должность) _____
Дата поступления на работу _____
Дата изменения профессии (должности) или перевода в
Другое структурное подразделение _____

Пол _____
Рост _____
Размер:
одежды _____
обуви_____
головного убора_____
противогаза _____
респиратора _____
рукавиц _____
перчаток _____

Предусмотрено по Типовым отраслевым нормам

Наименование средств индивидуальной защиты	Пункт типовых отраслевых норм	Единица измерения	Количество на год

Руководитель структурного подразделения

Оборотная сторона личной карточки

Наименование средств индивидуальной защиты	ГОСТ, ОСТ, ТУ, сертификат соответствия	Выдано					Возвращено					
		Дата	Кол-во	% износа	Стоимость, руб.	Расписка в получении	Дата	Кол-во	% износа	Стоимость, руб.	Расписка сдавшего	Расписка в приеме
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

5. Выбор маски респиратора.
Высота лица _____ мм, размер маски респиратора _____.
6. Выбор шлем-маски промышленного противогаза.
Измерение головы _____ см, размер шлем-маски противогаза _____.

Заключение

_____
_____
_____
_____
_____

Работу сдал: _____

Работу принял: _____

РАБОТА N5
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Исходные материалы

1. Период года_____
2. Вид работ по физической нагрузке _____
3. Название помещения (рабочих мест) _____

Используемое оборудование

1. Термометр
2. Психрометр аспирационный (МВ - 4М)
3. Гигрометр
4. Анемометр ручной чашечный (МС - 13)
5. Анемометр крыльчатый (АСО - 3)
6. Термоанемометр
7. Секундомер
8. Барометр (БАММ - 1)
9. Термограф
10. Термограмма - запись показаний термографа на бумажной ленте

Задание

1. Ознакомиться с устройством применяемых приборов, методикой определения параметров микроклимата.
2. Определить параметры микроклимата и дать им сравнительную оценку.
3. Установить зону комфортных условий для человека.

ОТЧЕТ О РАБОТЕ

1. Определение температуры воздуха в производственном помещении (табл. 1).

Таблица 1 – Результаты замера и определения температуры термометрами

Высота замеров (расстояние от пола, h, см)	Показатели термометров в отдельных точках по периметру здания, t_i, ... °С		Средняя температура, $t_{ср}$, ... °С	Максимальное колебание температур, Δt, ... °С	Нормативное значение, $t_н$, ... °С	
	1	2			оптим.	допуст.
30						
150						

Содержание расчетов

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Выводы и предложения

_____
_____
_____
_____
_____

2. Определение колебания температуры воздуха в производственном помещении с помощью суточного термографа (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты замера и определения температуры термографом

Средняя температура за каждый час суток, ... °С										
0...1	2...3	4...5	6...7	8...9	10...11	12...13	14...15	16...17	18...19	20...21

Таблица 2 – Продолжение

	Среднесуточная температура, $t_{ср}$, ... °С	Максимальное колебание температуры, Δt, ... °С	Нормативное значение, $t_н$, ... °С	
22...23			оптим.	допуст.

Содержание расчетов

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Выводы и предложения

_____
_____
_____
_____
_____

3. Определение относительной влажности воздуха в помещении (табл. 3).

Таблица 3 – Результаты замера и определения влажности воздуха

_____ марка _____ № _____
наименование прибора

№№ замера	Продолжительность замера, мин	Атмосферное давление, В, Па	Показания термометров, ... °С:		Расчетная влажность:		Нормативное значение, $\varphi_н$, %:	
			сухого, $t_с$	влажного, $t_в$	абсолютная, $q_ф$, г/кг	относительная, φ, %	оптимальное	допустимое
1.								
2.								
3.								
сред.								

Содержание расчетов

_____
_____
_____

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Выводы и предложения

_____
_____
_____
_____
_____

4. Определение скорости воздушного потока в производственном помещении (табл. 4).

Таблица 4 – Результаты измерения и определения скорости воздушного потока

_____ марка _____ № _____
наименование прибора

№№ замера	Длительность замера, t, с	Частота вращения механизма, n, $с^{-1}$ (показания термоанемометра, μА)	Скорость движения воздуха, V, м/с		
			измеренная	оптимальная	допустимая
1.					
2.					
3.					
средние					

Содержание расчетов

_____
_____
_____
_____
_____

Выводы и предложения

_____
_____
_____
_____
_____

5. Заключение

Работу сдал _____

Работу принял _____

РАБОТА N6

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ РАБОЧИХ МЕСТ И ПОМЕЩЕНИЙ

Исходные материалы

1. Название производственного помещения _____
2. Основные размеры объектов видения _____
3. Расстояния рабочих мест от оконного проема :
   рабочее место № 1 _____ м
   рабочее место № 2 _____ м
   рабочее место № 3 _____ м
   рабочее место № 4 _____ м
   рабочее место № 5 _____ м.
4. Типы светильников:
   общего освещения _____
   местного освещения а) _____;
   б) _____;
   в) _____.

Используемое оборудование

1. Люксметр (Ю-16) - 2
2. Светильники общего освещения:
   - белого света (ЛБ-40-2) - 7
3. Светильники местного освещения:
   - открытого типа (НСПО) - 1
   - влагозащищенный (СК-300) - 1
   - взрывозащищенный (ВЗГ - 200) - 1
4. Лабораторная установка - 1

Задание

1. Установить характер зрительной работы и нормы освещенности согласно исходным материалам.
2. Изучить устройство и принцип работы люксметра Ю-16.
3. Ознакомиться с методикой определения освещенности.
4. Произвести замер показателей естественной и искусственной освещенности.
5. Вычислить значение коэффициента естественной освещенности.
6. Дать анализ полученным результатам.

ОТЧЕТ О РАБОТЕ

1. Схема устройства люксметра Ю-16 (рис. 1, со спецификацией основных позиций).

2. Результаты проверки достаточности искусственного освещения (табл. 1).

Таблица 1 – Результаты замера искусственной освещенности лампами белого света в _____ (название помещения)

Тип светильников общего освещения	Значения общей освещенности				Типы светильников местного освещения	Значения комбинированной освещенности			
	n	λ	E	$E_н$		n	λ	E	$E_н$

Содержание расчетов

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Выводы и предложения

_____
_____
_____
_____
_____

3. Результаты проверки достаточности естественного освещения (табл. 2, рис. 2)

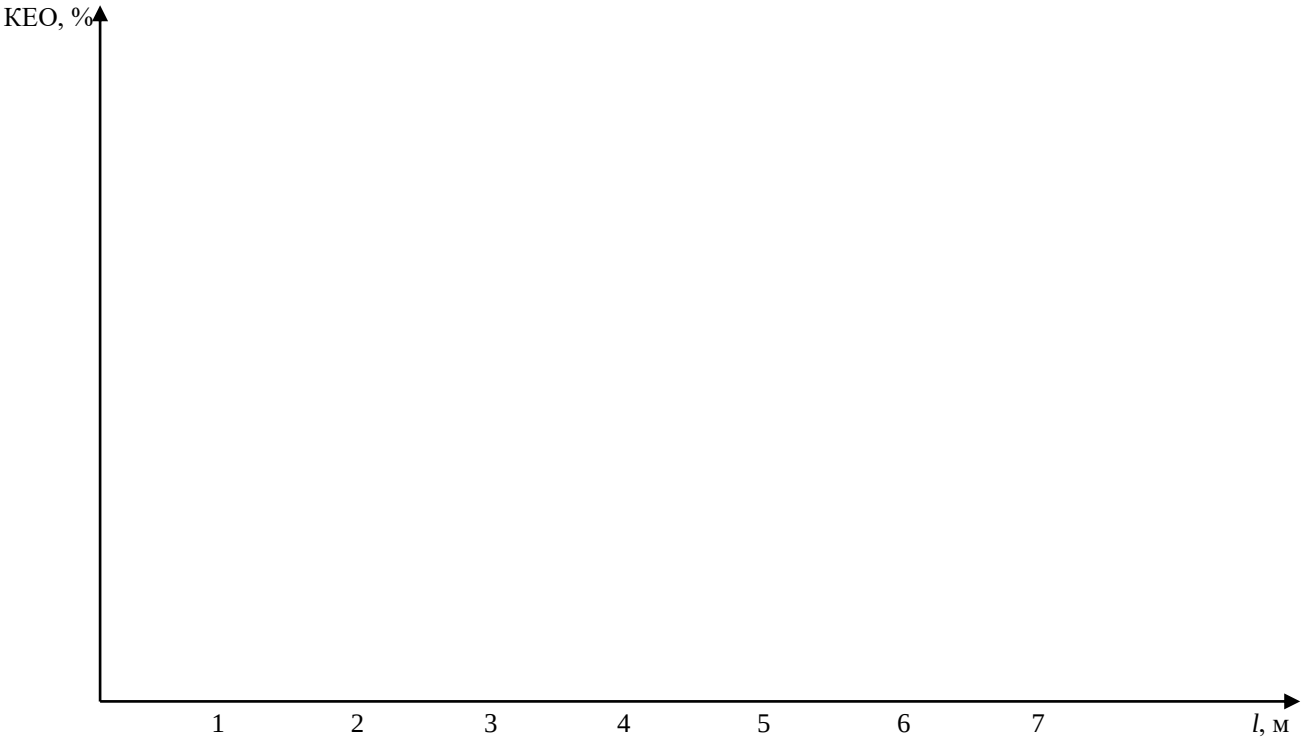
Таблица 2 – Результаты измерения и определения коэффициента естественной освещенности в _____ (название помещения)

№№ рабочих мест	Расстояние рабочего места от окна, l_i, м	Освещенность рабочих мест, лк			Освещенность вне помещения на открытой площадке, $E_{нар}$, лк	К.Е.О., $e_{мин}$, %:	
		n	λ	E		Фактический	Нормируемый для помещения
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							

Содержание расчетов

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

График естественной освещенности



Выводы и предложения

_____
_____
_____
_____
_____

Заключение

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Работу сдал _____

Работу принял _____

РАБОТА N 7
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГАЗОВАННОСТИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕНТИЛЯЦИИ

Исходные материалы

1. Производственное помещение:
   - название _____
   - объем, W, м ^{3} _____
2. Вредное вещество, содержащееся в воздухе помещения _____
3. Характеристика имеющейся вентиляции:
   - тип _____
   - наличие фильтров _____
4. Имеющиеся в наличии средства индивидуальной защиты (СИЗ) _____

_____

Используемое оборудование

1. Универсальный газоанализатор УГ-2.
2. Шкаф вытяжной.
3 Вентиляционная установка с вентилятором Ц - 470 № 4.
4. Пневмометрическая трубка МИОТ.
5. Мерная линейка.
6. Набор фильтрующих сеток.
7. Секундомер.
8. Барометр.
9. Термометр.

Задание

1. Изучить методику измерения уровня загазованности, оценки полученных результатов и нормализации воздушной среды.
2. Ознакомиться с устройством и применением газоизмерительной и вентиляционной аппаратуры.
3. Произвести замеры уровня загазованности окружающей среды и определить интенсивность его изменения.
4. Рассчитать необходимый воздухообмен для нормализации уровня загазованности воздушной среды.
5. Определить производительность действующей вентиляции.
6. Сравнить полученные результаты с нормативами и дать заключение.
7. Подобрать средства индивидуальной защиты органов дыхания и установить срок их использования.

ОТЧЕТ О РАБОТЕ

1. Схема подготовленного к измерению газоанализатора УГ-2 с показом внутреннего устройства и обозначением конструктивных элементов (спецификацией)

2. Результаты замера уровня загазованности помещения (табл. 1).

Таблица 1 – Показатели загазованности вредным веществом

Название помещения (цеха)	Название вредного вещества	Нормативное время эксперимента, с		Концентрация вредного вещества, мг/м ^{3}		Фактическое превышение ПДК. $К_ф$
		до защелкивания, $t_о$	общее, t	фактическая, $Р_ф$	ПДК, $Р_q$	

Содержание расчетов

_____
_____
_____
_____
_____

Выводы и предложения

_____
_____
_____
_____
_____

3. Подбор и оценка средств индивидуальной защиты (табл. 2).

Таблица 2 – Рекомендуемые средства индивидуальной защиты

Название СИЗ	Марка	Марка патрона (коробки)	Срок службы патрона (коробки) в мин.		Примечание
			при максимальном превышении ПДК, $Т_q$	при фактическом превышении ПДК, $Т_ф$	

Содержание расчетов

_____
_____
_____
_____
_____

Выводы и предложения

_____
_____
_____
_____
_____

4. Результаты замеров и расчета необходимого воздухообмена (табл. 3).

Таблица 3 – Скорость выделения вредного вещества и необходимый воздухообмен

Название вредного вещества	Объем помещения (вытяжного шкафа) W, м ^{3}	Фактический уровень загазованности, $P_ф$, мг/м ^{3}	Общее время эксперимента t, с	Скорость выделения вредного вещества, $P'_ф$, мг/ч	ПДК исследуемого вещества P_q, мг/м ^{3}	Необходимый воздухообмен $L_н$, м ^{3}/ч

Содержание расчетов

_____
_____
_____
_____
_____

Выводы и предложения

_____
_____
_____
_____
_____

5. Оценочные показатели вентиляции (табл. 4).

Таблица 4 – Производительность вентиляции с применением различных фильтров

№№ замеров	Состояние воздуховодов	Площадь сечения воздуховода, S, м ^{2}	Динамическое давление воздушного потока P, кг/м ^{2}	Плотность воздуха γ, кг/м ^{2}	Скорость воздушного потока, $V_в$, м/с	Производительность вентиляции, $L_в$, м ^{3}/ч
1.	Без фильтров					
2.	С фильтром					

Содержание расчетов

_____
_____
_____
_____
_____
_____

Выводы и предложения

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

6. Сравнительная оценка эффективности вентиляции (табл. 5).

Таблица 5 – Сравнительные показатели вентиляционной установки

№№ замеров	Состояние воздуховодов	Необходимый воздухообмен, $L_н$, м ^{3}/ч	Фактическая производительность вентиляции, $L_в$, м ^{3}/ч	Отклонение производительности вентиляции от необходимого воздухообмена, $L_в - L_н$, м ^{3}/ч
1.	Без фильтров			
2.	С фильтром			

Содержание расчетов

_____
_____
_____
_____

Выводы и предложения

_____
_____
_____
_____
_____

Заключение

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Работу сдал _____

Работу принял _____

РАБОТА N8

АТТЕСТАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА ПО УСЛОВИЯМ ТРУДА

Исходные материалы

1. Производственное помещение _____
2. Название рабочего места _____
3. Факторы условий труда, подлежащие аттестации:
   - загазованность;
   - освещение (естественное и искусственное);
   - микроклимат;
   - тяжесть труда.
4. Факторы травмобезопасности:
   - наличие электрозащитных устройств;
   - ограждение подвижных частей оборудования;
   - надежность креплений элементов оборудования;
   - отсутствие острых углов и кромок;
   - наличие свободных проходов;
   - отсутствие порогов;
   - наличие инструкций по охране труда;
   - наличие медицинской аптечки;
   - наличие огнегасительных средств.
5. Пол работника.

Используемое оборудование

1. Учебные стенды: “Аттестация рабочих мест”, “Классификация условий труда”.
2. Комплекты приборов и приспособлений, используемые для инструментального контроля факторов окружающей среды и безопасности труда при выполнении лабораторных работ студентами.

Задание

1. Изучить методику проведения аттестации рабочих мест по условиям труда.
2. Провести аттестацию рабочего места согласно исходным материалам и используя результаты замеров при выполнении соответствующих лабораторных работ.
3. Оценить результаты проведенной аттестации и разработать мероприятия по улучшению условий труда на исследуемом рабочем месте.

ОТЧЕТ О РАБОТЕ

1. Результаты оценки состояния окружающей среды и тяжести труда (табл. 1).

Таблица 1 – Состояние условий труда на рабочем месте _____

№ п/п	Код фактора	Наименование производственного фактора, единица измерения	ПДК, ПДУ, допустимый уровень, $P_д$	Дата проведения измерения
1	2	3	4	5

Таблица 1. Продолжение

Фактический уровень производственного фактора, $Р_{ф}$	Величина отклонения $\pm\Delta Р_{д} = Р_{ф} – Р_{д}$	Класс условий труда, степень вредности и опасности	Продолжительность воздействия
6	7	8	9

Содержание расчетов

_____
_____
_____
_____

Выводы и предложения

_____
_____
_____
_____

2. Результаты оценки травмобезопасности рабочего места (табл. 2).

Таблица 2 – Протокол оценки травмобезопасности рабочего места _____

Дата оценки _____

№ п/п	Нормативные требования безопасности к рабочему месту	Фактическое их выполнение:		Класс условий труда
		наличие (есть, нет)	отклонения от нормативных правовых актов по охране труда	

Выводы и предложения

_____
_____
_____
_____
_____

3. Общая оценка условий труда на аттестуемом рабочем месте (табл. 3).

Таблица 3 – Результаты аттестации рабочего места по условиям труда

Название рабочего места	Классы условий труда по группам факторов:			Решение аттестационной комиссии
	Состоянию окружающей среды	Тяжести трудового процесса	Травмобезопасности	

Выводы и предложения

_____
_____
_____
_____
_____

4.Рекомендации по устранению недостатков, выявленных аттестационной комиссией (табл. 4).

Таблица 4 – Мероприятия по улучшению условий и повышению безопасности труда на рабочем месте_____

Наименование мероприятий	Цель мероприятия	Срок выполнения	Ответственное лицо	Служба, привлекаемая к выполнению мероприятия

Заключение

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Работу сдал _____

Работу принял _____

РАБОТА N 9
ПРОВЕРКА ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Исходные материалы

1. Характеристика заземляющего контура:
   1.1. Количество стержней _____
   1.2. Расположение стержней _____
2. Мощность источников тока _____ кВА.
3. Дата проверки _____.

Используемое оборудование

1. Учебный заземляющий контур.
2. Измеритель сопротивления заземления М 416.
3. Омметр М 371.
4. Комплект объектов измерения: трансформатор, электродвигатель, пускатель, металлическая оболочка кабеля.

Задание

1. Ознакомиться с приборами: измерителем сопротивления заземления М 416 и омметром М 371. Научиться пользоваться этими приборами при измерении сопротивлений.

2. Изучить методику измерения сопротивления заземляющих устройств.

3. Произвести проверку надежности соединения корпусов электроприборов с заземляющим контуром с помощью омметра М 371.

4. Замерить сопротивление заземляющего контура с помощью измерителя сопротивления заземления М 416.

5. Оценить достоверность результатов проверки с учетом исходных материалов.

ОТЧЕТ О РАБОТЕ

1. Изобразить схему включения прибора М 416 для измерения сопротивления заземления со спецификацией основных позиций.

2. Изобразить схему подключения прибора М 371 для определения качества подсоединения объектов к контуру.

3. Результаты проверки качества заземляющего контура (табл. 1).

Таблица 1 – Исходные данные и полученные результаты

Краткая характеристика заземляющего устройства	Сопротивление заземляющего контура в Омах		Примечание
	Замеренное	Допустимое	

Выводы и предложения

_____
_____
_____
_____
_____

4. Результаты проверки качества подсоединения объектов к заземляющему контуру (табл. 2).

Таблица 2 –Исходные данные и полученные результаты

Электроприбор (объект проверки)	Сопротивление цепи корпус-контур		Примечание
	допустимое	фактическое	

Выводы и предложения

_____
_____
_____
_____
_____

Заключение

_____
_____
_____
_____
_____

Работу сдал _____

Работу принял _____

РАБОТА N 10
КОНТРОЛЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРОПРИБОРОВ

Исходные материалы

1. Характеристика напряжения электрического тока:
   фазное _____В
   линейное _____В.
2. Дата проверки _____.

Используемое оборудование

1. Мегомметр М 4100/1-3.
2. Трехфазные асинхронные электродвигатели.
3. Однофазные трансформаторы.

Задание

1. Изучить схему и принцип действия мегомметра.
2. Определить допустимое сопротивление электроизоляции проверяемых приборов.
3. Изучить и изобразить графически схемы проверки электроизоляции электродвигателя и трансформатора.
4. Измерить величины сопротивления изоляции электроприборов и сделать заключение.

ОТЧЕТ О РАБОТЕ

1. Схемы подключения мегомметра для проверки изоляции:

1.1. Электродвигателя (рис. 1)

1.2. Трансформатора (рис. 2).

2. Результаты проверки качества изоляции электродвигателя (табл. 1).

Таблица 1 – Протокол проверки изоляции электродвигателя марки _____.
Год выпуска _____№ _____.
Результаты замеров "____"_____20... года.

Сопротивление, к Ом						Допустимое сопротивление, к Ом
1 - 0	2 - 0	3 - 0	1 - 2	2 - 3	1 - 3	

Примечание: 1, 2, 3 - фазные обмотки;
0 - корпус эл. мотора.

Содержание расчетов

_____
_____
_____

Выводы и предложения

_____
_____
_____
_____
_____

3. Результаты проверки качества изоляции трансформатора (табл. 2).

Таблица 2 – Протокол проверки изоляции трансформатора марки _____.
Год выпуска _____. № _____.
Результаты замеров "____" _____ 20...года.

Сопротивление, к ОМ			Допустимое сопротивление, кОМ
1 - 0	2 - 0	1 - 2	

Примечание: 1 и 2 - обмотки трансформатора,
0 - корпус.

Содержание расчетов

_____
_____

Выводы и предложения

_____
_____
_____

Заключение

_____
_____
_____
_____

Работу сдал _____

Работу принял _____

РАБОТА N 11
ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ ГРУЗОПОДЪЕМНОЙ МАШИНЫ

Исходные материалы

1. Название грузоподъемной машины _____
2. Номинальная грузоподъемность, к Н _____
3. Длина пролета, м _____
4. Конструкция каната:
   - число прядей _____
   - число проволочек в пряди _____
   - общее число проволочек _____
5. Тип свивки каната _____
6. Тип грузозахватного устройства _____
7. Вид технического освидетельствования _____
8. Дата технического освидетельствования _____

Используемое оборудование

1. Учебная грузоподъемная машина.
2. Набор грузов.
3. Отвес с мерной линейкой и ориентиром.
4. Керосин, мел, ветошь.
5. Кисть.
6. Микрометр.
7. Двухметровая линейка.

Задание

1. Ознакомиться с методикой технического освидетельствования грузоподъемной машины.
2. Изучить устройство и применение лабораторной установки.
3. Рассчитать нормативные параметры технического освидетельствования согласно исходным материалам.
4. Выполнить все этапы технического освидетельствования.
5. Сравнить полученные результаты с нормативными и дать заключение.

ОТЧЕТ О РАБОТЕ

1. Исходные данные грузоподъемной машины и результаты внешнего осмотра (табл. 1 и 2).

Таблица 1 – Характеристика грузоподъемной машины

Наименование и тип грузоподъем-ной машины	Номинальная нагрузка, кН	Грузозахватное устройство	Данные каната		Длина пролета, мм	Допустимое число обрывов проволочек на шаге свивки каната
			тип свивки	число проволок		

Таблица 2 – Результаты внешнего осмотра грузоподъемной установки

Конструктивные элементы машины	Обнаруженные дефекты (замечания)
1. Канат	
2. Крюк	
3. Ферма	
4. Соединения	
5. Электропроводка	
6. Тормоза	

Содержание расчетов и источники полученных данных

_____
_____
_____

Выводы и предложения

_____
_____
_____

2. Результаты расчета и проведения статического испытания нагрузкой (табл. 3).

Таблица 3 – Сравнительные данные статического испытания

Вид испытания	Нагрузка, к Н		Подъем груза на величину, мм	Время нахождения груза в поднятом положении, мин	Прогиб балки при деформации, мм		Остаточная деформация (есть, нет)	Обнаруженные неисправности и отклонения
	номинальная	повышенная на 25%			допустимая	фактическая		

Содержание расчетов

_____
_____
_____

Выводы и предложения

_____
_____
_____

3. Результаты расчета и проведения динамического испытания нагрузкой (табл. 4).

Таблица 4 – Показатели динамического испытания

№ испытания	Нагрузка, к Н		Высота подъема груза, мм	Обнаруженные неисправности и отклонения
	номинальная	повышенная на 10%		
1.				
2.				
3.				

Содержание расчетов

_____
_____

Выводы и предложения

_____
_____
_____

1. Результаты проверки электрооборудования (табл. 5).

Таблица 5 – Показатели проверки электрифицированного оборудования

Название проверяемого электроприбора	Содержание выявленных дефектов
1. Пусковое устройство	
2. Ограничитель высоты подъема груза	
3. Ограничитель перемещения тельфера	
4. Прочее оборудование	

Выводы и предложения

_____
_____
_____

Заключение

_____
_____
_____
_____
_____

Работу сдал _____

Работу принял _____

РАБОТА N 12
ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ СОСУДОВ, РАБОТАЮЩИХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Исходные материалы

1. Название сосуда, работающего под давлением _____.
2. Рабочее давление сосуда, к Па _____.
3. Вид технического освидетельствования _____.
4. Дата технического освидетельствования _____.
5. Имеющаяся на рабочем месте документация:
   а) _____
   б) _____
   в) _____.

Используемое оборудование

1. Сосуд, работающий под давлением, смонтированный на специальной подставке.
2. Емкость для воды.
3. Контрольный манометр.
4. Заглушка предохранительного клапана.
5. Водяной насос.
6. Набор слесарного инструмента.

Задание

1. Ознакомиться с общими требованиями безопасности содержания сосудов, работающих под давлением.
2. Изучить методику технического освидетельствования сосудов, работающих под давлением.
3. Составить программу и определить нормативные требования гидравлического испытания в соответствии с исходными данными.
4. Выполнить все элементы технического освидетельствования и зафиксировать полученные результаты в соответствующих документах.
5. Оценить результаты технического освидетельствования и сделать заключение о пригодности сосуда, работающего под давлением, к дальнейшей эксплуатации.

ОТЧЕТ О РАБОТЕ

2. Результаты предварительного осмотра котельной или другой установки (табл. 1).

Таблица 1 – Оценка установки, работающей под давлением, по предварительному осмотру

Тип сосуда и рабочее давление, Р (к Па)	Элементы, подлежащие осмотру	Результаты осмотра
	- технический паспорт	
	- соответствие НТД по монтажу установки	
	- водоуказатели	
	- манометры	
	- термометры	
	- предохранители	
	- арматура	
	- инструкция по ОТ	

Выводы и предложения

_____
_____
_____
_____
_____

3. Исходные данные для гидравлического испытания (табл. 2).

Таблица 2 – Режимы гидравлического испытания

Тип сосуда	Рабочее давление, Р (к Па)	Пробное давление, $Р_ф$ (к Па)	Время выдержки под давлением $Р_ф$ (мин)	Давление начала открытия предохранительного клапана, $Р_к$ (к Па)

Содержание расчетов

_____
_____
_____

Выводы и предложения

_____
_____
_____

4. Результаты внешнего и внутреннего осмотра в процессе гидравлического испытания (табл. 3).

Таблица 3 – Итоги осмотра сосуда под рабочим давлением

Тип сосуда	Элементы, подлежащие осмотру	Результаты осмотра
	- стенки сосуда	
	- соединения	
	- облицовка	
	- трубопроводы	
	- показания манометров (в сравнении с контрольным)	
	- предохранительный клапан	

Выводы и предложения

_____
_____
_____

Заключение

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Работу сдал _____

Работу принял _____

РАБОТА N 13

ИЗУЧЕНИЕ И ИСПЫТАНИЕ СРЕДСТВ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Исходные материалы

1. Расстояние от мотопомпы до водоема _____ м.
2. Высота здания (объекта тушения) _____ м.
3. Имеющиеся в наличии нефтепродукты:
   3.1. _____
   3.2. _____
   3.3. _____.

Используемое оборудование

1.Мотопомпа МП-800Б.
2.Учебный стенд “Огнетушители”, “Пожарная (охранная) сигнализация”.
3.Огнетушители: пенные ОХП-10; углекислотные ОУ-2, ОУ-5.
4.Весы циферблатные.
5.Комплект специальных приспособлений.
6.Пожарная (охранная) сигнализация “Сигнал - 39”, “Сигнал - 38”.

Задание

1.Изучить устройство, действие и применение мотопомпы МП-800Б.
2.Изучить устройство, техническую характеристику, действие и применение огнетушителей: пенного ОВП-10, углекислотных ОУ-2 и ОУ-5, порошковых ОП-1 и “Спутник”.
3.Произвести проверку годности огнетушителей: пенного ОВП-10 и углекислотного ОУ-2.
4.Определить возможность использования мотопомпы МП-800Б для тушения пожара на объекте согласно исходным материалам.
5.Изучить устройство и действие пожарной сигнализации: “Сигнал - 39”

ОТЧЕТ О РАБОТЕ

Результаты изучения назначения и способов проверки огнетушителей
Таблица 1 – Данные по эксплуатации и проверке пригодности огнетушителей

Огнетушители:		Назначение	Проверка пригодности:	
Тип	Марка		Периодичность (годы)	Способ проверки
1. Углекислотный	ОУ-2			
2. Воздушно-пенный	ОВП-10			
3. Порошковый	ОП-2Б			

Результаты проверки годности огнетушителя воздушно-пенного марки ОВП-10

Схема огнетушителя ОВП-10.(приложение 1)

Таблица 2 – Техническая характеристика огнетушителя ОВП-10

Параметры	Единица измерения	Нормативное значение
Рабочее давление	кг/см ^{2}	
Длина струи	м	
Время действия	сек	
Объем пены (min)	л	
Температура замерзания рабочего состава	^{o} С	
Масса огнетушителя	кг	

Результаты проверки годности порошкового огнетушителя ОВП-10.

_____

_____

_____

Результаты проверки годности углекислотного огнетушителя марки ОУ-2

Схема углекислотного огнетушителя марки ОУ-2 (приложение 2)

Таблица 3 – Техническая характеристика углекислотных огнетушителей

Марка огнету-шителя	Емкость баллона, л	Масса заряда, кг		Масса огнетушителя, кг		
		По норме	Допускаемые отклонения от нормы	Без заряда	С полным зарядом	Допустимая
ОУ-2	2	1,5	- 0,1	4,75	6,25	6,00
ОУ-5	5	3,5	- 0,1	9,85	13,35	12,75
ОУ-8	8	5,7	- 0,2	14,0	19,7	18,70

Результаты проверки годности углекислотного огнетушителя ОУ-2.

_____

_____

_____

Результаты проверки годности порошкового огнетушителя марки ОП-2Б

Схема огнетушителя ОП-2Б (приложение 3)

Таблица 4 – Техническая характеристика огнетушителя ОП-2Б

Параметры	Единица измерения	Нормативное значение
Рабочее давление Время действия Масса огнетушителя	кг/см ^{2} сек кг	

Результаты проверки годности порошкового огнетушителя ОП-2Б.

_____
_____
_____

Результаты изучения устройства и использования мотопомпы МП-800Б

Схема мотопомпы со спецификацией основных позиций.

Таблица 5 – Основные технические данные мотопомпы МП-800Б

Наименование показателей	Единица измере-ния	Значения:	
		Согла-сно НТД	Факти-ческие
1. Производительность насоса	л/мин		
2. Напор	м.вод.ст.		
3. Наибольшая высота всасывания	м		
4. Максимальное время всасывания с высоты 5 м	с		
5. Масса мотопомпы	кг		
6. Применяемое топливо			
7. Моторное масло			
8. Состав горючей смеси			

в) Выводы о возможности применения мотопомпы и предложения_____

_____

_____

Результаты оценки надежности функционирования пожарной сигнализации_____

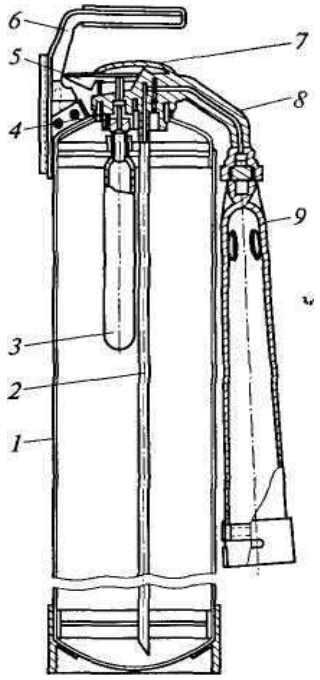
_____
_____
_____
_____
_____

Работу сдал _____

Работу принял _____

Приложение 1

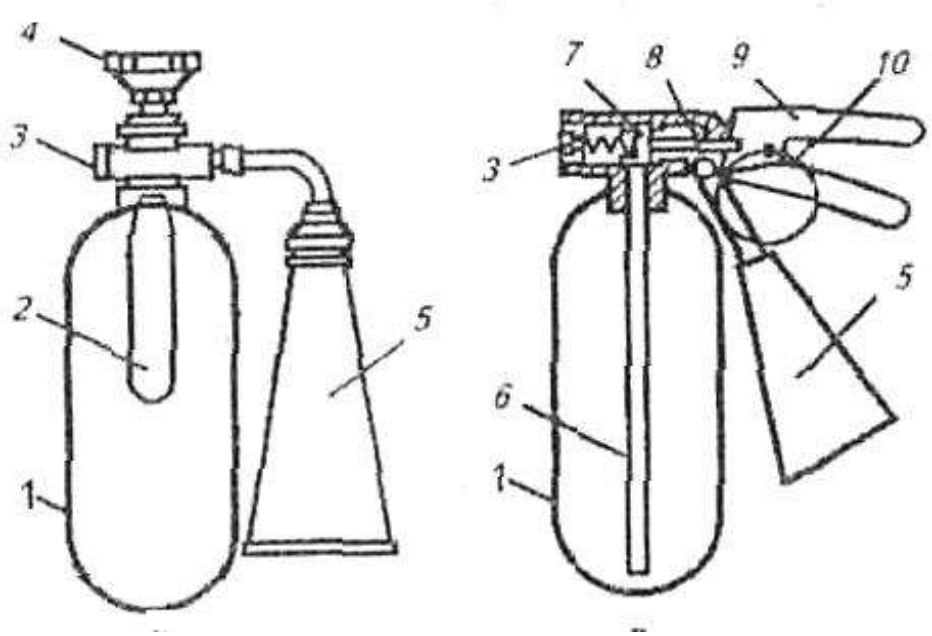
Схема огнетушителя ОВП-10



1 — корпус;
2 — сифонная трубка;
3 — баллон с диоксидом углерода;
4 — запорно-пусковое устройство;
5 — пусковой рычаг;
6 — рукоятка;
7 — мембрана;
8 — соединительная трубка;
9 — раструб

Приложение 2

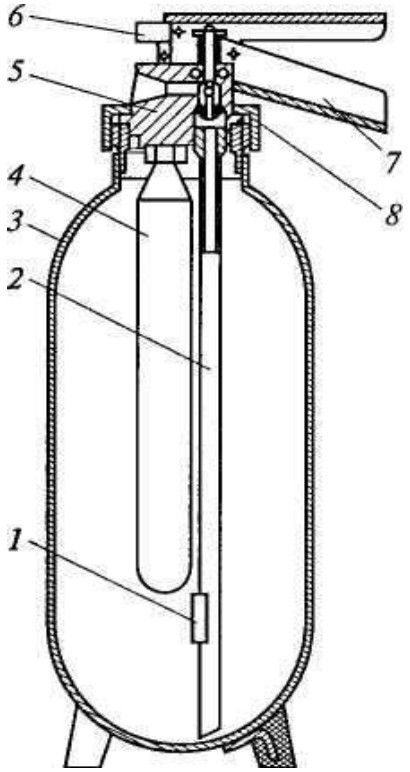
Схема огнетушителя ОУ-2



1 — корпус; *2* — ручка; *3* — мембрана предохранителя; *4* — вентиль; *5* —раструб; *6* — сифонная трубка; *7* — запорный клапан; *8* — шток; *9*— пусковой рычаг; *10* — предохранительная чека

Приложение 3

Схема огнетушителя ОП-2Б



1 — взрыхлитель;
2 — сифонная трубка;
3 — корпус;
4 — баллончик;
5— запорно-пусковое устройство;
6 — пробойник;
7 — ручка;
8 — кран

Приложение 4

Техническая характеристика мотопомпы МП-800Б

Назначением мотопомпы МП-800Б является подача воды к месту тушения пожара. Она надежно и устойчиво работает при температуре окружающего воздуха от – 30 до + 40 °С и воде с содержанием в ней твердых частиц грунта не более 5% по весу.

В состав агрегата входят: мотопомпа МП-800Б; два всасывающих резинотканевых рукава; предохранительная сетка; пять напорных рукавов; два рукавных зажима; разветвление двухходовое; головка соединительная; комплект пожарных стволов; специальный инструмент и принадлежности.

Конструктивно-технологические показатели

Наименование показателей	Единица измерения	**Значение**
Производительность при нормальной частоте вращения вала двигателя	л/мин	800
Напор	м. вод. ст.	60
Наибольшая глубина всасывания при температуре + 20 °С		
Максимальное время всасывания с глубины 5 м	м	5
Масса мотопомпы без вспомогательного оборудования		
Габаритные размеры: длина	с	40
ширина		
высота	кг	90
Применяемое топливо	мм	950
	мм	222
	мм	725
		Бензин АИ-80 (20 частей объема) в смеси с маслом ТНК-двухтактное (1 часть объема).

РАБОТА N14

УСТРОЙСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ ПРИБОРОВ РАДИАЦИОННОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ, ДОЗИМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Используемое оборудование

1. Рентгенометры (ДП - 5А, ДП - 5Б, В).
2. Комплекты индивидуальных дозиметров (ДП - 22 В, ДП - 24, ИД - 1).
3. Войсковой прибор химической разведки (ВПХР).

Задание

1. Изучить устройство, принцип работы измерителя мощности дозы (рентгенометра ДП - 5А). Указать отличительную особенность ДП - 5А от ДП - 5Б и ДП - 5В.
2. На рисунке 1 указать основные элементы прибора ДП - 5А.
3. Ознакомиться с устройством и дать техническую характеристику приборов ДП - 22 В, ДП - 24. Принцип их работы (рисунок 2).
4. Ознакомиться с устройством ВПХР, методикой определения ОВ в воздухе и в сыпучих материалах.
5. На рисунке 4 указать основные элементы, входящие в комплект ВПХР.

ОТЧЕТ О РАБОТЕ

1 Рентгенометр: _____
(марка)

1.1. Назначение:_____
_____
_____

1.2. Техническая характеристика.

Параметры	Марка прибора		
	ДП-5А	ДП-5Б	ДП-5В
1. Диапазон измерения по - излучению (м Р/ч Р/ч) 2. Диапазон суммарного - -излучения 3. Интервал температуры окружающего воздуха (°С). 4. Относительная влажность (%). 5. Питание прибора 6. Масса полного комплекта (кг) 7. Глубина погружения зонда в воду			

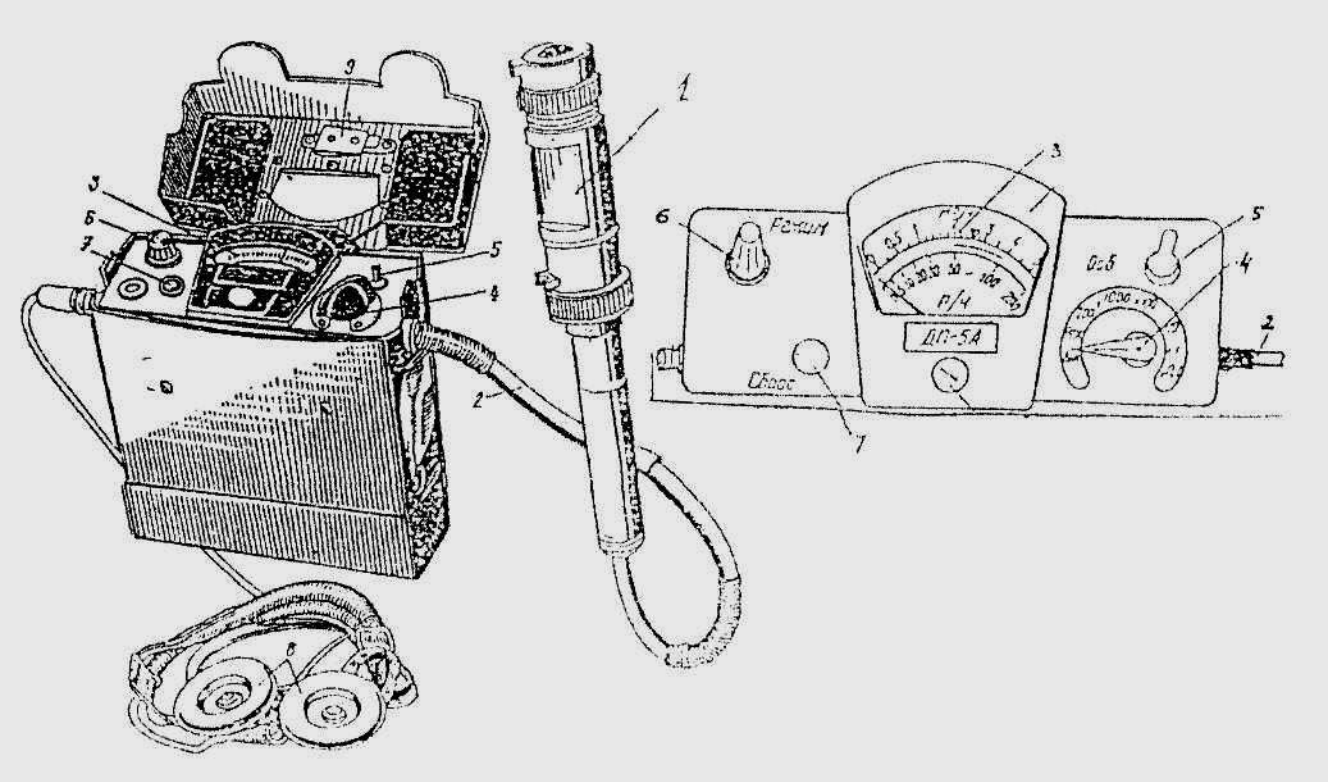


Рис. 1. Рентгенометр ДП - 5А

1.-_____2.- _____

3.-_____4.-_____

5.-_____6.-_____

7.-_____8.-_____

9.- _____

1.3. Отличительная особенность ДП - 5А от ДП - 5Б и В.

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

1.4. .Подготовка прибора к работе

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

1.6. Измерение излучений

γ - излучений	β - излучений

2. Индивидуальный дозиметр: _____

(марка)

2.1. Назначение:_____
_____
_____
_____

2.2. Техническая характеристика

Параметры	Марка прибора		
	ДП-22В	ДП-24	
1. Диапазон измерения дозы облучения (P) 2. Интервал температуры работоспособности прибора (°С) 3. Масса комплекта в укладочном ящике (кг) 4. Масса одного дозиметра (г).			

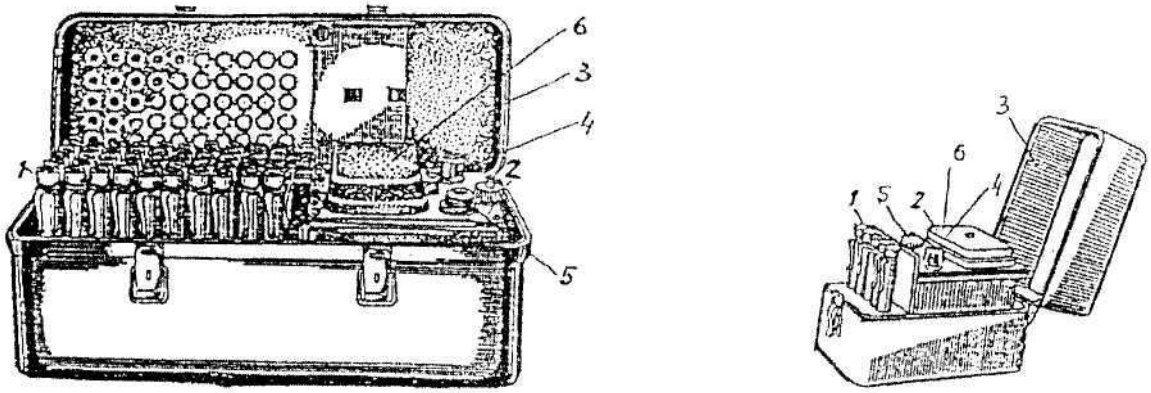


Рис. 2. Комплект ДП - 22 В, ДП - 24.

1.-_____ 2.- _____

3.-_____4.-_____

5.- _____6.-_____

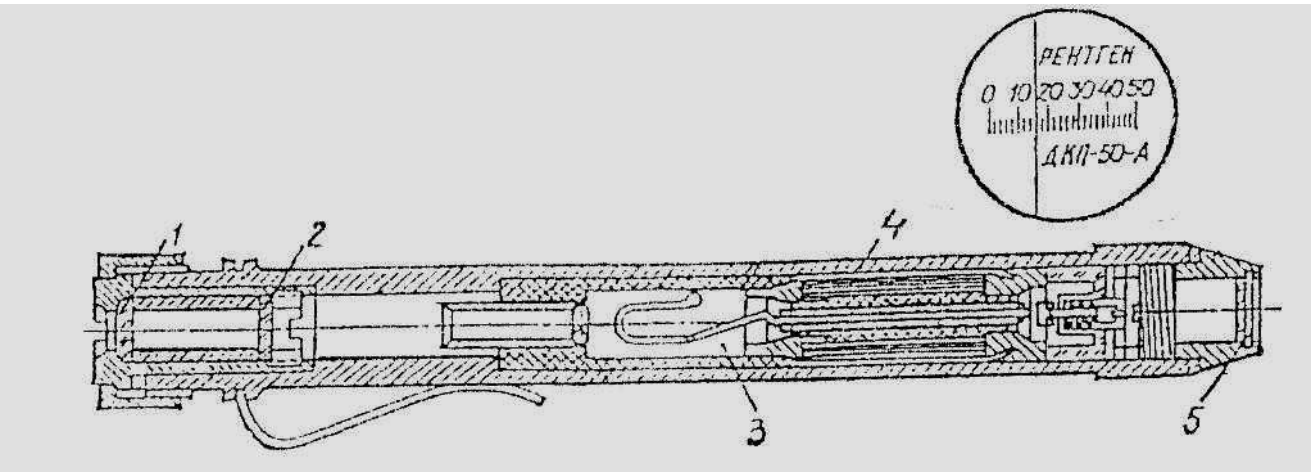


Рис. 3 Дозиметр ДКП - 50А.

1.-_____2.-_____

3.-_____4.-_____

5.-_____

2.3. Подготовка к работе и определение полученной дозы облучения

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

3. Прибор химической разведки: _____
(марка)

3.1. Назначение_____
_____
_____
_____
_____

3.2. Маркировка индикаторных трубок

Наименование ОВ	Маркировка трубок	Режимы замера	Окраска индикатора

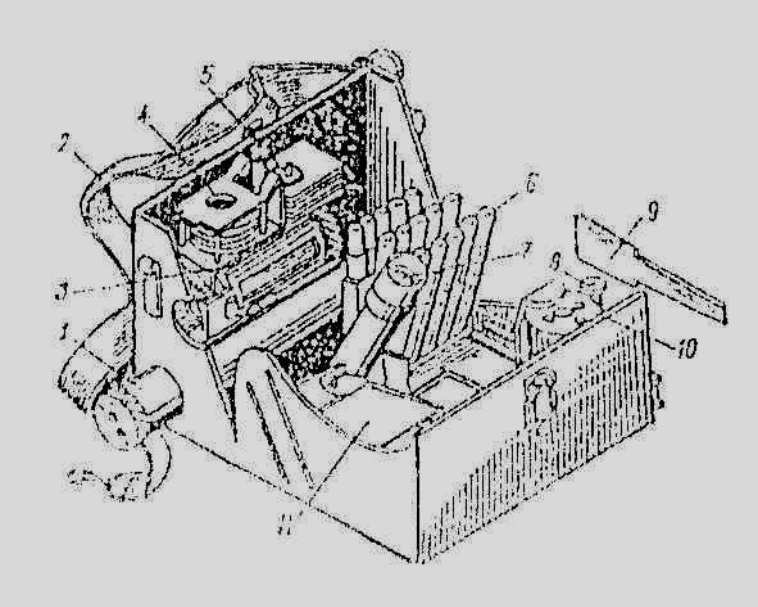


Рис. 4. Воинский прибор химической разведки

1.- _____ _2.-_____

3. - _____ 4. -_____

5. - _____ 6. -_____

7.- _____ 8.-_____

9.-_____ 10 -_____

11.-_____

3.4. Определение ОВ в почве и сыпучих материалах

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Работу сдал _____

Работу принял _____

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева»

Кафедра гуманитарных дисциплин

Методические рекомендации

для практических занятий студентов

по дисциплине «Правоведение»

направление подготовки:
23.03.01 Технология транспортных процессов

форма обучения: очная, заочная

Рязань, 2024

Методические рекомендации для проведения практических занятий по дисциплине «Правоведение» для студентов очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

Разработчик доцент кафедры гуманитарных дисциплин Забара А.Л.
(должность, кафедра)



_____ Забара А.Л.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «_20_» _марта__ 2024 г., протокол № 8

и. о. заведующего кафедрой гуманитарных дисциплин_____
(кафедра)



_____ _____ Чивилева И.В. _____
(подпись) (Ф.И.О.)

1. Общие положения.

1. Цели и задачи дисциплины:

Цели дисциплины: Правоведения состоит в овладении студентами знаний в области права, в ознакомлении студентов с основными принципами и отраслями права как ведущего института нормативного регулирования общественных отношений и высшей ценности цивилизации, правотворческим и правоприменительным процессом, системой государственных органов, правами и свободами человека и гражданина, основными отраслями российского права для развития их правосознания, правовой, профессиональной культуры и, в последствии - право-профессиональной компетентности, выработки позитивного отношения к праву, так как оно есть основа социальной реальности, наполненная идеями гуманизма, добра и справедливости.

Задачи курса:

- Научить основам юриспруденции как ведущего компонента правовой, общей исполнительской, профессиональной культуры право-профессиональной компетенции.
- Научить студентов понимать суть законов и основных нормативно-правовых актов, ориентироваться в них и интегрировать полученную информацию в правовую компетентность по будущей профессии.
- Сформировать у студентов знания и умения по практическому применению и соблюдению законодательства; научить принимать многообразие юридически значимых креативных решений и совершать иные действия в точном соответствии с законом (российское и международное право).

Показать взаимосвязь теории и практики в юриспруденции.

Способствовать развитию умения студентов анализировать законодательство и практику его применения путем проектирования, моделирования, имитации правовых ситуаций в играх, тестах, экспресс-дискуссиях.

2. Организационно-методические указания по изучению курса.

Данный курс относится к числу сложных в изучении дисциплин. Это связано с тем, что студентам необходимо освоить значительное количество нормативно-правовых актов.

Предпосылками успешного освоения учебной дисциплины является:

- обязательное посещение студентами как лекционных, так и семинарских и практических занятий (упражнений),
- ведения подробного конспекта лекций,
- тщательная добросовестная подготовка ко всем семинарским и практическим занятиям, упражнениям,
- активное участие на семинарских и практических занятиях. При этом следует проявлять интерес и стремление к более глубокому усвоению учебного материала.

Приступая к изучению очередной темы, целесообразно действовать в такой последовательности:

- ознакомиться с требованиями программы курса по этой теме;
- уяснить задание по изучению темы и спланировать процесс подготовки;
- посетить лекционное занятие, законспектировать основные положения лекции;
- изучить соответствующую тему в учебнике, прочитав не менее 2 раз текст;
- изучить или ознакомиться с рекомендуемыми к изучению законами и подзаконными актами в объёме, необходимом для усвоения темы и решения предлагаемых упражнений и задач, тестов;
- подготовить ответы на предлагаемые упражнения, задачи, тесты со ссылками на соответствующие нормативные акты,
- убедиться в правильности подготовленных ответов и глубине усвоения темы на семинарских занятиях, упражнениях, практических занятиях , проявляя активность в ходе их проведения;
- использование в учебном процессе тестирования как способа проверки полученных студентами знаний.

3. Методологические указания по подготовке к семинарским и практическим занятиям (упражнениям).

Цель семинарских и практических занятий (упражнений), проводимых по учебной дисциплине - углубление, закрепление теоретических знаний, полученных студентами на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а также совершенствование практических навыков применения Российского законодательства.

Эти занятия служат не только трибуной для дискуссий, обмена мнениями, анализа допускаемых на практике ошибок, правонарушений, но и средством постановки, рассмотрения и решения проблемных ситуаций.

Семинарские и практические занятия (упражнения) позволяют контролировать усвоение студентами учебного материала.

Успеху проведения семинарских и практических занятий по учебной дисциплине способствует тщательная предварительная подготовка к ним студентов.

Необходимо в первую очередь ознакомиться с заданием к семинарскому или практическому занятию (упражнению), определить примерный объём работы по подготовке, выделить вопросы, упражнения, задачи, тестовые вопросы ,ответы на которые или выполнение и решение без предварительной подготовки не представляются возможными, ознакомиться с перечнем законодательных актов, литературных источников, рекомендуемых для изучения.

При ответах на вопросы, решении задач, тестов необходимо внимательно прочить их текст, попытаться дать аргументированное объяснение с обязательной ссылкой на соответствующую правовую норму.

Порядок ответов на вопросы, на решение задач, тестов следующий: даётся развёрнутая аргументация принятого решения, на основании которой излагается ответ.

При подготовке к занятиям студенты могут пользоваться техническими средствами обучения (схемами, слайдами, диафильмами, видеофильмами).

Технические средства обучения могут быть использованы на занятиях для лучшего закрепления учебного материала.

На занятиях студенты могут выступать с фиксированными сообщениями на темы, предложенные преподавателем или выбранные самостоятельно.

Разрешается использовать на занятиях записи с ответами на вопросы, упражнения, задачи, тексты нормативных актов, литературные источники, решения судов.

За устные и за письменные ответы студентам выставляются оценки по пятибалльной системе.

Обсуждение вопросов, упражнений, тестов, задач заканчиваются заключением преподавателя.

По окончании занятия преподаватель подводит итоги дискуссии, занятия, высказывает свою точку зрения, отмечает положительные и отрицательные моменты, проявившиеся в ходе занятия.

Преподаватель даёт студентам задание к следующему семинарскому занятию (упражнению).

4. Вопросы и задания к практическим занятиям.

Тема 1. Введение. Правоведение, как предмет, наука и учебная дисциплина. Принципы права. Понятие и признаки права. Функции права

1. Определения правоведения, предмет науки.
2. Назовите предмет правоведения.
3. Что включает в себя система правоведения.
4. Понятие государства в широком и узком смыслах.
5. Назовите признаки государства.
6. Понятие суверенитета государства. Сущность государства.
7. Назовите внутренние функции государства.
8. Оборонная и дипломатическая функции.

9. Внешнеполитическая и внешнеэкономическая функции.
10. Сотрудничество государств в решении глобальных проблем.
11. Культурное сотрудничество между странами.
12. назовите внешние функции государства.
13. Понятие правового государства. Признаки правового государства.
14. Основы правового государства.
15. Принципы правового государства.
16. Выполните тест:

16.1. Укажите, какой из приведенных ниже тезисов является отражением нормативистской теории понимания права?

А. Право - это возведенная в закон воля господствующего класса.

Б. Право - это прежде всего правовые эмоции людей, которые носят императивно-атрибутивный характер.

В. Право – это система норм, представляющих собой пирамиду, в которой нижестоящая норма соответствует вышестоящей.

Г. Право – это система правоотношений, поведение людей в сфере права.

16.2. Укажите, какая из теорий понимания права утверждает, что право - есть мера свободы и равенства, выражения общих принципов и идей нравственности, справедливости, гуманизма?

А. Примирительная теория.

Б. Социологическая теория.

В. Психологическая теория.

Г. Естественно-правовая теория.

16.3. Укажите, кто из перечисленных ниже ученых-юристов принадлежит к психологической теории права?

А. Г. Кельзен.

Б. Л. Петражицкий.

В. Ф. Савиньи.

Г. Р. Иеринг.

16.4. Какая концепция правопонимания утверждает что право – это юридические действия, юридическая практика, правопорядок, реальное поведение субъектов правоотношений.

А. Нормативистская.

Б. Естественно-правовая.

В. Социологическая.

Г. Психологическая.

16.5. Укажите, представителю какой теории сущности права принадлежит следующее высказывание: «Право никогда не может быть выше, чем экономический строй и обусловленное им культурное развитие общества:

А. Естественно-правовой

Б. Материалистической

В. Историко-правовой

Г. Психологической

17. Обоснуйте свое отношение к проблемным вопросам изучаемой темы.

1. Совместимы ли основные концепции понимания права?

2. Какой концепции понимания права придерживаетесь вы?

3. Есть ли практическая необходимость в поиске определения понятия "право"; плюрализме правопонимания?

18. Отобразите схематично виды принципов и функций права.

Тема 2. Понятие нормы права и её классификация. Структура нормы права.

1. Определение норма права
2. Назовите признаки нормы права
3. Определение гипотеза
4. Определение диспозиции

5. определение санкция
6. Российская иерархия нормативных правовых актов
7. Какие есть основные способы изложения элементов норм права
8. Классификации норм права по юридической силе и по отрасли
9. Классификация норм права по форме предписания и форме предписываемого поведения
10. Классификация норм права по сфере действия и времени действия
11. Дайте характеристику норм права, изложенных в статьях приведенных ниже нормативных актов, по следующим основаниям:

а) по предмету регулирования (по отраслям права);

б) по характеру нормативного правового акта (законы, подзаконные акты);

в) по характеру правил поведения (управомочивающие, обязывающие, запрещающие);

г) по действию во времени (неопределенно длительного действия, временные, чрезвычайные);

д) по кругу субъектов (общие, специальные, исключительные);

е) по пределам действия в пространстве (общего действия, местного, локального);

ж) по способу установления правил поведения (императивные, диспозитивные, поощрительные, рекомендательные);

з) по реализуемым функциям права (регулятивные, охранительные);

и) по содержанию (декларативные, дефинитивные, коллизионные, оперативные и др.).

1.1. «Президентом РФ может быть избран гражданин РФ не моложе 35 лет, постоянно проживающий в Российской Федерации не менее 10 лет». (Конституции РФ ст. 81 ч. 2).

1.2. «Договор может быть заключен на куплю-продажу товара, имеющегося в наличии у продавца в момент заключения договора, а также товара, который будет создан или приобретен продавцом в будущем, если иное не установлено законом или не вытекает из характера товара». (Гражданский кодекс РФ, ст. 455 ч.2).

1.3. «Работники, приступившие к проведению забастовки или не прекратившие ее на следующий день после доведения до органа, возглавляющего забастовку, вступившего в законную силу решения суда о признании забастовки незаконной либо об отсрочке или о приостановке забастовки, могут быть подвергнуты дисциплинарному взысканию за нарушение трудовой дисциплины». (Трудовой кодекс РФ, ст. 417 ч. 1).

12. Определите вид гипотезы правовой нормы в приведенных ниже статьях нормативных актов по следующим основаниям:

а) в зависимости от степени определенности – ***абсолютно определенные*** (содержат четкие, точные указания на условия и обстоятельства реализации) и ***относительно определенные*** (ориентируют правоприменителя на определение наличия или отсутствия этих условий в каждом конкретном случае), ***абсолютно неопределенные*** (условия реализации норм даются в общем виде и оставляют значительный простор для усмотрения правоприменителя в оценке конкретных обстоятельств дела);

б) в зависимости от условий реализации нормы – ***простые*** (содержат одно условие реализации), ***сложные*** (наличие нескольких условий), ***альтернативные*** (реализация правовой нормы ставится в зависимость от наличия одного из нескольких конкретных условий).

2.1. «Не допускается заключение брака между:

лицами, из которых хотя бы одно лицо уже состоит в другом зарегистрированном браке;

близкими родственниками (…);

усыновителями и усыновленными;

лицами, из которых хотя бы одно лицо признано судом недееспособным вследствие психического расстройства» (Семейный кодекс РФ, ст.14).

2.2. «При заключении договора личного страхования страховщик вправе провести обследование страхуемого лица для оценки фактического состояния его здоровья» (Гражданский кодекс РФ, ст.945 ч.2).

2.3. «Расторжение брака в судебном порядке производится, если судом установлено, что дальнейшая совместная жизнь супругов и сохранение семьи невозможны» (Семейный кодекс РФ, ст.22 ч.1)

Тема 3. Отрасли права. Классификация отраслей права. Система Российского права. Источники права.

1. Определение отрасль права
2. Что относится к материальным отраслям права
3. Право регулирующее порядок, процедуру осуществления и обязанностей сторон
4. Назовите некоторые виды социальных норм права

5. Определите, о каком виде источников права идет речь в приведенных ниже отрывках, взятых из различных документов?

1.1. В 1875 г. Суд казначейства определил «встречное удовлетворение» следующим образом: «Действительное встречное удовлетворение с правовой точки зрения может состоять в некотором праве, интересе, прибыли и выгоде, приобретаемой одной стороной, или в некотором воздержании, ущербе, убытке или ответственности, претерпеваемой или принимаемой на себя другой стороной. Суды «не спросят», приносит ли в действительности то, что составляет встречное удовлетворение, выгоду кредитору или третьему лицу и представляет ли оно вообще значительную ценность для кого бы то ни было».

1.2. Статья 3.

1. Ни одно Государство-участник не должно высылать, возвращать или выдавать какое-либо лицо другому государству, если существуют серьезные основания полагать, что ему может угрожать там применение пыток.

2. Для определения наличия таких оснований компетентные власти принимают во внимание все относящиеся к делу обстоятельства, включая в соответствующих случаях существование в данном государстве постоянной практики грубых, вопиющих и массовых нарушений прав человека.

1.3. Статья 33.

Граждане Российской Федерации имеют право обращаться лично, а также направлять индивидуальные и коллективные обращения в государственные органы и органы местного самоуправления.

1.4. В Западной Европе XI-XII вв. после заключения брака муж должен был давать так называемый «утренний дар» – своеобразную плату за подчинение власти мужа. За это получал право наказывать жену, прогонять ее, а также получать плату за убийство или обиду жены. «Утренний дар» составлял вдовью долю, которую получала жена в случае смерти мужа. Также в этом случае она получала и женскую долю, т.е. домашнюю утварь, предметы личного пользования и украшения.

6. Приведите примеры источников права следующих видов: закон, кодекс, указ, устав, положение, постановление, распоряжение, инструкция. Укажите, какие органы (организации) имеют право издавать свои акты в названных формах.

Тема 4. Субъекты правоотношений (физические и юридические лица).

1. Назовите всех субъектов гражданских правоотношений.
2. Что такое правоспособность?
3. Что такое гражданская дееспособность?
4. Назовите виды гражданской дееспособности.
5. Что такое юридическое лицо?
6. Назовите основные признаки ЮЛ.
7. Приведите классификацию юридических лиц.
8. Что такое юридические факты?
9. Назовите виды юридических фактов.
10. Что подразумевается под принципами гражданского права?
11. Приведите примеры правовых отношений, в которых Вы принимали участие. Для каждого из них раскройте элементы (участники, объект и содержание) и определите вид правоотношения.

_____ *объект*___

_____

*участники*_____

*содержание*_____

12. Ответьте на вопрос: "В какой сфере и какой вид правоотношений, с Вашей точки зрения, нуждается в более конкретном и четком регулировании"? Ответ обоснуйте.

13. Определите виды правовых отношений в зависимости от предмета правового регулирования (по отраслевому признаку):

- правовые отношения, связанные с участием в референдуме;
- алиментные правовые отношения;
- правоотношение по уплате налога;
- заключение трудового договора;
- правоотношения, связанные с договором аренды здания.
- правоотношение ответственности за мошенничество.

14. Определите вид нижеперечисленных юридических фактов по правовым последствиям (правообразующие, правоизменяющие, правопрекращающие) и волевому критерию (события, действия):

- увольнение с работы;
- кража имущества;
- заключение договора купли-продажи квартиры;
- обнаружение клада;
- рождение ребенка;
- смерть человека;
- затопление дома при наводнении;
- вынесение приговора судом;
- нарушение правил дорожного движения;
- вступление в брак;
- перевод на другую должность;
- расторжение брака;
- наступление пенсионного возраста;
- принятие закона.

15. О каких правовых понятиях, выступающих в качестве юридического факта, идет речь в следующих положениях?

3.1. В российском гражданском праве существует положение о том, что должник, не исполнивший свое обязательство, считается виновным в неисполнении до тех пор, пока не докажет обратное.

3.2. Согласно ст.45 Гражданского кодекса РФ днем смерти гражданина, объявленного умершим, считается день вступления в законную силу решения суда об объявлении его умершим.

3.3. Российским уголовным законодательством закреплено положение, согласно которому гражданин считается несудимым, если с него судимость снята либо погашена.

3.4. В российском гражданском праве существует положение о том, что должник, не исполнивший свое обязательство, считается виновным в неисполнении до тех пор, пока не докажет обратное.

Тема 5. Понятие судебной системы в РФ. Суды РФ.

Понятие судебной системы РФ.

Принципы деятельности судебной системы РФ.

Система судов РФ.

Судебное звено судебной системы РФ.

Судебная инстанция судебной системы РФ.

Органы судейского сообщества.

Судья в РФ. Статус судей в РФ. Гарантии судей в РФ. Присяжные и арбитражные заседатели.

Тесты по теме:

1. **В открытом судебном заседании его фиксация в письменной форме и с помощью аудиозаписи:**

1. допускается без ограничений;
2. допускается с согласия лиц, участвующих в деле;
3. допускается с разрешения суда;
4. не допускается.

2. **Что из перечисленного не выступает основанием для отвода судьи:**

1. судья при предыдущем рассмотрении данного дела участвовал в нем в качестве прокурора, секретаря судебного заседания, представителя, свидетеля, эксперта, специалиста, переводчика;
2. судья является родственником или свойственником кого-либо из лиц, участвующих в деле, либо их представителей;
3. судья не устраивает потерпевшую сторону в связи с его личными убеждениями и взглядами;
4. судья лично, прямо или косвенно заинтересован в исходе дела либо имеются иные обстоятельства, вызывающие сомнение в его объективности и беспристрастности.

3. **Сколько судей включает коллегиальный состав в суде первой инстанции:**

1. Двух;
2. Трех;
3. Пятерых.

4. **Третьи лица, не заявляющие самостоятельные требования относительно предмета спора, относятся к лицам:**

1. содействующим осуществлению правосудия;
2. осуществляющим правосудие;
3. участвующим в деле.

5. **К каким последствиям приводит нарушения процессуальной формы:**

1. принятию незаконного решения;
2. нарушению прав свидетеля;
3. отступлению от принципа гласности.

6. **Наследник умершего ответчика, подающий жалобу в порядке надзора, это –**

1. правопреемник;
2. второй ответчик;
3. соответчик;
4. альтернативный ответчик.

7. **После вступления в законную силу решения суда вещественные доказательства**

1. возвращаются лицам, от которых они были получены или передаются тем, за кем суд признал право на эти предметы;
2. уничтожаются;
3. хранятся в суде до момента исполнения решения суда.

8. **Лица, участвующие в деле, и лица, содействующие осуществлению правосудия, относятся к:**

1. составу суда;
2. субъектам гражданских процессуальных правоотношений;
3. участникам гражданского процесса;
4. лицам, осуществляющим правосудие.

9. **По гражданскому делу суд назначает адвоката в качестве представителя, когда:**

1. отсутствия представителя у ответчика, место жительства которого неизвестно;
2. у стороны нет денег на оплату представителя, а у другой стороны есть адвокат;
3. сторона из-за незнания права мешает быстрому разрешению дела;
4. это специально предусмотрено федеральным законом.

10. **На какой стадии гражданского судопроизводства возможно правопреемство:**

1. на любой;
2. только на стадии подготовки дела к производству.

11. **Об ответственности за дачу заведомо ложных показаний суд предупреждает:**

1. Истца;

2. Ответчика;
3. третьих лиц;
4. свидетеля.

12. **Встречный иск – это:**

1. предложение ответчика истцу закончить дело мировым соглашением;
2. возражения ответчика против дальнейшего рассмотрения дела;
3. самостоятельное исковое требование, заявленное ответчиком в уже возникшем процессе для совместного рассмотрения с первоначальным иском.

13. **Кем рассматривается вопрос об отводе, заявленном судье, рассматривающему дело единолично:**

1. приглашается другой судья;
2. прокурором;
3. тем же судьей;
4. секретарем суда.

14. **Оплата услуг переводчиков и возмещение понесенных расходов в связи с явкой их в суд производится за счет:**

1. бюджета;
2. истца;
3. лица, нуждавшегося в переводчике.

15. **Обратиться в суд от своего имени в защиту неопределенного круга лиц может:**

1. органы государственной власти и местного самоуправления в предусмотренных законом случаях;
2. мировой судья;
3. должностное лицо вышестоящего суда;
4. прокурор.

16. **Гражданская процессуальная дееспособность по общему правилу наступает…**

1. с 16 лет;
2. с 18 лет;
3. с 14 лет.

Тема 6. Состав правонарушения (преступления).

Понятие состава преступления.
Элементы (стороны) состава преступления и их признаки.
Классификация (виды) составов преступления.

Тесты по теме: Уголовная ответственность.

1. **Добровольным отказом от преступления следует считать:**

1. Прекращение любых действий, направленных на доведение преступления до конца.
2. донесение о готовящемся преступлении.
3. Совершение преступления при условии фактической ошибки относительно объекта преступления.
4. Прекращение подготовительных действий либо действий, непосредственных направленных на совершение преступления, если лицо сознавало возможность доведения преступления до конца.

2. **Какие стадии преступления вам известны:**

1. Соисполнительство
2. Укрывательство
3. Организационные вооруженные группы
4. Приготовление и покушение на преступление.

3. **Виды умысла:**

1. Двойная форма вины
2. Прямой
3. Определенный и неопределенный
4. Косвенный

4. **При каких условиях риск признается обоснованным:**

1. Не имеет значение, какая цель при этом поставлена;
2. Осуществляется для достижения социально полезной цели;
3. Обоснованность риска не ставшего в зависимость от принятых мер по его предотвращению;
4. Для признания риска обоснованным главное значение имеет цель (она должна быть социальна полезной), для достижения которой пошли на риск, но средства ее достижения могут быть и иные, с риском не связанные.

5. **Вина – это:**

1. Сознательное совершение преступления;
2. Способность отдавать отчет в своих действиях и руководить ими в момент совершения преступления;
3. Особое психическое отношение субъекта к совершенному им деянию и его последствиям в форме умысла и неосторожности;
4. Совершение преступления с определенным умыслом.

6. **Преступлением является:**

1. Умышленное причинение вреда
2. Совершение общественно-опасного деяния.
3. Совершение аморального поступка, вызванное на общественное осуждение.
4. Виновное совершение общественно-опасного деяния, запрещенного УК под угрозой наказания.

7. **Какова система Уголовного кодекса РК?**

1. Система УК образует совокупность норм;
2. Систему УК образуют диспозиции и санкции статей УК;
3. Систему УК составляют все нормы уголовно-правового характера независимо от того, включены они в него или еще нет;
4. УК состоит из двух частей: Общей и Особенной.

8. **С какого возраста лицо может быть привлечено к уголовной ответственности?**

1. С 16 лет за все преступления;
2. С 14 лет;
3. По достижению лицом совершеннолетия;
4. С 16 лет, за преступления, представляющие повышенную общественную опасность – с 14 лет.

9. **К обстоятельствам, смягчающим наказание, УК относит:**

1. Совершение впервые преступления небольшой тяжести вследствие случайного стечения обстоятельств;
2. Совершение преступления, дискриминанализированного законом, принятым позднее и действующим на момент рассмотрения дела судом;
3. Отсутствие тяжких последствий преступления;
4. Совершение преступления в состоянии опьянения.

10. **К обстоятельствам, отягчающим наказание, относятся:**

1. Привлечение к совершению преступления несовершеннолетних
2. Отказ от дачи наказаний.
3. Непризнание своей вины
4. Наступление тяжких последствий в результате совершения преступления

11. **Несовершеннолетним могут быть назначены наказания в виде:**

1. Предупреждения;
2. Лишения свободы на срок не свыше пяти лет;
3. Конфискация имущества;
4. Штрафа, ареста.

12. **Основанием уголовной ответственности является:**

1. Совершение деяния, содержащего все признаки состава преступления
2. Виновное причинение вреда
3. Вынесение постановления о привлечении в качестве обвиняемого
4. Приговор суда.

13. **Смысловое значение понятия «Уголовное право»:**

1. Статьи Общей части УК РК;
2. Уголовный закон;
3. Нормы, формулирующие составы преступления;
4. Отрасль законодательства.

14. **По какому принципу определяется уголовным законом ответственность соучастников?**

1. Каждый участник преступного сообщества отвечает за все преступления, совершаемые членами этого сообщества;
2. Соучастники отвечают в пределах лично ими совершенного;
3. Соисполнители несут одинаковую ответственность;
4. Все соучастники несут одинаковую ответственность.

15. **Освободить от уголовной ответственности возможно в связи:**

1. С причинением вреда посягающему лицу в состоянии необходимой стороны;
2. С причинением вреда в состоянии крайней необходимости;
3. С недостижением возраста, с которого возможно привлечение к уголовной ответственности;
4. С деятельным раскаянием лица, совершившее преступление.

16. **Сроки давности, исключительная уголовная ответственность, равны:**

1. 10 годам после совершения преступления средней тяжести;
2. 3 годам после совершения преступления небольшой тяжести;
3. 20 годам после совершения преступления небольшой тяжести;
4. 6 годам после совершения преступления небольшой тяжести.

6. Перечень вопросов для самопроверки усвоения дисциплины

1. Правоведение как наука и учебная дисциплина.
2. Понятие и признаки общества.
3. Общие закономерности возникновения государства.
4. Характеристика основных теорий происхождения государства и права: теологической, патриархальной, договорной, психологической, марксистской, насилия и др.
5. Понятие государства. Основные признаки государства.
6. Понятие и классификация функций государства.
7. Понятие и элементы форм государства.
8. Формы государственного правления: понятие и виды.
9. Формы национально – государственного и административно – территориального устройства: понятие и виды.
10. Государственно – политический режим: понятие и основные разновидности.
11. Правовое государство. Понятие и принципы правового государства.
12. Понятие и определение права.
13. Правовые системы современности.
14. Понятие источника права. Классификация источников права.
15. Система нормативных актов в России.
16. Понятие нормы права.
17. Логическая структура нормы права.
18. Понятие системы права. Основные элементы системы права.
19. Предмет и метод правового регулирования как основания выделения отраслей в системе права.
20. Частное и публичное право. Материальное и процессуальное право.
21. Понятие и способы реализации права.
22. Применение права.
23. Понятие, признаки и виды правовых отношений.
24. Субъекты права и правоотношения.
25. Объект правоотношения.
26. Юридическое содержание правоотношения.

27. Понятие и классификация юридических фактов как основание возникновения, изменения и прекращения правоотношений.
28. Понятие и признаки юридической ответственности.
29. Принципы юридической ответственности.
30. Понятие и признаки правонарушения.
31. Юридический состав правонарушения.
32. Понятие и содержание основ конституционного строя.
33. Система прав и свобод человека и гражданина.
34. Понятие и признаки государственных органов.
35. Органы государства и органы местного самоуправления.
36. Понятие принципа разделения властей. Система сдержек и противовесов.
37. Система и структура исполнительных органов государственной власти.
38. Законодательная (представительная) власть.
39. Судебная власть.
40. Понятие и сущность гражданского права.
41. Источники гражданского права.
42. Способы защиты гражданских прав.
43. Понятие сделки и ее виды.
44. Понятие договора и его содержание.
45. Понятие, предмет, метод и система трудового права.
46. Трудовой договор. Понятие, содержание и порядок заключения трудового договора.
47. Рабочее время и время отдыха.
48. Защита трудовых прав работников.
49. Понятие, предмет, метод и система семейного права.
50. Условия, порядок заключения и прекращение брака.
51. Права и обязанности супругов.
52. Права и обязанности родителей и детей.
53. Формы воспитания детей, оставшихся без попечения родителей.
54. Понятие, предмет, метод административного права Российской Федерации.
55. Соотношение административного права с другими отраслями права.
56. Административно-правовые отношения: понятие, особенности.
57. Система государственной службы Российской Федерации.
58. Законодательства Российской Федерации об административных правонарушениях.
59. Понятие административного правонарушения.
60. Система и виды административных наказаний.

8. Список рекомендуемой литературы.

Основная литература

Правоведение для студентов транспортных вузов : Учебник для вузов / под общ. ред. Землина А.И. - 3-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 478 с.

Дополнительная литература

1. Шкатулла Владимир Иванович. Правоведение : учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования. - 11-е изд.; стер. - М.: Академия, 2011. - 384 с. 2. Шумилов Владимир Михайлович. Правоведение: учебник для бакалавров. - 2-е изд.; испр. и доп. - М.: Юрайт, 2012. - 423 с.

2. Балашов, Алексей Игоревич. Правоведение : Учебник для студентов вузов, обучающихся по неюрид. спец. / Балашов, Алексей Игоревич, Рудаков, Геннадий Петрович. - СПб. : Питер, 2005. - 512 с.

3. Правоведение [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по неюридическим направлениям подготовки / под общ.ред. М. Б. Смоленского. - 5-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Дашков и К' : Академцентр, 2014. - 496 с.

4. Конституция Российской Федерации с комментариями для изучения и понимания [Текст] / Л.Ш. Лозовский, Б.А. Райзберг. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2013. - 113 с.

5. Гражданский кодекс Российской Федерации. Части первая, вторая, третья и четвертая. Официальный текст: По состоянию на 20 февраля 2008 г. [Текст] . - Новосибирск. : Сиб. унив. изд-во, 2008. - 528 с.

6. Трудовой кодекс Российской Федерации. По состоянию на 20 мая 2010 года. Комментарий последних изменений [Текст] . - М. : Юрайт, 2010. - 227 с.

7. Трудовой кодекс Российской Федерации [Текст] . - 13-е изд. - М. : Ось-89, 2010. - 256 с.

8. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях [Текст] . - М. : Омега-Л, 2009. - 279 с.

9. Смирнов, Александр Витальевич.Уголовный процесс [Текст] : учебник / Смирнов, Александр Витальевич, Калиновский, Константин Борисович. - СПб. : Питер, 2004. - 697 с.

10. Уголовный кодекс РФ. Уголовный кодекс Российской Федерации с изменениями и дополнениями на 1 февраля 1999 г. - М. : Проспект, 1999. - 160 с.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

Кафедра гуманитарных дисциплин

Методические рекомендации для практических занятий по дисциплине Русский язык и культура речи

для студентов очной/заочной форм обучения

по направлению (специальности) подготовки:

23.03.01 Технология транспортных процессов

Рязань 2024

Методические рекомендации для практических занятий по дисциплине Русский язык и культура речи для студентов очной/заочной форм обучения по направлению (специальности) подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

Разработчик доцент кафедры гуманитарных дисциплин_____
(должность, кафедра)



_____ Нефедова И.Ю._____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «_20_» _марта_ 2024 г., протокол № 8

и. о. заведующего кафедрой гуманитарных дисциплин_____
(кафедра)



_____ Чивилева И.В. _____
(подпись) (Ф.И.О.)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ……..…… 4
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....**Error! Bookmark not defined.**
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ Error! Bookmark not defined. **ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**.....5
Практическое занятие № 1 .....**Error! Bookmark not defined.**
Практическое занятие № 2 8
Практическое занятие № 3 9
Практическое занятие № 4 11
Практическое занятие № 5 13
Практическое занятие № 6 16
Практическое занятие № 7 19
Практическое занятие № 8 27
ТЕМАТИКА ДОКЛАДОВ 29
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА ……30
Error! Bookmark not defined.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цели и задачи дисциплины:

Основной целью курса Русский язык и культура речи является совершенствование навыков грамотного письма и говорения в профессиональном общении.

Данная цель обуславливает постановку следующих задач:

- повышение уровня орфоэпической, лексической, грамматической и стилистической грамотности;
- изучение основ риторики и лексико-стилистических особенностей языковых конструкций научной и официально-деловой направленности;
- изучение принципов и эффективных методов речевого взаимодействия;
- формирование умений продуцирования связных, правильно построенных монологических и диалогических текстов в соответствии с коммуникативными намерениями говорящего и ситуацией общения.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ПООП (при наличии) по данному направлению подготовки, а также компетенций (при наличии), установленных университетом.

* Компетенция может раскрываться в конкретной дисциплине полностью или частично.

Таблица - Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Коммуникация	УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4.2. Осуществляет речевое взаимодействие в соответствии с нормами современного русского литературного языка в устной и письменной формах деловой коммуникации

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕМА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ЯЗЫК КАК ОСНОВА КУЛЬТУРЫ РЕЧИ.

Современный русский литературный язык и его подсистемы. Формы существования РЛЯ. Лексика современного русского языка.

ТЕМА 2. РЕЧЕВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ЕЁ ВИДЫ.

Речь. Речевые коммуникации. Речь в межличностных и общественных отношениях.

ТЕМА 3. НОРМАТИВНЫЙ АСПЕКТ СОВРЕМЕННОГО РУССКОГО ЛИТЕРАТУРНОГО ЯЗЫКА.

Нормы русского литературного языка. Орфоэпические нормы современного литературного русского языка. Грамматические нормы русского литературного языка Имя существительное. Имя прилагательное. Глагол. Имя числительное. Синтаксические нормы. Речевая недостаточность. Речевая избыточность: Плеоназм, тавтология, лексические повторы.

ТЕМА 4. СТИЛИСТИКА.

Функциональные стили современного русского литературного языка. Научный стиль. Основы конспектирования и реферирования

ТЕМА 5. ОСНОВЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЛОВОЙ КОММУНИКАЦИИ

Официально-деловой стиль. Составление деловой документации. Принципы делового общения. Роды и виды риторики. Классический риторический канон. Образ слушающего. Контакт оратора с аудиторией. Приемы привлечения внимания слушателей

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Реализация программы дисциплины «Культура речи и делового общения» предусматривает использование разнообразных форм и методов, обеспечивающих сбалансированную интеграцию лекционного материала, материала для практических занятий и самостоятельной работы студентов. Эти методы основаны на принципах развивающего образования и создания специальной образовательной среды.

Одним из основных видов аудиторной работы обучающихся являются практические занятия. Практические занятия – это метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы. На практических занятиях закрепляются теоретические знания, формируются навыки овладения нормами современного русского литературного языка, а также рассматриваются трудные случаи произношения, словоупотребления, грамматики и правописания в деловом общении, отрабатываются навыки практического применения знаний в условиях, приближенных к реальной профессиональной деятельности учащихся. Проводимые под руководством преподавателя, практические занятия направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы по дисциплине. Они также позволяют осуществлять контроль преподавателем подготовленности студентов, закрепления изученного материала, развития навыков подготовки сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений.

В основе методики преподавания курса «Русский язык и культура речи» лежат современные подходы к содержанию и методике преподавания дисциплины, основанные на следующих принципах.

Профессиональная ориентация обучения. Весь лекционный и практический материал ориентирован на сферу будущей профессиональной деятельности студента. Это выражается в отборе лексики, видов речевой деятельности и наглядного материала.

Коммуникативность обучения. Диалоги и микротексты, предлагаемые на практических занятиях слушателям, приближены к реальным ситуациям общения. Используются активные формы проведения занятий: тренинги, элементы деловой игры и др.

Индивидуализация обучения и самоконтроль. Для занятий подбирается материал, различный по степени сложности, проводится обучение самостоятельной работе с лингвистическими словарями. Слушатели учатся выявлять языковые тенденции и закономерности в предложенном языковом материале. Зачёт проходит в форме индивидуальной беседы преподавателя с учащимися по билетам, содержащим ряд практических заданий.

Актуальный характер рассматриваемых учебных материалов. Предполагается дискуссионный характер обсуждаемых на занятиях тем, а также рассмотрение таких проблем, которые выходят за рамки чисто лингвистических и активно обсуждаются всем обществом.

В результате прохождения курса «Культура речи и делового общения» и самостоятельной работы студент должен приобрести определённые знания по русскому языку, которые проверяются преподавателем во время зачета.

Материалы для зачета нацелены на проверку знаний произносительных, акцентологических, лексических, грамматических, орфографических и пунктуационных норм современного русского литературного языка.

Кроме того, выполняя специальные задания, студент должен уметь найти и исправить речевые ошибки, часто встречающиеся в деловой устной и письменной речи. С этой целью во время зачета слушателю предлагается отредактировать ряд предложений, содержащих смысловые, стилистические, лексические и другие ошибки.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает, выставляя в рабочий журнал текущие оценки, при этом студент имеет право ознакомиться с ними.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1
КУЛЬТУРА РЕЧИ КАК МНОГОАСПЕКТНОЕ ПОНЯТИЕ. РУССКИЙ ЯЗЫК В СИСТЕМЕ ЯЗЫКОВ МИРА

Задание 1. В приведенных записях диалектной речи укажите языковые особенности (диалектизмы), несвойственные литературному языку (фонетические, лексические, морфологические, словообразовательные). Укажите синтаксические особенности разговорной диалектной речи. Создайте социально-психологический портрет говорящего.

А. – Скажите о том, как у вас раньше свадьбы играли.

– Свадьбу? Скажу про себя. Была я семнадцати лет... Был сенокос... Ну подкашиваем, вдруг соседка идет, идет прямо к отцу... А я ей, такая была, так и говорю: «А что ты, Олена, к нам-то не привернула?» – «Ну, если приглашаешь, так приверну». Подходит к моему старшему брату, поклонилась и грит: «Ну, Александр, поезжай, пропивай сестру, женихи на сестру сватаются». А брат косы лопатил у нас, он жены своей лопатил косу. Косы были, горбуши назывались. Ну вот. Потом он этой жены косу отлопатил, взяла я, стала подавать свою косу. Он меня и поддразнил: «Хе, как девица-то, женихи сватаются». Я чуть не заплакала. Он говорит: «Глупая, какая-то ты невеста? Еще не отдам».

Б. – А потом ишо вот... сын женился, сноха родила, ишо я бабой работала... Ну тут на пенсию пошла, и так больше стала вот няньчиться. У тех две девки выращила, чэтыре жимы водилася: с той два года, да с другой... Колька-то, мой парень, там тоже чэтыре жимы жила, тоже с ребятами.

В. – Вот на Пасху-то дак всю ночь пекем, тут ночь и не спим. С вечера, еще в шесть часов тесто месили, да вот замесишь с бычью голову тесто-то, вот и скешь сидишь, две-три кучи наскешь этих сочиней-то, да еще... калиточки зовутся, опеки же большие же наскешь, эти опеки с квашни наливашь, да на сковородки наливашь, кислы шаньги звалися... А кислы– это льют на сковородки, на сковородоцки и сверьху помазут сметанкой – вот это называт кисла шаньга.

Г. Лагун–ушат сделан, ив исподи дно, и наверьху дно. И втулкой деревянной накрыват-то, дак вот дыра и сделана кругла, и тут же тулка, называется тулка, закрывать. И вот закроют и эту дыру, кругом-то того закрепят, замажут, шобы дух не выходил. И вот крепко пиво, а пониже одеть ко дну-ту этот гвоздь, коды то набирають, сделан деревянный гвоздь. Кода пить, то выдергают.

Задание 2. Укажите слова из жаргона преступного мира. Какое название в языкознании они получили?

Предъявы делаются на сходняках
(«Непонятки» бандитских понятий»)

Бандитские структуры, естественно, заинтересованы в постоянном увеличении доходов... Для того чтобы заполучить новую фирму, есть несколько способов, одним из которых является так называемая пробивка. Упрощенно «пробивка» выглядит так: экипаж бандитской машины заходит в недавно открывшееся кафе или магазин и вежливо интересуется у хозяина, кому он платит, кто его охраняет...

«Пробивка» – рабочий момент бандитской профессии, как правило, она проходит мирно. «Пробитую» точку (кафе, фирму, магазин) заносят в реестр личного учета банды – либо как свою, либо как чужую (ин-формация о «коллегах» лишней не бывает). «Пробивки» могут быть с «наездами» и без.

«Наезд» – способ психологического и физического давления на бизнесмена – в основном для стимуляции его искренности и деморализации.

«Пробивка» с «наездом» – это все то же самое, но с более глубокими эмоциями: «Ну, ты, падла, крыса, мышь! Кому платишь, гнида! Слышь, ты нам по жизни должен! Ты понял, нет?!» и т.д., и т.п.

Как уже говорилось выше, «пробивки» обычно заканчиваются «стрелками» [встречами с конкурирующими бандитами], которые не принято «динамить». Во-первых, это просто невежливо, во-вторых, это дает козы-ри «продинамленной» стороне.

Бывают «стрелки» конфликтные, когда одна из сторон может считать, что ее интересы ущемлены. Такая «стрелка» может закончиться «разборкой», т.е. силовым конфликтом. Поскольку всегда есть шанс нарваться на «отмороженных» (на «беспредельных», жестоких, неумных и жадных «коллег»), «стрелки» обычно назначаются в очень людных местах, где пользоваться оружием затруднительно (рынки, кафе, магазины), либо, наоборот, в местах глухих и уединенных, куда каждая сторона может без лишней нервотрепки привезти оружие.

Каждому бизнесмену нужно очень хорошо представлять, что такое так называемые разводки.

«Разводка» – это, по сути дела, обман, мошенничество, которое вынуждает «разводимого» поступать так, как надо «разводящим».

Задание 3. Укажите жаргонизмы и определите, в какой социальной группе они возникли.

1. Парень один из Крылатского. У него квартира – отпад. А родители живут на даче. Мы там часто тусуемся.

2. Есть карманники – «верхушечники», работающие по верхам с минимальным риском, тянущие то, что плохо лежит. Таким очень помогают модные «чужие» сумки и еще распахивающиеся сумки – «самосвалы» с магнитными застежками, оттопыривающиеся карманы и... наша традиционная русская беспечность. Другие «спецы» работают с «мойкой» – лезвием отечественного производства.

3. Главной особенностью стало то, что с отечественными разведчиками экстра-класса, т.е. «рэксами», мерялись силами представители элитных спецподразделений армии Словакии и США.

4. Белыми люблю «сицилианку», а черными предпочитаю защиту Грюнфильда, хотя она не пользуется репутацией надежной защиты.

5. Два года в армии делятся на четыре части. И в каждой для солдата своя кличка. Те, кто служит пер-вые полгода, – «духи», кто вторые – «черпаки». Они могут командовать «духами». Тот, у кого служба перевалила на второй год, – «фазаны». Ну а тем, у кого до ухода в запас 5-6 месяцев – «дедам» или «дембелям», – дозволено все – от мордобоя до сексуального насилия.

6. К выборам «яблочники» собираются подойти с «отработанной экономической и серьезной политической идеологией».

7. Навскидку: только за последний месяц телевидение «цитировало» без ссылки на «Российскую газету» премьера России, министра финансов, министра труда, не говоря уже о том, что авторы эксклюзивной информации газеты сталкиваются с телевизионной озвучкой своих материалов без ссылки на источники.

8. Отвоевав три месяца, «дикие гуси» с калужской земли убедились, что контракт и обещания – ложь.

9. Если богатым и предприимчивым людям захочется вдруг «раскрутить» звезду, сообщаем необходимые сведения. (Из газет)

Задание 4. Какие из выделенных словосочетаний являются свободными, а какие несвободными?

1. Мейсон вологодского разлива (заголовок). Было время, когда девочек сплошь и рядом называли Нинель, т.е. «Ленин» задом наперед, или Даздраперма– «Да здравствует Первое мая» в сокращенном варианте. Та мода, к счастью, ушла, а какая пришла? ...Не так давно в России стало

модным называть детей в честь героев «мыльных опер». На свет появилось множество Джулий и Мейсонов.

2. Новый самолет может производить взлет с суши и с воды и совершать посадку на сушу и на воду.

3. Американские куриные окорочка - «ножки Буша», заполнившие местный рынок, можно вытеснить лишь продукцией лучшего качества, такой, как знаменитый тамбовский окорок, который в давние времена поставляли к царскому двору.

4. Рэкетир никого не убивал, но при одном его появлении на улице с огромным королевским догом многих людей охватывает дрожь.

5. Обвиняя нынешнюю власть во всех смертных грехах, руководители оппозиции явно черпают вдохновение в терминологии застойных времен.

6. Су-37 на демонстрационных полетах покажет коронные номера «кобру Пугачева», «колокол», «чакру Фролова». Эти фигуры высшего пилотажа не способен исполнить ни один зарубежный истребитель.

7. Флюгеры автоматически указывали силу воздушных потоков, на всех «ветряках» устанавливалась «роза ветров» с укрепленными железными буквами NOSW.

8. Надежды на то, что «заграница нам поможет» вывести экономику из кризиса, давно уже сменились пониманием реального положения дел.

Задание 5. Какие слова или их значения являются новыми в приведенных юморесках о всепоглощающей любви к компьютерам героя рубрики «Кириллица» из подростковой петербургской газеты «Пять углов»?

1. Однажды Кирилл увидел, что ему на голову падает кирпич. «Похоже на тетрис!» – успел подумать он.
2. Однажды Кириллу на день рождения подарили ружье. «Зачем оно мне?!» – удивился Кирилл. Ему ответили вопросом: «Но ты же сам просил винчестер?!»
3. Знаете ли вы, почему Кирилл может стрелять только из револьвера? Он спускает боек большим пальцем, как на джойстике.
4. Однажды Кирилла как хакера попросили «взломать» Ascanoid. Он сделал это – все стенки в Ascanoid'е стали «взломанными» – он нарисовал на них трещины.
5. Однажды Кирилл решил сделать антивирус против всех вирусов и сделал! Вернее, нашел – это был автоклав с температурой до 300 градусов.

Задание 6. Выделите специальную лексику, разграничивая термины и профессионализмы, профессионально-жаргонные и просторечные слова. Дайте оценку их стилистическому использованию в контексте.

1. Почему ночью выскочил брак? 2. Допустили нулевые позиции по дизелям, потому что чугунка половину блоков сумела загнать в брак. 3. Модельный цех в жестком прорыве. Перебой с чугунами ликвидирован вечером. 4. Печи ремонтировались, но программа «горела», рабочие не выполняли норм, и заработки их падали. 5. Если зарежем первомайскую программу, то какое уж там «освоение»! 6. Завод третий день лихорадит коленвал. 7. Нет, она не ошиблась. Ни пригаров, ни пролысин на детали не было. 8. Мы с вами намечали ставить вторую пескодувку. 9. Как вести рацеховку фондов и материалов? 10. Как у тебя с испытанием новой конструкции? Сколько часов накрутил?

Задание 7. Охарактеризуйте в газетных текстах выделенные слова, определите их значение, стилистическую окраску, подберите к ним общеупотребительные синонимы (за справками обращайтесь к толковым словарям).

1. Это простая швейная машина, какими пользуются все пошивочные фабрики. 2. Одна из самых лучших брючниц ателье Анна Серова. 3. Лесничий клеймил на порубку деревья. 4. Вчера прислали на кордон рабочих просветлять культуры. 5. Видимо, гроссмейстер выходит на чистое первое место. 6. Спортсмен всю осень готовил новую произвольную программу и сейчас впервые обкатал ее перед

зрителями. 7. В таком положении переключателя стрелка прибора должна выйти из желтого сектора и отклониться вправо, причем возможен зашкал. 8. На строительстве двух нулей бригада сэкономила полтора месяца. 9. Герой забега счастливо улыбался: «Ох, и не привык я так долго бегать...» Но тренеры считают, что Олегу всерьез нужно обратить внимание на пятикилометровку, а не держаться только за свою коронную полуторку. 10. Шкурование производится при помощи шкуровки.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2-3
СЕМИНАР-ПРАКТИКУМ
ЯЗЫК И РЕЧЬ. ВИДЫ РЕЧЕВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. РЕЧЕВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ. ВИДЫ И ФОРМЫ ОБЩЕНИЯ

План семинара:

1. Язык и речь. Речь, ее особенности
2. Структура речевой коммуникации
3. Речь и взаимопонимание
4. Особенности речи в межличностном общении
5. Фатическая и информативная речь
6. Речь и самораскрытие
7. Речь и самооценка
8. Роль слушающего
9. Особенности речевого поведения в социально ориентированном общении
10. Речь и социализация
11. Речь как средство утверждения социального статуса

Контрольные вопросы

1. Что такое язык?
2. Назовите основные функции языка.
3. Какова структура языка и его уровни?
4. Чем отличаются парадигматические, синтагматические и иерархические отношения между языковыми единицами?
5. Почему язык называют знаковой системой? Какие единицы языка являются основными знаками?
6. Что такое речь? Как соотносятся язык и речь?
7. Что такое метафоризация речи?
8. Можно ли говорить о речи как о форме поведения? В чем проявляется коммуникативный аспект речи?
9. Перечислите основные структурные компоненты речевой коммуникации.
10. Какие ближайшие и отдаленные цели могут ставить перед собой участники речевого общения?
11. Назовите известные вам речевые роли говорящих. Дайте общую характеристику стилей говорящих и слушающих.
12. Укажите особенности языка, способные вызвать трудности в восприятии речи.
13. Чем отличается фатическое речевое поведение от информативного речевого поведения в межличностном взаимодействии?
14. Что такое «эгоречь»? Как она проявляется?
15. Что можно увидеть в «Окне Джохари»?
16. Опишите поддерживающий и неподдерживающий стили поведении.
17. Охарактеризуйте нерефлексивный, рефлексивный, эмпатический виды слушания.
18. Каковы отличительные особенности речевой деятельности в социальном взаимодействии?
19. Почему в начале любого коммуникативного акта от его участников требуется понимание собственной социальной роли и роли партнера?
20. Приведите основные правила речевой коммуникации, обеспечивающие возможность совместной деятельности.
21. Что такое речевые стратегии и тактики?
22. Чем отличается эгоцентрическая речь детей от социализированной речи взрослых?
23. Как с помощью речевых средств можно демонстрировать социальный статус и регулировать социальные отношения между общающимися?
24. Какие речевые приемы усиливают или ослабляют влиятельность сообщения?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4
ПОНЯТИЕ ЯЗЫКОВОЙ НОРМЫ.
ТИПЫ НОРМ СОВРЕМЕННОГО РУССКОГО ЛИТЕРАТУРНОГО ЯЗЫКА

Задание 1. Произнесите следующие слова. Укажите, в каких случаях допустимы варианты произношения имеются ли стилистические различил

Булочная, поточный, конечно, моточный, маскировочный, скучный, нарочно, горячечный, алчный, пустячный, сливочный, встречный, яичница, пшеничный, прачечная, беспечный, Ильинична, речной, печник, сердечный, Никитична, дачный, калачный, двоечник, горчичный, девичник, полуночник, сказочный, Фоминична, мелочный, порядочный, булочный, будничный взяточник, бутылочный.

Задание 2. Как произносится буква «г» в следующих словах

Гвардия, гастроли, гегемон, гектар, когда, гениальный, гигиена, гносеология, смягчить, мягкий, мягчайший, легковой, легкомысленный, благо, родство, универмаг, флаг, монолог, Бог, каталог, досуг, своего, другого.

Задание 3. Укажите какой звук произносится под ударением. В каких случаях произношение данного звука зависит от значения слова?

Акушер, афера, безнадежный, бесхребетный, гренадер, желчный, иноплеменный, местоименный, никчемный, облекший, пересекший, истекший, современный, зев, пересек, опека, бытие, дебелый, отцветший, оседлый, блеклый, донесший, двоеженец, маневры, запечатленный, щепоть, недоуменный, крестный, же-лоб, житье-бытье.

Задание 4. Определите произношение безударного «о» в словах иноязычного происхождения

Боа, бокал, досье, зоопарк, конституция, концерн, концерт, ноктюрн, отель, поэзия, поэма, поэт, рояль, соната, сонет, фойе, фонетика, эволюция, какао, радио, трио.

Задание 5. Какой звук, твердый или мягкий, произносится перед буквой «е» в следующих словах.

Альтернатива, Рерих, пакет, деканат, темп, диспансер, термин, шинель, поэтесса, депо, стенд, молекула, ректор, турне, пресса, шоссе, партер, кодекс, энергия, демократия, схема, гротеск, потенциальный, сентенция, декада, тенденция, экспресс, музеи, тембр, деспот, антитеза, Одесса, Ремарк, туннель, Рембрандт, претензия, шедевр, тезис, интерпретация, стресс, Брехт, проекция.

ГРАММАТИЧЕСКИЕ НОРМЫ РУССКОГО ЛИТЕРАТУРНОГО ЯЗЫКА.
ИМЯ СУЩЕСТВИТЕЛЬНОЕ. ИМЯ ПРИЛАГАТЕЛЬНОЕ

Задание 1. Определите род несклоняемых существительных, согласуя с ними определения (за справками обращайтесь к словарям).

Вульгарн... арго, рискован... антраша, звучащ... банджо, выдержан... бри, опасн... динго, красив... драпри, ярк... индиго, юн... кабальеро, больш... гну, забавн... гризли, крошечн... колибри, бескрыл... киви-киви, остроумн... конферансье, маленьк... кули, прохладн... мацони, уважаем... кюре, сочн... манго, молод... марабу, сед... маэстро, прекрасн... пери, стар... рантье, заброшен... ранчо, матов... габбро, справедлив... рефери, маленьк... цеце, увлекательн... шоу, установлен... эмбарго.

Задание 2. Поставьте заключенные в скобках слова в нужной форме.

1. На днях состоялась премьера новой пьесы (Жан Поль Сартр). 2. В произведениях французской писательницы (Жорж Санд) затрагиваются многие социальные проблемы. 3. Профессору (П.Я. Черных) принадлежит ряд работ по истории русского языка. 4. Похождения итальянского авантюриста (Казанова) послужили сюжетом для одного из кинофильмов. 5. В Москву приехали индийские врачи супруги (Найк).

Задание 3. Составьте словосочетания с приведенными ниже словами. Установите, отличаются ли слова каждой пары по значению или стилистически.

Кондукторы – кондуктора, лагери – лагеря, учители – учителя, пропуски – пропуска, корпусы – корпуса, счеты – счета, проводы – провода, токи – тока, образы – образа.

Задание 4. Поставьте имена существительные в форму именительного падежа множественного числа. Укажите возможные варианты, объясните их употребление, назовите устаревшие формы.

Адрес, бухгалтер, век, волос, директор, ректор, договор, доктор, инженер, лектор, профессор, слесарь, сорт, токарь, отпуск, цех, шофер.

Задание 5. Поставьте имена существительные в форму родительного падежа множественного числа.

Амперы, апельсины, баклажаны, баржи, ботинки, валенки, вафли, гектары, граммы, килограммы, комментарии, мандарины, минеры, носки, плечи, рельсы, помидоры, сапоги, свадьбы, солдаты, туфли, яблоки, яблони.

Задание 6. Подумайте, правильно ли в приведенных предложениях употреблены формы числа, падежа существительных. Исправьте ошибки.

1. Отчет о конференции был представлен лишь к первому октябрю. 2. На поверхности рельс матово поблескивали огоньки уходящего поезда. 3. Мы купили несколько килограммов баклажан и помидор. 4. Коллектив принял решение о присвоении 10 работникам звания Героев Труда. 5. В этом году предвидится большой урожай черешни, вишни, абрикос. 6. В чемодане лежало много чулков и носок. 7. На конференции не присутствовали только профессоры, находящиеся в отпуску.

Задание 7. Укажите случаи немотивированного использования прилагательных. Исправьте ошибки.

1. Спортсмен ловчее соперника выполнил упражнение. 2. Поезд начал двигаться несколько побыстрее. 3. Этот метод наиболее лучший. 4. Мы столкнулись с самой наисложнейшей проблемой. 5. Эта птичка, пожалуй, бойчее, да и поет звончей. 6. Он добрый, но слабоволен. 7. Мы уже готовые к отъезду.

ГРАММАТИЧЕСКИЕ НОРМЫ РУССКОГО ЛИТЕРАТУРНОГО ЯЗЫКА. ГЛАГОЛ. ИМЯ ЧИСЛИТЕЛЬНОЕ СИНТАКСИЧЕСКИЕ НОРМЫ

Задание 1. Приведенные ниже глаголы поставьте в форме 3 лица единственного числа.

Вручить, включить, звонить, кружить, прислониться, жалить, копить, повторить, облегчить, мотать, молоть, уместить.

Задание 2. Поставьте в форме прошедшего времени женского рода единственного и множественного числа следующие глаголы.

Брести, вить, вести, брить, внять, гнать, грызть, долить, жать, замереть, замять, класть, красть, крыть, лезть, мести, мочь, ныть, обрести, дать, пережить, расцвести, пренебречь.

Задание 3. Раскройте скобки, выберите подходящий вариант, мотивируйте свой выбор; устраните неправильные формы; цифры напишите прописью.

1. Библиотека института ежемесячно пополняется (300 - 400 книг). 2. Вместе с новыми (1203 слова) учеб-ник немецкого языка будет насчитывать свыше (4,5 тысячи) слов. 3. Разность между (87) и (58) составляет (29). 4. Второй советский искусственный спутник Земли находился в космосе без малого (163 суток). 5. Вес третьего советского искусственного спутника Земли был равен (1327 кг). 6. Небольшой старинный город с (4675 жителей), красиво расположенный по (оба – обе) сторонам живописной реки, привлекает много туристов. 7. На Венере день и ночь длятся по (10-12) земных суток, то есть по (250-300)часов. 8. В эту суровую зиму стае волков пришлось по (много – многу) дней бродить в поисках пищи. 9. В общей сложности на машины было погружено (22,4 тонн) угля. 10.На дорогу у нас ушло (полтора - полторы) суток. 11. В работе кружка принимало участие около (полтора десятка) студентов. 12. Можно было вполне обойтись (полторы тысячи рублей). 13. Трамвайная остановка находится совсем близко, в (полтораста шагов) отсюда. 14. На традиционных встречах выпускников я ежегодно встречаю всех своих (24 однокурсника). 15. Из 31 (участника – участников) соревнований особенно выделялись трое.

Задание 4. Исправьте стилистические ошибки в предложениях.

1. Решимость прогрессивных сил во всех частях света не допустить новую войну вселяет в нас уверенность в победу дела мира. 2. К концу месяца комиссия должна будет отчитаться о проделанной работе. 3. Подобное бюрократическое решение тормозит развитию физкультурного движения. 4. Мыслимо ли равнодушие педагога за судьбу своих воспитанников? 5. Рецензируемая работа отличается среди других опубликованных на ту же тему тонким анализом материала. 6. Все эти жалобы, как оказалось при проверке, ни на чем не были обоснованы. 7. Прилагая счет на обусловленную сумму, прошу оплатить мне за проделанную работу. 8. О том, каких успехов добилась группа, видно из результатов экзаменационной сессии. 9. Перед нами сейчас, как и в прошлом году, предстоит ответственная задача хорошо провести производственную практику. 10. Человечество охвачено страстным стремлением к тому, чтобы война в силу своей чудовищности изжила бы самое себя. 11. Комиссия осмотрела общежитие, которому в свое время было уделено много средств и внимания, которое находится в бывшем гараже. 12. На производственном совещании обсуждались

вопросы дальнейшего улучшения качества выпускаемой фабрикой продукции и нет ли возможности снизить себестоимость. 13. Товарищ, который привел этот факт, оказавшийся большим знатоком вопроса, привел убедительные доводы в пользу своего утверждения. 14. Некоторые из выступавших в прениях высказали предположение, что не хотел ли докладчик умалить значение своего собственного предложения.

Задание 5. Исправьте в приведенных ниже предложениях ошибки, связанные с управлением.

1. Надо пожелать школьникам новых успехов в учебе, чтобы мы могли радоваться этими успехами. 2. Некоторые ученики тормозят выполнению общих заданий. 3. Робость, неуверенность в свои силы уже давно преодолены. 4. Встречи, сбор материалов вызывают интерес учащихся о прошлом города. 5. А потом оказалось, что эти претензии ни на чем не обоснованы. 6. Поэт воспевает о преданности Родине. 7. Молодые хоккеисты были разочарованы в результате первой встречи. 8. Нужно проявлять большую заботу к детям. 9. Писатель ярко показал о тех качествах, которые не украшают человека. 10. Сережа бросился в постель, уткнувшись подушкой. 11. Эти факты говорят за то, что школьники совсем перестали читать. 12. Юноша думал о том, как с ним отнесутся в новой школе. 13. На лыжном кроссе участвовал весь класс. 14. Из-за далеких стран прилетели пернатые друзья. 15. О трудностях я остановлюсь в дальнейшем. 16. Участники обсуждения подтверждали свои предложения на примерах. 17. Этому учеников воспитывали в школе. 18. Неоднократно подчеркивалось о том, что прямолинейный подход к предмету обедняет результаты исследования. 19. Так, например, в повести Эжена Ионеско описывается о жизни деревни. 20. Читатель просит объяснить о роли литературы.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5
РЕЧЕВАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ. РЕЧЕВАЯ ИЗБЫТОЧНОСТЬ: ПЛЕОНАЗМ, ТАВТОЛОГИЯ, ЛЕКСИЧЕСКИЕ ПОВТОРЫ

Задание 1. Из скобок выберите слова, которые наиболее точно выражают мысль; мотивируйте свой выбор.

Человек (изобрел, нашел, отыскал, придумал, создал) слова для всего, что обнаружено им (в мире, во вселенной, на земле). Но этого мало. Он (назвал, объяснил, определил, указал на) всякое действие и состояние. Он (назвал, обозначил, объяснил, окрестил, определил) словами свойства и качества всего, что его окружает. Словарь (воспроизводит, определяет, отображает, отражает, фиксирует) все изменения, (происходящие, совершающиеся, существующие) в мире. Он (запечатлел, отразил, сохранил) опыт и мудрость веков и, не отставая, сопутствует жизни, (движению, прогрессу, развитию) техники, науки, искусства. Он может (выделить, назвать, обозначить, определить, указать на) любую вещь и располагает средствами для (выражения, обозначения, объяснения, передачи, сообщения) самых отвлеченных и обобщенных идей и понятий.

Задание 2. Выберите нужное слово или словосочетание; мотивируйте свой выбор.

1. На месте небольшого завода (возведен, построен, создан) крупный деревообрабатывающий комбинат. 2. В зависимости от конкретных условий установка может быть (построен, смонтирован, создан, установлен) как на открытой площадке, так и в помещении. 3. Уже в октябре фермер стал (отгружать, поставлять, отправлять, сдавать) зеленый лук в магазины столицы. 4. Технолог Калинина предложила (переделать, преобразовать, модернизировать, обновить, изменить) конструкцию двух (большой, крупный, мощный, огромный) горизонтально-расточных станков. 5. На ковровом комбинате в (прошедшем, минувшем, прошлом) году производство наладилось. Уже (выпущен, изготовлен, произведен, сделан) 867 кв. метров (продукция, ковры и дорожки, ковровые изделия). 6. Известно (любому, всякому, каждому), что даже самые (хорошие, отличные, прекрасные, великолепные, превосходные) условия работы еще не (определяют, решают, обеспечивают, гарантируют) успеха. 7. В этом произведении автору удалось (раскрыть, вскрыть, воспеть, изобразить, описать, представить) трагические события в жизни (своего поколения, своих сверстников, своих современников). 8. Этот (недостаток, порок, дефект) в детали можно (увидеть, выявить, определить, заметить, отметить) невооруженным глазом. 9. Победителю конкурса (присуждена, присвоена, выдана, выделена) премия. 10. В новом отеле (первоочередное, первостепенное, главное, ведущее, важнейшее) внимание обращают на (хорошее, прекрасное, безукоризненное, оптимальное, внимательное) обслуживание гостей.

Задание 3. Дайте оценку употреблению выделенных слов. В случае неправильного выбора слова исправьте предложения (примеры взяты из художественных и публицистических произведений).

1. В просторном аквариуме под мелодичный шелест фонтанчиков носятся золотые рыбки. 2. Пепельница выпала из рук Владислава и раскололась на мелкие кусочки. 3. Лихачей неизменно встречает авария. 4. Наш район характерен своей промышленностью, его продукцию уважают в России и за рубежом. 5. Наша область славится возделыванием хороших оренбургских платков. 6. В транспортировке кормов участвует семь подвод.

Задание 4. Объедините слова из левой и правой колонки, учитывая особенности их лексической сочетаемости. Укажите возможные варианты.

1. Античный, классический,	мифология, языки,
врожденный, прирожденный,	талант, ум,
гостеприимный, радушный, хлебосольный	прием, хозяин, человек,
губительный, пагубный,	влияние, действие,
единый, один,	миг, момент,
длинный, длительный, долгий	воздействие, период, путь,
долговременный, продолжительный.	сборы, кредит.
2. Выдвинуть, высказать,	гипотеза, догадка,
исправить, найти, устранить,	недостатки, ошибки,
обрести, найти,	опора, поддержка,
наложить, оставить,	отпечаток, след,
обнаружить, открыть,	закон, закономерность,
доказать, обосновать,	теорема, теория,
предвещать, предсказать,	поражение, успех,
расширить, увеличить, повысить.	возможности, потенциал.

Задание 5. Прочитайте юмореску и замените повторяющиеся в ней слова. Подберите к ним языковые и контекстуальные синонимы.

Скажите сами

Встретился мне один молодой писатель.

– Хочешь, я прочту тебе мой новый рассказ? – сказал он.

– Конечно, – сказал я.

– Ну как, нравится? – сказал он, кончив чтение.

– Я скажу тебе правду, – сказал я.

– Скажи, – сказал он.

– Во-первых, у тебя на каждой строчке «сказал я» да «сказал он», – сказал я.

– Сейчас можно говорить «сказал он» и «сказал я», – сказал он.

– Во-вторых, тебе нечего сказать, – сказал я.

– Я сказал все, что хотел сказать, – сказал он.

– Чем такое говорить, лучше вообще не говорить, – сказал я.

–Ну что сказать о человеке с таким вкусом? – сказал он.

– Я сказал то, что думал, – сказал я.

– Правду сказали мне, что ты кретин, – сказал он.

– Повтори, что ты сказал? – сказал я.

– Что сказал, то и сказал, – сказал он.

– Еще слово скажешь? – сказал я.

– Скажу еще больше, – сказал он.

– Ну что такому скажешь! – сказал я сам себе. Теперь скажите сами: разве я ему неправду сказал?

Задание 6. Исправьте речевые ошибки в следующих предложениях.

1. Этот памятник русской архитектуры поражает своими причудливыми габаритами. 2. Этим первым мощным порывом сазан часто вытягивает лесу в одну прямую линию с удилищем и легко рвет ее. 3. Лицо господина принимает сонное состояние. 4. У учащихся выросла уверенность в своих силах. 5. У Печорина существует эгоизм. 6. Лица престарелого возраста должны тщательно следить за своим здоровьем. 7. Неустанная любовь художника к динамике в искусстве хорошо известна. 8. Мы рассчитываем добиться качественных показателей. 9. Во многих районах вода оказалась в минимуме. 10. Обилие аксессуаров отягощает сюжет, отвлекая внимание от главного. 11. Революционеры-демократы вскрыли фиктивный характер буржуазной демократии. 12. Данная деталь является важнейшим фактором, на котором базируется надежность радиоэлектронной аппаратуры. 13. Преподаватель оперирует положительными примерами из жизни.

Задание 7. Отредактируйте следующие предложения.

1. Господа командировочные, получите командировочные удостоверения. 2. Председатель собрания представил слово докладчику. 3. Авторы предоставили издательству рукопись книги. 4. Можно начинать собрание: форум уже есть. 5. За нетактичное поведение пассажиру сделали замечание.

Задание 8. Составьте предложения со следующими омонимами.

Акция (ценная бумага) и акция (действие, направленное на достижение какой-либо цели); боны (кредитные документы) и боны (плавучие ограждения); бумагодержатель (владелец ценных бумаг) и бумагодержатель (приспособление для бумаги); гриф (птица) и гриф (клеймо, штемпель); некогда (нет времени) и некогда (когда-то); несколько (некоторое количество) и несколько (немного, в некоторой степени).

Задание 9. Обратите внимание на речевую недостаточность, отметьте случаи неясности высказывания, искажения его смысла. Исправьте предложения.

1. Выставка юных художников в Доме пионеров имела такой успех потому, что Карпенко Н.И. на уроках рисования сумела воспитать прекрасное в своих учениках. 2. Студент Белов занял первое место по английскому языку. 3. Они окончили профессионально-техническое училище, но, чтобы хорошо работать, нужен непосредственный опыт у станка. 4. За ошибки и недостатки председатель совхоза Пашков заслуживает взыскания. 5. Достаточно нескольких часов, чтобы на ручной вязальной машине одеть в теплые варежки всю семью. 6. Касса получает за товары ясельного возраста. 7. Переплет сделался неотъемлемой деталью комнатного убранства. 8. Творчество Маяковского волнует читателей на самых различных языках.

Задание 10. Проанализируйте причины недостаточной информативности предложений и отредактируйте их.

1. Сдается квартира с ребенком. 2. Восьмидесятилетняя слепая старушка ходит в сарай по проволоке. 3. В первый месяц жизни дети ходят гулять только на руках. 4. Студенты, прошедшие давление и сварку, могут записаться на обработку резанием. 5. Женщине присудили пятьдесят процентом мужа. 6. Продажа сока прекращена но техническим причинам: застрял в лифте. 7. Доставка груза производится вертолетом по бездорожью. 8. Промежуток между школой и жизнью занимает короткое время, а в памяти остается надолго. 9. На плечи фермера ложится ответственность за содержание и сохранность. 10. На качество направлены многие темы, разрабатываемые нашими учеными.

Задание 11. Проанализируйте причины абсурдности и неуместного комизма высказывания. Назовите логические ошибки в предложениях, возникающие в результате речевой недостаточности, исправьте их.

1. В помещении проходной фабрики санэпидстанция будет готовить отравленную приманку для населения. 2. Зоотехникам и ветработникам ферм провести обрезку копыт и обезроживание. 3. Всем зоотехникам отделений сделать прочные ошейники на железной цепи, под которые подложить ремни или войлок. 4. На фабрику требуется два рабочих: один для начинки, другой для обертки. 5. Премировать работников яслей за выполнение плана по уровню заболеваемости детей. 6. День рождения начнется в три часа. 7. Прошу прописать меня без права жилья. Обещаю не жить. 8. Продавцы в синих безрукавках, форменных юбках, пиджаках, все как один смуглолицые и черноусые, не могли не восхищать клиентов.

Задание 12. Укажите речевые ошибки предложениях. Отредактируйте их.

1. Направление развития экономики в XX веке и у нас, и на Западе приняло ложное направление. 2. Вспашка под сахарную свеклу проводится тракторными плугами, и лучшая по качеству вспашка достигается тракторными плугами с предплужниками, так что в настоящее время пашут под свеклу плугами П-5-35 с предплужниками. 3. Наша передача посвящена творчеству ветеранов технического творчества. 4. Акт не подписан, а подписана копия, но на том экземпляре, что подписан, написано, что он переписан с подлинника, который не подписан. 5. Сегодня у нас в гостях гость из Акмолинска. 6. Он был настолько болезненный, что постоянно простуживался и болел. 7. Мы перед принятием решительных решений. 8. Сложилось странное положение: согласно этому соглашению мы должны добиться таких показателей, которых еще никогда не показывали и показать не сможем. 9. Хочу коснуться еще одного момента, касающегося доверия избирателей: предпринимаемые нами меры ни в коей мере не должны подрывать доверие к государственным учреждениям. 10. Бывает и так, что в ответ на критику вы получаете обратный бумеранг. 11. Возвращаясь домой из зарубежного путешествия, круиза, турне, каждый стремится привезти на память пода-рок или памятный сувенир. 12. Дело в том, что раньше в делах добрых нашего отдела, в его

починах и начинаниях участвовали все. Теперь совсем другое дело. 13. Минувшей осенью в прошлом году никому не известный пловец из Голландии завоевал первенство, опередив сильнейших асов водной дорожки. 14. Цена пребывания в этой больнице не финансируется государством. 15. Правительство в это трудное и нелегкое время должно представлять единый монолит. 16. Изысканные и вкусные деликатесы из свежей рыбы могут отведать посетители нашего ресторана. 17. Необычный феномен могли наблюдать жители Уфы в прошлое воскресенье. 18. Толпа людей ворвалась в здание. 19. Над жителями Камчатки постоянно висит дамоклов меч устрашения в ожидании землетрясения. 20. Он рассказал нам о своих планах на будущее.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СТИЛИ СОВРЕМЕННОГО РУССКОГО ЛИТЕРАТУРНОГО ЯЗЫКА, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Задание 1. Сопоставьте два описания грозы. К каким стилям они принадлежат? Сравните лексику и грамматический состав обоих отрывков. Проведите полный стилистический анализ текстов.

1) Направо сверкнула молния, и, точно отразившись в зеркале, она тотчас же сверкнула вдали. Даль заметно почернела и уж чаще, чем каждую минуту, мигала бледным светом, как веками. Чернота ее, точно от тяжести, склонялась направо. Налево, как будто кто чиркнул по небу спичкой, мелькнула бледная, фосфорическая полоска и потухла. Послышалось, как где-то очень далеко кто-то прошелся по железной крыше. Между далью и правым горизонтом мигнула молния, и так ярко, что осветила часть степи и место, где ясное небо граничило с чернотой. Страшная туча надвигалась не спеша, сплошной массой; на ее краю висели большие, черные лохмотья, давя друг друга, громоздились на правом и на левом горизонте. Этот оборванный, разлохмаченный вид тучи придавал ей какое-то пьяное, озорническое выражение. Явственно и не глухо проворчал гром. Дождь почему-то долго не начинался.

2) Гроза – атмосферное явление, при котором в мощных кучево-дождевых облаках и между облаками и землей возникают сильные электрические разряды – молнии, сопровождающиеся громом. Как правило, при грозе выпадают интенсивные ливневые осадки, нередко град, и наблюдается усиление ветра, часто до шквала.

Задание 2. Проанализируйте три отрывка научного стиля речи. К каким подвидам стилям они относятся? Докажите. Сравните использование слов различных лексических групп в каждом тексте.

1) В исследовании омонимии как явления лексики остается много нерешенных вопросов. В ряде случаев проблема разграничения омонимии и полисемии может быть решена только при условии учета этимологии конкретного слова. При описании смысловой структуры слова важно учитывать дифференциальные и интегрирующие семантические признаки лексического значения. Если дифференциальные семантические признаки указывают на своеобразие значения толкуемого слова, то интегрирующие признаки подчеркивают сходство слов, относящихся к определенному тематическому ряду.

2) Лексические омонимы (греческое homos – одинаковый, onyma – имя) – это слова, имеющие одинаковую форму (звучание, написание), но разное значение: такт[1] – «метрическая музыкальная единица», такт[2] – «чувство меры, создающее умение вести себя приличным, подобающим образом». Лексические омонимы объединяются в ряды – не менее двух слов, принадлежащих одной части речи.

3) Итак, попробуем определить, почему совершенно разные предметы получили одно название, например, мандарин «чиновник в феодальном Китае» и мандарин «плодовое цитрусовое дерево, а также его плоды». Прежде всего, следует отметить, что оба омонима иноязычного происхождения. В русский язык они вошли в разное время.

Чаще всего в западноевропейских и славянских этимологических словарях мандарин «цитрусовое дерево и его плод» объясняется как производное от мандарин «китайский чиновник». Приводятся различные признаки, положенные в основу такого переноса наименования. Растение могло быть названо мандарин, потому что, во-первых, китайские чиновники занимались разведением этого вида цитрусовых; во-вторых, одежды китайских чиновников сходны по цвету с этим плодом; в-третьих, возможно, европейцы усмотрели внешнее сходство плодов с желтолицыми китайскими сановниками.

Однако, возможно, происхождение наименования «мандарин» от названия какой-либо географической области (например, области Мандара в Африке). Вполне понятно, что в этом случае

мандарины «деревья и плоды» не имеют ничего общего с мандаринами «китайскими чиновниками», кроме случайно совпавшего названия (аналогично совпали лама «южноамериканское животное» и лама «буддийский монах»).

Задание 3. Прочитайте текст. 1. Определите, к какому стилю речи относится текст. Найдите языковые средства, характерные для этого стиля. 2. Найдите и подчеркните языковые средства, нехарактерные для этого стиля. Является ли их употребление стилистической ошибкой? Аргументируйте свое мнение.

Боязнь разочарования. Когда читатель нашего времени покупает и открывает новую книгу по истории или этнографии, он не уверен, что прочтет ее даже до середины. Книга может показаться ему скучной, бессмысленной или просто не отвечающей его вкусу. Но читателю-то еще хорошо: он просто потерял два-три рубля, а каково автору? Сборы сведений. Постановка задачи. Десятилетия поисков решения. Годы за письменным столом. Объяснения с рецензентами. Борьба с редактором. И вдруг все впустую – книга неинтересна! Она лежит в библиотеках... и ее никто не берет. Значит, жизнь прошла даром.

Это так страшно, что необходимо принять все меры для избежания такого результата. Но какие? За время обучения в университете и в аспирантуре будущему автору нередко внушается мысль, что его задача – выписать как можно больше цитат из источников, сложить их в каком-либо порядке и сделать вывод: в древности были рабовладельцы и рабы. Рабовладельцы были плохие, но им было хорошо; рабы были хорошие, но им было плохо. А крестьянам жилось хуже.

Все это, конечно, правильно, но вот беда – читать про это никто не хочет, даже сам автор. Во-первых, потому, что это и так известно, а во-вторых, потому, что это не объясняет, например, почему одни армии одерживали победы, а другие терпели поражения и отчего одни страны усиливались, а другие слабели. И наконец, почему возникали могучие этносы и куда они пропадали, хотя полного вымирания их членов заведомо не было.

Все перечисленные вопросы целиком относятся к избранной нами теме – внезапному усилению того или иного народа и последующему его исчезновению. Яркий пример тому – монголы XII-XVII вв., но и другие народы подчинялись той же закономерности. Покойный академик Б.Я. Владимирцов четко сформулировал проблему – «Я хочу понять, как и почему все это произошло?», но ответа не дал, как и другие исследователи. Но мы снова и снова возвращаемся к этому сюжету, твердо веруя, что читатель не закроет книгу на второй странице.

Совершенно ясно, что для решения поставленной задачи мы должны прежде всего исследовать саму методику исследования. В противном случае эта задача была бы уже давно решена, потому что количество фактов столь многочисленно, что речь идет не об их пополнении, а об отборе тех, которые имеют отношение к делу. Даже современники-летописцы тонули в море информации, что не приближало их к пониманию проблемы. За последние века много сведений добыли археологи, летописи собраны, изданы и сопровождены комментариями, а востоковеды еще увеличили запас знаний, кодифицируя различные источники: китайские, персидские, латинские, греческие, армянские и арабские. Количество сведений росло, но в новое качество не переходило. По-прежнему оставалось неясным, каким образом маленькое племя иногда оказывалось гегемоном полумира, затем увеличивалось в числе, а потом исчезало.

Автор данной книги поставил вопрос о степени нашего знания, а точнее – незнания предмета, которому исследование посвящено. То, что на первый взгляд просто и легко, при попытке овладеть сюжетами, интересующими читателя, превращается в загадку. Поэтому обстоятельную книгу писать надо. К сожалению, мы не можем сразу предложить точные дефиниции (которые, вообще говоря, весьма облегчают исследование), но, по крайней мере, мы имеем возможность сделать первичные обобщения. Пусть даже они не исчерпают всей сложности проблемы, но в первом приближении позволят получить результаты, вполне пригодные для интерпретации этнической истории, которую еще предстоит написать.

Задание 4. Укажите слова и словосочетания, которые определяют их функционально-стилистическую принадлежность.

1. Арендатор обязуется нести полную ответственность за все убытки, которые он может причинить Арендодателю вследствие использования земли не по прямому назначению в соответствии с настоящим договором либо вследствие своих некомпетентных действий. 2. За неисполнение или ненадлежащее исполнение условий настоящего договора стороны несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации. 3. На основании вышеизложенного мы, учредители АО, принимаем на себя обязательства по организации и регистрации АО. 4. Общество является юридическим

лицом, обладает обособленным имуществом, имеет основные оборотные средства, самостоятельный баланс, расчетные и другие счета в учреждениях банков, может от своего имени приобретать имущество и личные неимущественные права, быть истцом и ответчиком в суде, арбитражном и третейском суде.

Задание 5. Прочитайте пародийный текст, найдите в нем канцеляризмы и замените их нейтральными словами и выражениями, запишите отредактированный вариант текста.

Осуществив возвращение домой со службы, я проделал определенную работу по сниманию шляпы, плаща, ботинок, переодеванию в пижаму и шлепанцы и усаживанию с газетой в кресло. Жена в этот период времени претворяла в жизнь ряд ответственных мероприятий, направленных на чистку картофеля, варку мяса, подметания пола и мойку посуды.

По истечении некоторого времени она стала громко поднимать вопрос о недопустимости моего неучастия в проводимых ею поименованных мероприятиях. На это с моей стороны было сделано категорическое заявление о нежелании слушания претензий поданному вопросу ввиду осуществления мною в настоящий момент своего законного права на заслуженный отдых.

Однако жена не сделала соответствующих выводов из моих слов и не прекратила своих безответственных высказываний, в которых, в частности, отразила такой момент, как отсутствие у меня целого ряда положительных качеств, как-то: совести, порядочности, стыда и проч., причем как в ходе своего выступления, так и по окончании его занималась присвоением мне наименований различных животных, находящихся в личном пользовании рабочих и колхозников. После дачи взаимных заверений по неповторению подобных явлений нами было приступлено к употреблению в пищу ужина, уже имевшего в результате остывания пониженную температуру и утратившего свои вкусовые качества.

НАУЧНЫЙ СТИЛЬ РЕЧИ

Задание 1. Напишите по тексту простой информационный реферат, учитывая его структуру, основные положения, аргументацию автора и выводы.

Задание 2. Составьте аннотацию на статью.

Задание 3. Составьте назывной план статьи. Законспектируйте статью, используя приемы конспектирования. В работе используйте таблицу:

План	Конспект

Е.М. Лазуткина

Этика речевого общения и этикетные формулы речи

Этика речевого общения начинается с соблюдения условий успешного речевого общения: с доброжелательного отношения к адресату, демонстрации заинтересованности в разговоре, «понимающего понимания» – настроенности и, мир собеседника, искреннего выражения своего мнения, сочувственного внимания. Это предписывает выражать свои мысли в ясной форме, ориентируясь на мир знаний адресата. В праздноречевых сферах общения в диалогах и полилогах интеллектуального, а также «игрового» или эмоционального характера особую важность приобретает выбор темы и тональности разговора. Сигналами внимания, участия, правильной интерпретации и сочувствия являются не только регулятивные реплики, но и паралингвистические средства – мимика, улыбка, взгляд, жесты, поза. Особая роль при ведении беседы принадлежит взгляду.

Таким образом, речевая этика – это правила должного речевого поведения, основанного на нормах морали, национально-культурных традициях.

Этические нормы воплощаются в специальных этикетных речевых формулах и выражаются в высказываниях целым ансамблем разноуровневых средств: как полнознаменательными словоформами, так и словами неполнознаменательных частей речи (частицами, междометиями).

Главный этический принцип речевого общения – соблюдение паритетности – находит свое выражение, начиная с приветствия и кончая прощанием, на всем протяжении разговора.

1. Приветствие. Обращение.

Приветствие и обращение задают тон всему разговору. В зависимости от специальной роли собеседников, степени близости их выбирается ты-общение или вы-общение и соответственно приветствия здравствуй или здравствуйте, добрый день (вечер, утро), привет, салют, приветствую и т.п. Важную роль играет также ситуация общения.

Обращение выполняет контактоустанавливающую функцию, является средством интимизции, поэтому на протяжении всей речевой ситуации обращения следует произносить неоднократно; это

свидетельствует и о добрых чувствах и собеседнику, и о внимании к его словам. В фактическом общении, в речи близких людей, в разговорах с детьми обращение часто сопровождается или заменяется перифразами, эпитетами с уменьшительно-ласкательными суффиксами: Анечка, зайчик ты мой, милочка, киса; ласточки-касаточки и т.п. Особенно это характерно для речи женщин и людей особого склада, а также для эмоциональной речи.

Национальные и культурные традиции предписывают определенные формы обращения к незнакомым людям. Если в начале века универсальными способам и обращения были гражданин и гражданка, то во второй половине XX века большое распространение получили диалектные южные формы обращения по признаку пола – женщина, мужчина. В последнее время нередко в непринужденной разговорной речи, при обращении к незнакомой женщине употребляется слово дама, однако при обращении к мужчине слово господин используется только в официальной, полуофициальной, клубной обстановке. Выработка одинаково приемлемого обращения к мужчине и женщине – дело будущего; здесь скажут свое слово социокультурные нормы.

2. Этикетные формулы. В каждом языке закреплены способы выражения наиболее частотных и социально значимых коммуникативных намерений.

Так, при выражении просьбы в прощении, извинении принято употреблять прямую, буквальную форму, например: Извини(те), Прости(те). При выражении просьбы принято представлять свои «интересы» в непрямом, небуквальном вы-назывании, смягчая выражение своей заинтересованности и оставляя за адресату право выбора поступка; например: Не мог бы ты сейчас сходить в магазин?; Ты не сходишь сейчас в магазин? При вопросе: Как пройти?.. Где находится?; также следует предварить свой вопрос просьбой: Вы не могли бы сказать?; Вы не скажете?

Существуют этикетные формулы поздравлений: сразу после обращения указывается повод, затем пожелания, затем заверения в искренности чувств, подпись. Устные формы некоторых жанров разговорной речи также в значительной степени несут печать ритуализации, которая обусловлена не только речевыми канонами, но и «правилами» жизни, которая проходит в многоаспектном человеческом «измерении». Это касается таких ритуализованных жанров, как тосты, благодарности, соболезнования, поздравления, приглашения.

Этикетные формулы, фразы к случаю – важная составная часть коммуникативной компетенции; знание их – показатель высокой степени владения языком.

3. Эвфемизация речи. Поддержание культурной атмосферы общения, желание не огорчить собеседника, не оскорбить его косвенно, не вызвать дискомфортное состояние – все это обязывает говорящего, во-первых, выбирать эвфемистические номинации, во-вторых, смягчающий, эвфемистический способ выражения.

Исторически в языковой системе сложились способы перифрастической номинации всего, что оскорбляет вкус и нарушает культурные стереотипы общения. Это перифразы относительно ухода из жизни, половых отношений, физиологических отправлений; например: он покинул нас, скончался, ушел из жизни; название книги Шахетджаняна «1001 вопрос про это» об интимных отношениях.

Смягчающими приемами ведения разговора являются также косвенное информирование, аллюзии, намеки, которые дают понять адресату истинные причины подобной формы высказывания. Кроме того, смягчение отказа или выговора может реализовываться приемом «смены адресата», при котором делается намек или проецируется речевая ситуация на третьего участника разговора.

В традициях русского речевого этикета запрещается о присутствующих говорить в третьем лице (он, она, они), таким образом, все присутствующие оказываются в одном «наблюдаемом» дейктическом пространстве речевой ситуации «Я – ТЫ (ВЫ) – ЗДЕСЬ – СЕЙЧАС». Так показывается уважительное отношение ко всем участникам общения.

4. Перебивание. Встречные реплики. Вежливое поведение в речевом общении предписывает выслушивать реплики собеседника до конца. Однако высокая степень эмоциональности участников общения, демонстрация своей солидарности, согласия, введение своих оценок «по ходу» речи партнера – рядовое явление диалогов и полилогов праздноречевых жанров, рассказов и историй-воспоминаний. По наблюдениям исследователей, перебивы характерны дли мужчин, более корректны в разговоре женщины. Кроме того, перебивание собеседника – это сигнал некооперативной стратегии. Такого рода перебивы встречаются при потере коммуникативной заинтересованности.

Культурные и социальные нормы жизни, тонкости психологических отношений предписывают говорящему и слушающему активное создание благожелательной атмосферы речевого общения, которая обеспечивает успешное решение всех вопросов и приводит к согласию.

5. Вы-общение и ты-общение. В русском языке широко распространено Вы-общение в неофициальной речи. Поверхностное знакомство и одних случаях и неблизкие длительные отношения старых знакомых и другие показываются употреблением вежливого «Вы». Кроме того, Вы-общение свидетельствует об уважении участников диалога; так, Вы-общение характерно для давних подруг, питающих друг к другу глубокие чувства уважения и преданности. Чаще Вы-общение при длительном знакомстве или дружеских отношениях наблюдается среди женщин. Мужчины разных социальных слоев чаще склонны к ты-общению. Среди необразованных и малокультурных мужчин ты-общение считается единственно приемлемой формой социального взаимодействия. При установившихся отношениях Вы-общения ими предпринимаются попытки намеренного снижения социальной самооценки адресата и навязывания ты-общения. Это является деструктивным элементом речевого общения, уничтожающим коммуникативный контакт.

Принято считать, что ты-общение всегда является проявлением душевного согласия и духовной близости и что переход на Ты-общение является попыткой интимизации отношений; ср. пушкинские строки: «Пустое Вы сердечным Ты она, обмолвясь, заменила...» Однако при ты-общении часто теряется ощущение уникальности личности и феноменальности межличностных отношений. Ср. и «Хрестоматии» переписку Ю.М. Лотмана и Б.Ф. Егорова.

Паритетные отношения как главная составляющая общения не отменяют возможности выбора Вы-общения и ты-общения в зависимости от нюансов социальных ролей и психологических дистанций.

Одни и те же участники общения в различных ситуациях могут употреблять местоимения «вы» и «ты» в неофициальной обстановке. Это может свидетельствовать об отчуждении, о желании ввести в речевую ситуацию элементы ритуального обращения (ср.: А Вам, Виталий Иванович, не положить салатику?).

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7
КУЛЬТУРА ДЕЛОВОГО ОБЩЕНИЯ

Задание 1. Прочитайте текст заявления. Укажите реквизиты. Обратите внимание на построение документа и пространственное расположение реквизитов.

Декану факультета архитектуры
Академии искусств
проф. В. П. Репиной
от студентки группы №2119
Васнецовой 0. Г.

Заявление

Прошу предоставить мне академический отпуск сроком на 1 год с 01.02.2015 на основании справки №13457 от 30.01.08, выданной поликлиникой №39 г. Санкт-Петербурга. Справка прилагается.

31 января 2015 г. _____ О.Г. Васнецова

Задание 2. Прочитайте список типичных языковых конструкций, используемых при написании заявлений. Составьте и запишите предложения с каждой из предложенных конструкций.

Типичные языковые конструкции заявления

Конструкция	Пример употребления

Ввиду (чего)	Ввиду срочного отъезда из города
В силу (чего)	В силу отсутствия средств
Вследствие (чего)	Вследствие изменения расписания
За неимением (чего)	За неимением средств на покупку аппаратуры
По причине (чего)	По причине болезни
Согласно (чему)	Согласно утвержденному плану
В связи с(чем)	В связи с отсутствием
Благодаря(чему)	Благодаря помощи коллег
За недостатком (чего)	За недостатком средств

Задание 3. Отредактируйте фрагменты заявлений, используя языковые конструкции из выше-приведенной таблицы

Образец. Из-за того что я должен срочно уехать на родину – В связи с тем что я должен срочно уехать в Москву... – В связи со срочным отъездом в Москву...

В силу того что у меня нет достаточного количества денег

Вследствие того что изменилось расписание движения поездов

Из-за того что я не имею денег на покупку билетов на самолет

Так как я болел в течение целого семестра

Вследствие того что я опоздал на вокзал

Поскольку расписание движения поездов было изменено

Задание 4. Найдите ошибки в данном заявлении. Отредактируйте текст.

Декану экономического факультета
Технологического университета
проф. С. С. Инину
от Иванцова Н. Ю.

заявление

В связи с тем что я устроился на работу в филиал фирмы «Стронг», прошу перевести меня на вечернее отделение, так как я не могу учиться в дневное время.

С уважением,

_____ И. Ю. Иванцов

11 сентября 2003 г.

Задание 5. Структура доверенности на получение денег

- Наименование документа,
- Фамилия, имя, отчество (иногда должность, адрес, паспортные данные – в зависимости от цели написания доверенности) доверителя.
- Фамилия, имя, отчество (иногда должность), адрес, паспортные данные доверенного лица.
- Содержание доверенности (кто – доверяю – кому – что сделать) (сумма пишется цифрами и в скобках прописью).
- Подпись доверителя.
- Дата выдачи доверенности.
- Наименование должности и подпись лица, удостоверяющего подпись доверителя.
- Дата удостоверения и подпись.

Задание 6. Прочитайте образец доверенности. Определите, из каких элементов (реквизитов) состоит текст доверенности. Надпишите названия реквизитов.

Доверенность

Я, Гошин Павел Михайлович, студент механического факультета Технического института, доверяю Ивановой Анне Сергеевне, проживающей по адресу: г. Санкт-Петербург, ул. Озерная, д. 6, кв. 9, паспорт: серия 4009 № 145676, выдан 34-м отделением милиции г. Санкт-Петербурга 10 марта 2015 г., получить мою стипендию за июнь 2015 г. в сумме 950 (девятьсот пятьдесят) рублей.

25.05.2015 г. _____ П. М. Гошин

Подпись П. М. Гошина удостоверяю,
декан механического факультета _____Г. Г. Сонин
26.05.2015 г. Печать

Задание 7. Обратите внимание на расположение частей доверенности

Наименование документа – в центре; текст – с красной строки; дата – слева, подпись – справа; под датой и подписью – место, чтобы заверить документ.

Задание 8. Найдите ошибки в приведенной ниже доверенности. Исправьте их. Отредактированный вариант запишите.

Я, Васильева Ольга Владимировна, доверяю получить мою стипендию студентке инженерно-строительного факультета Симоновой Алле, паспорт 40 02 173511, выдан 70 отделом милиции, получить мою стипендию за январь в связи с моей поездкой в Финляндию.

Васильева

Задание 9. Составление объяснительной записки

Объяснительная записка – документ, содержащий объяснение причин какого-либо нарушения в производственном процессе.

Структура объяснительной записки

1. Наименование адресата (руководитель организации, подразделения).
2. Фамилия, инициалы, должность работника, пишущего объяснительную записку.
3. Заголовочная часть (наименование документа пишется и середине листа с заглавной буквы). Текст объяснительной записки. Опись прилагаемых документов.
4. Подпись (внизу справа).
5. Дата написания объяснительной записки (ниже подписи и слева листа, число и год пишутся цифрами, а месяц словами).

Задание 10. Прочитайте образец объяснительной записки. Определите, из каких элементов (реквизитов) состоит ее текст. Надпишите названия реквизитов.

Заведующему кафедрой русского языка
Н. В. Петрову
студентки группы № 1125
гуманитарного факультета
Смирновой А. Н.

объяснительная записка.

Я, Смирнова Анна Николаевна, отсутствовала на занятиях по русскому языку и культуре речи с 14.03.08. по 18.04.08 в связи с вынужденным отъездом к заболевшей матери в город Новгород. Справку о болезни матери из районной поликлиники №4 г. Новгорода прилагаю.

15 апреля 2015 г. _____ А.Н.Смирнова

Задание 11. Напишите объяснительную записку, необходимую в следующих ситуациях:

а) вы не явились на экзамен,

б) вы опоздали на работу

в) вы не выполнили распоряжение руководства (например, подготовили офисную технику к презентации).

Задание 12. Изучите структуру расписки

Расписка – официальный документ, удостоверяющий получен чего-либо (денег, документов, ценных вещей и т. п.), заверенных подписью получателя.

Структура расписки

- Наименование документа (в центре, с заглавной буквы).
- Фамилия, имя, отчество, должность лица, дающего расписку
- Наименование учреждения, предприятия или лица, от которого получено что-либо.
- Точное наименование полученного с указанием количества или суммы (количество и сумма пишутся сначала цифрами, затем в скобках прописью).
- Подпись получателя (справа).
- Дата составления расписки (слева).

Если расписка имеет особо важное значение, то подпись лица, давшего расписку, заверяется в учреждении или у нотариуса.

Задание 13. Прочитайте образец расписки. Определите, из каких элементов (реквизитов) состоит ее текст. Укажите названия реквизитов.

Расписка

Я, Чернова Светлана Игоревна, начальник технического отдела ЗАО «ЛОТ», получила со склада фирмы 1 (один) цветной телевизор марки «Филипс» для использования в отделе в течение месяца.

1 ноября 2015 г. _____ С.И. Чернова

Задание 14. Напишите расписку в получении:

а) мультимедийного проектора для проведения студенческой научной конференции,

б) экспонатов музея (экспозиции) для проведения доклада,

в) спортивного инвентаря.

ДЕЛОВОЕ ПИСЬМО

В деловых письмах превыше всего ясность и прозрачность. Каждая фраза в них должна быть настолько четко выражена и недвусмысленна, чтобы самый большой тупица на свете не мог ее неверно истолковать и не должен был перечитывать, чтобы понять ее смысл.

Честерфилд

Задание 1. Понятие делового письма, виды деловых писем

Деловое письмо – документ, который подготавливает заключение сделок, важные встречи, содержит служебную информацию претензии, предложения и т.д. Таким образом, деловое письмо – письменный диалог юридических лиц, в котором решаются важнейшие вопросы экономико-правовой деятельности организации.

Письмо должно соответствовать конкретному типу письма (письмо-запрос, ответное письмо, сопроводи-тельное письмо и т. д.). По содержанию и назначению письма могут быть следующих типов:

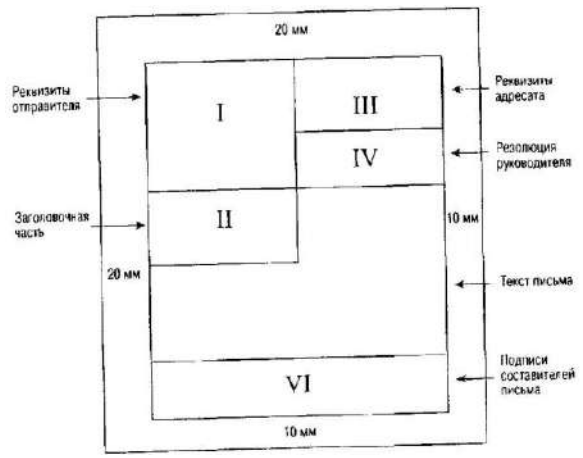
- письмо-сообщение (информационное)
- сопроводительное письмо
- письмо-инструкция
- гарантийное письмо
- письмо-просьба
- письмо-запрос
- письмо-ответ
- оферта (письмо-предложение)
- письмо-напоминание
- письмо-приглашение,
- рекламация (письмо-претензия),
- письмо-подтверждение;
- письмо-благодарность;

Заголовок к тексту – это краткое содержание документа (отвечает на вопросы о ком? и о чем?) Например: О сроках сдачи объектов в эксплуатацию, О семинаре на тему «...», О посылке каталогов.

Задание 2. Прочитайте перечень ситуаций деловой коммуникации. Выберите, какой из перечисленных типов письма необходим в каждой из этих ситуаций. Запишите ваши ответы.

1. Какое письмо направит вам деловой партнер, если вы не подтвердили получение его письма?
2. Вашему предприятию необходимо получить каталог офисной оргтехники. Какое письмо следует направить в соответствующую торговую фирму?
3. В университете планируют провести научную конференцию на тему «Компьютерное моделирование». Какие письма рассылает оргкомитет?
4. Предприятие отправляет партию телевизоров. Какие письма обязательно прилагаются к ней?
5. На вашем предприятии сломался недавно приобретенный деревообрабатывающий станок. Какое письмо нужно направить на предприятие-изготовитель?
6. Вы получили письмо от вашего делового партнера. Какое письмо обязательно следует направить партнеру в соответствии с правилами делового этикета?

Задание 3. Ознакомьтесь со схемой делового письма. К какому типу записи текста принадлежит деловое письмо?



Задание 4. Прочитайте перечень возможных реквизитов отправителя и образец.

ОАО «Сатурн» (садовые машины) Россия, 194021 Санкт-Петербург, пр. Мориса Тореза, 59 Тел : (812)2471111 Факс-(812)2471113 e-mail, sat@sts.ru	1) Государственный герб Российской Федерации; 2) эмблема организации; 3) наименование организации; 4) вид акционирования (ОАО, ЗАО, 000 и т д.); 5) почтовый адрес, 6) номера телефонов; 7) номера факсов, 8) счета в банке, 9) адрес электронной почты; 10) номер лицензии; 11) дата выдачи лицензии.

Задание 5. Оформите адрес своего университета или организации, где работают ваши друзья, родственники. Используйте все реквизиты адресата (получателя)

ОАО «Юнона» Отдел дизайна главному дизайнеру Смирнову П.С.	Перечень реквизитов адресата (получателя): 1) наименование организации в именительном падеже; 2) наименование структурного подразделения в Именительном падеже; 3) должность; 4) фамилия и инициалы; 5) почтовый адрес получателя.

Задание 6. Ознакомьтесь со структурной схемой делового письма и запомните клише, используемые в деловой корреспонденции.

Текст должен быть 1) лаконичным 2) последовательным 3) убедительным 4) корректным.

Текст любого письма состоит из следующих частей: 1) обращения 2) вводной части 3) основной части 4) заключения.

Структура текста	Речевые конструкции
1. Обращение Используется стандартное обращение (должность, фамилия, имя, отчество) Возможно использование прилагательных Если не предполагается конкретное лицо, обращение можно опустить	Уважаемый (многоуважаемый, высокоуважаемый (к высокопоставленным чиновникам)) господин Иванов! (господин директор!) Дорогой (к хорошо знакомому адресату) Дмитрий! Уважаемые господа! (дамы и господа! коллеги!)
2, Вводная часть Излагается повод для письма	В связи с... Согласно контракту от 21.01.02 № 15/10... Нами рассмотрены Ваши предложения

3. Основная часть Формулируется главная цель письма: сообщение; предложение; отказ; ответ; запрос; просьба; гарантия; напоминание; приглашение; благодарность; рекламация. Суть дела излагается от первого лица в ед.ч. или мн.ч., а также от третьего лица. Необходимо четкое деление на абзацы (абзац – замкнутая смысловая единица)	Рады сообщить Вам... Информируем Вас о том, что... Извещаю, что... Ставлю Вас в известность, что... Сообщаю Вам, что... Имеем честь предложить Вам... К сожалению, мы не можем принять... Компания не может принять Ваши условия... Со своей стороны хотели бы попросить Вас... Просим рассмотреть вопрос/ подтвердить заказ/ сообщить о решении... Прошу ответить... Просим выслать... Направляем Вам... Высылаем Вам... Напоминаем Вам... Подтверждаю, что...
4. **Заключение** Выражается надежда на ответ, на положительное решение вопроса, выражается признательность, пожелание, чтобы переписка была продолжена и т. п.	Надеемся получить ответ в ближайшее время**...** Просим ответить в двухнедельный срок... Ожидаем Вашего согласия... Выражаем надежду (надеемся) на дальнейшее сотрудничество (продолжение нашего сотрудничества)... Заранее благодарны**...** Искренне Ваш... С уважением...

Задание 7. Прочитайте образец текста делового письма-ответа. Найдите языковые клише.

Адрес и название фирмы.

Дата отправления письма-ответа.

Уважаемый господин директор!

Мы благодарим за Ваш запрос от 05.06.2015 г. Относительно монтажа локальной компьютерной сети. С удовольствием предлагаем Вам информацию по интересующему Вас вопросу.

Цена. Общая цена комплектующих и работы по монтажу составляет... (указывается сумма). Доставка. Доставка осуществляется силами нашей организации в течение одного месяца.

Срок действия. Наше предложение действительно в течение 6 месяцев со дня отправления данного письма. Оплата должна быть произведена по безналичному расчету через филиал банка (реквизиты банка указываются) не позднее 15 дней после выставления счет-фактуры.

Благодарим Вас за внимание к продукции нашей компании, надеемся на дальнейшее сотрудничество.

Директор ОАО «Диалог» _____ А.Г. Курносов

РЕЗЮМЕ И АВТОБИОГРАФИЯ. РЕКЛАМА

Резюме – краткое письменное описание занимаемых в течение жизни должностей, мест работы и образования.

Цель составления резюме – представить свою рабочую биографию наиболее выигрышно (и в то же время объективно), для того чтобы получить желаемую работу. Резюме напоминает анкету, но предполагает большую свободу. Работодатель может уделить вашему резюме не более 20-30 секунд. Поэтому ваша информация должна быть представлена в наиболее сжатой и удобной форме.

Резюме составляется по следующей форме:

- фамилия, имя, отчество;
- дата и место рождения;
- семейное положение; если есть дети, указать дату их рождения;
- гражданство;
- адрес и телефон (домашний и служебный);
- должность, которую хочет получить соискатель;
- образование (перечень начинается с указания последнего учебного заведения, которое окончил соискатель, далее перечисление идет в обратном порядке);
- опыт работы (где и кем работал, перечисление идет в обратном хронологическом порядке);
- профессиональные навыки (знание языка, владение компьютером и пр.);
- возможные командировки;
- личные качества (ответствен/ ответственна, коммуникабелен/коммуникабельна, доброжелателен/ доброжелательна);
- увлечения;
- дата составления.

Задание 1. Прочитайте образец резюме. Найдите основные структурные элементы данного документа.

Образец резюме

Ткачев Андрей Петрович

Дата рождения	18 января 1959 г.
Адрес, телефон	603126, г. Нижний Новгород, ул. Осенняя, д. 46, кв. 1. Тел.(8312)44-55-66
Семейное положение	Женат, трое детей

Цель

Получение должности регионального менеджера по продажам в крупной торговой компании

Образование

1997-2001 гг.	Институт экономики и права Аксенова, экономический факультет. Специальность: маркетолог
1997 г.	Тренинг продаж. Нижегородский институт тренинга
1983-1984 гг.	Курсы английского языка при ГГУ
1975-1980 гг.	Горьковский государственный университет, экономический факультет. Специальность: экономист

Опыт работы

07.1998 г.– настоящее время	«WEST PRODUCT» (оптово-розничная продажа чипсов), г. Нижний Новгород. Специалист по обеспечению сбыта. Функции: – работа с точками розничной торговли; –налаживание связей между розницей и оптовиками; – продвижение и расширение ассортимента продукции «WEST PRODUCT» на рынке; – подписание контрактов на установку торгового оборудования в точках розничной продажи; – организация и контроль за проведением рекламных кампаний. Результаты работы и достижения: увеличил присутствие продукта компании в Нижегородском и Заречном районах Нижнего Новгорода в точках розничной торговли; расширил сеть торговых точек с 20 до 44; увеличил объемы продаж на 133% в месяц
05.1996 г. – 06.1998 г.	Компания «Нижегородский хозяин» (многопрофильная компания, одно из направлений – продажа ТНП), г. Нижний Новгород. Коммерческий директор. Функции: – контакты и переписка с иностранными фирмами и городской администрацией; – маркетинговые исследования. Результаты работы и достижения: установил контакты и получил реальные предложения о сотрудничестве от восьми зарубежных компаний
11.1993 г. – 04.1996 г.	000 «ФОРТУНА», г. Нижний Новгород. Коммерческий представитель
09.1981 г. – 10.1993 г.	НПО «Электрон», г. Нижний Новгород (разработка и внедрение электронных приборов). Главный экономист
	Дополнительная информация
Технические навыки	MS Windows 2000, Word, Excel DOS. Офисное оборудование (факс, модем, сервер, копировальные аппараты), работа в Интернете
Знание иностранных языков	Английский язык – свободно. Немецкий язык – читаю, перевожу со словарем
Водительские права	Водительские права категории «В», стаж вождения 15 лет. Личный автомобиль ВАЗ2111 (год выпуска 2001-й)
Возможные командировки	Загранпаспорт, возможны командировки
Физическая подготовка	Занимаюсь спортом (футбол, хоккей, плавание). Не курю
Личные качества	Энергичен, пунктуален, хороший организатор
Дата составления	10 июня 2015 г.

Задание 2. Напишите резюме, предполагая, что вы являетесь соискателем на должность:

- начальника конструкторского бюро завода;
- инженера механического цеха завода;
- менеджера по продажам коммерческой фирмы;
- программиста крупной фирмы;

- ♦ экономиста торгового предприятия;
- ♦ секретаря-референта.

Задание 3. Ознакомьтесь с жанровыми особенностями автобиографии. Укажите отличия автобиографии и резюме.

Автобиография – это собственное жизнеописание. Составляется в форме свободного сочинения. Открывается фразой: Я, ФИО, года рождения и т.д.

Образец автобиографии

АВТОБИОГРАФИЯ

Я, Александров Юрий Петрович, родился 13 августа 1955 года в селе Сампур Сампурского района Тамбовской области в семье колхозника. В 1962 году поступил в Сампурскую среднюю школу, в которой проучился до 1965 года. В 1965 году в связи с переездом родителей в город Жердевка Тамбовской области продолжал учебу в средней школе №1 г. Жержевка. Окончил среднюю школу в 1972 году

В 1970 году поступил на дневное отделение агрономического факультета Рязанского сельскохозяйственного института и в 1974 году окончил его.

В настоящее время работаю инженером на сахарном заводе.

01. 07. 02 Ю.П. Александров

Задание 4. Составьте автобиографию.

Задание 5. Изучите представленную ниже таблицу.

Языковые средства привлечения внимания	
Языковые средства	**Примеры**
1. Отклонения от нормативной орфографии сочетание латиницы с кириллицей соблюдение норм дореволюционной орфографии употребление прописных букв в середине и конце игра слов как результат нарушения норм орфографии	 ДЕЛЬТА MARIN Магазин «КупецЪ» МаксидоМ, КредоМЕД Все ВАЗможно (реклама автомобилей ВАЗ)
2. Каламбур – высказывание основанное на од повременной реализации в слове (словосочетании) прямого и переносного, значений	Pantin PRO V – блеск и сила Ваших волос Блестящий результат
3. Окказионализмы – новые слова, отсутствующие в системе языка созданные специально «для данного момента в экспрессивных.	«Не тормози! Сникерсни!» (реклама шоколада «Сникерс»)
4. Персонификация – перенесение на неживой предмет свойств или функций живого лица	TEFAL заботится о Вас (о бытовой технике)
5. Фонетические повторы, рифмованные рекламные лозунги	«Ваша киска купила бы «Вискас»
6. Дефразеологизация – семантический распад фразеологизма (устойчивого словосочетания)	«Когда простуда берет за горло» - реклама леденцов «Strepsils» – антибактериальное средство от боли в горле слово. Существительное «горло» употребляется здесь и в своем прямом значении, и во фразеологически связанном

Задание 6. Прочитайте следующие рекламные слоганы и названия товаров и организаций. Определите, какие языковые средства выразительности в них использованы.

«БингоШОУ–живите хороШОУ» «Margaret Astor– как ты прекрасна!»

«ОттЕнись со вкусом!» (реклама оттеночной пены) «Не окажитесь в безВАЗдушном пространстве!» «Дави на ГАЗ!» (реклама автомобилей ГАЗ) ЭЛЬДОрадио «Купи себе «Даниссимо!»

«Это не сон, это СОНИ!» «Мобилизуйся!» (реклама мобильных телефонов)

«Прекрасный пол – это не только женщины. Это еще линолеум от фирмы…» «Пора брать кассу» (реклама кассовых аппаратов)

«Сядь за руль и обгони ветер!» (реклама автомобилей)

Задание 7. Прочитайте текст рекламного объявления. Выделите в нем основные структурные элементы (слоган, зачин, информационный блок, справочные сведения), пользуясь представленными материалами.

«Бастион» – замок повышенной секретности

- 20 тысяч неповторяющихся комбинации
- Мощная сталь противостоящая любому натиску
- Предохранитель для рассеянных хозяев
- Возможность установки в любую дверь Замки «Бастион» можно купить в магазинах «Дом и быт» по адресам… Часы работы магазинов **…**

Структура рекламного текста

1. Рекламный лозунг (слоган). Цель – служить «визитной карточкой» товара Главное требование – нестандартность, запоминаемость

2. Зачин (вступление) Цель – привлечь внимание, заставить прочитать весь текст Он должен быть неожиданным захватывающим притягивающим внимание. Например «Что может быть общего у таких неординарных женщин как Марлен Дитрих, Жаклин Кеннеди, Роми Шнайдер, Марии Каллас и Элизабет Тейлор? Несомненно их безумная страсть к ювелирным украшениям фирмы Van Cleef&'Arpels.

3. Основная часть – информационный блок. Цель – проинформировать читателя о достоинствах преимуществах предлагаемого товара (услуги).

4. Заключение – справочные сведения (адрес телефон время работы фирмы).

Задание 8. Прочитайте рекламные слоганы и определите, какой аудитории адресована данная реклама (подросткам/взрослым людям мужчинам/женщинам) Подчеркните языковые средства которые указывают на это.

Не тормози – сникерсни!!!

Туалетная вода «…» воплощает эмоции в чистом виде. Запах дышит свежестью Средиземного моря. Аккорд мускусного дерева, растворяясь на коже, распространяет мягкую чувственность…

Супербатончик «Финт» – только для тех, кто вправду крут!

Туалетная вода «…»– история перемен. Гармония силы и необузданности, свободы и свежести. Властные морские ноты в сочетании с древесными аккордами

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ№8-9
РИТОРИКА. ЗАКОНЫ ПОСТРОЕНИЯ ПУБЛИЧНОГО ВЫСТУПЛЕНИЯ. ДИСКУТИВНО-ПОЛЕМИЧЕСКОЕ ИСКУССТВО

Задание 1. Чтобы понять суть науки риторики, познакомимся с определениями этой науки, которые в разное время сделаны исследователями теории красноречия.

Аристотель (Древняя Греция, IV в. до н.э.): *«… риторика … способна находить способы убеждения относительно каждого данного предмета».*

М.В. Ломоносов (Россия, XVII в.): *«Красноречие есть искусство о всякой данной материи красно говорить и тем преклонять других к своему об оной мнению».*

Н.А. Михайличенко (Россия, XX в.): *«Риторика – это наука о приёмах подготовки и произнесения публичной речи с целью оказания влияния на аудиторию».*

А.К. Михальская (Россия, XX – XXI в.): *«Риторика – это теория и мастерство целесообразной, воздействующей, гармонизирующей речи».*

Т.А. Ладыженская (Россия, XX – XXI в.): *«Риторика – это наука об эффективном общении»*

Сравните определения Аристотеля и М.В. Ломоносова. Что в них общего?

Кто из исследователей придерживается узкого понимания риторики, а кто широкого?

Задание 2. Прочитайте высказывание Александра Ивановича Галича (1783 – 1848), преподававшего риторику в Царскосельском лицее. Чему, по мнению А.И. Галича, учит риторика?

Риторика – это теория красноречия, научающая «систематически обрабатывать сочинения на письме и предлагать изустно так, чтобы они и со стороны материи и со стороны формы, то есть и по содержанию, и по отделке нравились читателю или слушателю, производя в его душе

убеждение, растроганность и решимость удачным выбором и расположением мыслей, и равно и приличным выражением мыслей с помощью слов и движений телесных.

Какая речь, по А.И. Галичу, нравится слушателям? Какая речь нравится вам?

Задание 3. Познакомьтесь с отрывком из трактата «Об ораторе» Марка Туллия Цицерона, известного древнеримского оратора, жившего в I веке до н.э.

Отчего так мало выдающихся ораторов? Я неоднократно присматривался к людям необыкновенным и одарённым необыкновенными способностями, но и это навело меня на такой вопрос: почему среди всех наук и искусств красноречие выдвинуло меньше всего замечательных представителей?

... красноречие есть нечто такое, что даётся труднее, чем это кажется, и рождается из очень многих знаний и стараний. ...В самом деле, ведь здесь необходимо усвоить себе самые разнообразные познания, без которых беглость в словах бессмысленна и смешна; необходимо придать красоту самой речи, и не только отбором, но и расположением слов; и все движения души, которыми природа наделила род человеческий, необходимо изучить до тонкости, потому что вся мощь и искусство красноречия в том и должны проявляться, чтобы или успокаивать или возбуждать души слушателей. Ко всему этому должны присоединяться юмор и остроумие, образование, достойное свободного человека, быстрота и краткость как в отражении, так и в нападении, проникнутые тонким изяществом и благовоспитанностью. Кроме того, необходимо знать всю историю, чтобы черпать из нее примеры; нельзя также упускать знакомства с гражданским правом. Нужно ли мне ещё распространяться о самом исполнении, которое требует следить и за телодвижениями, и за жестикуляцией, и за выражением лица, и за звуками и оттенками голоса?... Наконец, что мне сказать о сокровищнице всех познаний – памяти? Ведь само собой разумеется, что если наши мысли и слова, найденные и обдуманные, не будут поручены ей на хранение, то все достоинства оратора, как бы ни были они блестящи, пропадут даром.

Поэтому перестанем недоумевать, отчего так мало людей красноречивых: мы видим, что красноречие состоит из совокупности таких предметов, из которых даже каждый в отдельности бесконечно труден для разработки.

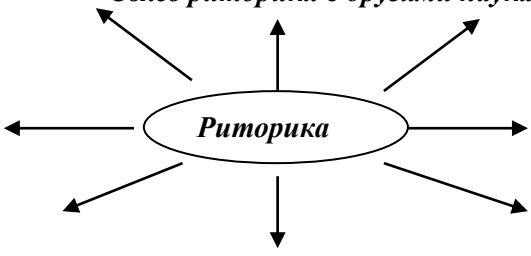
... невозможно быть во всех отношениях достохвальным оратором, не изучив всех важнейших предметов и наук. Речь должна расцветать и разворачиваться только на основе полного знания предмета; если же за ней не стоит содержание, усвоенное и познанное оратором, то словесное её выражение представляется пустой и даже ребяческой болтовнёй.

Какой вопрос ставит перед собой Цицерон и как он сам на него отвечает? Согласны ли вы с мнением древнеримского оратора? Почему? Какие качества необходимы человеку, который хочет стать настоящим оратором? Какие науки, по мнению Цицерона, должен постичь оратор?

Задание 4. Подумайте, какие науки сегодня обогащают теорию красноречия? Отразите своё представление о связи риторики с другими науками на схеме.

Схема 1.

Связь риторики с другими науками



Устно объясните, какие именно знания черпает риторика из названных вами наук.

Задание 5. Пользуясь заготовкой, составьте текст выступления «Моё будущее и риторика» (вы можете изменять шаблон, не касаясь при этом основного содержания текста).

В речи покажите, как ваша будущая профессия связана с риторикой, как риторика поможет вам добиться профессионализма и какую помощь может она оказать для вашего личностного роста и благополучия личной жизни.

Друзья! Сегодня мы начинаем изучать риторику. Я думаю, что знания, полученные на уроках, _____.

Моя будущая профессия _____ _____.

Человеку такой профессии риторика _____
_____.

Я думаю, что моё профессиональное совершенствование связано с риторическими знаниями, потому что _____

В будущем я вижу себя человеком, который _____
_____.

Риторика поможет мне развить такие качества, как _____
_____.

На мой взгляд, мне удастся добиться личностного роста, если я _____
_____.

В личных отношениях риторика поможет мне _____
_____

Спасибо за внимание!

Подготовьтесь произнести речь перед слушателями без обращения к написанному тексту. Обратите внимание на ***фазы общения оратора и слушателей***:

Фазы общения оратора и слушателей

1. Вступление в контакт (приветствие, установление зрительного контакта).
2. Изложение основного содержания выступления, поддержание и упрощение

м понравилось именно это выступление.

Задание 6. В течение 5 минут попробуйте подготовить и произнести небольшую речь на тему «Какая польза от скороговорок».

Вспомните систему собственных действий при подготовке речи. Ответьте на вопросы:

1) Что вы сделали сначала:

а) обдумали тему: вспомнили, что такое скороговорки и зачем их надо учить;

б) разбили тему на микротемы;

в) подумали о том, что доказывает важность скороговорок для оратора;

г) сразу стали писать.

2) Удалось ли подобрать доводы для доказательства собственного мнения:

а) удалось быстро и качественно;

б) удалось, но долго думали;

в) удалось, но не очень весомые;

г) не удалось.

3) Как вы располагали материал:

а) тщательно продумали последовательность и составили план;

б) продумали, но не очень тщательно;

в) продумали, но пропустили важные части;

г) вообще не думали о последовательности.

4) Как вы подбирали слова и выражения для будущей речи:

а) писали сразу и не думали о подборе слов;

б) думали о том, чтобы написать без ошибок;

в) думали о том, чтобы написать красиво;

г) думали о том, чтобы текст был составлен без ошибок, логично и выразительно;

5) Как вы готовили текст к выступлению:

а) пытались запомнить весь текст;

б) пытались запомнить смысл;

в) пытались запомнить смысл и приемы произнесения;

г) пытались запомнить смысл и приемы произнесения, мысленно или вполголоса прорепетировали, думая о контакте со слушателями.

Обсудите результаты вашей подготовки. Были ли нерациональные действия? Чтобы сделать подготовку и произнесение речи более эффективными, познакомьтесь с рекомендациями древних риторов, которые вошли в риторику как ***классический риторический канон***.

Задание 7. Подумайте, что бы теперь вы изменили в процессе подготовки речи «Какая польза от скороговорок». Как можно построить процесс подготовки этой речи с опорой на классический риторический канон?

Задание 8. Прочитайте высказывания М.Т. Цицерона и М.В. Ломоносова. Что в них общего и чем различается их содержание?

Марк Туллий Цицерон: *«Все силы и способности оратора служат выполнению пяти задач: во-первых, он должен приискать содержание для своей речи; во-вторых, расположить найденное по порядку, взвесив и оценив каждый довод; в-третьих, облечь всё это в слова и украсить; в-четвёртых, укрепить речь в памяти; в-пятых, произнести её с достоинством и приятностью».*

Михаил Васильевич Ломоносов: *«В сей науке [риторике] предлагаются правила трёх родов. Первые показывают, как изобретать оное, что о предложенной материи говорить должно; другие учат, как изобретённое украшать; третьи наставляют, как оное располагать надлежит, и посему разделяется Риторика на три части – на изобретение, украшение и расположение».*

Обратите внимание на то, что первые три этапа – инвенция, диспозиция и элокуция – являлись основными практически во всех риторических концепциях. Этапы меморио и акцио не столь важны в теоретическом плане, однако имеют большое значение для практики публичных выступлений.

Задание 9. Установите соответствие: отнесите конкретные действия оратора по подготовке речи к конкретному этапу.

Этап риторического канона	***Действие оратора***
1. Инвенция	Составление плана Подбор уместных синтаксических конструкций Осмысление темы Подбор аргументов Подбор примеров Забота о правильности текста (отсутствии ошибок) Придумывание вспомогательных способов воздействия Репетиция Приветствие слушателей Корректировка плана Забота о последовательности изложения Систематизация подготовленного материала Отбор ключевых идей Установление и поддержание контакта со слушателями Украшение речи с помощью тропов и фигур Работа над стилем Запоминание смысла текста Подбор вступления и концовки Корректировка текста Создание общего замысла
2. Диспозиция	
3. Элокуция	
4. Меморио	
5. Акцио	

4. ПРИМЕРНЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Отметьте слова, в которых ударение поставлено правильно.

а) алкогОль в) кУхонный д) бАлованный

б) газопрОвод г) жАлюзи

2. В каких словах ударным является третий слог?

а) апокриф в) бюрократия

б) апостроф г) анатом

3. Найдите слова, для которых характерно вариативное ударение.

а) намерение в) мышление

б) исчерпать г) феномен

4. Найдите существительные, в которых ударение во всех падежах и числах сохраняется на одном и том же слоге.

а) столяр в) очередь

б) торт г) квартал

5. Найдите пары слов, в которых варианты ударения являются семантическими.

а) симметрИя – симмЕтрия б) Ирис – ирИс

в) нормИровать – нормировАть
г) языковОй – языкОвый

6. Твердый согласный [д] произносится в словах:

а) денди
в) депо
б) демагог
г) академия

7. Найдите слова, в которых буквосочетание *ЧН* произносится как [ШН].

а) скучно
г) скворечник
б) ночной
д) гречневый
в) справочник

8. Вставьте пропущенный буквы. Отметьте слова, в которых пропущена буква *О*.

а) сосредот_чивать
в) подыт_живать
д) обраб_тывать
б) уполном_чивать
г) обезб_ливать

9. Отметьте слова, толкование которых дано неправильно.

а) Абажур – настенный светильник.
б) Менталитет – склад ума; мироощущение, мировосприятие.
в) Коммюнике – официальное сообщение по завершении встречи, переговоров представителей двух или более стран.
г) Фолиант – подборка наиболее представительных сочинений (чаще стихотворных) разных авторов.

10. Установите соответствие между словом и его значением.

1) пиетет
4) экстаз
2) цинизм
5) эйфория
3) эпатаж

А. Скандальная выходка; вызов окружающим, намеренное нарушение общепринятых норм и правил.
Б. Глубокое уважение, почтительное, благоговейное отношение к кому-либо или к чему-либо.
В. Состояние радости, душевного подъема, часто не вызванное внешними обстоятельствами.
Г. Бесстыдство, наглость, грубая откровенность; вызывающе-презрительное отношение к общепринятым нормам нравственности и морали.
Д. Высшая степень воодушевления, восторга.

11. Укажите пример, в котором неверно составлен синонимический ряд.

а) смелость, мужество, отвага, храбрость
в) маленький, крошечный, миниатюрный, карликовый
б) ошибка, просчет, оплошность, погрешность
г) беда, несчастье, казус, трагедия

12. В каких предложениях слово употреблено в несвойственном ему значении?

а) Пейзаж города обогатился новыми зданиями.
б) Во всем чувствовались позитивные изменения.
в) Чтец декламировал стихи неизвестного поэта.
г) Он обладал недюжинными способностями в математике.
д) Гид обратил внимание на то, что витражи этого католического костела были выполнены из особого дерева, и секрет их изготовления неизвестен.

13. Отметьте предложения, в которых присутствует плеоназм.

а) В газете было дано сообщение о свободных вакансиях.
б) Близнецы были настолько похожи, что учителя с трудом различали их.
в) Этот музыкант был выдающимся виртуозом.
г) Чтобы выполнить это задание в намеченные сроки, я должен беречь каждую минуту времени.

14. Выберите из предлагаемых паронимов подходящий по смыслу.

а) При планировании этого сражения был допущен ряд (*1 – тактичных;2 – тактических*) ошибок.
б) Близко к воде нам подойти не удалось, потому что у речки были (*1 – глиняныее;2 – глинистые*) берега.
в) В молодости он всерьез увлекался (*1 – водными; 2 – водяными*) видами спорта.
г) Он еле передвигал ноги в этих (*1 – болотных; 2– болотистых*) сапогах.

15. В каком ряду приведены существительные без ошибок в образовании формы именительного падежа множественного числа?

а) библиотекари, договоры, директора, отпуска
в) лектора, поезда, тома, тренера
б) шофера, волосы, паспорты, приговоры
г) бухгалтеры, докторы, инженеры, цыганы

16. В каких рядах приведены существительные с ошибкой в образовании формы родительного падежа множественного числа?

а) простыней, грамм, рельс, валенков
б) чулок, гектаров, баклажан, блюдец

в) солдатов, грузин, щупальцев, килограммов г) дупел, доньев, низовьев, судей

17. Укажите примеры, в которых есть ошибка в образовании падежной формы имени собственного.

За последнее время я прочитал книги…

а) Майн Рида в) Вальтера Скотта д) Даниила Хармса
б) Владимира Войнович г) Михаила Зощенки

18. Отметьте существительные общего рода.

а) учитель г) ябеда ж) очевидец
б) тамада д) дизайнер з) запевала
в) выскочка е) недотрога

19. Выберите полную или краткую форму прилагательного.

а) Я не знаком с ним как со специалистом, но как человек он мне (*1 – приятный; 2 – приятен*).
б) На следующий день она была с ним (*1 – приветливая; 2 – приветлива*), забыв о вчерашней ссоре.
в) Мальчик (*1 – болен; 2 – больной*) уже пятый день.
г) Он был очень (*1 – способный; 2 – способен*) и быстро сделал карьеру.

20. Укажите, в каких примерах форма сравнительной степени имени прилагательного образована правильно.

а) наиболее сильнейший в) строже
б) более умный г) самый наилучший

21. Отметьте правильные варианты употребления имен числительных.

а) Мы сменили петли у обоих ворот. в) Они встретились вновь спустя тридцать лет.
б) У нас есть попугай и два кота. г) У нее трое внуков и двое внучек.

22. Найдите правильный вариант, заменив числа именами числительными в нужных падежных формах: *Данный законопроект был одобрен 245 депутатами*

а) двухстами сорока пятью в) двести сорока пятью
б) двумястами сорока пятью г) двумястами сорока пяти

23. Отметьте предложения, в которых допущены ошибки в употреблении местоимений?

а) Брат плохо слушался сестры и делал все наперекор ней.
б) Катерина была твердо уверена, что ей не простят ее поступки, но это не пугает ее.
в) Я попросил однокурсника принести его учебник.

24. Отметьте формы глагола, соответствующие литературной норме.

а) уведоми г) брезговает ж) щипет
б) ехай д) поезжай з) брезгует
в) щиплет е) уведомь

25. Отметьте предложения, в которых допущены ошибки в образовании или употреблении глагольных форм?

а) Старушка подскользнулась на мокром полу и упала.
б) Наступила весна, бегут ручьи, солнце припекает, с крыш капает.
в) Лиса скрала из сарая трех цыплят.
г) Врач сказал, что я скоро выздоровею.

5. УСТНЫЙОПРОС

1. Современный русский язык и его подсистемы. Социально и территориально ограниченная лексика.
2. Формы существования русского литературного языка.
3. Социально и территориально ограниченная лексика
4. Исконно русская лексика и заимствованная. Виды заимствований.
5. Язык и речь. Сходства и отличия.
6. Диалог и монолог.
7. Структура речевой коммуникации.
8. Понятие невербального и вербального общения. Роль неязыковых факторов в общении.
9. Особенности речевого поведения в социально ориентированном общении.
10. Функционально-смысловые типы речи (описания, повествование, рассуждение).
11. Предмет и задачи стилистики. История возникновения и становления стилистики.
12. Функциональные стили русского языка. Общая характеристика стилей.
13. Научный стиль. Лексические, морфологические, синтаксические и графические особенности.
14. Языковые формулы и композиция научных работ (аннотация, реферат, курсовая работа).

15.Официально-деловой стиль. Лексические, морфологические, синтаксические и этикетные особенности.
16.Основные жанры официально-делового стиля. Схема выбора жанра документа.
17.Языковые и текстовые нормы. Типы записи текста документа.
18.Заявление. Языковые формулы и правила составления.
19.Доверенность. Языковые формулы и правила составления.
20.Расписка. Языковые формулы и правила составления.
21.Объяснительная записка. Языковые формулы и правила составления.
22.Деловое письмо. Языковые формулы и правила составления.
23.Автобиография. Языковые формулы и правила составления.
24.Рекламный текст и его особенности. Рекламные жанры.
25.Разговорная речь. Жанровые разновидности. Эмоционально-экспрессивные возможности русской разговорной речи.
26.Публицистический стиль. Лексические, морфологические, синтаксические особенности.
27.Язык СМИ. Понятие информационного поля. Жанровые разновидности публицистики.
28.Риторические способы усиления выразительности высказываний в публицистике.
29.Ораторская речь. Законы риторики.
30.Виды красноречия. Подготовка к выступлению.
31.Композиция ораторского выступления.
32.Языковые средства риторики (тропы и фигуры речи).
33.Концепция, тема, проблема выступления.
34.Аргументация в ораторской речи.
35.Приемы привлечения внимания слушателей
36.Культура речи. Речевой этикет.
37.Понятие языковой нормы. Кодификация и нормализация.
38.Нормы русского литературного языка и их нарушение. Плеоназм, тавтология, лексические повторы.
39.Нормы правильного произношения и ударения.
40.Грамматические нормы РЛЯ. Колебания в роде имен существительных.
41.Грамматические нормы РЛЯ. Склонение имен существительных.
42.Колебания в образовании формы именительного падежа множественного числа существительных.
43.Полные и краткие формы имен прилагательных.
44.Ошибки в употреблении глагольных форм.
45.Употребление местоимений.
46.Синтаксические нормы СРЛЯ.
47.Употребление причастных и деепричастных оборотов.
48.Основные качества идеальных текстов. Точность речи (паронимы, синонимы, историзмы, архаизмы, неологизмы, окказионализмы, профессионализмы, термины).
49.Логичность речи. Законы логики.
50.Чистота, богатство, уместность и выразительность речи. Индивидуализация речи.

6. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Основная литература

1. Русский язык и культура речи : учебник и практикум для вузов / В. Д. Черняк [и др.] ; под редакцией В. Д. Черняк. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 363 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02663-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/468668 (дата обращения: 01.10.2021).

2. Дополнительная литература

1. Самойлова, Е. А. Русский язык и культура речи : учебное пособие / Е. А. Самойлова. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. — 144 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0802-0. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1009452 (дата обращения: 01.10.2021). – Режим доступа: по подписке.

2. Решетникова, Е. В. Русский язык и культура речи : учебное пособие / Е. В. Решетникова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 118 с. — ISBN 978-5-4486-0064-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/70278.html (дата обращения: 01.10.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: https://doi.org/10.23682/70278

3. Русский язык и культура речи : учебник / под ред. проф. О.Я. Гойхмана. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2017. — 240 с.— (Высшееобразование: Бакалавриат), —www.dx.doi.org/10.12737/3428. - ISBN 978-5-16-009929-3 (print) ; ISBN 978-5-16-101532-2 (online). - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/913242. – Режим доступа: по подписке.

4. Голуб, И. Б. Стилистика русского языка и культура речи : учебник для академического бакалавриата / И. Б. Голуб, С. Н. Стародубец. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 455 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-00614-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/412823

3. Периодические издания

1. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева : науч.-производ. журн. / учредитель и издатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева». – 2009 - . – Рязань, 2021. - Ежекварт. – ISSN : 2077 – 2084 – Текст : непосредственный

4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. «Грамотная речь, или учимся говорить по-русски». - Режим доступа: http://cultrechi.narod.ru.
2. Грамота.Ру. - Режим доступа: - http://www.gramota.ru
3. Лингвистические задачи. - Режим доступа: http://www.gramma.ru.
4. Портал «Грамота.ру» - Режим доступа: http://www.gramota.ru/
5. Русский язык и культура речи. Практикум. Словарь 2-е изд., пер. и доп. Учебно-практическое пособие для академического бакалавриата. Черняк В.Д. - Отв. ред. 2015. - http://www.biblio-online.ru
6. Словарь сокращений. - Режим доступа: http://www.sokr.ru
7. Толковый словарь Ожегова. - Режим доступа: http://www.megakm.ru/ojigov
8. Толковый словарь русского языка В.И. Даля. - Режим доступа: http://www.slova.ru
9. Центр риторики - http://www.master-ritor.ru.
10. ЭБС «Юрайт» – Режим доступа: http://www. biblio-online.ru
11. ЭБ РГАТУ – Режим доступа: http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp

5. Перечень информационных технологий (лицензионное программное обеспечение, свободно распространяемое программное обеспечение, информационно- справочные системы, профессиональные базы данных)

№	Программный продукт
1.	«Сеть КонсультантПлюс»
2.	7-Zip
3.	Adobe Acrobat Reader
4.	Advego Plagiatus
5.	Edubuntu 16

6.	eTXT Антиплагиат
7.	Google Chrome
8.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 150-249 Node 1 year Educational Renewal License
9.	LibreOffice 4.2
10.	Mozilla Firefox
11.	Office 365 для образования E1 (преподавательский)
12.	Opera
13.	Thunderbird
14.	Windows Windows 7 Windows xp Windows 7 Pro
15.	WINE
16.	Альт Образование 9
17.	ВКР ВУЗ
18.	Справочно-правовая система "Гарант"

Профессиональные БД	
https://raexpert.ru/	Рейтинговое агенство Эксперт РА
http://www.mcx.ru/	Официальный интернет-портал Министерства сельского хозяйства Российской Федерации
http://www.ryazagro.ru/	Министерство сельского хозяйства и продовольствия Рязанской области
http://www.gks.ru/	официальный сайт Федеральной службы государственной статистики
http://expert.ru/	Сайт журнала «Эксперт»
http://ko.ru/	Деловой еженедельник «Компания»
http://surveys.org.ua/	Сайт о маркетинговых исследованиях
http://ecsocman.hse.ru/	Федеральный образовательный портал «Экономика. Социология. Менеджмент»
http://www.md-marketing.ru/	Инфорационный портал: MD-Marketing.ru
www.nlr.ru	Российская национальная библиотека
www.inion.ru	Институт научной информации по общественным наукам
www.nbmgu.ru	Научная библиотека МГУ имени М.В.Ломоносова
http://elibrary.ru/defaultx.asp	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
http://www.dissercat.com/	Электронная библиотека диссертаций
http://koob.ru/	Куб — электронная библиотека
Сайты официальных организаций	
http://www.council.gov.ru/	официальный сайт Совета Федерации
http://www.duma.gov.ru/	официальный сайт Госдумы РФ
http://www.rosmintrud.ru/	официальный сайт Министерства труда и социальной защиты РФ
http://mon.gov.ru/	официальный сайт Министерства образования и науки РФ
http://ryazangov.ru/	Портал исполнительных органов государственной власти Рязанской области
Информационные справочные системы	
http://www.garant.ru/	Гарант
http://www.consultant.ru/	КонсультантПлюс

Приложение 1.

1. а, в
2. а, б, в
3. в, г
4. б, г
5. б, г
6. а, в
7. а, г
8. а, б, в, г
9. а, г
10. 1б, 2г, 3а, 4д, 5в
11. г
12. а, д
13. а, в, га
14. а, б
15. а, б, г
16. в, г, е, з
17. а2, б2, в1, г1
18. б, в
19. б, в
20. б
21. а, б
22. а, в, д, з
23. а, в

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЯЗАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
П.А. КОСТЫЧЕВА

ФАКУЛЬТЕТ ЭКОНОМИКИ И МЕНЕДЖМЕНТА

КАФЕДРА БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКИ И
ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ

Информатика

методические указания для практических занятий обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов (уровень бакалавриата) направленность (профиль): «Организация перевозок на автомобильном транспорте»

Рязань 2024

УДК 681.142.37
ББК 32.81

Составители:
к.э.н., доцент кафедры бизнес-информатики и прикладной математики Романова Л.В.

Рецензенты:

профессор кафедры бизнес-информатики и прикладной математики, д.э.н. Текучев В.В.
к.э.н.., доцент кафедры бизнес-информатики и прикладной математики Черкашина Л.В.

Методические указания предназначены для формирования у обучающихся навыков выполнения практических работ по дисциплине «Информатика»

Указания подготовлены для обучающихся бакалавриата очной и заочной формы обучения направления 23.03.01 Технология транспортных процессов

ВВЕДЕНИЕ

Практические работы выполняются по модулям:

1. Структурная схема персонального компьютера. Назначение устройств и блоков персонального компьютера. Клавиатура.
2. Операционная система Windows, Linux
3. Текстовый редактор MS Office, LibreOffice
4. Табличный редактор MS Office, LibreOffice
5. Презентация MS Office, LibreOffice
6. СУБД MS Office, LibreOffice

Практические работы сохраняются на флеш-карту студента и сдаются преподавателю для проверки после выполнения всех заданий модуля.

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА РЕАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Структурная схема персонального компьютера. Назначение устройств и блоков персонального компьютера. Клавиатура.

1. Принцип фон-Неймана: минимальная конфигурация рабочего места.
2. Монитор (назначение, виды, основные характеристики).
3. Состав системного блока (знать назначение устройств).
4. Классификация устройств по способу подключения к системному блоку (внутренние и внешние устройства).
5. Порты (параллельный, последовательный, какие устройства к ним подключаются).
6. Устройства для чтения, однократной и многократной записи информации на лазерные диски.
7. Устройства, предназначенные для ввода информации в компьютер.
8. Устройства, предназначенные для вывода информации из компьютера.
9. Состав материнской платы (знать назначение устройств, их основные характеристики).
10. Устройства для хранения информации (виды и основные характеристики).
11. Строение магнитных дисков (сектор, дорожка, кластер, цилиндр).
12. Внутренняя память компьютера (ПЗУ, ОЗУ)
13. Типы принтеров. Способ формирования изображения. Основные характеристики принтеров.
14. Сканеры (назначение, виды).
15. Модем (назначение, основные характеристики, единицы скорости передачи информации).
16. Клавиатура (функциональная, дополнительная, клавиши для переключения регистра, для ввода прописных символов, для удаления символов, для перемещения курсора, для переключения алфавита РУС/Англ.)
17. Действия, приводящие к перезагрузке компьютера. Действия при зависании программ.

РАЗДЕЛ 3. ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА РЕАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

ОС WINDOWS

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПРАВКИ WINDOWS XP

1. Для получения справки Windows XP щелкните кнопку Пуск и в меню Пуск выберите пункт Справка и поддержка. В списке разделов справки в левой части окна *Центр справки и поддержки* выберите пункт Новые возможности Windows XP. Изучите справку о новых возможностях Windows XP, для чего в правой части окна *Центр справки и поддержки* щелкните на ссылке Новые возможности Windows XP.

2. Изучая справку Новые возможности Windows XP, выясните, за счет чего повышается надежность и производительность компьютера в Windows XP, какие новые возможности предоставляет Windows XP пользователю для просмотра Интернет-ресурсов, для учетных записей пользователей. Для возврата к предыдущему окну справки щелкайте кнопку Назад на панели инструментов окна *Центр справки и поддержки*.

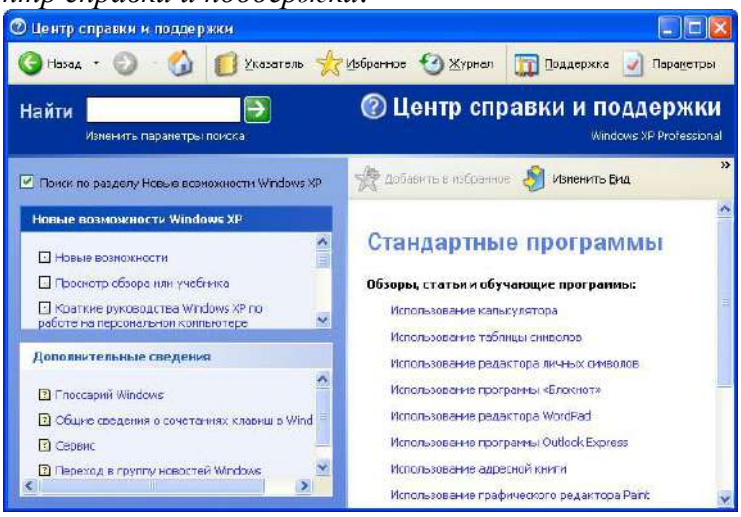


Рис. 1. Окно справки Windows XP

3. Для ознакомления со справочной информацией по использованию стандартных программ выберите в левой части окна *Центр справки и поддержки* раздел Компоненты Windows, затем в списке подразделов выберите Стандартные программы. В правой части окна справки в списке справочных материалов по стандартным программам выберите нужную тему, как показано на рис. 1.

4. Для просмотра информации о сочетаниях клавиш Windows XP выберите в левой части окна в подразделе Дополнительные сведения пункт Общие сведения о сочетаниях клавиш Windows. Изучите информацию о сочетаниях клавиш, сочетаниях клавиш диалогового окна, сочетаниях клавиш клавиатуры Microsoft.

5. Для поиска справочной информации об установке оборудования Plug and Play щелкните кнопку Указатель на панели инструментов окна *Центр справки и поддержки*, затем введите ключевое слово «установка оборудования». В списке найденных разделов справки выберите вариант «устройства Plug and Play» и щелкните кнопку Показать. Из списка подразделов выберите вариант «Использование мастера установки оборудования» и щелкните кнопку Показать. В правой части окна изучите справочную информацию.

6. Для поиска справочной информации об установке программ из сети щелкните кнопку Указатель на панели инструментов окна *Центр справки и поддержки*, затем введите ключевое слово «установка программ». В списке найденных разделов справки выберите вариант «из сети» и щелкните кнопку Показать. В правой части окна изучите справочную информацию.

7. Используя Указатель, найдите и прочитайте справку о получении сведений о компьютере, а также получите сведения о состоянии компьютера и программного обеспечения вашего компьютера. Для возврата к предыдущему окну справки щелкайте кнопку Назад на панели инструментов окна *Центр справки и поддержки*.

8. Используя Указатель, найдите и прочитайте справку о специальных возможностях Windows XP: специальных ресурсах для лиц с потерей зрения, а также о настройке специальных возможностей Windows XP.

9. Закройте окно *Центр справки и поддержки*.

ОПЕРАЦИИ СО ЗНАЧКАМИ И ЯРЛЫКАМИ

1. Используя Указатель в окне *Центр справки и поддержки*, найдите и изучите справку на тему «Создание ярлыков», для чего, щелкнув кнопку Указатель на панели инструментов окна *Центр справки и поддержки*, введите ключевое слово «создание ярлыков».В списке найденных разделов справки выберите вариант «Чтобы создать ярлык в папке» и щелкните кнопку Показать. В правой части окна изучите справочную информацию.

2. Создайте на рабочем столе ярлык для вызова программы Блокнот, для чего, установив курсор мыши на свободном месте экрана, щелкните правую кнопку мыши, в контекстном меню выберите команду Создать, далее в списке создаваемых объектов выберите вариант Ярлык. В окне *Создание ярлыка* щелкните кнопку Обзор, затем в диалоговом окне Обзор выберите диск, папку и файл C:\WINDOWS\system32\notepad.exe и щелкните кнопку ОК. После этого в командной строке окна *Создание ярлыка* будет записана команда вызова программы Блокнот. Щелкнув кнопку Далее, укажите название ярлыка «Блокнот» и, щелкнув кнопку Готово, завершите процесс создания ярлыка.

3. Просмотрите свойства ярлыка для программы Блокнот и измените их так, чтобы программа выполнялась в окне, развернутом на весь экран, и разрешение экрана составляло 640 x 480 точек. Для этого, указав ярлык Блокнот, вызовите контекстное меню, в нем выберите опцию Свойства, после чего на экран будет выведено окно *Свойства: Блокнот*. В окне *Свойства* выберите вкладку Ярлык и в поле *Окно* выберите вариант «развернутое на весь экран», на вкладке Совместимость в группе Параметры экрана включите опцию «Разрешение экрана 640 X 480». Для вступления в силу внесенных в свойства ярлыка изменений щелкните кнопку Применить, затем закройте окно свойств, щелкнув кнопку ОК.

Запустите программу Блокнот, используя созданный ярлык, и убедитесь в том, что заданные свойства проявляются. Закройте окно программы Блокнот.

4. Скопируйте ярлык Блокнот на панель задач, для чего, указав ярлык мышкой, прижмите левую кнопку мыши и оттащите ярлык Блокнот на панель задач.

5. Создайте на диске C: папку «Пример», для чего, открыв окно *Мой компьютер*, выберите диск C:, затем, вызвав контекстное меню, выберите в нем команду Создать. В списке создаваемых объектов выберите вариант «Папку» и задайте созданной папке имя «Пример».

6. Создайте ярлык для папки Пример, для чего, открыв окно *Мой компьютер* и указав на папку Пример, щелкните правую кнопку и в контекстном меню выберите команду Отправить, вменю получателя выберите вариант Рабочий стол (создать ярлык). Закройте окно *Мой компьютер*.

7. Проверьте действие ярлыка для папки Пример, для чего дважды щелкните левой кнопкой мыши на ярлыке папки Пример на Рабочем столе. После этого на экране откроется окно папки Пример. Закройте окно папки.

8. Удалите ярлыки программы Блокнот и папки Пример с Рабочего стола, для чего, выделив ярлыки мышью, щелкните правую кнопку мыши, затем в контекстном меню выберите Удалить и подтвердить удаление.

Примечание. При удалении ярлыка на программу или папку с Рабочего стола программа или содержимое папки остается на диске.

ОПЕРАЦИИ С ДИСКАМИ, ПАПКАМИ И ФАЙЛАМИ В ПРИЛОЖЕНИИ МОЙ КОМПЬЮТЕР

1. Запустите приложение Мой компьютер, щелкнув соответствующий значок на Рабочем столе. Вставьте дискету в накопитель на гибких магнитных дисках.

Примечание. Не используйте двойной щелчок. Если содержимое диска отображается в окне *Проводник* или *Мой компьютер*, отформатировать диск будет невозможно. Диск может быть отформатирован только в случае, если на нем нет открытых файлов. Для разрешения записи/удаления файлов с дискеты закройте контрольное окошко в левой нижней части дискеты (если смотреть с лицевой стороны).

2. Отформатируйте дискету с записью на нее системных файлов, для чего, вставив дискету в дисковод, укажите диск 3.5" (A:),а затем в меню Файл выберите команду Форматировать. В окне *Формат Диск 3,5" (A:)* выберите емкость диска 1,44Мб, в поле *Метка тома* задайте метку диска System, в группе опций Способы форматирования выберите опцию Создание загрузочного диска MS-DOS и щелкните кнопку Начать. После этого на экране будет раскрыто диалоговое окно с предупреждающим сообщением о том, что форматирование уничтожит все данные на этом диске. Подтвердите запуск процедуры форматирования, щелкну в кнопку ОК, и после этого будет выполнено форматирование диска и на него будут записаны файлы операционной системы.

После форматирования будет выведено диалоговое окно с сообщением о завершении операции. Закройте окно сообщения, щелкнув кнопку ОК, затем закройте окно Формат Диск 3,5″(A:), щелкнув кнопку Закрыть.

3. Откройте диск A:, для чего дважды щелкните левой кнопкой мыши на значке диска. В окне диска будут выведены значки системных файлов операционной системы, скопированные при форматировании. Для изменения вида объектов в окне выберите меню Вид, команду Таблица. После этого информация об объектах будет представлена в виде таблицы, отображающей не только названия объектов, но и размер, тип, дату и время последнего изменения. Отсортируйте список файлов по возрастанию размера файлов.

4. Создайте на диске A: папку Папка1 для чего, установив курсор мыши в окне диска A:, нажмите правую кнопку мыши и в контекстном меню выберите опцию Создать, в списке объектов выберите опцию Папку, вместо предложенного Windows имени Новая папка задайте имя Папка1.

5. Запустите стандартное приложение WordPad, введите текст данного задания и сохраните его на диске A:, в Папка1 под именем Файл1.doc. Закройте окно WordPad.

6. Создайте на диске A: папку Папка2. Скопируйте Файл1.doc из папки Папка! в папку Папка2, для чего; открыв папку Папка1 и указав Файл1.doc, нажмите правую кнопку мыши и в контекстном меню выберите команду Копировать. Щелкнув кнопку Вверх в стандартной панели инструментов приложения *Мой компьютер*, перейдите из папки Папка1 в родительскую папку (корневой каталог диска A:). Щелкнув ярлык Папка2, откройте папку, вызовите контекстное меню и, выбрав команду Вставить, вставьте Файл1.doc из буфера обмена в папку Папка2.

7. Переименуйте файл Файл1.doc в папке Папка2 в Файл2.doc, для чего, указав файл Файл1.doc, щелкните правую кнопку мыши или клавишу Контекст на клавиатуре Microsoft и в контекстном меню выберите команду Переименовать. После этого задайте новое имя файла Файл2.doc.

8. Закройте приложение *Мой компьютер*, щелкнув левой кнопкой мыши кнопку Закрыть в правом верхнем углу окна.

ОПЕРАЦИИ С ДИСКАМИ, ПАПКАМИ И ФАЙЛАМИ В ПРИЛОЖЕНИИ ПРОВОДНИК

1. Найдите и изучите справку на тему «Проводник Windows»,для чего, щелкнув кнопку Указатель на панели инструментов окна *Центр справки и поддержки*, введите ключевое слово «проводник Windows». В списке найденных разделов справки выберите вариант

«проводник Windows: общие сведения», затем в списке подразделов выберите «Использование проводника Windows» и щелкните кнопку Показать. После изучения справочной информации закройте окно *Центр справки и поддержки*.

2. Запустите Проводник, для чего, щелкнув правой кнопкой мыши кнопку Пуск, выберите в контекстном меню вариант Проводник. Вставьте дискету в накопитель на гибких магнитных дисках. Откройте в правом окне *Проводника* содержимое диска A:, для чего, щелкнув кнопку 6 в строке Адрес, в списке дисков и папок выберите Диск A:.

3. Задайте вид отображения папок и файлов в окне *Проводника* в виде таблицы, для чего в меню Вид выберите опцию Таблица.

4. Отсортируйте размещение значков папок и файлов по возрастанию даты последнего изменения, для чего щелкните в правой части окна *Проводника* на заголовке графы Изменен.

5. Упорядочите размещение значков папок и файлов по алфавиту имен, для чего щелкните в правой части окна *Проводника* на заголовке графы Имя.

6. Создайте в корневой директории диска A: папку с именем 1111, для чего, щелкая кнопки Назад или Вперед, задайте в правом окне *Проводника* отображение корневой директории диска A:, затем, установив курсор в правом окне, вызовите контекстное меню и выберите команду Создать. В раскрывшемся затем списке создаваемых объектов выберите вариант Папку и задайте имя созданной папки 1111.

7. Создайте в папке 1111 текстовый файл Пример1.txt, для чего, открыв папку 1111, в контекстном меню выберите команду Создать, затем в списке создаваемых объектов выберите тип создаваемого файла Текстовый документ и задайте ему имя Пример1.txt.

8. Создайте папку 2222 в корневой директории диска A: и скопируйте в нее файл Пример1.txt из папки 1111. Создайте в корневой директории диска A: папку 2222, как описано в п.6, затем перейдите в папку 1111 и, установив курсор на файл Пример1.txt, вызовите контекстное меню. В этом меню выберите команду Копировать. Перейдите в папку 2222 и, вызвав контекстное меню, выберите команду Вставить.

9. Переименуйте файл Пример1.txt в папке 2222 на диске A: в файл Пример2.txt, для чего, указав в папке 2222 на диске A: файл Пример1.txt, вызовите контекстное меню и выберите в нем команду Переименовать, затем измените имя файла.

10. Удалите файл Пример2.txt в папке 2222 на диске A:, для чего, указав файл Пример2.txt, вызовите контекстное меню и выберите команду Удалить, а затем подтвердите удаление, щелкнув кнопку Да.

11. Удалите папку 2222 с диска A:, для чего перейдите в корневой каталог диска A: и, указав папку 2222, вызовите контекстное меню. Выберите в контекстном меню команду Удалить и подтвердите удаление, щелкнув кнопку Да.

12. Закройте окно *Проводника* Windows.

ОБМЕН ДАННЫМИ МЕЖДУ ПРИЛОЖЕНИЯМИ WINDOWS

1. Запустите стандартные приложения текстовый редактор WordPad и графический редактор Paint.

2. В окно текстового редактора WordPad скопируйте текст справки WordPad о внедрении и связывании объектов, выполнив следующие операции:

- Вызвать справку WordPad, выбрав вкладку Содержание, раздел Создание связей с другими документами, открыть тему Внедрение или связывание объекта в WordPad. В правой части окна справки изучите справочную информацию.
- Для копирования информации вызовите контекстное меню и выберите в нем команду Выделить все, указав мышкой на выделенные элементы, вызвать контекстное меню и выбрать в нем команду Копировать. Закройте окно справки WordPad. Перейдите в окно WordPad и вставьте фрагмент справки из буфера обмена в окно документа WordPad, активизировав контекстное меню и выбрав в нем команду Вставить.

3. Перейдите в окно графического редактора Paint. Нарисуйте любой рисунок. Выделите фрагмент рисунка, в контекстном меню выберите команду Копировать. Фрагмент рисунка скопирован в буфер обмена.

4. Перейдите в окно WordPad, укажите курсором место вставки фрагмента рисунка и вставьте его из буфера обмена, активизировав контекстное меню и выбрав в нем команду Вставить. Рисунок внедрен в документ, редактируемый в окне WordPad. Дважды щелкните левой кнопкой мыши на внедренном фрагменте рисунка. После этого будет открыта программа Paint, в которой был создан объект. Внесите изменения в рисунок и щелкните левой кнопкой мыши в окне вне рисунка. Будет выполнен возврат к документу, в котором отобразились все сделанные изменения.

5. Выделите фрагмент текста в окне текстового редактора WordPad и перенесите его в окно графического редактора Paint, для чего выполните следующие операции: Выделив фрагмент текста в окне текстового редактора WordPad, вырезать его в буфер обмена командой Вырезать из меню Правка. Перейдите в окно графического редактора Paint, включите инструмент A (Надпись),задайте цвет фона, курсором мыши укажите размер рамки текста. На панели форматирования выберите имя, размер и начертание шрифта. Щелкните внутри рамки надписи, вставьте текст из буфера обмена командой Вставить меню Правка. Если на экран будет выведено сообщение «Недостаточно места для вставки текста», увеличьте размер рамки текста и повторите попытку вставить текст из буфера обмена.

6. Отредактируйте надпись, сдвинув надпись или изменив ее размер, выберите цвет на палитре, чтобы изменить цвет текста. Щелкнув мышкой вне рамки текста, завершите редактирование внедренного текста. Сохраните созданный рисунок.

7. Откройте меню Правка графического редактора Paint и убедитесь, что в нем нет команды Специальная вставка, т.е. в окно Paint невозможно включить связанный объект из другой программы.

8. Для вставки связанного рисунка в документ WordPad выберите в меню Вставка команду Объект. В окне *Вставка объекта* включите параметр Создать из файла, щелкнув кнопкуОбзор, выберите связываемый файл, установите флажок Связь, как показано на рис. 2, и щелкните кнопку ОК. После этого связанный объект - графический файл будет отображаться в документе WordPad.

Примечание. Связывание используется для динамического обновления данных при изменении данных в исходном файле.

9. Для проверки динамического обновления связанных данных запустите графический редактор Paint, откройте файл рисунка, который был связан с документом WordPad в п. 8, и внесите в рисунок изменения. Закройте окно редактора Paint, сохранив внесенные изменения.

В окне редактора WordPad, указав связанный рисунок, вызовите контекстное меню, выберите в нем команду Связанный объект: изменить. После этого откроется окно графического редактора Paint. Изменяя рисунок в окне графического редактора, убедитесь в том, что он синхронно изменяется и в окне редактора WordPad. Закройте окно графического редактора, сохранив изменения.



Рис. 2. Вставка связанного объекта

10. Закройте окно текстового редактора WordPad, не сохраняя результаты работы.

ПОИСК ФАЙЛОВ В WINDOWS XP

1. Изучите справочную информацию Windows о поиске файлов и папок, для чего откройте меню Пуск, выберите в нем команду Справка и поддержка. В окне *Центр справки и поддержки*щелкните кнопку Указатель в панели инструментов, затем введите образ поиска «поиск файлов и папок». Выберите в списке найденных разделов «Использование команды Найти в меню Пуск» и щелкните кнопку Показать. Изучите справочную информацию в правой части окна. Закройте окно *Центр справки и поддержки*.

2. Для поиска файлов откройте меню Пуск, выберите в нем команду Поиск, а затем выберите команду Файлы и папки. На панели «Что вы хотите найти» выберите ссылку Файлы и папки. Введите часть имени или полное имя файла или папки или введите слово или фразу, содержащиеся в этом файле. В поле *Поиск в* выберите диск, папку или сетевой ресурс, в котором требуется выполнить поиск, например, диск D:, как показано на рис. 3. Щелкнув кнопку Найти, запустите процедуру поиска.

Совет. Если об объекте поиска имеются определенные сведения или нужно уменьшить диапазон поиска, выберите один или несколько из следующих параметров. Нажмите кнопку Когда были произведены последние изменения? для поиска файлов, созданных или измененных в конкретном диапазоне дат. Нажмите кнопку Какой размер файла? для поиска файлов конкретного размера. Нажмите кнопку Дополнительные параметры для задания дополнительных условий поиска.

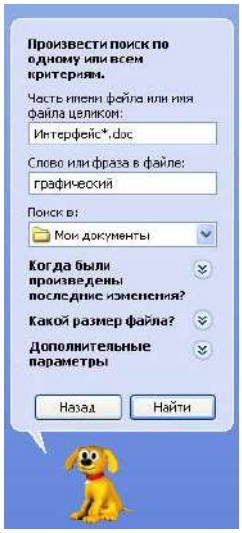


Рис. 3. Определение параметров поиска файла



Рис. 4. Контекстное меню файла в окне *Результаты поиска*

После окончания поиска будет выведено сообщение о результатах. Для просмотра найденного файла дважды щелкните на нем левой кнопкой мыши. После просмотра файла закройте его стандартным способом.

3. Найдите на диске C: файлы с расширением doc, в которых содержится текст «документ». Для этого выполните следующие операции: В поле *Часть имени файла или имя целиком* введите расширение *.doc, в поле *Слово или фраза* в файле задайте образ поиска «документ». Откройте список Поиск в и выберите в нем диск C: и, щелкнув кнопку Найти, начните поиск.

4. Если в окне *Результаты поиска* будут выведены имена найденных файлов, то для просмотра возможных операций с найденным файлом укажите его курсором мыши и вызовите контекстное меню, как показано на рис. 4.

Переименуйте один из найденных файлов, для чего, указав мышкой файл, вызовите контекстное меню и, выбрав в нем команду Переименовать задайте новое имя файла.

5. Найдите на диске C: все файлы, измененные в последние 2 дня, для чего, очистив поля *Часть имени файла или имя целиком*, *Слово или фраза в файле*, в поле *Поиск* в выберите диск C:. В разделе Когда были произведены последние изменения включите параметр поиска Указать диапазон и выберите в списке вариант Изменен, после чего в полях с и по задайте даты начала и конца диапазона дат изменений искомых файлов. Запустите процедуру поиска, щелкнув кнопку Найти. Через некоторое время в окне *Результаты поиска* будет выведен список файлов, отвечающих условиям поиска.

6. Скопируйте один из найденных при выполнении задания 5 файлов на диск A:, для чего, указав мышкой на файл, вызовите контекстное меню и выберите в нем команду Отправить, а в качестве получателя файла выберите Диск 3,5 (A:). После этого на экране раскрывается окно сообщения о процессе копирования. Если в процессе копирования возникает ошибка, то на экран выводится окно сообщения о характере ошибки и рекомендации по ее устранению. Для снятия окна сообщения щелкните кнопку ОК. По окончании процесса копирования файла окно копирования закрывается.

НАСТРОЙКИ КОМПЬЮТЕРА В WINDOWS XP

1. Изучите справочную информацию о настройках компьютера в Windows XP, для чего, открыв окно *Центр справки и поддержки*, выберите в списке разделов Настройка компьютера. В списке подразделов Настройка компьютера выберите Рабочий стол. Выбрав ссылку Краткое

руководство по настройке ПК, изучите информацию о настройке рабочего стола, изменении настройки мыши и ускорении загрузки нужных программ. Просмотрев справочную информацию, щелкая кнопку Назад, откройте список ссылок и статей по настройке рабочего стола. Выбрав задание Решение задач настройки свойств экрана, изучите справочную информацию об увеличении размера шрифтов интерфейса Windows, изменении разрешения экрана. Выбрав задание Изменение внешнего вида интерфейса Windows, изучите справку Windows о том, как изменить элементы интерфейса, например, окно, меню.

Открыв в разделе Настройка компьютера подраздел меню «Пуск», изучите информацию о том, как в Windows XP изменить стиль меню «Пуск».

Выбрав в разделе Настройка компьютера подраздел Клавиатура и мышь, откройте список ссылок на темы справки о настройке параметров клавиатуры и мыши. Выбрав ссылкуВыбор языков или раскладок клавиатур на панели задач, изучите информацию о выборе языка. Щелкая кнопку Назад, вернитесь к списку ссылок на справки о настройке параметров клавиатуры и мыши. Выбрав ссылку Общие сведения о сочетаниях клавиш в Windows, ознакомьтесь со справочной информацией об использовании сочетаний клавиш.

Открыв в разделе Настройка компьютера подраздел Рукописный ввод и распознавание речи, ознакомьтесь с тем, как в Windows XP научить компьютер распознавать ваш голос и реагировать на ваши устные команды.

Щелкая кнопку Назад, вернитесь в список разделов справки окна *Центр справки и поддержки*, и выберите раздел Специальные возможности. Выберите в этом разделе подразделОбщее представление о специальных возможностях Windows XP и просмотрите справочную информацию о настройке специальных возможностей Windows XP с помощью панели управления.

После изучения возможностей справочной системы Windows XP закройте окно *Центр справки и поддержки*.

2. Измените настройки клавиатуры компьютера, добавив в список языков, используемых на компьютере, немецкий язык. Для этого выберите в меню «Пуск» команды Настройка-Панель управления. Откройте на панели управления компонент Язык и региональные стандарты. На вкладке Языки в группе Языки и службы текстового ввода нажмите кнопкуПодробнее, после чего на экране раскроется окно *Языки* и службы текстового ввода. Щелкнув кнопку Добавить, в панели Добавление языка щелкните стрелку для просмотра списка имеющихся в инсталляционном пакете Windows языков, выберите Немецкий (стандартный) и щелкните кнопку ОК.

Щелкнув кнопку Применить для немедленного вступления в силу внесенных изменений в список установленных на компьютер языков и щелкнув кнопку ОК, закройте окно добавления языка. Закройте окно *Язык и региональные стандарты*, щелкнув кнопку ОК.

Проверьте внесенные изменения, для чего, щелкнув значок языка на панели задач, откройте список установленных на компьютере языков ввода и выберите нужный.

3. Измените настройки экрана компьютера, установив в качестве заставки бегущую строку «Windows XP - удобная среда управления компьютером», появляющуюся через 10 минут ожидания.

Для этого откройте окно *Панель управления* и дважды щелкните на значке Экран, а затем выполните следующие операции: Выбрав вкладку Заставка, пролистайте список вариантов в поле *Заставка* и выберите вариант Бегущая строка. Щелкнув кнопку Параметры, откройте диалоговое окно *Параметры* заставки «Бегущая строка». В поле *Текст* введите текст «Windows XP - удобная среда управления компьютером», затем определите цвет фона, задайте скорость движения строки по экрану. Щелкнув кнопку Шрифт, определите параметры шрифта бегущей строки, для окончания определения параметров шрифта щелкните кнопку ОК.

Закройте окно определения параметров заставки, щелкнув ОК. Щелкнув кнопку Просмотр, посмотрите на экране действие заставки. Нажав любую клавишу, вернитесь в окно изменения свойств экрана и определите интервал ожидания до появления заставки 10 минут. Для вступления в действие заданных вами свойств экрана щелкните кнопку Применить.

4. Измените настройки экрана компьютера, установив глубину цвета True Color (24 бита) и разрешение экрана 1024 на 768точек, а также установите максимальное значение частоты обновления экрана.

Для этого в окне *Свойства: Экран* выберите вкладку Параметры. Щелкнув на стрелке в поле *Качество цветопередачи*, раскройте список возможных для данного варианта видеоадаптера палитр и выберите из него вариант True Color (24 бита). В поле *Разрешение экрана* перетащите мышкой бегунок регулятора количества точек на экране в позицию 1024 на 768 точек. Если есть необходимость дополнительных настроек, щелкните кнопку Дополнительно, в раскрывшемся затем окне на вкладке Общие можно изменить размер шрифта, драйвер видеокарты, параметры видеомонитора, задать цветовой профиль для монитора, определить оптимальное значение аппаратного ускорения графики, чтобы свести к минимуму ошибки обработки графики.

Откройте вкладку Монитор и выберите в поле *Частота обновления экрана* максимальное значение. Для вступления в действие заданных вами свойств экрана щелкните кнопку Применить.

Закройте окно *Свойства: Экран*, затем закройте *Панель управления*.

5. Если на компьютере установлен модем, определите его тип, просмотрите параметры подключения и выполните диагностику его работы.

Для этого раскройте *Панель управления* и дважды щелкните на значке Телефон и модем, а затем выполните следующие операции: Выбрав вкладку Модемы, в списке установленных на компьютере модемов укажите модем и щелкните кнопку Свойства. В окне *Свойства* данного модема, выбрав вкладку Модем, просмотрите информацию: к какому порту подключен модем; каков уровень громкости динамика при наборе номера Интернет-провайдера; каково значение максимальной скорости обмена данными через порт подключения. Щелкнув вкладку Дополнительные параметры связи, просмотрите значения параметров подключения в телекоммуникационную сеть. Щелкнув кнопку ОК, закройте окно *Свойства* данного модема. Для проверки функционирования модема в окне *Свойства* выберите вкладку Диагностика, затем выберите модем и щелкните кнопку Опросить модем. После этого выполняется тестовый обмен данных между компьютером и модемом, по окончании которого будет выведено сообщение о результатах диагностики. Ознакомившись с сообщением, закройте окно *Свойства модема,* щелкнув ОК. Закройте окно Телефон и модем.

6. Измените настройку панели задач, чтобы панель задач автоматически убиралась с экрана, а меню «Пуск» отображалось в классическом стиле.

Нажав кнопку Пуск, выберите команду Настройка-Панель управления. В окне *Панель управления* щелкните ярлык Панель задач и меню «Пуск». В окне *Свойства* панели задач и меню Пуск на вкладке Панель задач включите флажок Автоматически скрывать панель задач, а на вкладке меню «Пуск» включите параметр Классическое меню «Пуск». Для вступления в действие внесенных изменений щелкните кнопку Применить, затем закройте окно *Свойства* панели задач и меню «Пуск», щелкнув кнопку ОК. Убедитесь в изменении настройки панели задач и меню «Пуск».

7. Измените настройку меню «Пуск» так, чтобы в нем была команда запуска стандартной программы Калькулятор.

Нажав кнопку Пуск, выберите команду Настройка-Панель управления. В окне *Панель управления* щелкните ярлык Панель задач и меню «Пуск». В окне *Свойства* панели задач и меню «Пуск» на вкладке меню «Пуск» щелкните кнопку Настроить. Щелкнув кнопку Добавить, раскройте окно *Создание ярлыка*, затем, щелкнув кнопку Обзор, откройте диалоговое окно *Обзор,* в котором найдите файл C:\WINDOWS\system32\calc.exe. Щелкнув кнопку Открыть, завершите формирование командной строки для создаваемой команды меню. Щелкнув кнопку Далее, раскройте окно *Выбор папки*, выберите позицию расположения в меню добавляемой команды, указав папку Главное меню и щелкните кнопку Далее. В следующем окне задайте название ярлыка (можно оставить предлагаемое по умолчанию Calc) и щелкните кнопку Готово.

Закройте окно *Свойства* панели задач и меню «Пуск» и проверьте результат, щелкнув кнопку Пуск и просмотрев список команд в меню «Пуск».

8. Переместите команду для запуска стандартной программы Калькулятор из меню «Пуск» в пункт Программы.

Нажав кнопку Пуск, выберите команду Настройка-Панель управления. В окне *Панель управления* щелкните ярлык Панель задач и меню «Пуск». В окне *Свойства* панели задач и меню «Пуск» на вкладке меню «Пуск» щелкните кнопку Настроить. В окне *Настройка классического меню* щелкните кнопку Вручную. После этого откроется окно *Проводника Windows*с папкой Главное меню в нем. Возьмите мышкой ярлык программы Калькулятор в правой части окна, где отображаются папки и ярлыки, входящие в папку Главное меню, и оттащите на папку Программы. Закройте окно *Проводника* с папкой Главное меню и окно *Свойства* панели задач и меню Пуск. Проверьте результат, щелкнув кнопку Пуск и просмотрев список команд в меню Программы.

9. Удалите команду для запуска программы Калькулятор из пункта Программы меню Пуск.

Нажав кнопку Пуск, выберите команду Настройка-Панель управления. В окне *Панель управления* щелкните ярлык Панель задач и меню «Пуск». В окне *Свойства* панели задач и меню «Пуск» на вкладке меню «Пуск» щелкните кнопку Настроить. В окне *Настройка классического меню* щелкните кнопку Удалить. В окне *Удаление ярлыков и папок* выберите ярлык программы Калькулятор, затем щелкните кнопку Удалить и подтвердите удаление. Щелкнув кнопку Закрыть, закройте окно *Удаление ярлыков и папок*, а затем закройте окна*Настройка классического меню* и *Свойства* панели задач и меню «Пуск». Проверьте результат, щелкнув кнопку Пуск и просмотрев список команд в меню Программы.

10. Включите экранную лупу, задав увеличение в 3 раза и включив слежение за указателем мыши, фокусом ввода и текстовым курсором. Для запуска экранной лупы откройте меню «Пуск», выберите в нем пункт Программы-Стандартные-Специальные возможности, а затем выберите команду Экранная лупа. После этого на экране раскроется окно настройки параметров экранной лупы, показанное на рис. 5.

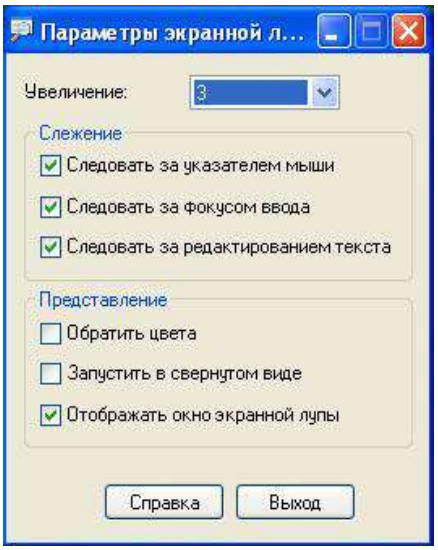


Рис. 5. Настройка параметров Экранной лупы

В окне *Экранная лупа*, используя кнопку Справка, изучите назначение экранной лупы и задание уровня увеличения. Закройте окно справки и задайте следующие параметры: трехкратное увеличение; включите флажки Следовать за указателем мыши, Следовать за фокусом ввода и Следовать за редактированием текста. Для применения установленных параметров настройки лупы щелкните кнопку ОК. Пронаблюдайте увеличение области экрана, следуя за указателем мыши, при работе любых приложений.

11. Завершите работу экранной лупы, вызвав ее окно из панели задач и щелкнув кнопку Выход.

ОС LINUX

Альт Линкус 7.0 Школьный Юниор—это простая в установке и удобная в работе операционная система, ориентированная на повседневное использование при планировании, организации и проведении учебного процесса в образовательных учреждениях общего и среднего образования. Альт Линкус 7.0 Школьный Юниор—это широкодоступная операционная система.



Рис. 6 Установка ОС LINUX

Она легка в использовании, нетребовательна к ресурсам вашего компьютера, функциональна и надёжна.

Проект Альт Линкус 7.0 Школьный Юниор—общепонятная для освоения операционная система Linux. Под «общепонятная» понимается круг пользователей персональных компьютеров, не обладающих тонкостями настройки и использования системы.

В комплект Альт Линкус 7.0 Школьный Юниор включено более 30 полностью русифицированных программ, являющихся специальным программным средством информационной поддержки учебного процесса и предназначенных для решения большинства его потребностей, а также современные учебные средства: электронные учебники, предметные среды и обучающие системы.

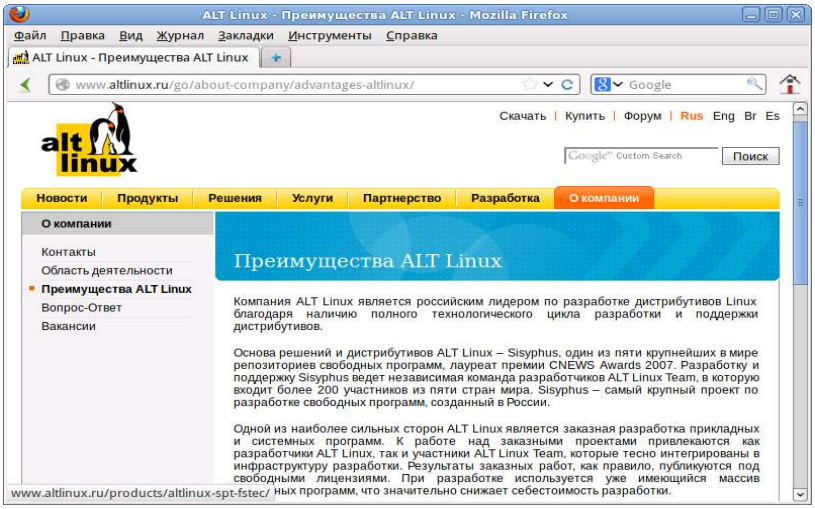


Рис. 7 Преимущества ОС LINUX

Linux — ядро, основные компоненты системы и большинство её пользовательских приложений — свободные программы.

Свободные программы можно:

- запускать на любом количестве компьютеров;
- распространять бесплатно или за деньги без каких-либо ограничений;
- получать исходные тексты этих программ и вносить в них любые изменения.

Разработка Linux.

В отличие от распространённых несвободных ОС, Linux не имеет географического центра разработки. Нет фирмы, которая владела бы этой ОС, нет и единого координационного центра. Программы для Linux — результат работы тысяч проектов. Большинство из них объединяет программистов из разных стран, связанных друг с другом только перепиской.Такая высокая эффективность разработки не могла не заинтересовать крупные фирмы. Они стали создавать свои свободные проекты, основывающиеся на тех же принципах. Так появились Mozilla, LibreOffice, свободный клон Interbase, SAP DB.

Защищённость.

Сообщества разработчиков и пользователей свободных программ создали множество механизмов оповещения об ошибках и их исправления. Сообщить об ошибке и принять участие в её исправлении независимому программисту или пользователю так же просто, как специалисту фирмы-разработчика или автору проекта. Благодаря этому ошибки защиты эффективно выявляются и быстро исправляются.

Linux—самостоятельная операционная система. Все операционные системы разные: Linux — не Windows, не OS X и не FreeBSD. В Linux свои правила, их необходимо изучить и к ним необходимо привыкнуть. Терпение и настойчивость в изучении Linux обернётся значительным повышением эффективности и безопасности вашей работы. То, что сегодня кажется странным и непривычным, завтра понравится и станет нормой.

На рабочем столе Xfce 4 есть две особых области. Сверху вниз:

1. Область рабочего стола (рабочая область в центре, занимающая большую часть экрана);
2. Панель Xfce (полоса в самом низу).

На левой части панели расположены:

- основное меню—**Меню приложений**, обеспечивающее доступ ко всем графическим приложениями и изменениям настроек;
- кнопка **Скрыть окна и показать рабочий стол**, которая позволяет свернуть все открытые окна для быстрого доступа к рабочему столу;
- значёк запуска веб-браузера;
- переключатель рабочих мест, позволяющий переходить между доступными рабочими столами с помощью мыши.

На правой части панели находятся:

1. системный лоток, обеспечивающий доступ к настройке сети; программы обмена сообщениями размещают в нём значки уведомлений;
2. регулятор громкости для звуковой карты;
3. часы;
4. меню **Переход**, предоставляющее быстрый доступ к папкам, документам и съёмным носителям;
5. кнопка **Завершения сеанса…**, позволяющая выполнить выход из системы, блокировку экрана и другие системные действия.

В центральной части панели расположена область списка задач, в которой отображаются запущенные приложения.

Офисные приложения.

Офисными приложениями традиционно называют пакет программ для работы с текстами, таблицами и презентациями.

LibreOffice—пакет программ для работы с офисными документами. Кроме стандартных для LibreOffice форматов хранения данных, вы можете успешно открывать и сохранять документы, созданные в других популярных офисных пакетах.



Рис. 8 Офисные приложения

Файловые менеджеры

Файловые менеджеры предоставляют интерфейс пользователя для работы с файловой системой и файлами. Файловые менеджеры позволяют выполнять наиболее частые операции над файлами—создание, открытие/проигрывание/просмотр, редактирование, перемещение, переименование, копирование, удаление, изменение атрибутов и свойств, поиск файлов и назначение прав. Помимо основных функций, многие файловые менеджеры включают ряд дополнительных возможностей, например, таких как работа с сетью резервное копирование, управление принтерами и прочее.

Графика.

Linux предлагает приложения для работы с растровой и векторной графикой. Ваш выбор зависит как от личных предпочтений, так и от задач, которые вы собираетесь решать, будь то простой просмотр графических файлов или, например, создание профессиональных макетов.

Мультимедиа

Для работы с мультимедиа файлами (музыка, видео и т.п.) вы можете воспользоваться предназначенными для этого приложениями.

Audacity—свободный, простой в использовании звуковой редактор для GNU/Linux и других операционных систем. Audacity можно использовать для:

- прослушивания и записи звуковых файлов;
- оцифровки аналоговых записей (кассет, грампластинок);
- редактирования файлов в форматах Ogg Vorbis, MP3 и WAV;

Запись дисков: Brasero.

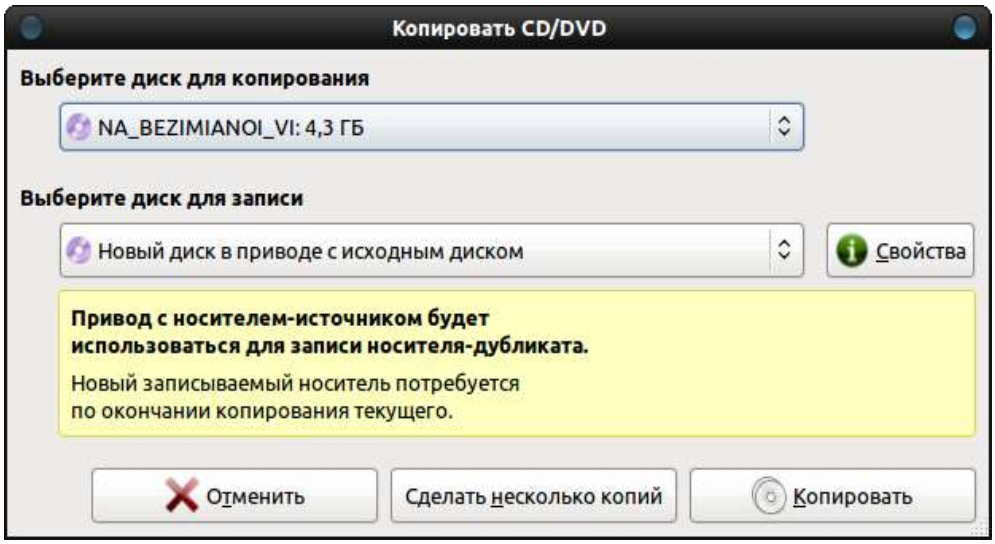


Рис.9 Запись дисков: Brasero

Brasero—программа для записи CD и DVD-дисков в Linux, которая также служит и для работы с образами дисков. Программа обладает максимально упрощённым и удобным интерфейсом, что позволяет пользователю быстро и легко создавать CD/DVD диски.

Возможности работы с дисками, содержащими различные данные:

1. изменение содержимого дисков и их форматирование;
2. возможность прожига CD/DVD диска с данными на лету;

Дополнительно:

- возможность сохранять и загружать проекты;
- прожиг образов CD/DVD;
- предварительный просмотр звуковых, а также фото и видео файлов;

Текстовый редактор medit.

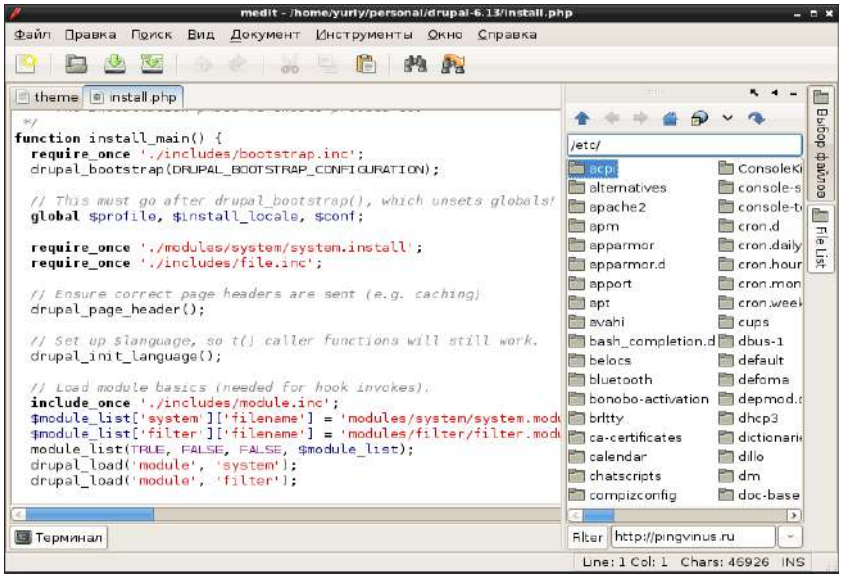


Рис. 10 Текстовый редактор medit

Medit—мощный и одновременно лёгкий текстовый редактор. Интерфейс текстового редактора Medit позволяет удобно работать с несколькими файлами одновременно.

Одной из сильных сторон Medit является его доступность для многих операционных систем. Medit имеет удобную систему расширения функциональности редактора с помощью модулей. Medit поддерживает основные языки программирования и языки разметки.

Основные возможности Medit:

- использование вкладок;
- поддержка различных кодировок;
- подсветки синтаксиса для ряда языков программирования и разметки;
- нумерация строк;

Системный монитор.

Запуск приложения

Есть несколько способов запустить Системный монитор:

- Через *панель Xfce*. Для этого вам следует щелкнуть по значку **Меню приложений** на панели Xfce, которая расположена внизу экрана. Затем выберите пункт меню **Система → Системный монитор**.
- Комбинацией клавиш. Последовательное нажатие <Ctrl> + <Alt> + <Delete> запустит Системный монитор.

Электронные образовательные ресурсы.

В современном образовательном процессе базовый курс информатики преследует две цели: общеобразовательную и прагматическую. Общеобразовательная цель заключается в освоении учащимися фундаментальных понятий современной информатики. Прагматическая—в получении практических навыков работы с аппаратными и программными средствами современных ЭВМ.

Но применение компьютера в школе не ограничивается программированным и прикладным обучением.

Обучающие программы.

Внедрение электронных образовательных ресурсов в предметном обучении позволяет внести принципиальные изменения в содержание обучения: это не только новые технические средства, но и новые формы и методы преподавания. Использование компьютера при выполнении им обучающих функций выделено в три основные формы:

1. тренажёр;
2. репетитор, выполняющий определённые функции за преподавателя;
3. устройство, моделирующее определённые предметные ситуации

Набор образовательных ресурсов Gcompris.

GCompris представляет собой пакет обучающих программ для детей от 2 до 10 лет, состоящий из различных упражнений и игр образовательного характера. Доступен на большом количестве языков, в том числе на русском. Модули программы направлены на изучение:

- основ компьютерной грамотности—упражнения с клавиатурой, игры для развития движений мышью;
- математики—тренировка памяти, обозначения, основы счёта, таблица умножения;
- основ физики—электричество, круговорот воды;
- географии—политическая карта;
- чтения—практика чтения.



Рис. 11 Окно образовательных ресурсов Gcompris

Инструментальные преподавательские ресурсы.

iTest

iTest—это кроссплатформенная система для создания и проведения автоматизированного тестирования обучаемых, состоящая из серверной и клиентской программ:

- iTestServer—редактор базы вопросов и экзаменационный сервер.
- iTestClient—клиентская программа для прохождения теста обучающимся.

Система iTest предоставляет пользователю создание расширенных параметров автоматизированного тестирования:

- Создание списка вопросов:
  - выбор вопроса;
  - добавление ответа;
  - добавление объяснений к ответам.
- Создание комментариев к вопросам:
  - создание пояснений к вопросам в текстовом редакторе.
- Создание категорий вопросов:
  - группировка вопросов по конкретным темам;
  - количество вопросов в категории.

Pascal.

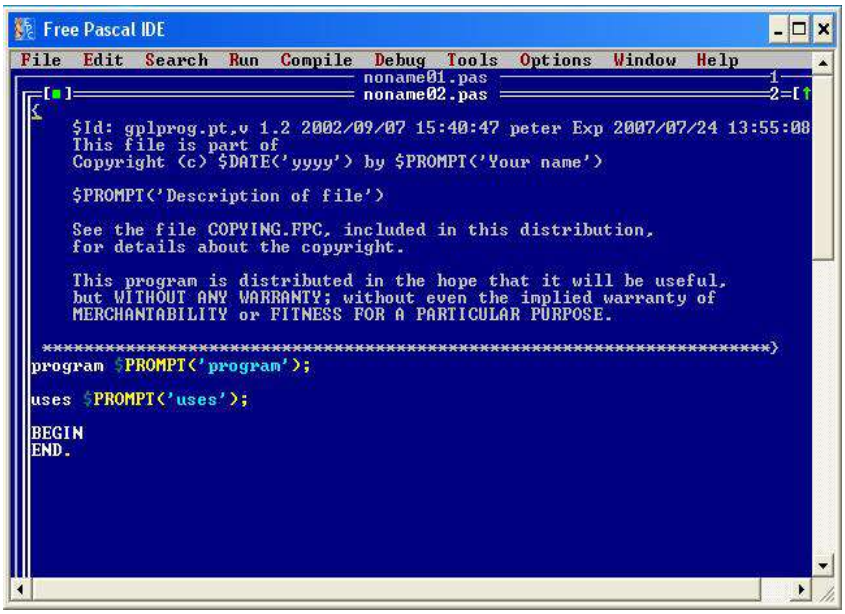


Рис. 12 Окно Pascal

(полное название Free Pascal Compiler, часто используется сокращение FPC)—свободно распространяемый компилятор языка программирования Pascal. Помимо компилятора, в дистрибутиве также присутвует консольная интегрированная среда разработки для Free Pascal. (Запускается из терминала командой fp)

Lazarus

Lazarus—свободная среда разработки программного обеспечения на языке Object Pascal для компилятора Free Pascal с графическим интерфейсом. Интегрированная среда разработки предоставляет возможность кроссплатформенной разработки приложений в Delphi-подобном окружении.

Функции:

1. поддерживает преобразование проектов Delphi;
2. реализован основной набор элементов управления;
3. редактор форм и инспектор объектов максимально приближены к Delphi;

BASIC.

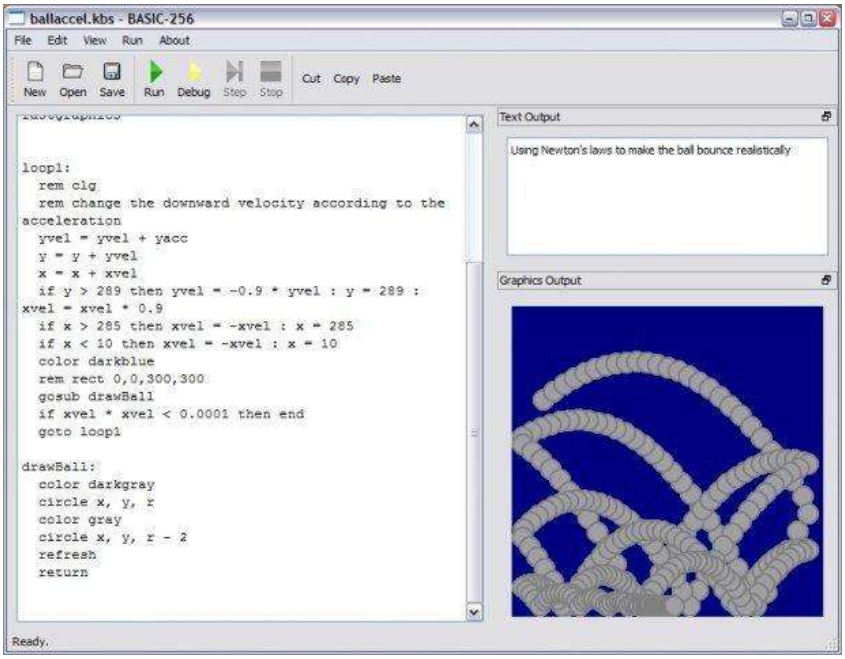


Рис. 13 Окно BASIC

BASIC-256 — открытая реализация языка программирования Бейсик и одновременно — интегрированная среда разработки для него. Ориентирована на обучение программированию школьников. Язык имеет встроенный графический режим, позволяющий в считанные минуты рисовать на экране картинки, и русскоязычную документацию.

Настройка системы.

Вы можете использовать центр управления системой для разных целей, например:

- Настройки **Даты и времени**;

- Настройки **Раскладок клавиатуры**;
- Настройки **Брандмауэра**;
- Изменения **Разрешения экрана**;
- Установка **Загрузчика Grub**;
- Изменения пароля **Администратора системы (root)**;
- Создания, удаления и редактирования учётных записей **Пользователей**.

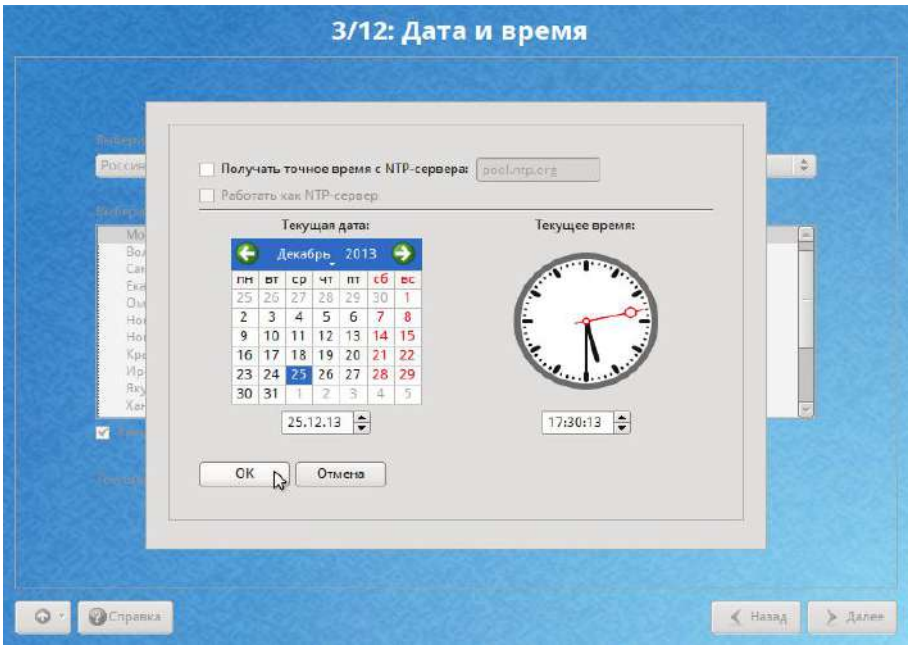


Рис. 13 Окно настройки Дата и время

Настройка сети.

NetworkManager.NetworkManager позволяет подключаться к различным типам сетей: проводные, беспроводные, мобильные, VPN и DSL, а также сохранять эти подключения для быстрого доступа к сети. Например, если вы подключались к сети в каком-либо интернет-кафе, то можно сохранить настройки этого подключения и в следующее посещение этого кафе подключиться автоматически.

NetworkManager позволяет подключаться к различным типам сетей: проводные, беспроводные, мобильные, VPN и DSL, а также сохранять эти подключения для быстрого доступа к сети. Например, если вы подключались к сети в каком-либо интернет-кафе, то можно сохранить настройки этого подключения и в следующее посещение этого кафе подключиться автоматически.

Общие принципы работы ОС.

Процессы и файлы

ОС Альт Линкус 7.0 Школьный Юниор является многопользовательской интегрированной системой. Это значит, что она разработана в расчете на одновременную работу нескольких пользователей.

Пользователь может либо сам работать в системе, выполняя некоторую последовательность команд, либо от его имени могут выполняться прикладные процессы.

Пользователь взаимодействует с системой через командный интерпретатор, который представляет собой, как было сказано выше, прикладную программу, которая принимает от пользователя команды или набор команд и транслирует их в системные вызовы к ядру системы. Интерпретатор позволяет пользователю просматривать файлы, передвигаться по дереву файловой системы, запускать прикладные процессы.

Организация файловой структуры.

Система домашних каталогов пользователей помогает организовывать безопасную работу пользователей в многопользовательской системе. Вне своего домашнего каталога пользователь обладает минимальными правами (обычно чтение и выполнение файлов) и не может нанести ущерб системе, например, удалив или изменив файл.

Кроме файлов, созданных пользователем, в его домашнем каталоге обычно содержатся персональные конфигурационные файлы некоторых программ.
Маршрут (путь)—это последовательность имён каталогов, представляющая собой путь в файловой системе к данному файлу, где каждое следующее имя отделяется от предыдущего наклонной чертой (слешем). Если название маршрута начинается со слеша, то путь в искомый файл начинается от корневого каталога всего дерева системы.

Утилиты для работы с файловой системой



Рис. 14 Утилиты для работы с файловой системой

mkfs—создание файловой системы. В действительности это программа-оболочка, вызывающая для каждого конкретного типа файловых систем свою программу. Например, для файловой системы ext4 будет вызвана mkfs.ext4.

fsck—используется для проверки и восстановления, если это возможно, целостности

файловых систем.

df—формирует отчет о доступном и использованном дисковом пространстве на файловых системах. Без аргументов, df выдает отчет по доступному и использованному пространству для всех файловых систем (всех типов), которые смонтированы в данный момент. В противном случае, df на каждый файл, заданный как аргумент, выдается отчет по файловой системе, которая его содержит.

Часто используемые утилиты:

1. mount — монтирование файловых систем;
2. umount — размонтирование файловых систем;
3. find — поиск файлов в директориях;
4. which — поиск файла, который будет запущен при выполнении данной команды;
5. cd — смена текущего каталога/директории;
6. pwd — показ текущего каталога/директории;
7. mkdir — создание каталога;

РАЗДЕЛ 4. ПРИКЛАДНОЕ (ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЕ) ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

ТЕКСТОВЫЙ РЕДАКТОР MS OFFICE, LIBREOFFICE

«ФОРМАТИРОВАНИЕ ДОКУМЕНТОВ В ТЕКСТОВОМ ПРОЦЕССОРЕ MS WORD 2007» «LIBREOFFICE»

Задание:

1. Набрать текстовую информацию объемом не менее 2 страниц, сделать 6 абзацев, 2 заголовка. (Можно использовать готовые тексты пояснительной записки курсовой работы, реферата и т. п.).
2. Задать общие настройки: язык русский; автоматический перенос текста; вид - разметка страницы.
3. Отформатировать текст 1-го абзаца в соответствии с вариантами заданий (задать параметры шрифта, абзаца).
4. Текст абзацев 2-4 оформить в виде списка. Параметры списка см. в вариантах заданий.
5. Заголовок оформить стилем, указанным в вариантах заданий.
6. Изменить стиль «Обычный». Параметры стиля аналогичны параметрам текста 1-го абзаца. Отформатировать абзац 5 стилем «Обычный».
7. Создать новый стиль под именем «Вариант ..». Параметры стиля произвольны. Отформатировать абзац 6 новым стилем.
8. Оформить титульный лист.

Таблица заданий по вариантам:

№ вар	Параметры текста 1-го абзаца:		Параметры списка	Стиль заголовка
	шрифт	абзац		
1	Times New Roman, 12 пт, обычный, уплотненный на 0,2, синий	первая 0,8 см, по ширине, междустроч. интервал 1,5, интервал перед 6 пт, после 3 пт	нумерованный, формат номера 1), 2),	Заголовок 1
2	Arial, 13 пт, полужирный курсив, разреженный на 0,2, бирюзовый	первая нет, сдвиг влево, междустроч. интервал двойной, интервал после 5 пт.	нумерованный, формат номера 1, 2.	Заголовок 2
3	Courier New, 9 пт, курсив, подчеркивание, синий	первая выступ 0,8 см, по центру, междустроч. интервал 1,3, интервал перед 6 пт, после 3 пт.	маркированный, формат маркера •	Заголовок 3
4	Arial, 12 пт, обычный, уплотненный на 0,1, зеленый	отступ: первая 0,8 см, по ширине, междустроч. интервал 1,5, интервал перед 6 пт, после 3 пт.	многоуровневый, формат номера 1), 2), ...	Заголовок 1
5	Courier New, 11 пт, курсив, подчеркивание, разряженный на 0,1, красный	первая выступ 1 см, сдвиг влево, междустроч. интервал двойной, интервал после 9 пт.	маркированный, формат маркера ^ Отступ маркера 1 см, отступ текста 0.	Заголовок 2.
6	Courier New, 7 пт, обычный, уплотненный на 0,2, синий	первая: отступ 0,5 см, по ширине, междустроч. интервал 1,1, интервал перед 10 пт.	нумерованный, формат номера A., B. .	Заголовок 1.
7	Arial, 10 пт, полужирный курсив, черный	отступ: первая 0 см, по центру, междустроч. интервал 1, интервал после 3 пт.	маркированный, формат маркера 0 Отступ маркера 0 см, отступ текста 0,5.	Заголовок 3.

8	Times New Roman, 10 пт, курсив, разреженный на 0,4, черный	первая выступ 0,5, по центру, междустроч. интервал 2, интервал после 5 пт.	нумерованный, формат номера I., II. ...	Заголовок 3.
9	Arial, 9 пт, курсив, подчеркивание, красный	первая отступ 0,8 см, свиг вправо, междустроч. интервал 1,3, интервал перед - 8 пт, после - 5 пт.	маркированный, формат маркера •	Заголовок 2.
10	Courier New, 9 пт, обычный, подчеркивание, темно-синий	первая отступ 0,5 см, по ширине, междустроч. интервал 1,1, интервал после - 10 пт, с новой страницы.	нумерованный, формат номера A., B. ...	Заголовок 3.
11	Times New Roman, 11 пт, курсив, разреженный на 0,4, черный	первая нет, по центру, междустроч. интервал 1, интервал после - 7 пт.	нумерованный, формат номера a., b. c. ...	Заголовок 2.
12	Times New Roman, 9 пт, курсив, подчеркивание, красный	первая отступ 0,8 см, сдвиг вправо, междустроч. интервал 1,3, интервал перед - 8 пт, после - 5 пт.	маркированный, формат маркера ■	Заголовок 1.
13	Arial, 12 пт, обычный, масштаб по ширине 150%, зеленый	отступ: справа 1 см, первая нет, по ширине, междустроч. интервал 1, интервал перед - 6 пт.	нумерованный, формат номера 1), 2) ...	Заголовок 3.
14	Courier New, 8 пт, обычный, все прописные, темно-синий	отступ: слева 0,5, первая выступ 0,5 см, по ширине, междустроч. интервал 1,6, интервал после - 3 пт, не разрывать абзац	нумерованный, формат маркера I, II...	Заголовок 2.
15	Times New Roman, 11 пт, курсив, разреженный на 0,4, черный	отступ: справа 0,5 см, первая отступ 1 см, по ширине, междустроч. интервал 1, интервал после - 7 пт.	нумерованный, формат номера A), B) ...	Заголовок 1.
16	Arial, 9 пт, курсив, подчеркивание, красный	первая отступ 0,8 см, сдвиг вправо, междустроч. интервал 1,3, интервал перед - 8 пт, после - 5 пт.	маркированный, формат маркера •	Заголовок 3.
17	Times New Roman, 11 пт, курсив, разреженный на 0,4, черный	отступ: справа 0,5 см, первая отступ 1 см, сдвиг влево, междустроч. интервал 1, интервал после - 7 пт.	нумерованный, формат номера a., b. c. .	Заголовок 1.
18	Arial, 9 пт, курсив, подчеркивание, красный	первая отступ 0,8 см, сдвиг вправо, междустроч. интервал 1,3, интервал перед - 8 пт, после - 5 пт.	маркированный, формат маркера ►	Заголовок 2.
19	Times New Roman, 12 пт, обычный, бирюзовый	отступ: слева 1 см, первая отступ 0,8 см, сдвиг вправо, междустроч. интервал 1,2, интервал перед - 6 пт.	нумерованный, формат номера 1), 2), ...	Заголовок 1.
20	Arial 12 пт, обычный, подчеркивание, темно-синий	отступ: первая нет, по центру, междустроч. интервал 1, интервал после - 7 пт.	маркированный, формат маркера X	Заголовок 3.
21	Courier New, 10 пт, полужирный, курсив,	первая отступ 0,5 см, по ширине, междустроч. интервал 1,1,	нумерованный, формат номера	Заголовок 1.

	черный	интервал после - 10 пт, с новой страницы.	A., B. .	
22	Arial, 11 пт, обычный, масштаб по ширине 150%, зеленый	справа 2 см, первая нет, по ширине, междустроч. интервал 1,2, интервал перед - 6 пт.	нумерованный, формат номера 1), 2) .	Заголовок 1.
23	Times New Roman, 11 пт, курсив, разреженный на 0,4, черный	первая отступ 0,8 см, сдвиг вправо, междустроч. интервал 1,3, интервал перед - 8 пт, после - 5 пт.	нумерованный, формат номера a., b. c. ...	Заголовок 3.
24	Times New Roman, 11 пт, курсив, разреженный на 0,6, синий	первая отступ 0,3см, сдвиг влево, междустроч. интервал 1,3, интервал перед - 8 пт, после - 5 пт.	нумерованный, формат номера a., b. c. ...	Заголовок 2.
25	Anal, 11 пт, курсив, подчеркивание, синий	первая отступ 0,8 см, сдвиг вправо, междустроч. интервал 1,3, интервал перед - 5 пт, после - 7 пт.	маркированный, формат маркера ^	Заголовок 1.

«ПОДГОТОВКА И ОФОРМЛЕНИЕ ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ В ТЕКСТОВОМ ПРОЦЕССОРЕ MS WORD 2007», «LIBREOFFICE»

Задание:
Создать шаблон документа, состоящий из 3-х страниц вида:

1-я страница:

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева"
Кафедра «Информационные технологии в экономике»

Предмет: «_____»
Тема: «_____»

Выполнил:
студент ___ гр.

Проверил:
преподаватель _____

Рязань

2012

2-я страница:
нижний колонтитул: Иванов Иван группа _____
верхний колонтитул: лабораторная работа №2.
3-я страница:
в нижнем колонтитуле расположить название и дату создания документа.
Настроить стили:

	Заголовок 1	Заголовок 2	Основной текст
Шрифт	Times	Arial	Times
Размер шрифта	14	12	12
Межстрочное р-ние, см	1,5	2	1,5
Отступ первой строки, выравнивание	0 и по центру	0 и к левому краю	0,8 и равномерно

Сохранить шаблон в папке 2:\Шаблоны. Создать на основе шаблона новый документ.
Вставить на 2-ю страницу любой текст, расположить в несколько колонок (2-3). Уметь располагать текст в колонках неравномерно (например в 1-й столбик 20 строк, а во 2-й - 10 строк).
Создать в документе двухуровневое оглавление. Уметь изменять параметры оглавления.
Создать в документе 1 закладку, 2 сноски, 1 гиперссылку, 2 перекрестные ссылки на разные элементы, уметь их изменять.
На последней странице создать библиографический список из 3 книг, вставить в документ ссылки на них.

«РАБОТА С ТАБЛИЦАМИ В ТЕКСТОВОМ ПРОЦЕССОРЕ MS WORD 2007», «LIBREOFFICE»

Задание:
Оформить таблицу 1 по варианту задания.
Оформить «шапку» как заголовок таблицы.
Скопировать таблицу 1 в таблицу 2.
В таблице 2:

- изменить ширину столбца 1;
- добавить столбец n+1;
- удалить строки, помеченные символом «*».
- высоту строки (или нескольких строк), помеченной символом «>» назначить 2 см. Содержимое строки выделить полужирным шрифтом, выровнять по вертикали по центру.

Отсортировать содержимое таблицы 2 по указанному ключу.
В таблице 2 добавить строку, в которой записать произвольные формулы для подсчета числовых значений.
Скопировать таблицу 1 в таблицу 3. Преобразовать таблицу 3 в текст (разделитель - см. варианты заданий).

Вариант 1

Сформировать таблицу:

№	ФИО	Личные данные		Служебные данные		Образование
		дата рождения	Адрес	Таб. №	Должность	
Отдел 1						
1.	Миронов М.Б.	6.11.75	уп. Гагарина, 122-12	022	секретарь	
2.	Петров И.С.	2.02.60	пр. Славы, 10-100	070	нач. отдела	
3.	Иванов И.И.	10.10.70	уп. Мира, 2-12	101	инженер	
4.	Сидоров Р.Р.	3.08.78.	уп. Орлова, 4-22	170	завхоз	
Отдел 2						
1.	Алексеев В.Д.	7.08.76	пр. Славы, 12-100	005	техник	
2.	Андреев О.Г.	4.08.79	пр. Гал, 34-100	105	бухгалтер	
3.	Михеев О.Ю.	3.10.65	12-1Ю	180	Вед. инженер	

Сортировать каждый отдел по табельному номеру.

Разделитель *.

Вариант 2

1) Сформировать таблицу:

Таблица 1

Каталог изданий

	№п/п	Автор	Название	Местонахождение			Шифр
				а	Ч\з	Уч 6	
*	1.	Иванова	Я и Оно		*	*	У01.26я7
	2.	Максимова	Караси	*			М1.2я7
	3.	Петрова	Ориентир	*	*		Х13
	4.						
>	Всего изданий						

2) Сортировать по местонахождению.

3) Разделитель +.

Вариант 3

1. Сформировать таблицу:

Таблица 1

Ведомость начислений/удержаний

	Табельн номер	Ф.И.О.	Начислено	Удержано		К выдаче
				В пенсион-ный фонд	Профсоюз. взносы	
	08	Иванов И.И.	1000,00	10,00	10,00	980,00
*	10	Петров И.С.	800,00	8,00	8,00	784,00
>	Итого по организации		1800	18	18	1764

2) Сортировать по таб №

3) Разделитель :

Вариант 4

1) Сформировать таблицу:

Таблица 1

Адресный справочник города

	№п\п.	ФИО	Адрес				№ телефо-на
			Почтовый индекс	Улица	дом	кв.	
>		Заволжский район					
	1.	Иванов И.И.	432050	Сурова пр.	1	125	25-00-00
*	2.	Петров С.Т	432060	Ген. Тюленева пр.	20	1	----------
*	3.	Антонов А.Р.	432050	Сурова пр.	5	38	25-00-80
>		Засвияжский район					
	1.	Васин М.А.	432029	Рябикова ул.	61	380	64-90-92
	2.	Миронов В.В.	432029	Рябикова ул.	47	174	----------
	3.	Никитина Н.Н.	432042	Ефремова ул.	5а	42	36-54-85

Заполнить
Заполнить

2) Сортировка по каждому району по ФИО.

3) Разделитель табуляция.

Вариант 5

1) Сформировать таблицу:

Таблица 1

Список детей, состоящих на учете в поликлинике № 1.

	№ п/п	Фамилия, Имя	Дата рождения	№ детского учреждения		Адрес
				Школа	Д/сад	
>	Участок № 1					
	1.	Иванов Ваня	1.04.96	7	111	Ул. Хрустальная 34-13
*	2.	Сидорова Аня	12.10.96	67	100	Ул. Гагарина 12-43
*	3.	Петров Денис	4.12.96	18	91	Ул. К. Маркса 13-4
>	Участок № 2					
	1.	Андреева Надежда	30.03.96	31	43	Ул. Ефремова 4-14
	2.	Васечкин Женя	4.07.96	65	82	Ул. Урицкого 31-2
	3.	Королева Ольга	27.05.96	30	97	Ул. Ленина 21-5

2) Упорядочить каждый участок по фамилии.

3) Разделитель ;

Вариант 6

1) Сформировать таблицу:

Таблица 1

Расчет расхода материалов

		Материал		Расход на единицу продукции	Количество единиц продукции	Общий расход материала
		Код	Наименование			
>		**Изделие А**				
	1.	05	Краска	1,0	100	100
	2.	10	Клей			
	3.	20	Бумага	0,1	100	10
>		**Изделие В**				
	1.	11		ЗАПОЛНИТЬ		
*	2.	22				
*	3.	33				

2)Упорядочить материалы на каждое изделие по наименованию;

3) Разделитель !

Вариант 7

1) Сформировать таблицу:

Таблица 1

Каталог транспортных средств

	№	Марка	Модель	Цена		Мощность двигателя
				Обыкн. исполн.	Эксп. вар.	
>		**Легковые автомобили**				
	1.	ВАЗ	1290	65000	70000	89
*	2.	ЗАЗ	6564	354546	87487	55
*	3.	Нива	978	66666	98798	678
	4.	Москвич	22	89898	89699	876
>		**Внедорожники**				
	1.	УАЗ	12234	270000	300000	1234
	2.	МАЗ	2345	123000	140000	578
	3.	Газель	689	450000	600000	958
	4.	Камаз	5788	16780	455000	477

2) Сортировать в каждой группе по Марка+Модель
3) Разделитель +

Вариант 8

1) Сформировать таблицу:

Таблица 1

Каталог подписных изданий

	№ п/п	Индекс	Наименование	Стоимость подписки			Вид издания
				3 мес.	6 мес.	1 год	
>	Центральные						
	1.	031234	Мурзилка	20 р.	35 р.	65 р.	Журнал
*	2.	123446	Наука и жизнь	30 р.	55 р.	100 р.	Журнал
	3.	123485	Комсомольская правда	15 р.	30 р.	60 р.	Газета
>	Региональные						
	1.	222223	Народная газета	10 р.	20 р.	40 р.	Газета
	2.	125467	Шок	20 р.	40 р.	75 р.	Журнал

2) По каждому разделу рассортировать записи по индексам.
3) Разделитель *

Вариант 9

1) Сформировать таблицу:

Таблица 1

Список участников конференции

	№ п/п	Сведения об участнике		Тема выступления	Форма участия
		Ф. И. О.	Страна		
>	СЕКЦИЯ 1				
	1	Иванов И. И.	Россия	ИС в экономике	Очная
*	2	Смитт Д. А.	США	Маркетинговые проблемы	Заочная
*	3	Маркс К. Ф.	Германия	Капитал	Очная
	4	Сидоров С. К.	Россия	Теневая экономика в России	Заочная
>	СЕКЦИЯ 2				
	1	Петров С. Я.	Россия	Экологические проблемы	Заочная
	2	Ткаченко Т. О.	Украина	Проблемы качества продукции	Очная
	3	Кузнецов В. В.	Россия	ЭВМ в экономике	Очная
	4				

2) В каждой секции упорядочить по страна + ФИО
3) Разделитель – табуляция

Вариант 10

1) Сформировать таблицу:

Таблица 1

	№ п/п	Фамилия	Дата рождения			Адрес
			День	Месяц	Год	
>		1 класс				
	1.	Иванов В.В.	10	Январь	1967	Камышинская 45-63
*	2.	Кошкин А.С.	27	Декабрь	1995	Полбина 12-115
*	3	Фортон К.М.	31	Апрель	1987	Ефремова 32-167
>		2 класс				
	1.	Пенкин Ф.А.	26	Август	1991	Самарская 132-134
	2.	Северов В.П.	30	Февраль	1965	Рябикова 34-37

2) Учащихся в каждом классе упорядочить по фамилии и адресу.

3) Разделитель !

Вариант 11

1) Сформировать таблицу:

Таблица 1

Список файлов

	№ п/п	Имя файла	Размер	Расположение		Тип файла
				Диск	каталог	
>	Лекции					
	1	Lec3.doc	234555	F:	Cat	Документ Word
*	2	Lec2.doc	234666	A:	Type	Документ Word
*	3	Lec4.doc	344567	V:	User	Документ Word
>	Задания					
	1	Ttp1.doc	233333	A:	Type	Документ Word
	2	Ttp2.doc	555555	A:	Type	Документ Word
	3	Ttp3.doc	222222	V:	User	Документ Word

2) В каждой группе сортировать записи по диск + имя файла.

3) Разделитель – табуляция.

Вариант 12

1) Сформировать таблицу:

Таблица 1

Каталог автозапчастей

	№ п/п	Индекс	Наименование	Цена			Наличие на складе
				Без НДС	С учетом НДС	Со стоимостью установки	
>		ВАЗ					
	1.	031234	Втулка	20 р.	35 р.	65 р.	есть
*	2.	123446	Подшипник	30 р.	55 р.	100 р.	есть
	3.	123485	фильтр	15 р.	30 р.	60 р.	под заказ
>		УАЗ					
	1.	222223	Втулка	10 р.	20 р.	40 р.	есть
	2.	125467	Подшипник	20 р.	40 р.	75 р.	нет

2) По каждой марке автомобиля рассортировать записи по индексам.

3) Разделитель ;

Вариант 13

1) Сформировать таблицу:

Таблица 1

Список студентов

	№ п/п	Сведения о студенте		Специальность	Форма обучения
		ФИО	№ зачетн. кн.		
>	ФИСТ				
	1	Иванов И. И.	99/365	ИС в экономике	Очная
*	2	Смит Д. А.	99/121	Компьютерная графика	Заочная
*	3	Маркс К. Ф.	98/100	ИС в экономике	Очная
	4	Сидоров С. К.	97/200	ИС в экономике	Заочная
>	ЭФ				
	1	Петров С. Я.	95/065	Электроснабжение	Заочная
	2	Ткаченко Т. О.	96/321	Электропривод	Очная
	3	Кузнецов В. В.	95/100	Автоматизация электроснабжения	Очная
	4	Лихов А.Я.	96/200	Электроснабжение	

2) В каждой секции упорядочить по Специальность + ФИО

3) Разделитель – табуляция

Вариант 14

1) Сформировать таблицу:

Таблица 1

Список участников чемпионата

		Сведения об участнике		Вид спорта	разряд
		Ф. И. О.	Страна		
>	Зал 1				
	1	Иванов И. И.	Россия	Гимнастика	1
*	2	Джейсон Д. А.	США	Бокс	2
*	3	Марков К. Ф.	Германия	Бокс	1
	4	Сидоров С. К.	Россия	Гимнастика	1
>	Зал 2				
	1	Петров С. Я.	Россия	Теннис	2
	2	Ткаченко Т. О.	Украина	Теннис	1
	3	Кузнецов В. В.	Россия	Бадминтон	2
	4				

2) В каждой секции (зале) упорядочить по страна + ФИО

3) Разделитель - табуляция

Вариант 15

1) Сформировать таблицу:

Таблица 1

Карточка учета прививок

	№ п/п	Фамилия, Имя	Дата рождения	Дата прививки		
				Корь	Полиомиелит	столбняк
>	Участок № 1					
	1.	Иванов Ваня	1.04.96	01.10.96		
*	2.	Сидорова Аня	12 10.96	15.05.97		
*	3.	Петров Денис	4.12.96	03.07.97		
>	Участок № 2					
	1.	Андреева Надежда	30.03.96			
	2.	Васечкин Женя	4.07.96			
	3.	Королева Ольга	27.05.96			

2) Упорядочить каждый участок по фамилии;

3) Разделитель +.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ И ГРАФИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ТЕКСТОВОГО ПРОЦЕССОРА MS WORD 2007», «LIBREOFFICE»

Создать источник данных для рассылки в соответствии с условиями по варианту. Заполнить источник данных, он должен содержать не менее 15 записей.

Спроектировать и создать основной документ, состоящий из 2 страниц.

На первой странице: разместить произвольный текст и соответствующие поля слияния. Оформление полей слияния выполнить по вариантам задания.

На второй странице: используя графический средства Word, выполнить цветные рисунки (не менее 2х) на свободную тему. Выполнить привязку объектов к сетке. Один из рисунков сделать подложкой для документа. Уметь изменять параметры графических объектов.

Выполнить объединение документов, назвать результирующий файл «Слияние_ », где V - номер варианта. Уметь выполнять объединение документов, используя сортировку и фильтрацию записей в источнике данных.

№ вар.	Тип документа-источника данных	Кол-во полей в источнике данных	Кол-во числовых полей в источнике данных	Параметры шрифта полей слияния
1	WORD	5	1	полужирный, курсив, красный
2	EXCEL	4	2	полужирный, курсив, синий
3	WORD	5	2	обычный, подчеркнутый, зеленый
4	EXCEL	4	1	курсив, подчеркнутый, бордовый
5	WORD	5	1	курсив, подчеркнутый, черный
6	EXCEL	4	2	полужирный, курсив, синий
7	WORD	5	1	обычный, подчеркнутый, красный
8	EXCEL	4	1	полужирный, курсив, красный
9	WORD	5	1	полужирный, курсив, зеленый
10	EXCEL	4	2	курсив, подчеркнутый, сиреневый
11	WORD	5	2	обычный, подчеркнутый, черный
12	EXCEL	4	1	полужирный, курсив, синий
13	WORD	5	1	обычный, подчеркнутый, зеленый
14	EXCEL	4	2	курсив, подчеркнутый, красный
15	WORD	5	2	обычный, подчеркнутый, фиолетовый

ТАБЛИЧНЫЙ РЕДАКТОР MS EXCEL, LIBREOFFICE

«Создание и обработка таблиц с применением формул и функций в табличном процессоре Excel 2007»

Задание:

1) Сформировать таблицу расчета суммы ряда (варианты заданий по расчету суммы ряда – см. ниже). При формировании таблицы использовать встроенные функции, абсолютную и относительную адресацию, автозаполнение ячеек.
2) В зависимости от числа слагаемых *n* оформить таблицу следующим образом:

n ≤ 10

x \ i	1	2	…	*n*	S	Y
0,1						
0,2						
⋮						
1						

n > 10

i \ x	0,1	0,2	…	1
1				
2				
⋮				
n				
S				
Y				

3) Используя условное форматирование, выделить отрицательные числа синим цветом, числа больше 1,5 – красным цветом.
4) Оформить таблицу. Образец оформления – ниже. Шаг изменения x в зависимости от варианта задания равен 0,1 (либо Pi/*).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	*Вариант №*												
2						**Расчет суммы ряда**							
3		*s=sin(x)-(sin(2x))/2+(sin(3x))/3- …*											
4		*y= x/2*											
5													
6	x \ i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	S	Y
7	0,1	0,1	-0,0993	0,09851	-0,0974	0,09589	-0,0941	0,09203	-0,0897	0,08704	-0,0841	0,00868	0,05
8	0,2	0,199	-0,1947	0,18821	-0,1793	0,16829	-0,1553	0,14078	-0,1249	0,10821	-0,0909	0,058897	0,10
9	0,3	0,296	-0,2823	0,26111	-0,233	0,1995	-0,1623	0,12332	-0,0844	0,04749	-0,0141	0,150747	0,15
10	0,4	0,389	-0,3587	0,31068	-0,2499	0,18186	-0,1126	0,04786	0,0073	-0,0492	0,07568	0,242472	0,20
11	0,5	0,479	-0,4207	0,3325	-0,2273	0,11969	-0,0235	-0,0501	0,0946	-0,1086	0,09589	0,291805	0,25
12	0,6	0,565	-0,466	0,32462	-0,1689	0,02822	0,07375	-0,1245	0,12452	-0,0859	0,02794	0,298439	0,30
13	0,7	0,644	-0,4927	0,28774	-0,0837	-0,0702	0,14526	-0,1404	0,07891	0,00187	-0,0657	0,305316	0,35
14	0,8	0,717	-0,4998	0,22515	0,01459	-0,1514	0,16603	-0,0902	-0,0146	0,08819	-0,0989	0,356484	0,40
15	0,9	0,783	-0,4869	0,14246	0,11063	-0,1955	0,12879	0,0024	-0,0992	0,10777	-0,0412	0,452526	0,45
16	1	0,841	-0,4546	0,04704	0,1892	-0,1918	0,04657	0,09386	-0,1237	0,04579	0,0544	0,548226	0,50

5) Построить в одной координатной сетке (на одной диаграмме) графики *s=f(x)* и *y=f(x)*.

6) Изучить возможности применения функций (список функций см. в варианте задания), привести пример работы каждой функции.

Варианты заданий:

№ вар.	Сумма S	Диапазон изм-я X	n	Функция Y	Функция Excel
1	$1+\frac{\ln 4}{1!}*x+\frac{\ln^2 4}{2!}*x^2+\ldots$	[0,1; 1]	10	4^X	ГРАДУСЫ, СЕКУНДЫ
2	$\cos x+\frac{\cos 2x}{2}+\frac{\cos 3x}{3}+\ldots$	[Pi/5; 9Pi/5]	40	-ln |2sin(X/2)|	ЗНАК, ТДАТА
3	$1+\frac{\ln 2}{1!}*x-\frac{\ln^2 2}{2!}*x^2+\ldots$	[0,1; 1]	10	2^X	НОД, МЕДИАНА

№ вар.	Сумма S	Диапазон изм-я X	n	Функция Y	Функция Excel
4	$-(1+x)^2+\frac{(1+x)^3}{2}-\frac{(1+x)^6}{3}+\ldots$	[-0,2; -1]	40	$\ln\frac{1}{2+2x+x^2}$	ОКРУГЛ, СРЗНАЧЕСЛИ
5	$-\frac{(2x)^2}{2!}+\frac{(2x)^4}{4!}-\ldots$	[0,1; 1]	15	$2(\cos^2 X-1)$	ОСТАТ, СЧЕТЕСЛИ
6	$x-\frac{x^3}{3}+\frac{x^5}{5}-\ldots$	[0,1; 0,9]	40	arctg X	СУММЕСЛИ, ЗАМЕНИТЬ
7	$1+\frac{2x}{1!}+\frac{(2x)^2}{2!}+\ldots$	[0,1; 1]	20	e^{2X}	ЦЕЛОЕ, ЛЕВСИМВ
8	$\sin x+\frac{\sin 2x}{2}+\frac{\sin 3x}{3}+\ldots$	[Pi/10; 9Pi/10]	40	Pi/4	ДНЕЙ360, ПОВТОР
9	$1+\frac{3x^2}{1!}+\frac{5x^4}{2!}+\ldots$	[0,1; 1]	10	$(1+2X^2)*e^X$	НОМНЕДЕЛИ, ПРОПИСН
10	$x*\sin\frac{Pi}{4}+x^2*2\sin\frac{Pi}{4}+\ldots$	[0,1;0.8]	40	$\frac{x\sin\frac{Pi}{4}}{1-2x*\cos\frac{Pi}{4}+x^2}$	ГРАДУСЫ, ПРОПНАЧ
11	$\sin x-\frac{\sin 2x}{2!}+\frac{\sin 3x}{3!}-\ldots$	[Pi/5; 4Pi/5]	40	X/2	ЗНАК, СЖПРОБЕЛЫ
12	$1+\frac{x}{1!}+\frac{x^2}{2!}+\ldots$	[1; 2]	15	e^X	НОД, СИМВОЛ
13	$-\frac{(3x)^2}{2!}+\frac{(3x)^4}{4!}-\ldots$	[0,1; 1]	10	$3(\cos^2 X-1)$	ОКРУГЛ, СОВПАД
14	$1-\frac{x^2}{2!}+\frac{x^4}{4!}-\ldots$	[0,1; 1]	10	cos X	ОСТАТ, СЦЕПИТЬ
15	$1+\frac{\cos x}{1!}+\frac{\cos 2x}{2!}+\ldots$	[0,1; 1]	20	$e^{\cos X}$ *cos(sinX)	СУММЕСЛИ, Т

ТЕКСТОВЫЙ РЕДАКТОР MS OFFICE, LIBREOFFICE

«Подготовка и оформление текстовых документов в текстовом процессоре MS Word 2007»

Задание:

1) Оформить исходные данные (варианты исходных таблиц – см. ниже).
2) Заполнить таблицу данными:
   - 10-15 строк, имеющих в некоторых столбцах одинаковые значения (например, № группы, фамилию и т. п.);
   - должны быть столбцы с числовыми данными.
3) Добавить промежуточные итоги (промежуточные итоги рассчитать по варианту задания, если это возможно; иначе добавить произвольные промежуточные итоги).
4) Используя расширенный фильтр, выполнить отбор данных по заданию, если это возможно, иначе – по произвольному условию (для числовых столбцов) (например, отобрать все записи, где Возраст находится в диапазоне от 18 до 20 и т. п.), результат поместить в отдельные ячейки.
5) Записать макрос (действия макроса – п. 3).
6) Поместить на новую панель для макроса настраиваемую кнопку (для четных вариантов) или меню (для нечетных вариантов). Уметь изменять значки на кнопках.
7) Уметь задавать различные параметры листа (перед печатью): поля, колонтитулы, выравнивание таблицы на листе, масштаб и т. п.

Варианты заданий:

Вариант 1

Отец	Мать	Ребенок	дата рожд.	№ дет. сада

Найти и вывести имя младшего ребенка у Иванова И.И. по форме
имя ребенка | дата рождения|

Вариант 2

Ф.И.О. студента	Группа	Экзамены					
		1й экз.		2й экз.		3й экз.	
		Наименование	Оценка	Наименование	Оценка	Наименование	Оценка

Определить средний балл по каждой дисциплине, Результат вывести в форме:
Дисциплина | Средний балл |

Вариант 3

Ф.И.О. студента	Группа	Ср.балл за сессию	Размер стипендии

Вывести фамилии студентов с повышенной (более Q рублей) стипендией по форме
Ф.И.О. | Размер стипендии|

Вариант 4

Ф.И.О. студента	Группа	Число пропусков занятий в год (часов)		
		По болезни	По другим причинам	Итого

Вывести фамилии студентов, имеющих более 100 часов суммарных пропусков, по ворме
Ф.И.О. студента | Число часов пропуска

Вариант 5

Фамилия	Адрес	№ телефона

Удалить из списка тех абонентов, телефон которых начинается с цифры 3.

Вариант 6

Фамилия	Адрес		
	Улица	Дом	Квартира

Вывести фамилии жильцов дома № 1 по ул. Минаева, по форме Ф.И.О.| № квартиры

Вариант 7

Фамилия	Адрес	Число членов семьи	Занимаемая площадь

Вывести фамилии жильцов, в семьях которых жилая площадь на 1 человека превышает 10 м, по форме Ф.И.О. | Площадь жилая | Площадь на 1 человека|

Вариант 8

Фамилия	Возраст	Пол	Образование	Оклад

Вывести фамилии мужчин не старше 40 лет с высшим образованием и окладом не менее Q рублей, по форме Ф.И.О.| Размер жалования |

Вариант 9

Фамилия	Страна	Год получения медали	Вес(легкий, полусредний, средний)

Вывести фамилии всех чемпионов в полусреднем весе из Франции по форме
Ф.И.О. чемпоина | Год завоевания | Страна |

Вариант 10

Фамилия	Дата рождения	Адрес	Специальность	Стаж работы

Вывести фамилии работников, имеющих специальность "инженер" со стажем работы более 10 лет, по форме Ф.И.О.| Стаж работы |

Вариант 11

Фамилия	Кафедра	Дата рождения	Ученое звание (доцент, профессор)	Стаж работы

Найти и вывести преподавателей – доцентов с кафедры «Вычислительная техника». Результат вывести в форме Ф.И.О. | Стаж работы |

Вариант 12

Наименование ВУЗа	Наименование кафедры	Число обучающихся	Число преподавателей

Вывести наименование ВУЗов, имеющих кафедру «ВТ», по форме
Наименование ВУЗа | Число студентов на кафедре «ВТ» |

Вариант 13

Ф.И.О. абитуриента	Дата рождения	Оценки по предметам		
		Математика	Физика	Русский язык

Вывести фамилии абитуриентов, имеющих по математике и физике не ниже 4, по форме Ф.И.О.| Математика | Физика |

Вариант 14

Название книги	ФИО автора	Издательство	Число томов

Вывести названия издательств, которые выпускали больше 5 томов одной книги по форме Издательство| Кол-во авторов |

Вариант 15

ФИО студента	Группа	Язык программирования	Кол-во сданных работ

Выявить студентов, выполнивших более 4 лабораторных работ на языке «Паскаль». Результат оформить в виде Ф.И.О.| Количество сделанных работ

ПРЕЗЕНТАЦИЯ MS POWER POINT, LIBREOFFICE

1. Запустите редактор презентаций Microsoft PowerPoint 2007.
2. Создайте презентацию на основе любого шаблона (***Кнопка Microsoft Office\ Создать\ Установленные шаблоны***). Просмотрите созданные слайды.
3. Измените содержание второго слайда (заголовок слайда, пункты).
4. С помощью ленты «Показ слайдов», изучите возможности демонстрации слайдов (С начала, С текущего слайда, Произвольный показ, Настройка демонстрации). Переход между слайдами осуществляется с помощью щелчка мыши. Завершить демонстрацию можно клавишей ESC.
5. С помощью вкладки «Режимы просмотра презентации» (лента «Вид») изучите режимы «Страницы заметок», «Сортировщик слайдов». Сделайте пометку на втором слайде (текущее время и дату) (***Вставка\ Текст\ Дата и время***). Включите режим сортировщика слайдов. Удалите все слайды, начиная с третьего (щелчок мыши по слайду, нажатие Delete).
6. Перейдите на первый слайд. Заполните по своему усмотрению поля текста в оставшихся трех слайдах. Вернитесь на первый слайд.
7. Измените переход слайда (***Анимация\ Переход к этому слайду***). Продвижение поставьте «***По щелчку***».
8. Измените появление заголовка слайда (***Анимация\ Анимация\ Настройка анимации***), установите опцию ***«По щелчку»***.
9. Измените переход и построение текста в оставшихся слайдах.
10. Запустите презентацию на демонстрацию.
11. Запустите слайды на демонстрацию в режиме репетиции (***Показ слайдов\ Настройка времени***). Представьте себе, что вы сопровождаете демонстрацию рассказом. Проговорив про себя текст, щелкайте по кнопке «Далее». После завершения демонстрации выдастся вопрос «Записать время переходов в слайды?». Ответьте «Да». Время переходов слайдов установится таким, каким вы его определили при репетиционном проходе слайдов.
12. Запустите презентацию на демонстрацию по времени слайдов.
13. Вставьте между первым и вторым слайдом еще один слайд (***Главная\ Слайды\ Создать слайд***). Оформите его.
14. Скройте третий по счету слайд (***Показ слайдов\ Настройка\ Скрыть слайд***).
15. Запустите презентацию на демонстрацию.
16. Примените к слайдам новый шаблон дизайна (***Дизайн\ Темы***).
17. Вставьте в презентацию новый слайд, использовав разметку ***Заголовок и объект***. Сделайте у этого слайда специальный фон в виде рисунка (***Дизайн\ Фон***).
18. С помощью кнопки «**Создать слайд**» добавьте еще несколько слайдов, чтобы общее их количество стало примерно равным 6 — 9. Поместите на слайды рисунки, диаграммы, объекты SmartArt.
19. Поместите на второй слайд две фигуры: стрелка вправо и стрелка влево.
20. Назначьте стрелке вправо команду «**Перейти на следующий слайд**» (***Вставка\ Связи\ Действия\ Перейти на следующий слайд***), а стрелке влево — «**Перейти на предыдущий слайд**».
21. С помощью буфера обмена раскопируйте эти кнопки на оставшиеся слайды.
22. Запустите слайды на демонстрацию. Опробуйте работу интерактивных кнопок.

Индивидуальное задание

Создать презентацию по заданной теме (см.ниже, номер варианта темы совпадает с порядковым номером студента в журнале) в соответствии с требованиями:

- количество слайдов должно быть не меньше 15;

- презентация должна быть содержательной;
- каждый из слайдов презентации должен иметь уникальную разметку;
- каждый из слайдов должен содержать «личное клеймо» студента, создавшего данную презентацию;
- образец заметок должен содержать пояснения по содержанию и/или показу слайдов;
- презентация должна иметь слайд – оглавление, откуда можно было бы попасть как на один из разделов (групп) слайдов, так и на каждый из слайдов в отдельности (для реализации использовать свои интерактивные или стандартные управляющие кнопки);
- с каждого из слайдов презентации должна быть возможность возврата на слайд-оглавление;
- для каждого из слайдов должна использоваться уникальная форма перехода;
- на слайдах презентации не допускается использование повторяющихся эффектов (звуковых и визуальных) появления элементов слайдов, пока не были применены все имеющиеся;
- хотя бы один из слайдов презентации должен запускать внешнюю программу (файл с расширением exe или com).

Темы презентаций:

1. История появления компьютера
2. Архитектура компьютера (от фон Неймановской до современной)
3. Мониторы и видеоадаптеры.
4. Принтеры
5. Материнские платы
6. Процессоры
7. Сканеры
8. Внешние носители информации и запоминающие устройства
9. Звуковые карты и мультимедиа
10. Структура программного обеспечения компьютера
11. Архитектура Windows
12. Интерфейс Windows
13. Программы-архиваторы и принципы архивирования
14. Вирусы и антивирусные программы
15. Технология текстовой обработки данных
16. Структурное программирование и его реализация на языке программирования Паскаль
17. Операционные системы
18. Криптография
19. Топология компьютерных сетей
20. Технология OLE
21. Технология Drag&Drop
22. Архивирование данных
23. Базы данных
24. Интегрированные пакеты программ

СУБД MS OFFICE, LIBREOFFICE

MS ACCESS

Система управления базами данных Microsoft Access 2007. Создание базы данных

Постановка задачи

Реализовать базу данных (БД) по теме «Учет выдачи и возврата книг» в СУБД Microsoft Access 2007.

В результате проектирования БД «Учет выдачи и возврата книг» получены следующие таблицы:

Тематика (код тематики, наим.тематики)
Издательство (код изд-ва, наим. изд-ва)
Читатель (номер ЧБ, фам, адрес, год рожд, образование)
Книги (№ книги, наим.книги, авторы, код тематики, код изд-ва, адрес хранения)
Учет книг (номер ЧБ, № книги, дата возврата, дата выдачи, дата факт.возврата)

Перед созданием таблиц в СУБД необходимо для каждого поля (столбца) таблиц определить некоторые характеристики (полужирным шрифтом выделены ключевые поля):

Тематика

Характеристики поля / Поле	Тип поля	Списочный характер	Возможные ограничения	Индексируемость	Обязательность заполнения
Код тематики	Счетчик	-	-	-	+
Наименование тематики	Текстовый	-	-	+	+

Читатель

Характеристики поля / Поле	Тип поля	Списочный характер	Возможные ограничения	Индексируемость	Обязательность заполнения
Номер ЧБ	Числовой	-	-	-	+
Фамилия	Текстовый	-	-	+	+
Адрес	Текстовый	-	-	-	+
Год рождения	Числовой	-	>1920 And <2005	-	-
Образование	Мастер подстановок	неполное среднее, среднее, высшее	-	-	-

Издательство

Характеристики поля / Поле	Тип поля	Списочный характер	Возможные ограничения	Индексируемость	Обязательность заполнения
Код издательства	Счетчик	-	-	-	+
Наименование издательства	Текстовый	-	-	+	+

Книги

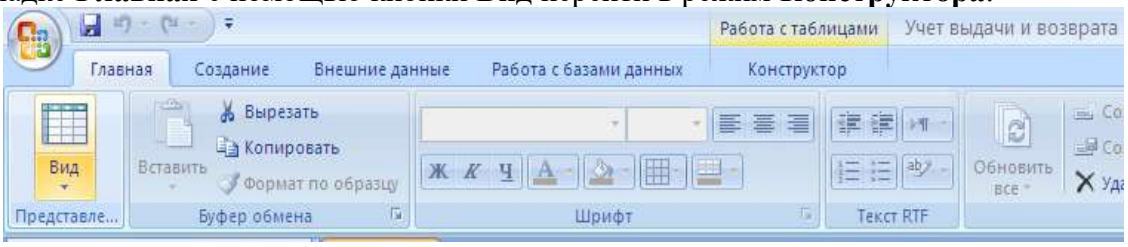
Характеристики поля / Поле	Тип поля	Списочный характер	Возможные ограничения	Индексируемость	Обязательность заполнения
№ книги	Числовой	-	-	-	+
Наименование книги	Текстовый	-	-	-	+
Авторы	Текстовый	-	-	+	+
Код тематики	Мастер подстановок (поле Наименование тематики из таблицы «Тематика»)	-	-	-	+
Код издательства	Мастер подстановок (поле Наименование издательства из таблицы «Издательство»)	-	-	-	+
Адрес хранения	Мастер подстановок	Отдел 1 Отдел 2	-	-	+

Учет книг

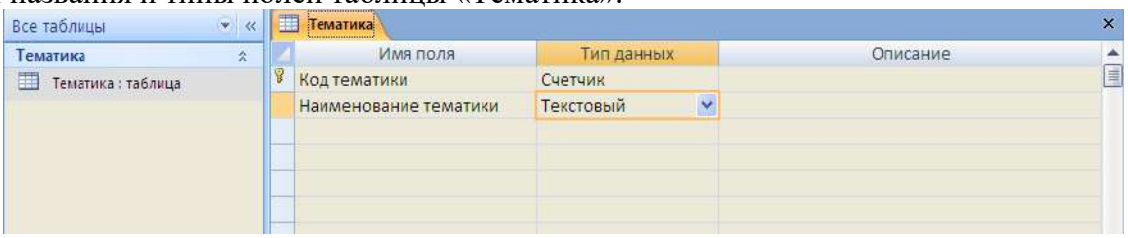
Характеристики поля / Поле	Тип поля	Списочный характер	Возможные ограничения	Индексируемость	Обязательность заполнения
Номер ЧБ	Мастер подстановок (Номер ЧБ из таблицы «Читатель»)	-	-	-	+
№ книги	Мастер подстановок (№ книги из таблицы «Книги»)	-	-	-	+
Дата выдачи	Дата/время	-	-	-	+
Дата возврата	Дата/время	-	-	-	+
Дата фактвозврата	Дата/время	-	-	-	-

1. Запустить MS Access 2007, создать новую базу данных «Учет выдачи и возврата книг».
2. Создание таблицы «Тематика»:

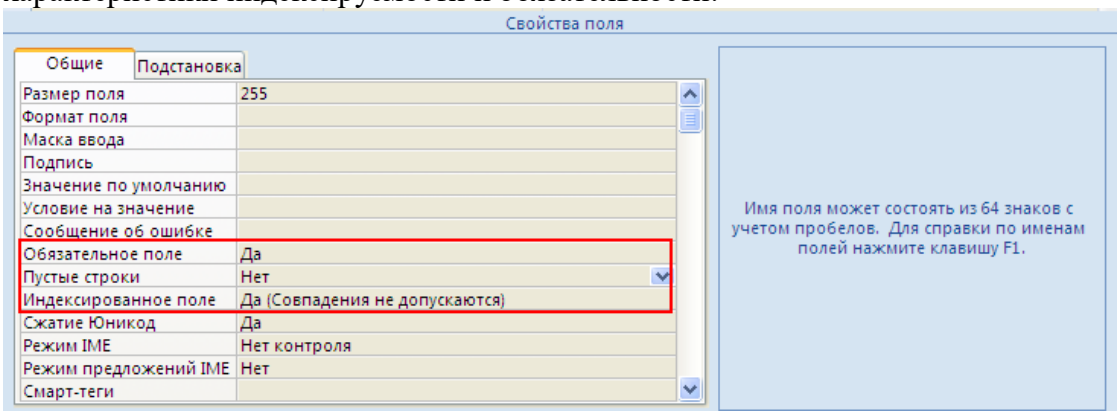
- на закладке **Главная** с помощью кнопки **Вид** перейти в режим **Конструктора**:



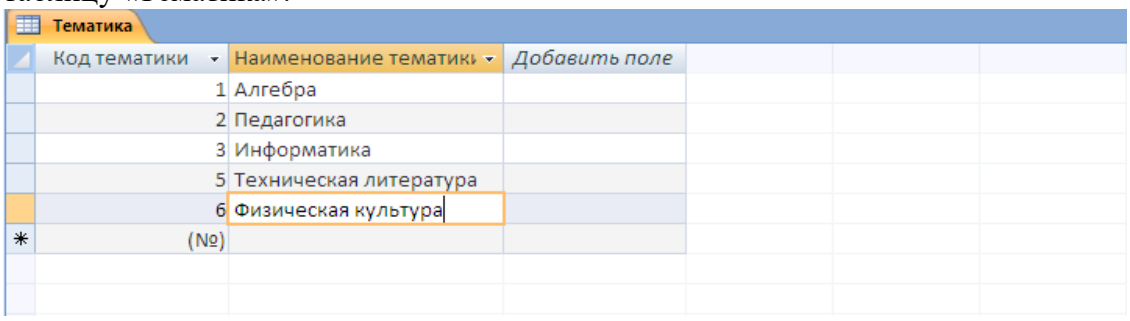
- внести названия и типы полей таблицы «Тематика»:



- в разделе **Свойства поля** на закладке **Общие** для поля Наименование тематики установить характеристики индексируемости и обязательности:

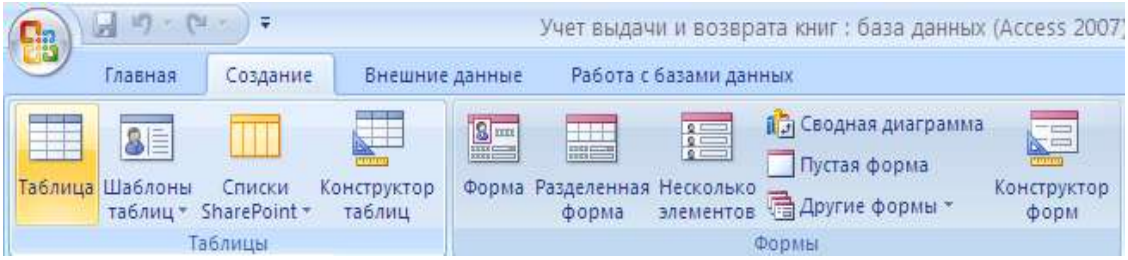


- на закладке **Главная** с помощью кнопки **Вид** перейти в **Режим таблицы** и ввести данные в таблицу «Тематика»:

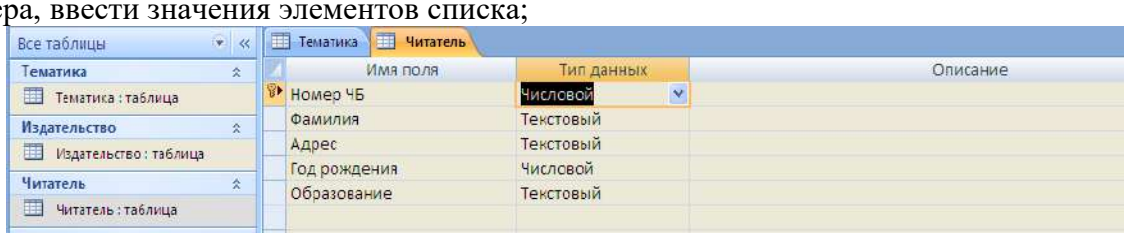


3. Создание таблицы «Читатель»:

- на закладке **Создание** с помощью кнопки **Таблица** создать новую таблицу и сохранить под именем «Читатель»:



- перейти в режим **Конструктора** и внести названия и типы полей таблицы «Читатель»:
  - для поля Год рождения в разделе **Свойства поля** на закладке **Общие** внести соответствующее ограничение целостности в строку **Условие на значение**;
  - так как поле Образование должно быть представлено в виде списка, поэтому для его создания выберите тип данных **Мастер подстановок**. Затем в появившемся окне необходимо выбрать опцию **Будет введен фиксированный набор значений**, далее, отвечая на вопросы Мастера, ввести значения элементов списка;

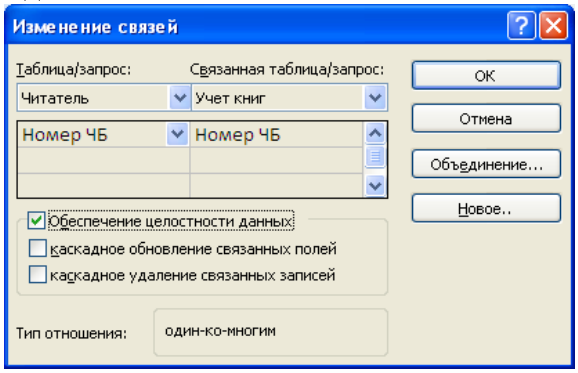


- в разделе **Свойства поля** на закладке **Общие** для введенных полей установить соответствующие характеристики индексируемости и обязательности;
- внести данные в таблицу «Читатель».

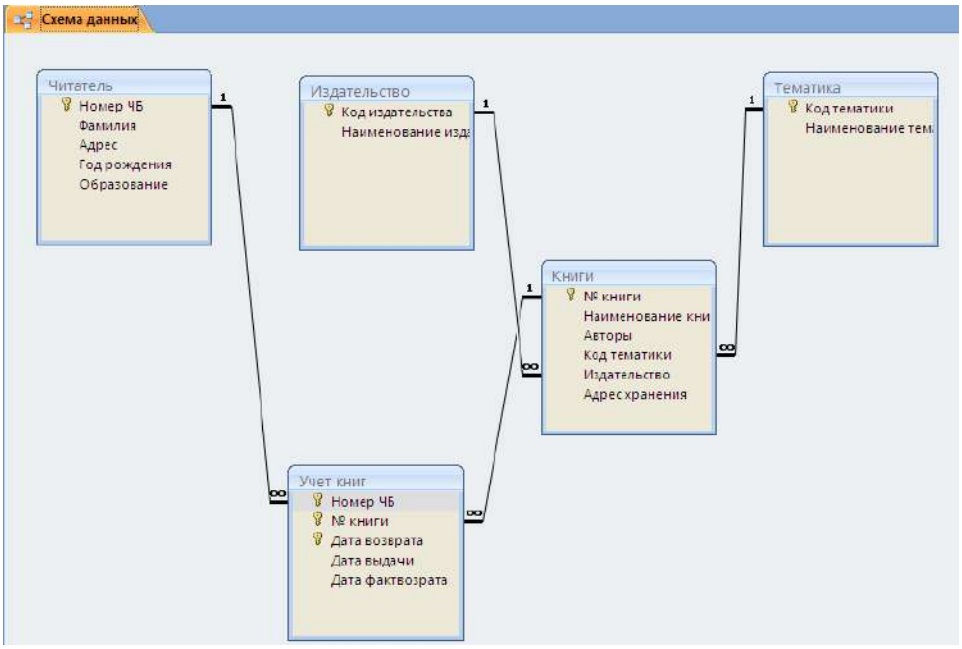
4. Аналогично создать таблицы «Издательство», «Книги», «Учет книг», учитывая характеристики полей в соответствующих таблицах, и внести данные. Обратите внимание, в каком порядке создавались таблицы и вносились в них данные!

5. Схема данных:

- на закладке **Работа с базами данных** с помощью кнопки **Схема данных** вызвать схему данных и поместить на неё все имеющиеся таблицы.
  В случае использования Мастера подстановок, реализующего связи между таблицами, на Схеме данных уже будут отображены связи между таблицами (в противном случае, с помощью мыши установить связи между таблицами по одинаковым по смыслу полям). Для каждой связи вызвать команду **Изменение связи** и в появившемся окне установить флажок **Обеспечение целостности данных**:

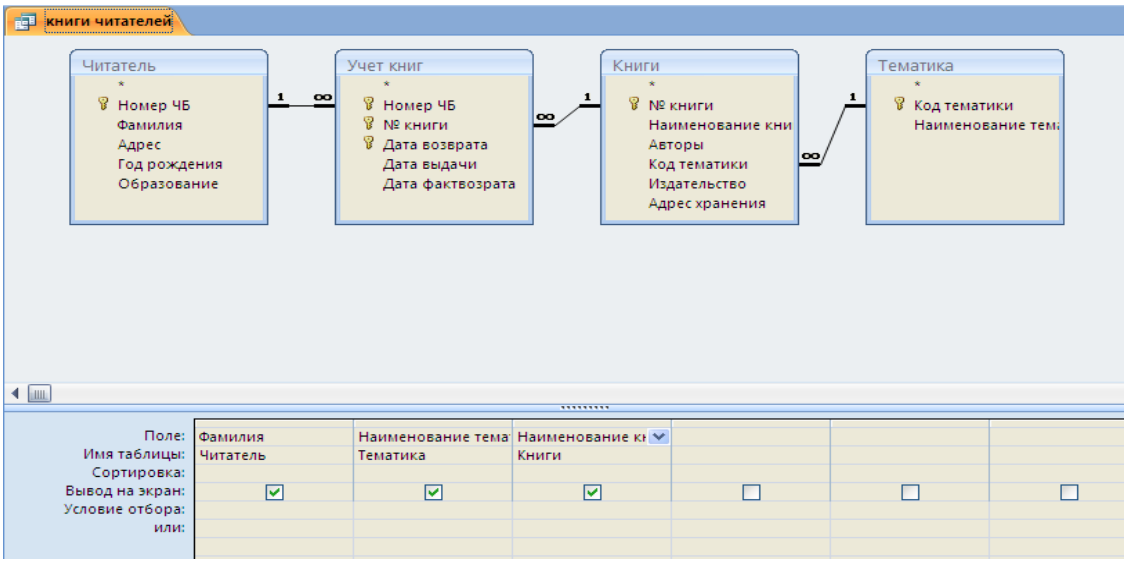


Внешний вид схемы данных должен быть следующий:

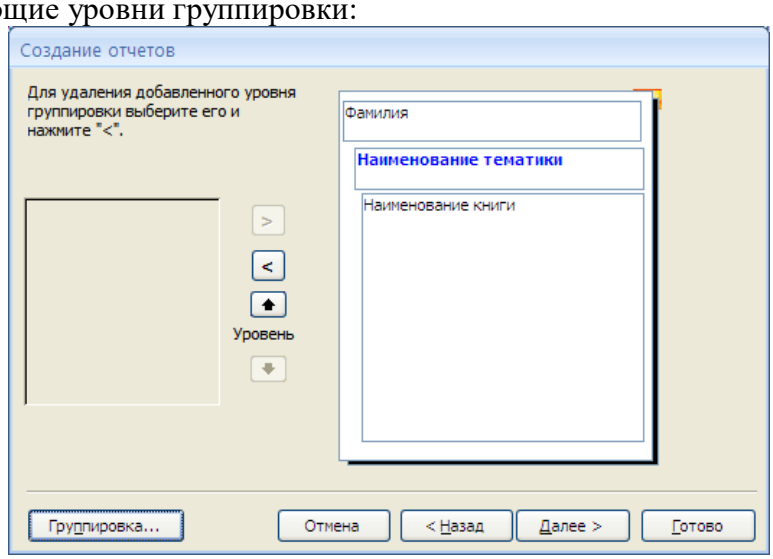


6. Создание форм:
   Экранные формы позволяют организовать наглядную и удобную работу с базой данных, состоящей из большого количества связанных таблиц реляционной базы данных. Имеющийся в системе **Мастер разработки экранных форм** позволяет легко создавать экранные формы нескольких видов (простые - для работы с данными одной таблицы, более сложные - для работы с несколькими таблицами с использованием подчиненных форм).
- на закладке **Создание** с помощью кнопки **Форма** создать формы для каждой таблицы, улучшая внешний вид каждой формы при использовании закладки **Формат**.

7. Создание отчета
   Пусть требуется создать **отчет по читателям и темам с итогами (число выданных книг) по читателям и темам**. Для реализации отчета необходимо выбрать из базы данных соответствующие данные, то есть создать запрос:
- на закладке **Создание** с помощью кнопки **Конструктор запросов** создать новый запрос и сохранить под именем «Книги читателя»;
- поместить в созданный запрос те таблицы, сведения из которых необходимы для будущего отчета, и выбрать из этих таблиц соответствующие поля:



- проверить правильность работы запроса с помощью закладки **Конструктор** и команды **Выполнить**;
- на закладке **Создание** с помощью кнопки **Мастер отчетов** создать простой настраиваемый отчет на основе запроса «Книги читателей». При работе с Мастером отчетов необходимо установить следующие уровни группировки:



- для добавления итогов откройте созданный отчет в **Режиме макета** и на закладке **Формат** в списке **Итоги** выберите **Количество значений**. Таким образом, общий вид отчета должен быть следующим:



8. Элементы администрирования базы данных

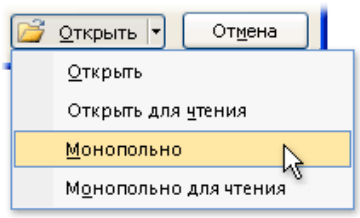
В MicroSoft Office Access 2007 предусмотрена улучшенная модель безопасности, которая упрощает процесс защиты базы данных и ее открытия с включенной защитой.

Примечание: хотя предлагаемые методы повышают уровень безопасности, наилучший способ защиты данных — хранение таблиц на специальном сервере (например, на компьютере, на котором выполняется Службы Microsoft Windows SharePoint Services 3.0) и хранение форм и отчетов на локальных компьютерах или в общих сетевых ресурсах. Средства обеспечения безопасности в Office Access 2007:

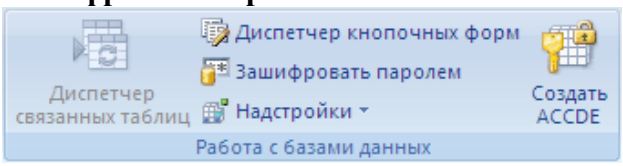
Шифрование базы данных паролем. В средстве шифрования, доступном в MicroSoft Office Access 2007, объединены и усовершенствованы два предыдущих средства — применение паролей и шифрование базы данных. При использовании пароля базы данных для шифрования базы данных эти данные становятся недоступны для других средств, и другие пользователи вынуждены вводить пароль, чтобы получить доступ к этой базе данных. Для шифрования в Access 2007 используется более эффективный алгоритм, чем в более ранних версиях Access.

- Откройте базу данных в монопольном режиме, для этого:

- щелкните значок **Кнопка Office**  , а затем выберите команду **Открыть**;
- в диалоговом окне **Открытие** найдите файл, который нужно открыть, и выделите его (одним щелчком);
- нажмите стрелку рядом с кнопкой **Открыть** и выберите вариант **Монопольно**:



- на закладке **Работа с базами данных** в группе **Работа с базами данных** щелкните **Зашифровать паролем**:



- откроется диалоговое окно **Задание пароля базы данных**, введите пароль в поле **Пароль**, повторите его в поле **Подтверждение** и нажмите кнопку **ОК**;
- самостоятельно изучить возможности дешифровки базы данных.

Создание резервной копии базы данных.

- щелкните значок **Кнопка Office** , выберите команду **Управление,** затем **Резервная копия базы данных**;
- в появившемся окне Сохранение укажите место для сохранения резервной копии базы данных.

Упрощенное открытие баз данных.

В предыдущих версиях Access пользователю приходилось отвечать на различные предупреждающие сообщения — например о безопасности макросов и изолированном режиме. По умолчанию, если в Office Access 2007 открывается база данных, расположенная не в доверенном месте, отображается только панель сообщений.



Если файлы базы данных (как в новом формате Office Access 2007, так и в более ранних) расположены в надежном месте, например в папке или в общем сетевом ресурсе, которые указаны как надежные, они будут открываться и обрабатываться без сообщений с предупреждениями и запроса о включении или отключении содержимого. Описанная ниже последовательность шагов объясняет, как найти или создать надежное расположение, а затем добавить туда базу данных.

- щелкните значок **Кнопка Office** , а затем - кнопку **Параметры Access**. Примечание: открывать базу данных не требуется;
- в открывшемся диалоговом окне **Параметры Access** выберите пункт **Центр управления безопасностью** и в группе **Центр управления безопасностью Microsoft Office Access** нажмите кнопку **Параметры центра управления безопасностью**;
- выберите **Надежные расположения**, просмотрите уже созданные надежные расположения;
- для создания нового надежного расположения используйте кнопку **Добавить новое расположение**, а затем укажите значения параметров в диалоговом окне **Надежное расположение Microsoft Office**;
- для размещения базы данных в надежном расположении можно воспользоваться проводником Windows или открыть файл в Access и сохранить его в надежном расположении;

- для открытия базы данных в надежном расположении можно использовать любой привычный способ. Например, выбрать и затем дважды щелкнуть файл в проводнике Windows либо, если уже запущен Access, нажать кнопку Microsoft Office для поиска и открытия файла. Если база данных Office Access 2007 размещена в надежном расположении, при ее открытии работают все коды VBA, макросы и безопасные выражения. При этом не возникает необходимость решать вопросы доверия.

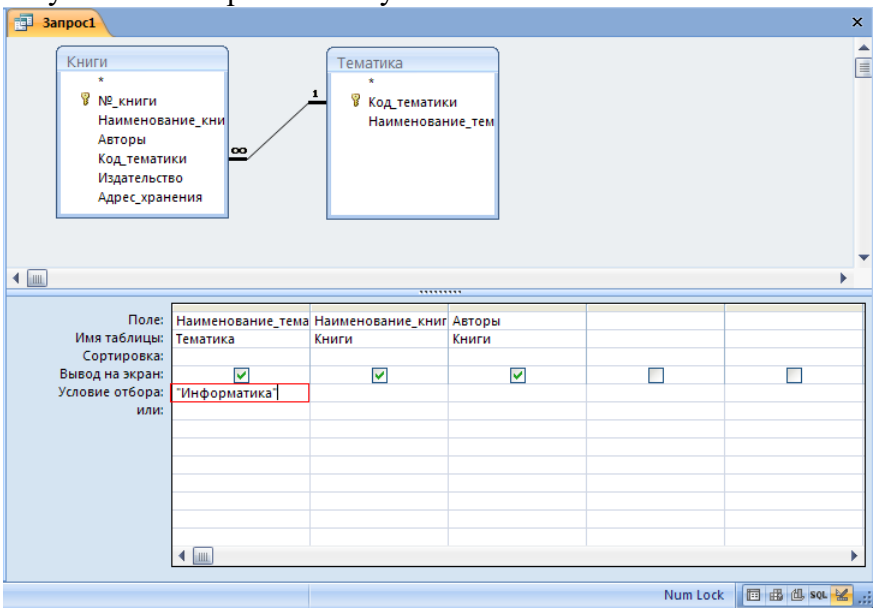
Индивидуальное задание

Продемонстрировать БД «Учет выдачи и возврата книг», выполненную полностью в соответствии с данной практической работой.

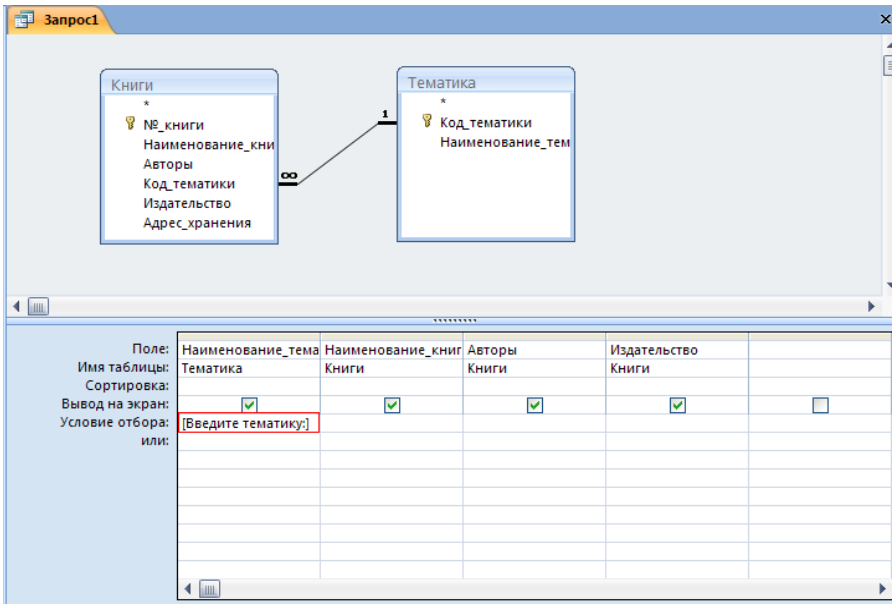
Система управления базами данных Microsoft Access 2007. Анализ и изменение данных с помощью запросов

Создание запросов с параметрами

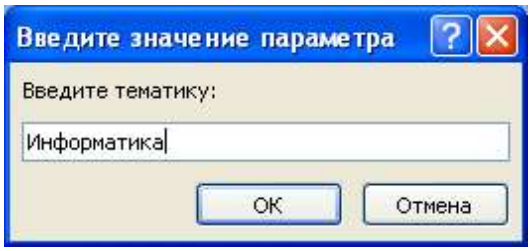
Пусть в созданной в предыдущей лабораторной работе БД «Учет выдачи и возврата книг» требуется получить сведения о книгах по определенной тематике, для этого необходимо создать запрос и в условие отбора ввести нужное значение:



В случае необходимости выдать сведения о книгах по другой тематике нужно изменить условие отбора. Для того чтобы не менять условие отбора каждый раз, можно создать запрос, в котором **Наименование тематики** будет параметром, запрашиваемым при выполнении, для этого в строку *Условие отбора* для поля **Наименование тематики** ввести вместо конкретного значения приглашение к вводу параметра [Введите тематику:]:



После запуска такого запроса появится диалоговое окно с введенным вами приглашением к вводу параметра:



В результирующее множество запроса попадут все книги с тематикой Информатика, которые имеются в БД. Запрос может содержать не один, а несколько параметров, и все они по очереди будут запрашиваться при его выполнении.

Использование выражений в запросах с параметрами

При создании запроса часто используются выражения.

Выражение — это сочетание нескольких (или всех) из указанных элементов: встроенные или пользовательские функции, идентификаторы, операторы и константы.



Например, следующее выражение содержит все четыре элемента:

=Sum([Закупочная цена])*0,08

В данном примере Sum() — встроенная функция, [Закупочная цена] — идентификатор, * — математический оператор, а 0,08 — константа.

Логические операторы

Логические операторы применяются для объединения двух логических значений и возврата значения «истина», «ложь» или null.

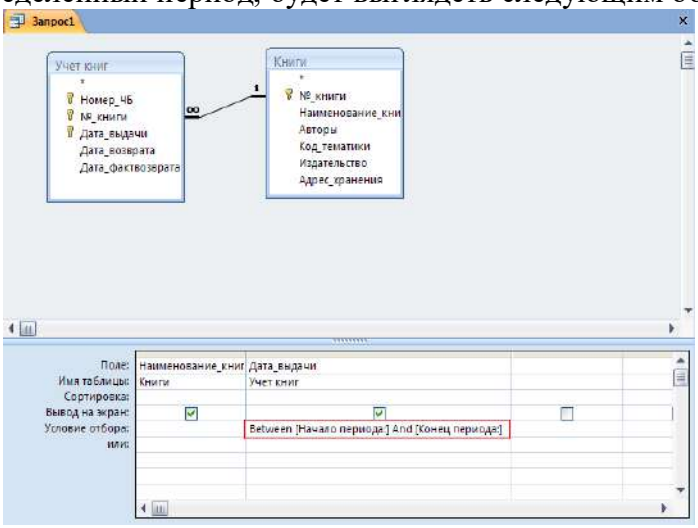
Оператор	Назначение	Пример
And	Возвращает значение «истина», если Выражение1 и Выражение2 истинны.	Выражение1 And Выражение2
Or	Возвращает значение «истина», если Выражение1 или Выражение2 истинны.	Выражение1 Or Выражение2
Eqv	Возвращает значение «истина», если Выражение1 и Выражение2 истинны или Выражение1 и Выражение2 ложны.	Выражение1 Eqv Выражение2
Not	Возвращает значение «истина», если выражение ложно.	Not Выражение
Xor	Возвращает значение «истина», если истинно Выражение1 или Выражение2 (но не оба выражения).	Выражение1 Xor Выражение2

Специальные операторы

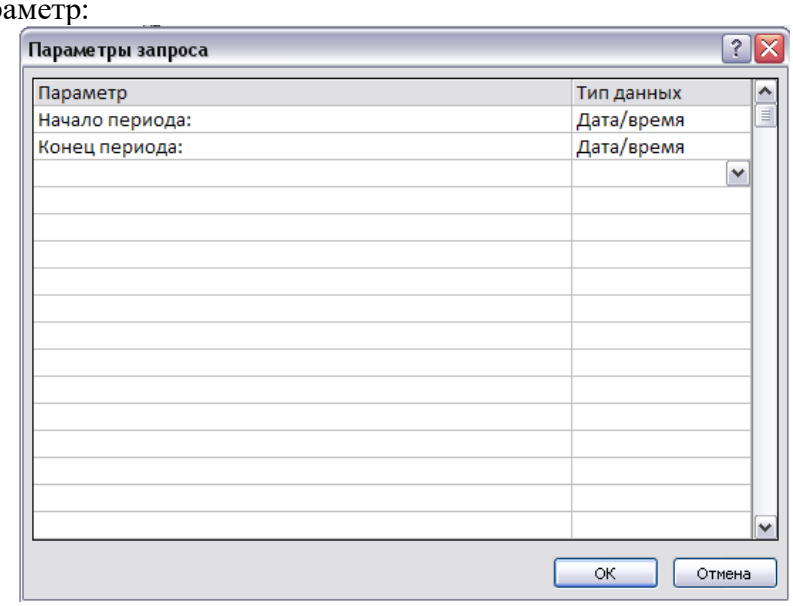
Принципы использования специальных операторов для возвращения значения «истина» или «ложь» представлены в следующей таблице.

Оператор	Назначение	Пример
Is Null или **Is Not Null**	Определяет, является ли значение Null или не Null.	Поле1 Is Not Null
Like «шаблон»	Сопоставляет строковые значения с помощью логических операторов **?** и *****.	Поле1 Like "инструк*"
Between значение1 And значение2	Определяет, попадает ли числовое значение или значение даты в указанный диапазон.	Поле1 Between 1 And 10 - ИЛИ - Поле1 Between #07-01-07# And #12-31-07#
In(значение1,значение2...)	Определяет, входит ли значение в набор значений.	Поле1 In ("красный","зеленый","синий") - OR - Поле1 In (1,5,7,9)

Выражения можно использовать и в запросах с параметрами, например, запрос по выборке книг, выданных в определенный период, будет выглядеть следующим образом:

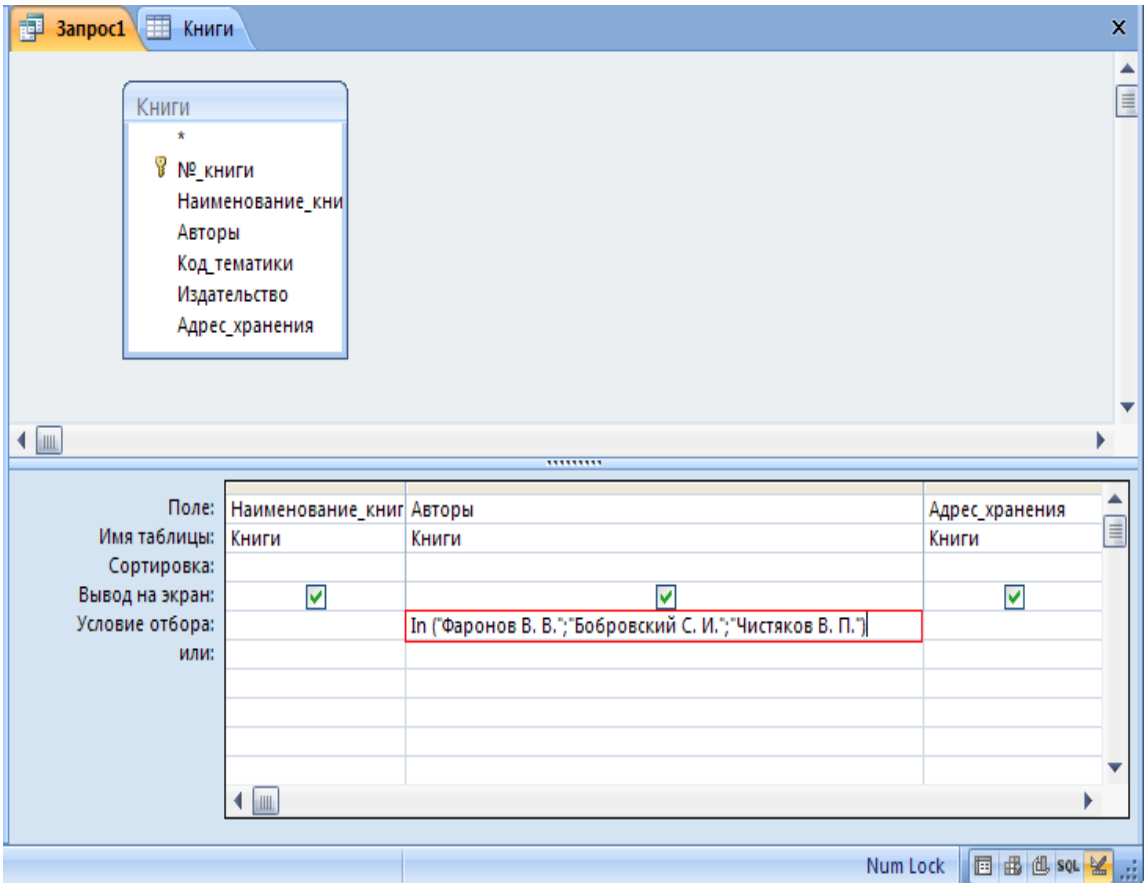


При вводе значений параметров типа *Дата* необходимо контролировать значения дат, для этого вызовите окно Параметры запроса (контекстное меню на свободном поле верхней панели запроса/ Параметры или Конструктор/ Показать или скрыть/ Параметры). В столбец *Параметр* введите значение параметра точно так, как он определен в условии отбора. В столбце *Тип данных* выберите из раскрывающегося списка тип *Дата/время.* Аналогично введите второй параметр:

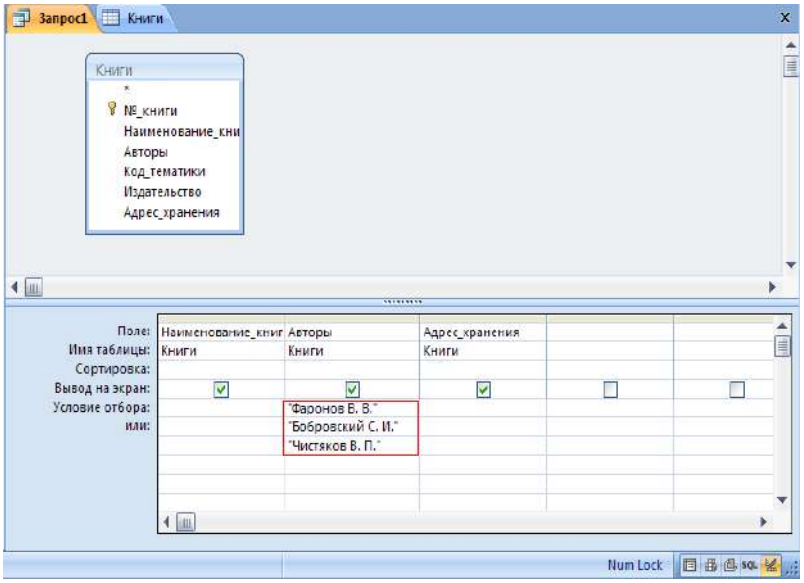


Пример использования специального оператора **In**. Пусть требуется отобрать книги нескольких авторов. Это можно сделать двумя способами:

1 способ



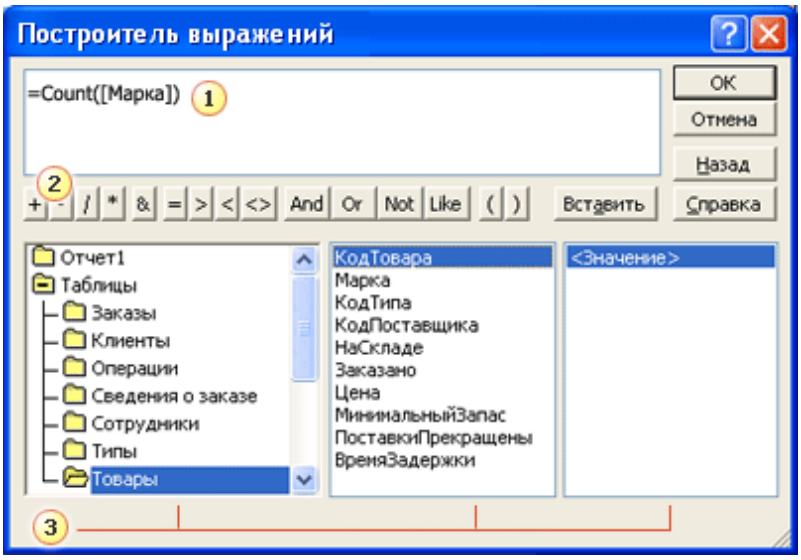
2 способ



Выражения можно формировать с помощью **Построителя выражений**. Это средство предоставляет удобный доступ к именам полей и элементов управления, используемым в базе данных, а также к множеству других встроенных функций, применяемых во время написания выражений.

Построитель выражений предоставляет возможность поиска и вставки компонентов выражения, которые сложно запомнить, например идентификаторов (имен полей, таблиц, форм, запросов и т. д.), а также имен и аргументов функций.

С помощью Построителя выражений можно написать выражение «с нуля» или выбрать одно из готовых выражений для отображения номеров страниц, текущей даты, а также текущей даты и времени.



1 Поле выражения

Верхняя область Построителя содержит поле выражения, применяемое для формирования выражения. Можно ввести выражение в поле вручную или выбрать нужные элементы из трех столбцов в нижней области построителя, а затем вставить их в поле выражения. Чтобы добавить элемент, дважды щелкните его и нажмите кнопку Вставить.

2 Кнопки операторов

В средней части Построителя выражений отображаются кнопки для вставки в выражение наиболее распространенных арифметических и логических операторов. Чтобы вставить оператор в поле выражения, нажмите соответствующую кнопку. Чтобы отобразить более длинный список операторов, которые можно использовать в выражениях, щелкните папку Операторы в левом нижнем столбце, содержащую элементы выражения, а затем щелкните нужную категорию в среднем столбце. В правом столбце отобразятся все операторы выбранной категории. Чтобы вставить оператор, дважды щелкните его.

3 Элементы выражения

В нижней области содержатся три столбца.

В левом столбце отображаются папки с таблицами, запросами, формами и отчетами в базе данных, а также доступные встроенные функции и заданные пользователем функции, константы, операторы и часто используемые выражения.

В среднем столбце отображаются определенные элементы или типы элементов из папки, выбранной в левом столбце. Например, если выбрать в левом столбце Встроенные функции, то в среднем столбце появится список типов функций.

Запуск Построителя выражений из запроса

Откройте запрос в режиме Конструктора.

Щелкните ячейку в бланке запроса, куда требуется вставить выражение. Например, щелкните ячейку Условие отбора в столбце, для которого требуется задать условие отбора, или ячейку Поле в столбце, где требуется создать вычисляемое поле.

На вкладке Конструктор в группе Настройка запроса щелкните Построитель.

Использование статистических функций в запросе

Другим типом расчетов, которые могут выполняться в запросе, является подсчет итоговых значений. Например, для числового поля таблицы можно вычислить среднее значение или

сумму значений для всех или отобранных записей, можно подсчитать количество записей, возвращаемых запросом, и т. д. В этих запросах используются статистические функции. Описание этих функций приведено в таблице.

Функция	Описание
Avg()	Вычисляет арифметическое среднее набора чисел, содержащихся в указанном поле запроса
Count()	Вычисляет количество непустых записей, возвращаемых запросом
First()	Возвращает значение поля из первой записи результирующего запроса
Last()	Возвращает значение поля из последней записи результирующего набора
Max()	Возвращает максимальное значение из набора, содержащегося в указанном поле
Min()	Возвращает минимальное значение из набора, содержащегося в указанном поле
Sum()	Возвращает сумму набора значений, содержащихся в заданном поле

Использование статистических функций для расчета итоговых значений тесно связано с применением групповых операций в запросе. Групповые операции позволяют задать группы, для которых выполняются вычисления. Ниже приведены примеры таких расчетов, как на всем множестве записей, так и на подмножествах, отобранных условиями в запросе.
Необходимо подсчитать количество книг в библиотеке по каждой тематике, для этого:

1) с помощью Конструктора создайте запрос на основе таблиц Книги и Тематика;
2) поместите в бланк запроса поля Наименование тематики и Наименование книги;
3) щелкните на кнопке 

Групповые операции на панели инструментов. В бланк запроса добавляется строка Групповая операция, содержащая по умолчанию в каждой ячейке значение Группировка;
4) для поля Наименование тематики оставьте значение Группировка, для поля Наименование книги выберите из списка функцию Count;
5) нажмите кнопку Запуск на панели инструментов для просмотра результатов запроса. Вы получите таблицу, которая содержит список тематик книг, и для каждой тематики указывается количество книг в библиотеке, относящихся к ней.

В предыдущем примере расчеты производились над всеми имеющимися в таблице Тематика записями. Однако иногда требуется выполнить вычисления только над отобранным набором записей. Для этого вместе с групповыми операциями необходимо использовать и параметры.

Способы объединения таблиц в запросах

Когда в запрос включатся несколько таблиц, для получения нужных результатов используются объединения. Объединение помогает извлечь из каждой включенной в запрос

таблицы только нужные записи, на основании сведений о том, как эти таблицы связаны с другими таблицами в запросе.

Существует следующие основные типы объединений: внутренние объединения и внешние.

Внутренние объединения — наиболее часто встречающийся тип объединений. Они представляют собой запросы, в которых строки одной из объединяемых таблиц соответствуют строкам другой таблицы по значениям в связанных полях. При выполнении запроса с внутренним объединением в операцию включаются только строки, имеющие одинаковые значения в обеих связанных таблицах.

Когда следует использовать внутреннее объединение?

Внутреннее объединение используется в том случае, когда запрос должен возвращать только те строки обеих таблиц объединения, значения связанных полей которых совпадают.

Как следует использовать внутреннее объединение?

В большинстве случаев для использования внутреннего объединения не нужно предпринимать каких-либо действий. Если ранее в окне схемы данных были созданы связи между таблицами, то при добавлении связанных таблиц в режиме конструктора запроса линии объединения создаются автоматически.

Внешние объединения представляют собой запросы, в которые включаются **все строки** одной таблицы, а также строки другой таблицы, значения которых в первой и второй таблице совпадают, несмотря на то, что некоторые из строк с обеих сторон полностью совпадают.

Внешние объединения являются направленными, они могут быть левыми или правыми. Можно легко понять, какая таблица в данном объединении является левой или правой, дважды щелкнув линию связи и посмотрев в диалоговое окно Параметры объединения.

Поскольку некоторые строки с одной стороны внешнего объединения не будут иметь в другой таблице соответствующих им строк, некоторые поля, принадлежащие другой таблице и возвращаемые в результатах запроса, будут иметь **пустые значения**.

Когда следует использовать внешнее объединение?

Используйте внешнее объединение, когда возникнет необходимость, чтобы в результаты объединения были включены все строки одной из таблиц и только те строки другой таблицы, значения связанных полей в которых соответствуют значениям связанных полей в первой таблице.

Как следует использовать внешнее объединение?

Внешние объединения создаются путем изменения внутренних объединений.

Пусть в таблице Тематика присутствует тематика, по которой нет книг в таблице Книги.

Рассмотрим различные варианты выбора книг по тематикам:

1) с помощью Конструктора создайте запрос на основе таблиц Книги и Тематика;
2) в режиме Конструктора запроса дважды щелкните объединение между таблицами, которое следует изменить. На экране появится диалоговое окно Параметры объединения. В этом окне обратите внимание на варианты: параметр 1 соответствует внутреннему объединению, параметр 2 – левое внешнее объединение, параметр 3 – правое внешнее объединение. Установите объединение **всех** записей из таблицы Тематика и только тех записей из таблицы Книги, в которых связанные поля совпадают;
3) В Microsoft Access отобразится объединение и стрелка, соединяющая источник данных, все строки которого включаются в объединение, с источником данных, из которого выбираются только строки, удовлетворяющие условию объединения;
4) нажмите кнопку Запуск на панели инструментов для просмотра результатов запроса. Вы получите таблицу, которая содержит список **всех** тематик книг, для каждой тематики указаны книги, относящиеся к ней, при этом одна их тематик будет иметь пустое значение;

5) установите для этой связи внутреннее объединение, просмотрите результат и сравните его с результатом внешнего объединения.

Индивидуальное задание

1. Создать запрос:
   a. выводящий информацию о книгах, взятых в определенный день;
   b. позволяющий отобрать всех читателей, записавшихся в библиотеку в октябре текущего года;
   c. подсчитывающий количество обращений читателей в библиотеку (предусмотреть ситуацию, когда читатель записался в библиотеку, но не брал книг, в этом случае запрос должен выдавать для такого читателя 0);
   d. выводящий информацию о книгах из всех тематик, содержащих корень «инфо» (например, «Информатика», «Информационные технологии в образовании»);
   e. выводящий фамилии задолжников вместе с названиями книг, которые они не вернули.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Саблина, г. В. Информатика : учебное пособие / г. В. Саблина, Д. С. Худяков. — Новосибирск : НГТУ, 2022. — 86 с. — ISBN 978-5-7782-4614-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/306272

2. Асташова, Т. А. Информатика : учебное пособие / Т. А. Асташова. — Новосибирск : НГТУ, 2021. — 66 с. — ISBN 978-5-7782-4403-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/216161

3. Гаврилов, М. В. Информатика и информационные технологии : учебник для вузов / М. В. Гаврилов, В. А. Климов. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 355 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15819-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://www.urait.ru/bcode/509820

4. Яшин, В. Н. Информатика : учебник / В.Н. Яшин, А.Е. Колоденкова. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 522 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1069776. - ISBN 978-5-16-015924-9. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1853592

Дополнительная литература

1. Жигалов, О. С. Информатика : учебное пособие / О. С. Жигалов, И. П. Проворова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 31 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/171448

2. Нечта, И. В. Введение в информатику : учебно-методическое пособие / И. В. Нечта. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. — 31 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/55471.html

Периодические издания

1. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева : науч.-производ. журн. / учредитель и издатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева». – 2009 - . – Рязань, 2020 - . - Ежекварт. – ISSN : 2077 – 2084 – Текст : непосредственный

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- ЭБС «Юрайт». - URL :https://urait.ru
- ЭБ РГАТУ. - URL :http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp

- Справочно-правовая система «Гарант». - URL :-http://www.garant.ru
- Справочно-правовая система «КонсультантПлюс». -URL :http://www.consultant.ru
- - Научная электронная библиотека elibrary. - URL :https://www.elibrary.ru/defaultx.asp
- Центральная научная сельскохозяйственная библиотека (ЦНСХБ) - URL :http://www.cnshb.ru
-Научная электронная библиотека КиберЛенинка. - URL :https://cyberleninka.ru
-Федеральный портал «Российское образование». - URL :http://www.edu.ru/documents/
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». - URL : http://window.edu.ru/
- Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. - URL :http://fcior.edu.ru/
- Polpred.com Обзор СМИ. - URL :http://polpred.com/

Министерство сельского хозяйства РФ

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»

Факультет экономики и менеджмента

Кафедра бизнес-информатики и прикладной математики

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Цифровая экономика» для студентов автодорожного факультета направления подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

Рязань 2024

УДК 681.142.37
ББК 32.81

Романова, Л.В.

Цифровая экономика: методические указания к практическим занятиям обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов [Электронный ресурс] – Рязань, ЭБС ФГБОУ ВО РГАТУ, 2024.

Указания содержат задания для практических занятий и методические указания по их выполнению.

Работа подготовлена на кафедре “Бизнес-информатика и прикладная математика”.

Рецензенты:

Текучев В.В., д.э.н., профессор кафедры «Бизнес-информатика и прикладная математика»

Ваулина О.А., доцент кафедры «Бухгалтерский учет, анализ и аудит»»

Содержание

Введение 4
РАЗДЕЛ 1. Условия возникновения и сущность цифровой экономики 5
Вопросы для устного опроса 5
Раздел 2. Технологические основы цифровой экономики 6
Вопросы для устного опроса 6
Практическая работа №1. Сбор данных с интернет ресурсов 6
Практическая работа №2. Интернет вещей 11
Практическая работа №3. Платформы цифровой экономики 15
Практическая работа №4. Использование цифровой подписи и шифрования электронных сообщений 18
Раздел 3. Организационные основы и структура цифровой экономики 23
Вопросы для устного опроса 23
Практическая работа №5. Применение современных информационных и коммуникационных технологий в профессиональной деятельности 23
Практическая работа №6. Решение проблем цифровой безопасности 27
Раздел 4. Функции государства и правовое обеспечение цифровой экономики 29
Вопросы для устного опроса 29
Практическая работа №7. Информационная и коммуникационная инфраструктура государства 29
Раздел 5. Перспективные направления и сервисы цифровой экономики 32
Вопросы для устного опроса 32
Практическая работа №8. Система критериев для оценки развития цифровой экономики 32

Введение

Современное человеческое общество живет в период, характеризующийся небывалым ростом объема информационных потоков. Вполне очевидно, что к известным видам ресурсов - материальным, трудовым, энергетическим, финансовым - прибавился новый, ранее не учитываемый, - информационный. Только на основе своевременного пополнения, накопления, переработки информационного ресурса, т.е. владения достоверной информацией, возможно рациональное управление любой сферой человеческой деятельности, правильное принятие решений. На фоне проникновения и развития информационных процессов в отраслях экономики, постепенно начинают развиваться такие формы ведения хозяйственной деятельности как Интернет-магазины, Интернет-банки, платежные системы, появляться новые виды денежных знаков (виртуальные валюты), строиться новая отрасль экономики - «цифровая экономика».

Внедрение элементов цифровой экономики необходимо для развития и повышения эффективности сельскохозяйственного производства, всех отраслей агропромышленного комплекса.

Подготовка специалиста в области эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов в современных условиях должна ориентироваться в том числе на широкое использование средств вычислительной техники и новых информационных технологий, обеспечивающих автоматизацию профессиональной деятельности.

Целью выполнения практических работ по дисциплине «Цифровая экономика» является изучение теоретических основ и принципов развития цифровой экономики, формирование знаний и представлений о возможностях и принципах функционирования ее основных компонентов.

РАЗДЕЛ 1. Условия возникновения и сущность цифровой экономики

Вопросы для устного опроса

1. В чем заключается экономический эффект от перехода к цифровой экономике?
2. Как изменяется характер издержек производства в условиях цифровой экономики?
3. Чем определяется готовность перехода к цифровой экономике? Проведите межстрановой анализ на основе международной статистики для выбранных стран.
4.Сущность и особенности цифровой экономики
5. Свойства цифровых технологий и определения цифровой экономики.
6. Закономерности развития цифровой экономики.
7. Последствия цифровизации.
8. Четвертая промышленная революция и информационная глобализация.
9. Информационная экономика как основа развития цифровой экономики.
10. Основные характеристики и возможности сетевой экономики.
11. Новые экономические законы.
12. Влияние информационной экономики на участников рынка.
13. Цифровая экономика как дальнейшее развитие информационной экономики.

Раздел 2. Технологические основы цифровой экономики

Вопросы для устного опроса

1. Четвертая промышленная революция и технологические основы цифровой экономики
2. Цифровая трансформация отраслей экономики
3. Стратегии перехода к цифровой экономике: проблемы и риски.
4. Проблема информационной и экономической безопасности в цифровой экономике
5. Характеристики техники и технологий в цифровой экономике.
6. Технологии будущего.
7. Свойства цифровых технологий. Большие данные и аналитика.
8. Приведите примеры используемых в мире криптовалют.
9. Партнерство и открытость бизнеса.
10. Практическое внедрение блокчейн-технологии.
11. Цифровизация процессов в сфере инновационной деятельности.
12. Кластеры как драйверы развития цифровой экономики

Практическая работа №1. Сбор данных с интернет ресурсов

Цель работы: знакомство с функциональными возможностями инструментальной среды сетевой экономики: торговых досок объявлений, Интернет-аукционов, предприятий сетевой торговли, систем Интернет-банкинга.

Задание на работу:

1. Ознакомьтесь с принципами построения и функционирования типовой электронной торговой доски объявлений.
2. Ознакомьтесь с информацией об аукционе *eBay*, получите представление о возможностях аукциона для бизнеса.
3. Ознакомьтесь с принципами построения и особенностями работы Интернет-магазинов.
4. Ознакомьтесь с принципами построения, особенностями организации и функциональными возможностями систем Интернет-банкинга.

Технология выполнения работы

1. Работа с электронной торговой доской объявлений

1.1. Зарегистрируйтесь в качестве клиента почтового сервиса (электронной почты) на одном из серверов сети Интернет, например:

- *www.yandex.ru*
- *http://mail2000.ru*
- *http://hotbox.ru*
- *www.mail.ru*
- *www.chat.ru*
- *http://mail.userline.ru* (сервис платный)

– *www.zenon.net/about/publications/0400.html*
– *www.mail15.com* или других.

Обязательно ознакомьтесь с правилами пользования электронной почтой, размещенными на соответствующем сервере. Обменяйтесь почтовыми сообщениями друг с другом.

1.2. С главной страницы сайта почтовой службы *Userline* посетите бесплатную доску объявлений. Используйте для этого одну из следующих гиперссылок: *Доска объявлений* (внутренний ресурс) или *Бесплатная доска объявлений* (внешний ресурс).

1.3. Ознакомьтесь с принципами построения и правилами работы с доской объявлений для продавцов и покупателей (рис. 1).

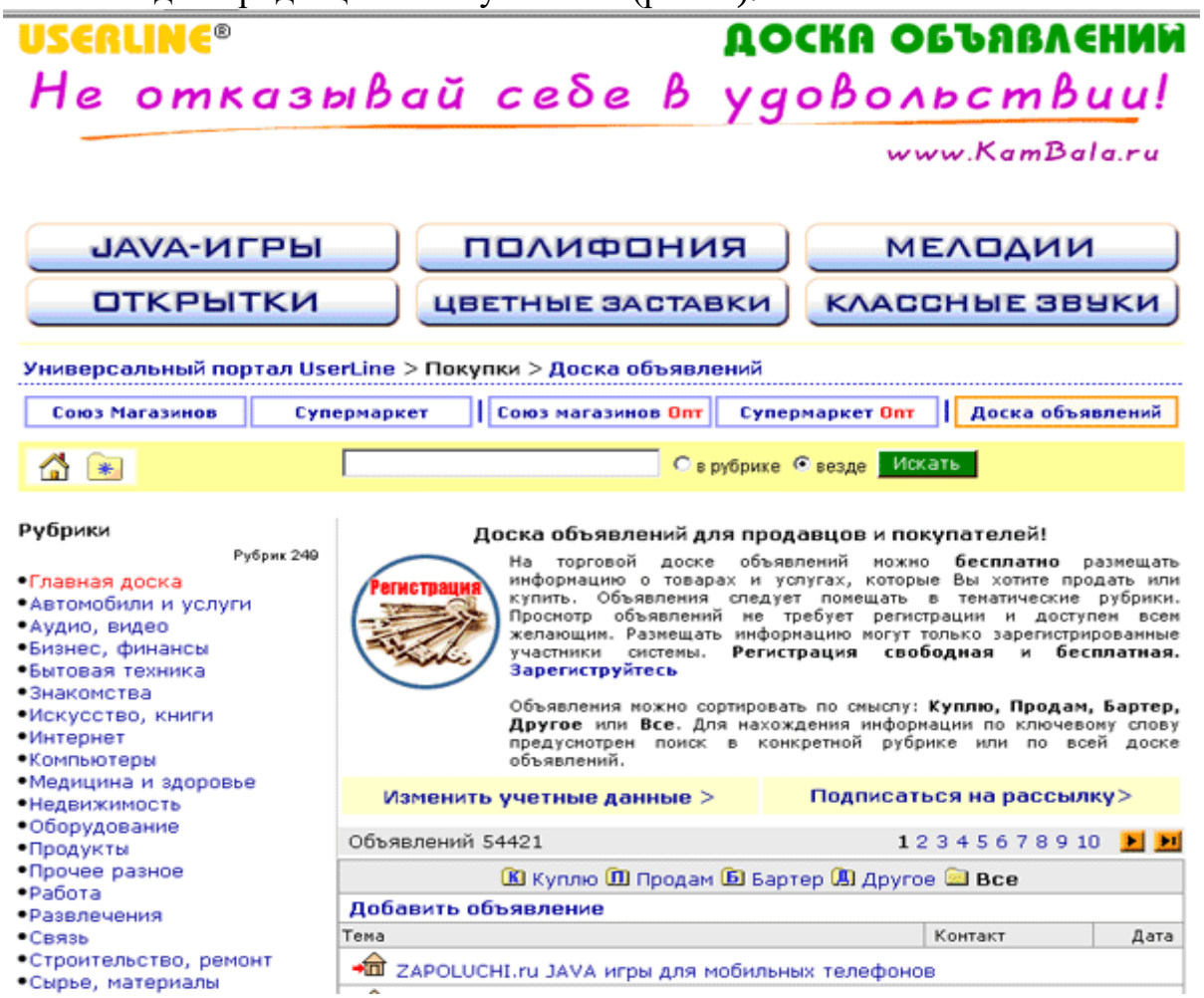


Рисунок 1. Доска объявлений почтовой службы *Userline*

1.4. Зарегистрируйтесь как клиент доски объявлений.

1.5. Вернитесь на главную страницу доски объявлений, выберите две рубрики или более (рубрику *Бизнес, финансы* выберите обязательно) и прочитайте опубликованные объявления.

1.6. Одно из объявлений рубрики *Бизнес, финансы* скопируйте и поместите в тело электронного письма, которое будет позже направлено вами по адресу, указанному преподавателем.

Сформулируйте вывод о возможности использования бесплатной доски объявлений в вашем бизнесе (для покупок и продаж, оказания или получения услуг).

2. Знакомство с принципами работы аукциона *eBay*

2.1. Ознакомьтесь с информацией об аукционе *eBay*.

2.2. Перейдите на страницу *Русскоязычная инструкция по регистрации*. Ознакомьтесь с приведенным текстом.

2.3. Зайдите на главную страницу аукциона *eBay* (внешний ресурс, рис. 2):



Рисунок 2. Главная страница аукциона *eBay*

Ознакомьтесь с текущей ценой товаров, выставленных на продажу (рис. 3).



Рисунок 3. Лоты с ноутбуками, выставленными на продажу на аукционе *eBay*

2.4. Сформулируйте предварительные выводы о возможностях использования данного аукциона для покупки вами товаров, а также в вашем личном бизнесе или бизнесе компании.

3. Знакомство с принципами организации и особенностями работы Интернет-магазинов

3.1. Посетите торговую систему *Союз магазинов* почтовой службы *Userline*. Ознакомьтесь с описанием торговой системы *Союз магазинов*. Последовательно используйте гиперссылки *О Союзе магазинов* и *Принцип работы*.

3.2. Посетите любой из интересующих вас магазинов *Союза магазинов*. Выберите товар, который вы хотели бы «купить». Выполните последовательно все операции, связанные с покупкой этого товара (за исключением заключительной операции — «Заказать»). Скопируйте экран с предпоследней операцией по оформлению покупки, например такой (рис. 4):

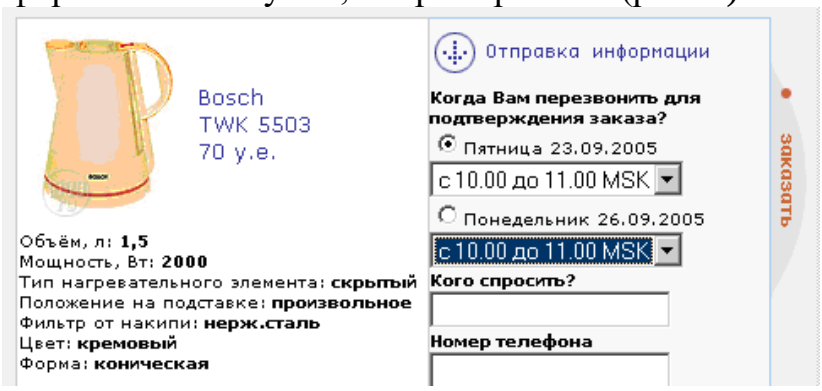


Рисунок 4. Копия экрана с предпоследней операцией по оформлению покупки

Поместите копию также в тело создаваемого электронного письма.

3.3. Ознакомьтесь со статусами заказов в Интернет-магазине на примере магазина *Озон* (внешний ресурс).

3.4. С главной страницы поисковой системы *Яndex* (внешний ресурс) по гиперссылке *Маркет* перейдите на страницу с каталогами Интернет-магазинов (рис. 5).

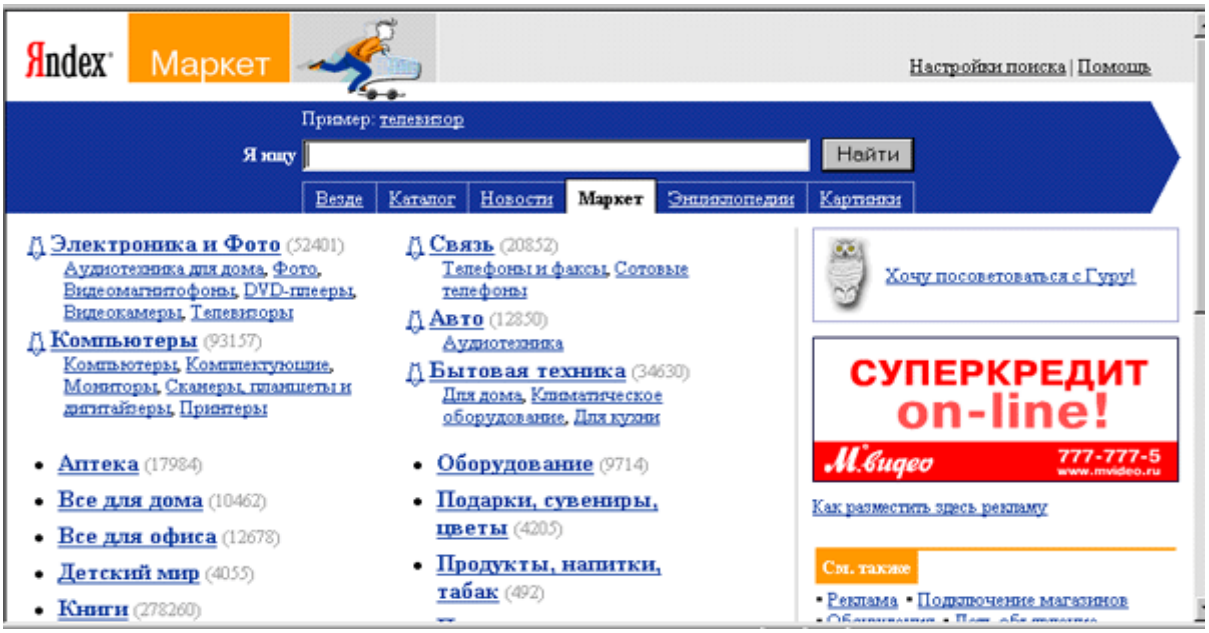


Рисунок 5. Страница с перечнем каталогов Интернет-магазинов

3.5. «Зайдите» в один из Интернет-магазинов и совершите виртуальную прогулку по этому магазину. Посмотрите, как оформлена его витрина, обратите внимание на особенности работы магазина при покупке отобранного вами товара.

Сравните процедуры покупки товара в магазинах поисковой системы *Яndex* и торговой системы *Союз магазинов*. Сформулируйте выводы.

3.6. Ознакомьтесь с сервисом сетевой экономики — *Навигатором по электронной коммерции* (рис. 6). Используйте кнопки «*Где купить*», «*Куда сходить*», «*Как платить*».

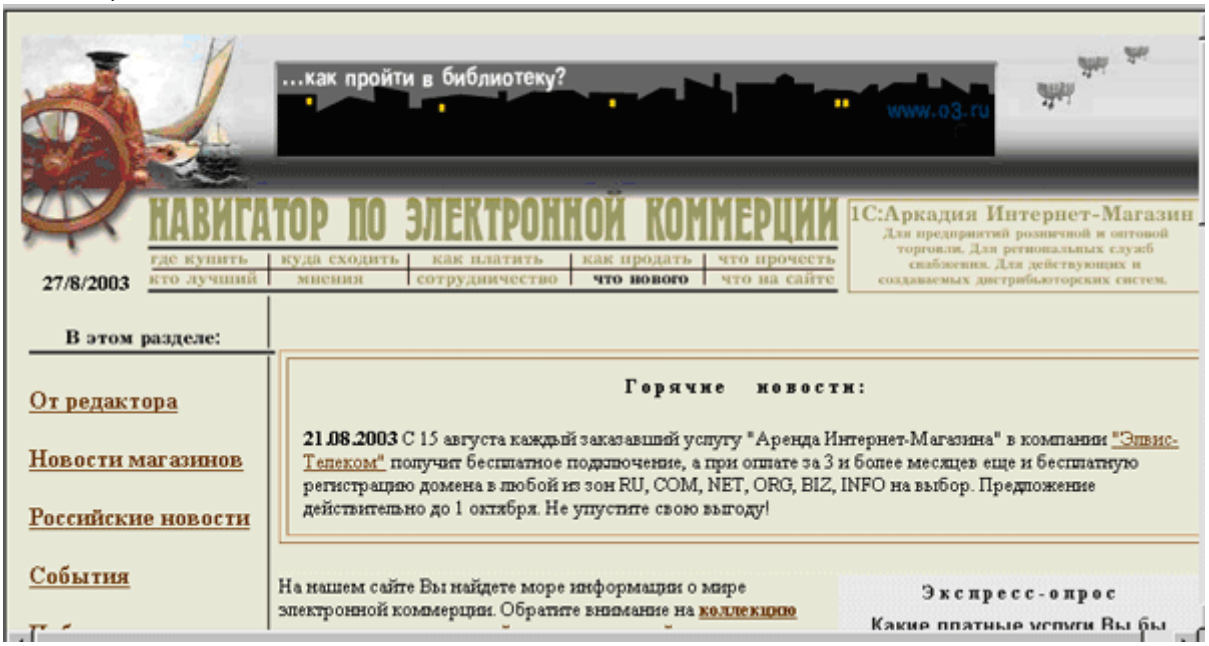


Рисунок 6. Навигатор по электронной коммерции

Ознакомьтесь с описанием российских платежных систем, используемых в качестве одного из основных инструментариев сетевой экономики. Обратите внимание на платежную систему *Киберплат*.

3.7. Скопируйте резюме любой платежной системы, вставьте его в тело создаваемого электронного письма. В окне «Тема:» электронного письма приведите свою фамилию и отправьте письмо по адресу, указанному преподавателем.

Практическая работа №2. Интернет вещей

Цель работы: получение навыков установки на компьютере *Интернет.Кошелька* (по технологии *PayCash*) и работы с ним, знакомство с используемыми в кошельке информационными сервисами, а также с торговым рядом, подключенным к кошельку.

Задание на работу:

1. Выполните установку *Интернет.Кошелька* (кошелька) в вашей персональной папке.
2. Пополните кошелек деньгами по технологии перевода денег со счета на счет.
3. Ознакомьтесь с основными информационными сервисами кошелька.
4. Познакомьтесь с особенностями торгового ряда сети Интернет, связанного с кошельком.

Технология выполнения работы

1. Установка *Интернет.Кошелька* платежной системы *Яндекс.Деньги*

1.1. Ознакомьтесь с краткой информацией о компании *PayCash*.

1.2. Установите *Интернет.Кошелек* (внешний ресурс) на компьютер. Используйте для этого самораспаковывающийся файл *iWalletSetup_corrs* (Файл *iWalletSetup_corrs* скопируйте в свою папку из папки *Free_access* на «pc1»(X:)\Цифровая экономика).

В ходе диалога:

1) снимите галочки в окнах (рис. 7):

– создать группу в меню программ,
– добавить ярлык кошелька на панель быстрого доступа;

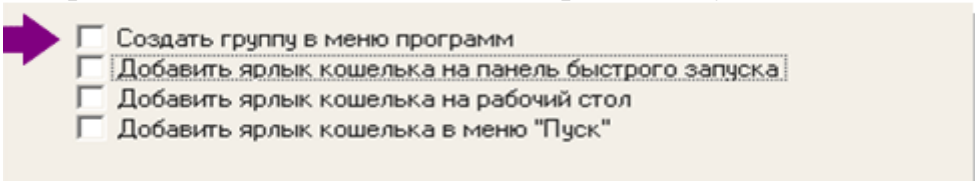


Рисунок 7.Окно ресурса управления запуском кошелька

2) задайте полный путь к кошельку, который разместите в специально созданной папке *iWallet* в вашей персональной папке:

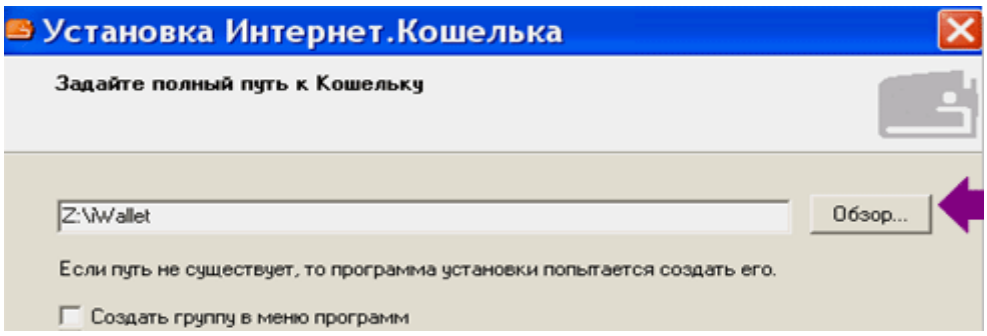


Рисунок 8. Задание пути к папке *iWallet* для установки кошелька

3) счет откройте в *Процессинговом центре* (*Экомбанке — Банке электронной коммерции*). Наблюдайте результат — созданный *Интернет.Кошелек* (рис. 9).

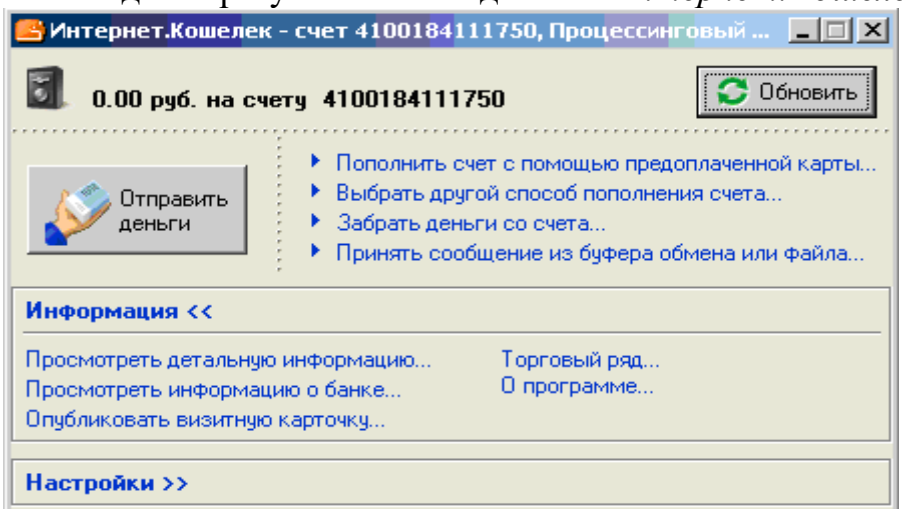


Рисунок 9. Внешний вид *Интернет.Кошелька*

2. Пополнение кошелька деньгами

Пополните кошелек деньгами по технологии перевода денег со счета на счет. Номер вашего счета отправителю денег направьте с помощью визитной карточки кошелька.

2.1. Создайте визитную карточку кошелька.

Для этого щелкните по гиперссылке кошелька «*Опубликовать визитную карточку...*» (рис. 10), укажите свои персональные данные, включая адрес электронной почты, сохраните заданный по умолчанию способ публикации — *Для отправки по электронной почте*;

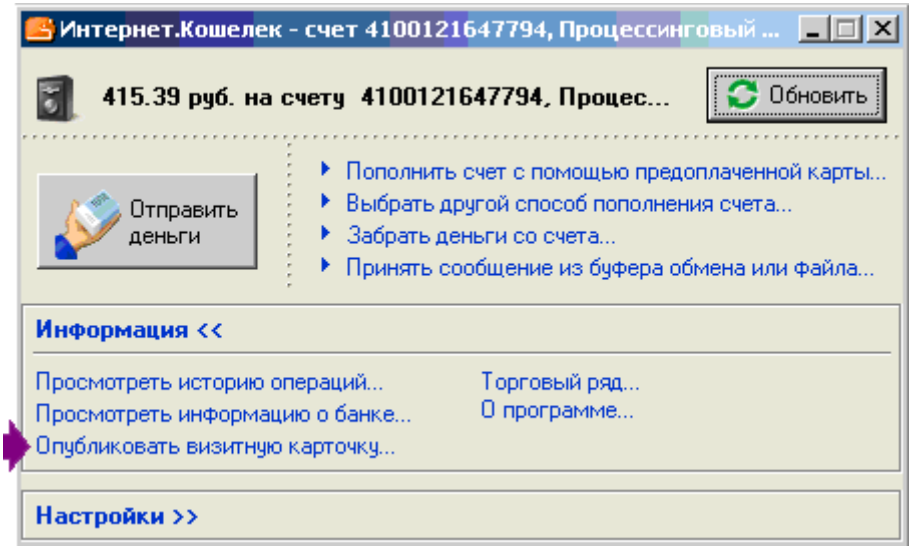


Рисунок 10. Гиперссылка кошелька «*Опубликовать визитную карточку...*»

Внимание: результатом создания визитной карточки на данном этапе работы является информационный массив, расположенный в буфере компьютера и внешне не наблюдаемый.

2.2. Отправьте созданную визитную карточку по электронной почте получателю вашей визитной карточки — другому студенту из вашей подгруппы — отправителю денег.

Для этого:

1) вставьте информационный массив из буфера компьютера в тело электронного письма (обратите внимание на две части текста: незакодированную, содержащую сведения о письме и технологии работы с ним, и закодированную — визитную карточку кошелька);

2) отправьте по e-mail из вашего почтового ящика письмо, содержащее закодированную визитную карточку кошелька, студенту — отправителю денег из своего кошелька в ваш кошелек.

2.3. Получите визитную карточку кошелька, в который вы планируете перевести деньги из своего кошелька.

Для этого:

1) получите по электронной почте письмо с визитной карточкой кошелька;

2) скопируйте в буфер письмо с визитной карточкой кошелька;

3) декодируйте визитную карточку кошелька — получателя денег с помощью вашего кошелька, использовав команду «*Принять сообщение из буфера обмена или файла...*».

Наблюдайте результат (рис. 11):

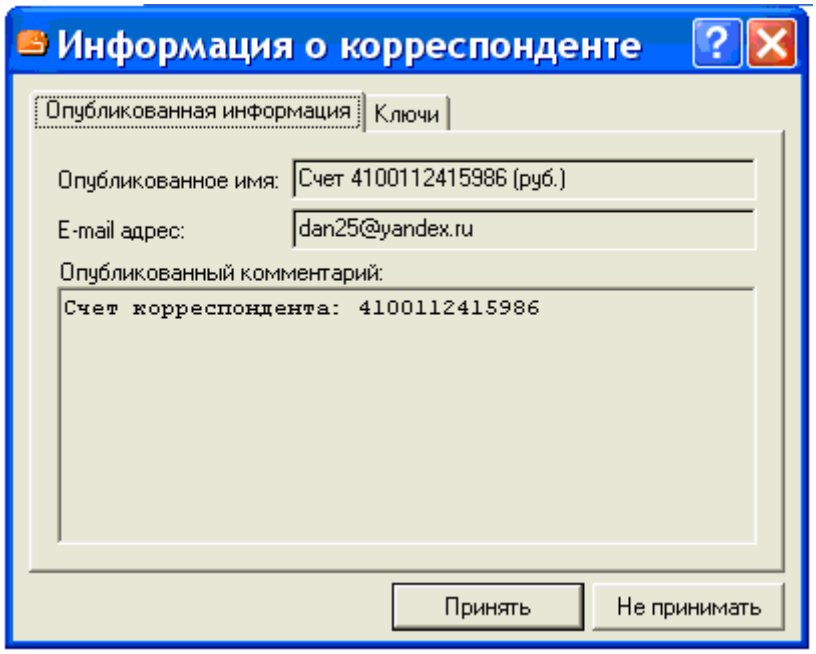


Рисунок 11. Визитная карточка кошелька

2.4. Отправьте из своего кошелька некоторую сумму на счет кошелька — получателя вашего платежа. Щелкните для этого по кнопке кошелька «*Отправить деньги*» (рис. 12).

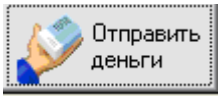


Рисунок 12. Кнопка кошелька «Отправить деньги»

2.5. Выполните действия, связанные с отправкой денег. Имя получателя и номер счета введите, щелкнув по строке корреспондента в окне Список корреспондентов (рис. 13).

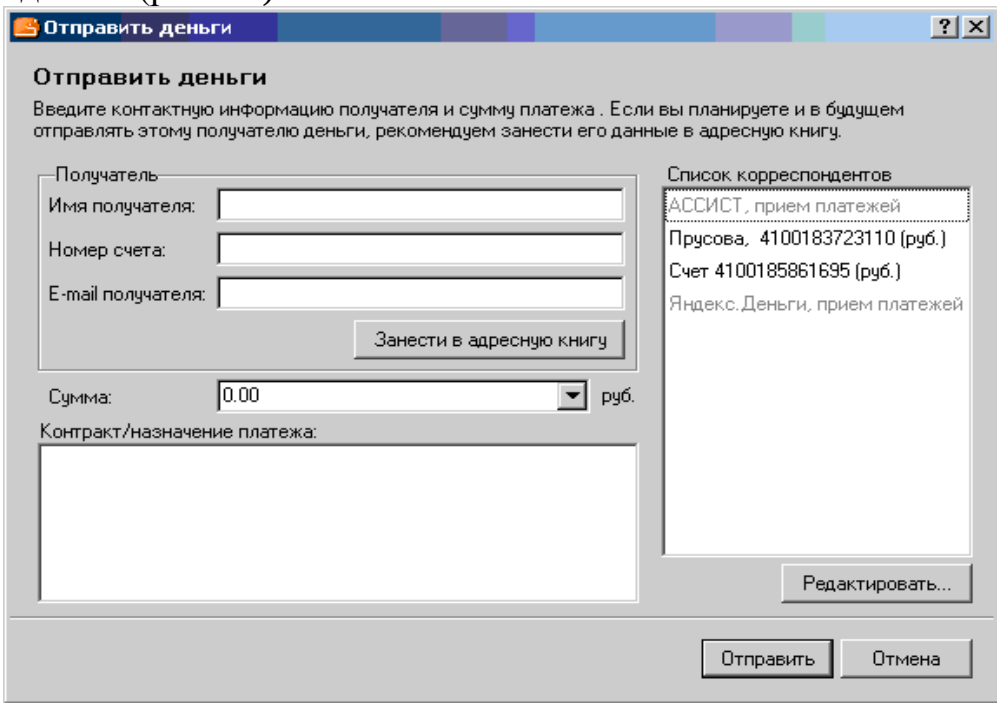


Рисунок 13. Диалоговое окно «Отправить деньги»

3. Знакомство с информационными сервисами кошелька

3.1. Щелкните по гиперссылкам кошелька «*Информация «/Посмотреть детальную информацию…*», а затем последовательно по кнопкам «*Платежи*» (рис. 14) и «*Зачисления*»:

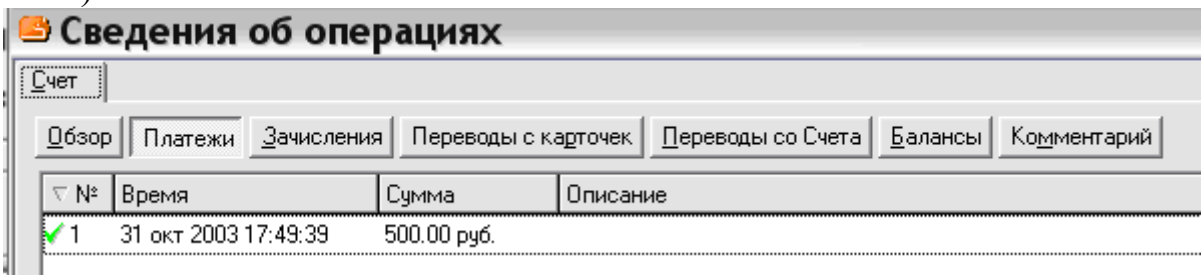


Рисунок 14 . Закладка «*Платежи*» формы «*Сведения об операциях*»

Ознакомьтесь с приведенными текстами.

3.2. Двойным щелчком по строке платежа или с помощью контекстного меню откройте форму «*Сведения об исходящем платеже со счета*» (рис. 15) и щелкните последовательно по закладкам «*Получатель*» и «*Контракт*».

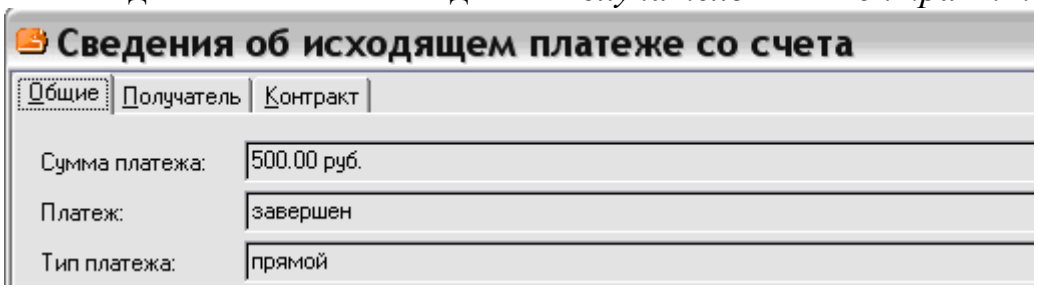


Рисунок 15. Форма «*Сведения об исходящем платеже со счета*»

Наблюдайте полученные результаты.

4. Знакомство с торговым рядом кошелька

Посетите торговый ряд кошелька (гиперссылка из кошелька «*Торговый ряд…*»). Сравните возможности данного торгового ряда и сети Интернет-магазинов платежной системы *Webmoney*.

Практическая работа №3. Платформы цифровой экономики

Цель работы: установка на компьютере *Яндекс.Кошелька*, получение навыков работы с кошельком, знакомство с используемыми в системе сервисами общего назначения, знакомство с технологией *PayCash*.

Задание на работу:

1. Установите на компьютере *Яндекс.Кошелек* (кошелек).
2. Выполните операции пополнения кошелька и перевода денег в другой кошелек.
3. Ознакомьтесь с основными сервисными функциями кошелька.
4. Ознакомьтесь с описанием и возможностями платежной системы *Яндекс.Деньги*.
5. Ознакомьтесь с назначением и описанием технологии *PayCash*.

Технология выполнения работы

1. Установка кошелька платежной системы *Яндекс.Деньги*

1.1. По гиперссылке «*Активировать кошелек* (внешний ресурс)» главной страницы платежной системы *Яндекс.Деньги* выполните операции, связанные с установкой кошелька на сайте системы.
Наблюдайте результат (рис.16).

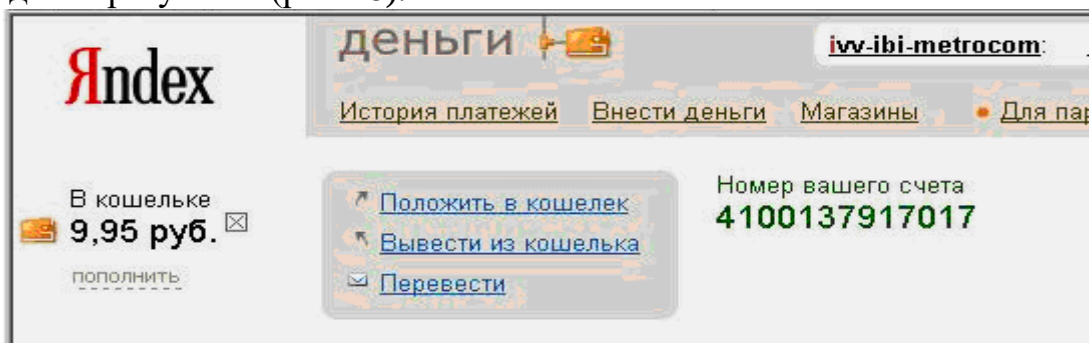


Рисунок 16. Фрагмент установленного кошелька

1.2. Пополните свой кошелек деньгами.
Используйте для этого ваш *Интернет.Кошелек*, установленный на компьютере в практической работе №2.
1.3. Отправьте из своего *Яндекс.Кошелька* некоторую сумму на счет другого студента — получателя вашего платежа.
Заполните для этого форму (рис. 17), вызываемую из кошелька по гиперссылке «*Перевести*».

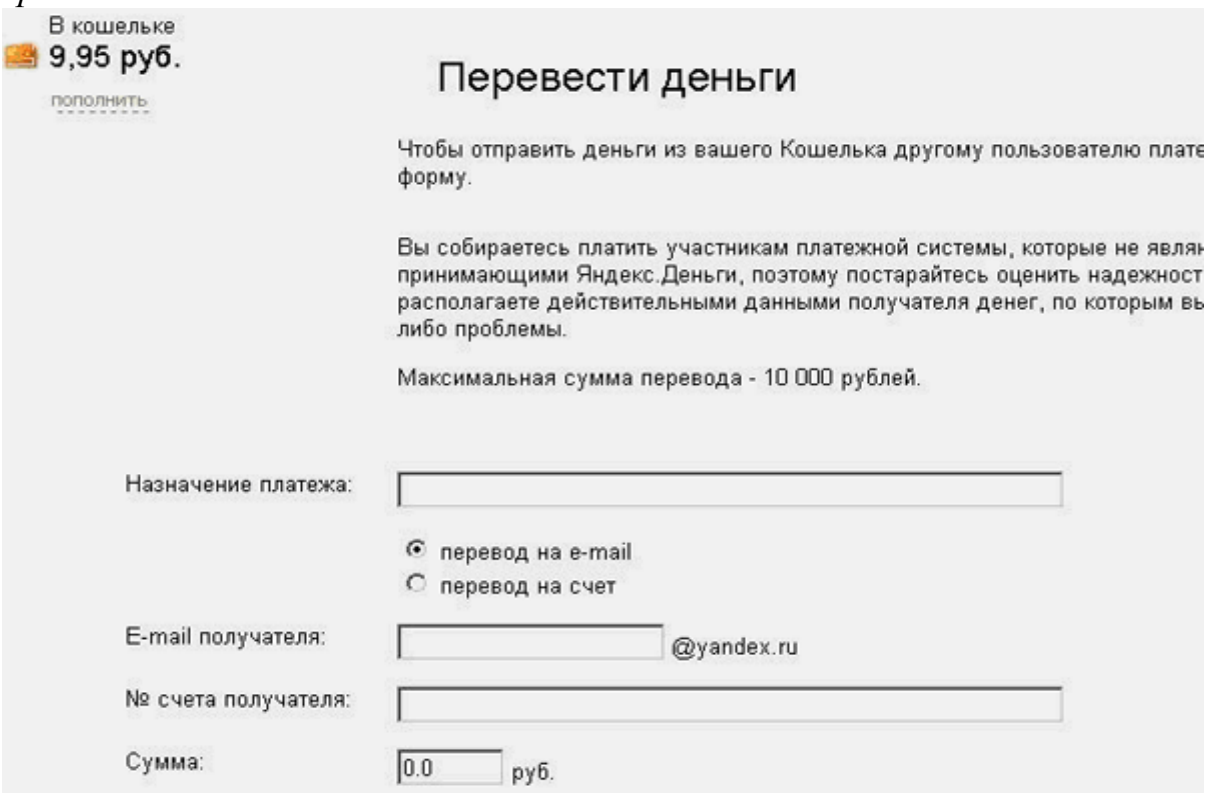


Рисунок 17. Форма кошелька для перевода денег

1.4. Предложите кому-либо из студентов перевести из его *Яндекс.Кошелька* в ваш кошелек некоторую денежную сумму.
2. Знакомство с сервисными функциями кошелька
2.1. Щелкните по гиперссылке кошелька «*История платежей*».

Ознакомьтесь с приведенными на странице «*История платежей*» текстами (рис. 18). Обратите внимание на все заголовки таблицы, содержащей сведения об истории платежей.

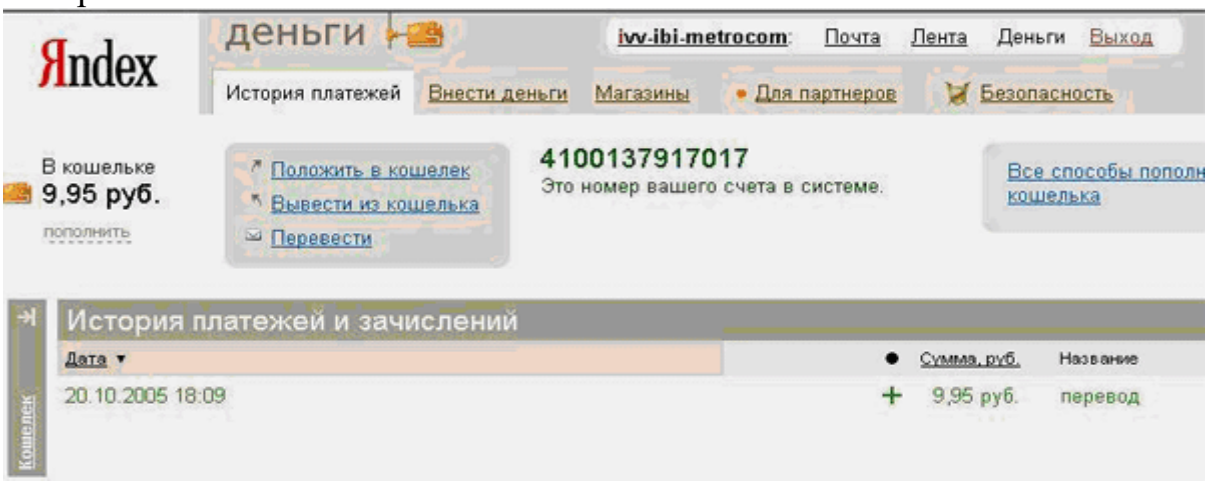


Рисунок 18. Станица кошелька «История платежей»

2.2. Посетите страницу «*Для партнеров*». Для этого щелкните по одноименной гиперссылке кошелька. Оцените возможности кошелька, связанные с обеспечением бизнес-деятельности партнеров платежной системы *Яндекс.Деньги*, реализуемые через *Яндекс.Кошелек*.

3. Описание и основные возможности платежной системы *Яндекс.Деньги*

3.1. Посетите главную страницу платежной системы, щелкнув по гиперссылке «*Яndex.Деньги* (внешний ресурс)» или «*Главная* (внутренний ресурс)». Ознакомьтесь с ее содержанием. Обратите внимание на перечень операторов мобильной связи в вашем городе, услуги которых можно оплатить с использованием системы *Яndex.Деньги* прямым переводом денег из кошелька в кошелек.

3.2. Ознакомьтесь с общей характеристикой системы *Яндекс.Деньги*, щелкнув по гиперссылке «*Почитать здесь* (внешний ресурс)», или «*Что такое Яндекс.Деньги?* (внутренний ресурс)», или «*Что это такое* (внутренний ресурс)».

3.3. Перейдите на страницу, содержащую информацию о проекте *Яndex.Деньги* (гиперссылка «*Как использовать*»). Ознакомьтесь с приведенным текстом. Обратите внимание на описание схемы работы системы *Яндекс.Деньги*.

3.4. Посетите страницы, содержащие *Соглашение об использовании системы Яндекс.Деньги* (на технологии *PayCash*) и *Лицензионное соглашение*. Ознакомьтесь с текстами соглашений. Ответьте на вопрос: «На каких условиях пользователь может расторгнуть договор?»

3.5. По гиперссылке «*Вопросы и ответы* (внешний ресурс)» или «*Вопросы* (внутренний ресурс)» получите ответы на следующие вопросы:

— Где конкретно лежат мои деньги?
— Какая комиссия взимается за операции с *Яндекс.Деньгами*?
— Как система *Яндекс.Деньги* защищена от мошенников?
— Какая валюта используется в системе *Яндекс.Деньги*?
— Есть ли у меня счет или только кошелек?

3.6. По гиперссылке «*Магазины* (внешний ресурс)» или «*Магазины* (внутренний ресурс)» посетите страницу системы, содержащую гиперссылки на сеть Интернет-магазинов, поддерживающих оплату товаров и услуг в системе *Яндекс.Деньги*. Обратите внимание на тематический перечень гиперссылок. Для более детального знакомства выберите:
1) одну услугу — оплата мобильных телефонов (гиперссылки «*Мобильная связь»* и «*Оплата мобильных телефонов*»). Ответьте на вопрос: «Для какой тарифной платформы нельзя осуществить прямое пополнение лицевых счетов?»
2) какой-либо Интернет-магазин. Обратите внимание на наличие скидок. Поместите здесь копию соответствующего экрана:
4. Технология *PayCash* и платежные системы на ее основе
4.1. Ознакомьтесь с общим описанием платежной системы *PayCash* и *Платежной технологии*. Ответьте на вопрос: «Что такое цифровая наличность (цифровые деньги, электронные деньги)?»
4.2. Ознакомьтесь с перечнем и описанием патентов, лицензий и наград системы *PayCash*.
4.3. Ознакомьтесь с некоторыми публикациями о системе *PayCash*. Используйте для этого соответствующие гиперссылки.
4.4. Посетите страницу ежедневной деловой газеты «*Бизнес*». Поместите здесь фрагмент статьи А. Голициной «Виртуальная кубышка», наиболее, с вашей точки зрения, соответствующий теме данной практической работы.
4.5. Ознакомьтесь со списком и назначением *форумов* платежной системы *PayCash*, технологией создания *нового сообщения*, *примером* сообщения.
4.6. Получите представление о местоположении головного офиса компании «*PayCash*».

Практическая работа №4. Использование цифровой подписи и шифрования электронных сообщений

Цель работы: Освоить технологию шифрования и дешифрования информации в среде электронной таблицы с использованием шифра Цезаря.

Шифр Цезаря является частным случаем шифра простой замены (одноалфавитной подстановки). Свое название этот шифр получил по имени римского императора Гая Юлия Цезаря, который использовал этот шифр при переписке. При шифровании исходного текста каждая буква заменяется другой буквой того же алфавита по следующему правилу. Заменяющая буква определяется путем смещения по алфавиту к концу от исходной буквы на k букв. При достижении конца алфавита выполняется циклический переход к его началу.

Например: пусть A – используемый алфавит:

$$A=\{a1, a2,\ldots,am,...,aN\},$$

где a1, a2,…,am,...,aN – символы алфавита; N ширина алфавита.

Пусть k – число позиций сдвига символов алфавита при шифровании, 0<k<N. При шифровании каждый символ алфавита с номером m из кодируемого текста заменяется на символ этого же алфавита с номером m+k. Если m+k >N, номер символа в алфавите А определяется как m+k-N.

Для дешифрования текстовой информации номер позиции символа восстанавливаемого текста определяется как m-k. Если m-k<0, то вычисление этого номера производится как m-k+N.

Достоинством этой системы является простота шифрования и дешифрования. К недостаткам системы Цезаря следует отнести:

- подстановки, выполняемые в соответствии с системой Цезаря, не маскируют частот появления различных букв исходного и отрытого текста;
- сохраняется алфавитный порядок в последовательности заменяющих букв;
- при изменении значения k изменяются только начальные позиции такой последовательности;
- число возможных ключей k мало;
- шифр Цезаря легко вскрывается на основе анализа частот появления букв в шифре.

Порядок выполнения работы

1. Войти в среду электронной таблицы. Создать новый документ, перейти на второй лист этого документа. Начиная с ячейки А1 до А40 набрать алфавит, как показано на рис. 19.

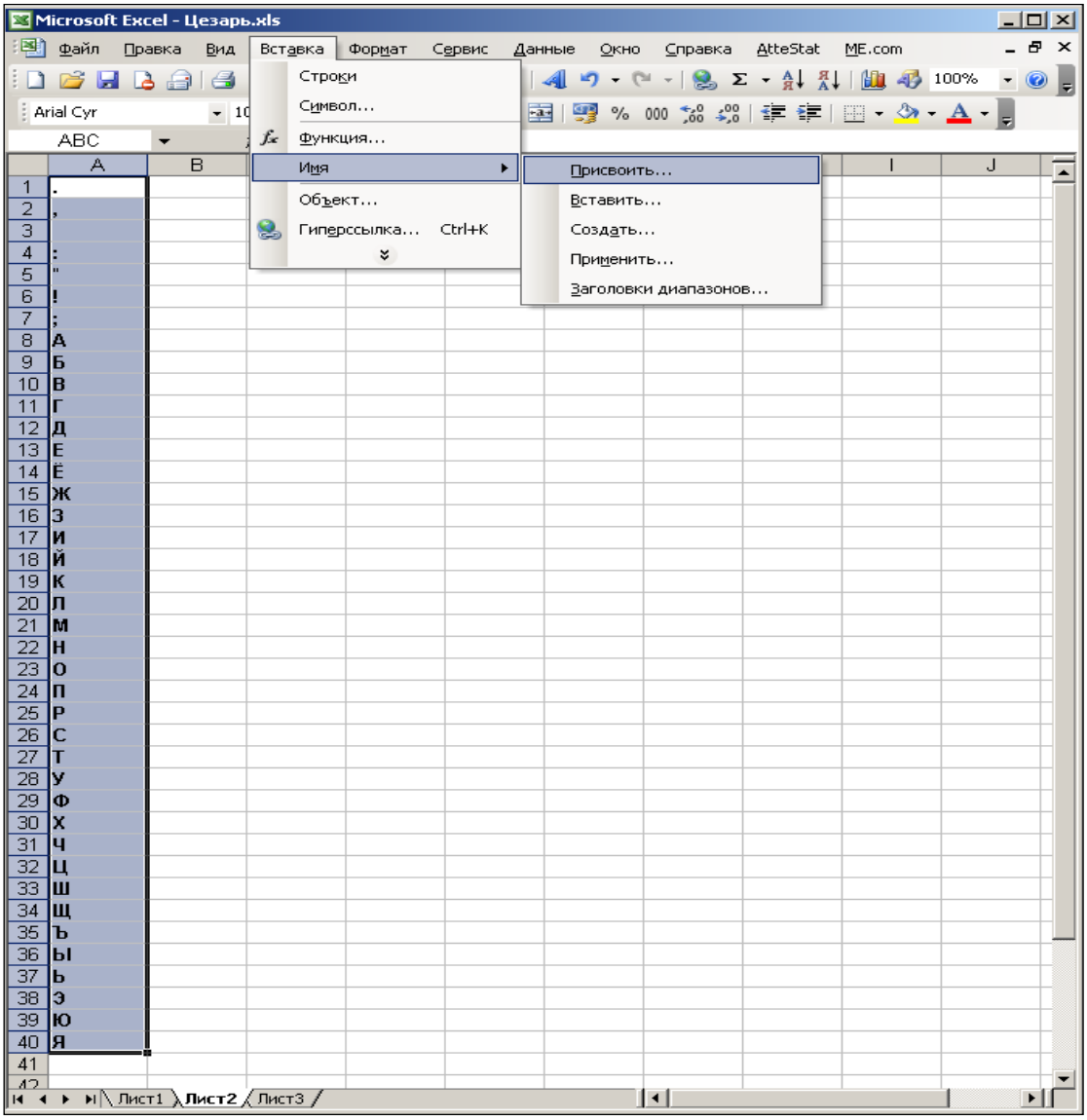


Рисунок 19. Алфавит символов шифра Цезаря

Выделить весь диапазон алфавита и назначить ему имя “ABC” командой Вставка→ Имя→ Присвоить (см. рис. 20).

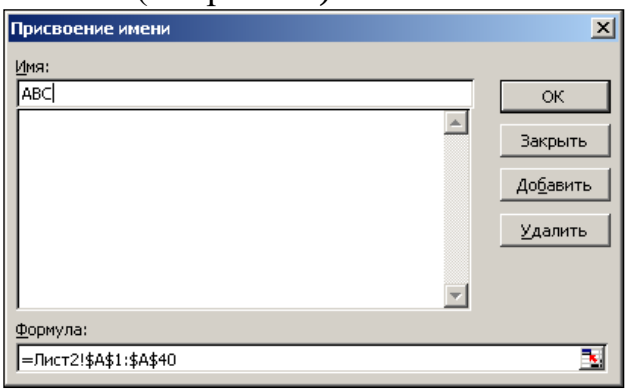
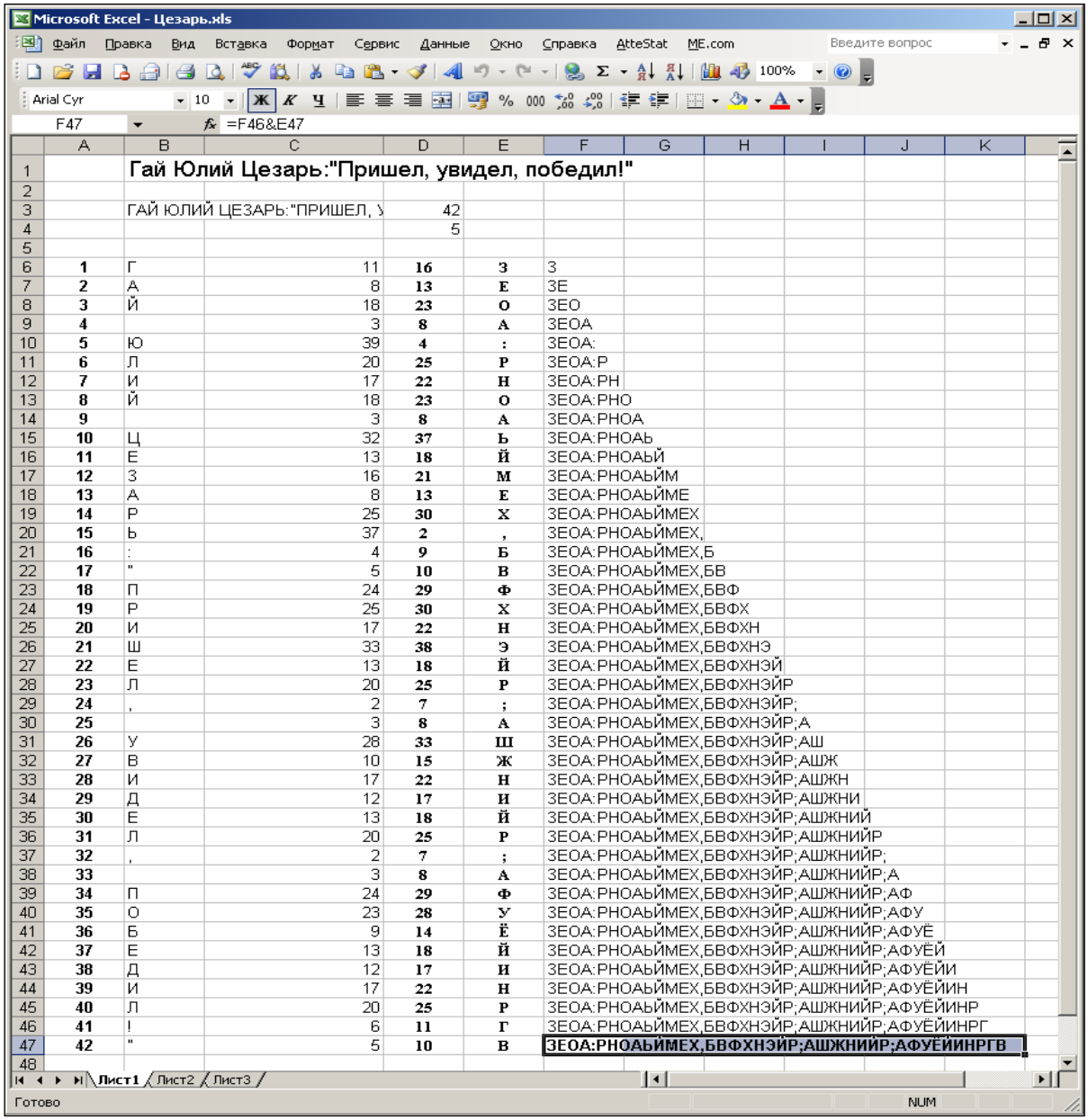


Рисунок 20. Диалоговое овно «Присвоение имени диапазону»

2. На первом листе документа в ячейке B1 набрать текст, который необходимо зашифровать: Гай Юлий Цезарь: «Пришел, увидел, победил!» При наборе текста использовать только те символы, которые входят в алфавит (рис. 21).



	A	B	C	D	E	F
1		Гай Юлий Цезарь:"Пришел, увидел, победил!"				
2						
3		ГАЙ ЮЛИЙ ЦЕЗАРЬ:"ПРИШЕЛ, У		42		
4				5		
5						
6	1	Г	11	16	З	З
7	2	А	8	13	Е	ЗЕ
8	3	Й	18	23	О	ЗЕО
9	4		3	8	А	ЗЕОА
10	5	Ю	39	4	:	ЗЕОА:
11	6	Л	20	25	Р	ЗЕОА:Р
12	7	И	17	22	Н	ЗЕОА:РН
13	8	Й	18	23	О	ЗЕОА:РНО
14	9		3	8	А	ЗЕОА:РНОА
15	10	Ц	32	37	Ь	ЗЕОА:РНОАЬ
16	11	Е	13	18	Й	ЗЕОА:РНОАЬЙ
17	12	З	16	21	М	ЗЕОА:РНОАЬЙМ
18	13	А	8	13	Е	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕ
19	14	Р	25	30	Х	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ
20	15	Ь	37	2	,	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,
21	16	:	4	9	Б	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,Б
22	17	"	5	10	В	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,ББ
23	18	П	24	29	Ф	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,ББФ
24	19	Р	25	30	Х	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,ББФХ
25	20	И	17	22	Н	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,ББФХН
26	21	Ш	33	38	Э	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,ББФХНЭ
27	22	Е	13	18	Й	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,ББФХНЭЙ
28	23	Л	20	25	Р	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,ББФХНЭЙР
29	24	,	2	7	;	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,ББФХНЭЙР;
30	25		3	8	А	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,ББФХНЭЙР;А
31	26	У	28	33	Ш	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,ББФХНЭЙР;АШ
32	27	В	10	15	Ж	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,ББФХНЭЙР;АШЖ
33	28	И	17	22	Н	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,ББФХНЭЙР;АШЖН
34	29	Д	12	17	И	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,ББФХНЭЙР;АШЖНИ
35	30	Е	13	18	Й	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,ББФХНЭЙР;АШЖНИЙ
36	31	Л	20	25	Р	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,ББФХНЭЙР;АШЖНИЙР
37	32	,	2	7	;	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,ББФХНЭЙР;АШЖНИЙР;
38	33		3	8	А	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,ББФХНЭЙР;АШЖНИЙР;А
39	34	П	24	29	Ф	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,ББФХНЭЙР;АШЖНИЙР;АФ
40	35	О	23	28	У	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,ББФХНЭЙР;АШЖНИЙР;АФУ
41	36	Б	9	14	Ё	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,ББФХНЭЙР;АШЖНИЙР;АФУЁ
42	37	Е	13	18	Й	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,ББФХНЭЙР;АШЖНИЙР;АФУЁЙ
43	38	Д	12	17	И	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,ББФХНЭЙР;АШЖНИЙР;АФУЁЙИ
44	39	И	17	22	Н	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,ББФХНЭЙР;АШЖНИЙР;АФУЁЙИН
45	40	Л	20	25	Р	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,ББФХНЭЙР;АШЖНИЙР;АФУЁЙИНР
46	41	!	6	11	Г	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,ББФХНЭЙР;АШЖНИЙР;АФУЁЙИНРГ
47	42	"	5	10	В	ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,ББФХНЭЙР;АШЖНИЙР;АФУЁЙИНРГВ
48						

Рисунок 21. Документ шифрования

3. В ячейке B3 записать формулу «=ПРОПИСН(B1)», функция ПРОПИСН переводит буквенные символы в строке в прописные буквы.

4. В ячейке D3 записать формулу «=ДЛСТР(B3)», функция ДЛСТР позволяет определить длину строки, что необходимо пользователю, для кодировки исходной строки.

5. В ячейку D4 записать значение сдвига k, например, 5.

6. В столбце A, начиная с ячейки A6, пронумеровать ячейки числами последовательного ряда от 1 до N, где N – число символов в тексте, включая пробелы. Значение N рассчитано в ячейке D3 и в нашем случае равно 42.

7. В ячейку B6, записать формулу “=ПСТР(B$3;A6;1)”, которая разделяет кодируемый текст на отдельные символы. Скопировать её в ячейки B7-B47.

8. В ячейку C6 записать формулу “=ПОИСКПОЗ(B6;ABC;0)”. Функция ПОИСКПОЗ из категории «Полный алфавитный перечень» производит поиск индекса (номера позиции) символа в массиве ABC, который был определен на листе 2. Скопировать содержимое ячейки C6 в ячейки C7-C47.

9. Получив номер символа в алфавите АВС, произвести сдвиг нумерации алфавита для кодируемой последовательности символов. В ячейку D6 записать формулу:

“=ЕСЛИ(ПОИСКПОЗ(B6;ABC;0)+$D$4>40;ПОИСКПОЗ(B6;ABC;0)+$D$4-40;ПОИСКПОЗ(B6;ABC;0)+$D$4)”.

Эта формула производит сдвиг номеров символов алфавита на величину k и определяет номер заменяющего символа из алфавита АВС. Содержимое D6 скопировать в область D7-D47.

10. Выбрать символы из алфавита АВС в соответствии с новыми номерами. В ячейку E6 записать формулу “=ИНДЕКС(ABC;D6)”. Скопировать содержимое ячейки E6 в область E7-E47.

11. Для получения строки закодированного текста необходимо в ячейку F6 записать “=E6”, в ячейку F7 соответственно – “=F6&E7”. Далее скопировать содержимое ячейки F7, в область F8-F47. В ячейке F47 прочитать зашифрованный текст.

12. Для проверки шифрования произвести дешифрование полученного текста и сравнить его с исходным. На третьем листе выполнить дешифрование аналогично пунктам 2-11 практической работы. При этом необходимо учесть следующие особенности:

в п. 2 набрать зашифрованный текст:

ЗЕОА:РНОАЬЙМЕХ,БВФХНЭЙР;АШЖНИЙР;АФУЁЙИНРГВ

в п. 9 в ячейку D6 записать формулу:

=ЕСЛИ(ПОИСКПОЗ(B6;ABC;0)-$D$4<0;ПОИСКПОЗ(B6;ABC;0)-$D$4+40;ПОИСКПОЗ(B6;ABC;0)-$D$4).

Получение исходного текста в ячейке F47 третьей страницы свидетельствует о корректном выполнении практической работы.

Раздел 3. Организационные основы и структура цифровой экономики

Вопросы для устного опроса

1. Формирование новых рынков цифровой экономики.
2. Социально-этические аспекты цифровой экономики
3. Сущность и определение цифровой платформы
4. Бизнес на базе платформ. Отраслевые платформы.
5. Платформенные технологии. Преимущества платформ.
6. Признаки платформ и платформенное мышление. Участники и основные элементы платформ.
7. Подходы к формированию бизнес-модели.
8. Принципы функционирования бизнеса в экономике платформ
9. Особенности управления бизнесом в цифровой экономике.
10. Стратегии цифровой компании.

Практическая работа №5. Применение современных информационных и коммуникационных технологий в профессиональной деятельности

Цель работы: знакомство с вариантами подключения Интернет-магазина к платежной системе *Яндекс.Деньги*.

Задание на работу:

1. Ознакомьтесь с финансовыми характеристиками вариантов подключения Интернет-магазина к системе *Яndex.Деньги*.
2. Ознакомьтесь с техническими схемами подключения Интернет-магазина к системе *Яndex.Деньги*.
3. Ознакомьтесь с рекомендациями по обеспечению безопасности Интернет-магазина.

Технология выполнения работы

1. Знакомство с финансовыми характеристиками вариантов подключения Интернет-магазина к системе *Яndex.Деньги*

1.1. Посетите раздел *Для партнеров* системы *Яndex.Деньги*. Прочитайте появившийся на странице текст.

Обратите внимание на следующее утверждение:

«Проект *Яндекс.Деньги* поможет вам превратить простую Интернет-витрину в полнофункциональный магазин со всеми необходимыми атрибутами».

1.2. По гиперссылке «*Для магазинов*» перейдите к странице, представляющей исходные финансовые характеристики вариантов подключения Интернет-магазина к системе *Яndex.Деньги*.

Ознакомьтесь с текстами, характеризующими варианты подключения: *Прямой платеж на счет; Центр приема платежей*; *Ваш магазин на нашем сервере*.

Ответьте на следующие вопросы:
— Какова суммарная комиссия при использовании схемы подключения «Прямой платеж на счет» (агентский договор)?
— Какова суммарная комиссия при использовании схемы подключения «Центр приема платежей»?
— Как вы понимаете термин «транзакционная комиссия»?
— Что понимается под «Комиссией при возврате денег из системы»?
2. Знакомство с техническими схемами подключения Интернет-магазина к платежной системе *Яndex.Деньги*
2.1. По гиперссылке «*Технические схемы подключения*» перейдите к странице, представляющей описание схем подключения Интернет-магазина к системе *Яndex.Деньги*.
Обратите внимание на назначение, преимущества и недостатки различных схем подключения Интернет-магазинов.
2.2. По гиперссылке «*Прямой платеж на счет*» перейдите к странице с описанием принципа работы магазина «*через Прямой платеж на счет*». Ответьте на вопрос: Соответствует ли показанный на рис. 22 вариант подключения платежной системы к Интернет-магазину по схеме *Прямой платеж на счет*?

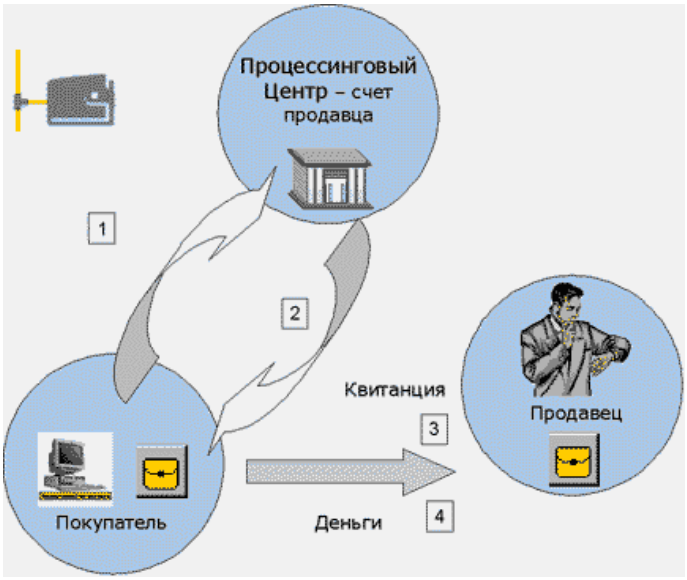


Рисунок 22. К схеме работы магазина *через Прямой платеж на счет*

2.3. Ознакомьтесь с принципами организации работы магазина через *Центр приема платежей*: «Данная схема подключения в наибольшей степени подходит тем, кто не желает полностью модернизировать свой магазин. Вместо этого кошелек устанавливается на сервере *Центра приема платежей* системы *Яндекс.Деньги*, а на страницах магазина размещается только платежная web-форма. Таким образом, магазин выступает в роли витрины, показывающей клиенту товары и собирающей данные для отправки в *Центр приема платежей*. ЦПП принимает платежи в кошелек, связанный с магазином, и электронным сообщением уведомляет о проведенных операциях. Кроме того, вся информация о прошедших платежах помещается на специальную web-

страничку с ограниченным доступом. В дальнейшем вся накопленная сумма может быть легко переведена на любой банковский счет в российском банке.
Как видно, для подключения по данному варианту необходимы незначительные изменения в Интернет-магазине, которые можно сделать без привлечения специалистов.
Комиссионные выплаты за использование платежной системы *Яндекс.Деньги* при работе по данной схеме составляют:
– 1% из перечисленных магазину средств снимается платежной системой в момент платежа,
– 1% снимается в момент перечисления денег магазину по договору об использовании Центра приема платежей.
– Итого 2% средств, полученных магазином от продаж через Интернет.
Работа с Интернет-магазином ведется на основании *Агентского договора о приеме платежей* в пользу Интернет-магазина и *Соглашения о признании аналога собственноручной подписи*.
Следует обратить внимание, что схема ЦПП, так же как и прямой платеж на счет, не подходит для продаж виртуальных товаров или услуг с немедленной доставкой, например программного обеспечения, контента и т.п. Это связано с тем, что продавец узнает о проведенном платеже с некоторой задержкой.
Ответьте на вопрос: «Соответствует ли показанная на рис. 23 схема технологии работы магазина через *Центр приема платежей*?»

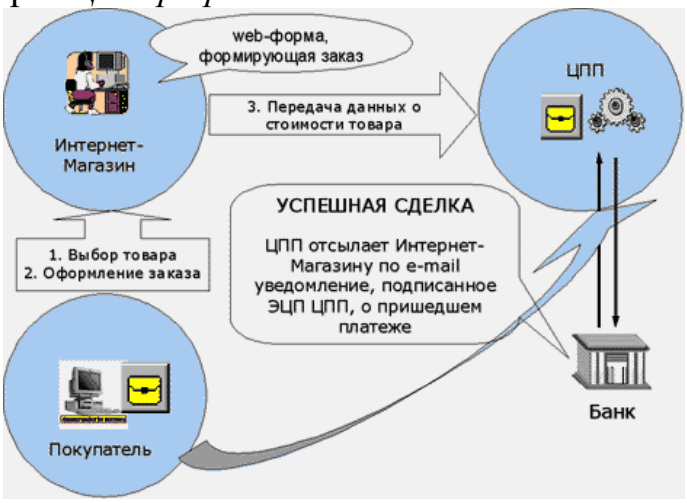


Рисунок 23. К схеме *работы* магазина через *Центр приема платежей*

2.4. По гиперссылке «*Ваш магазин на нашем сервере*» (на web-сайте компании *Яндекс.Деньги*) перейдите к странице с описанием принципа организации магазина на сервере платежной системы Яндекс.Деньги. Ответьте на вопрос: «Соответствует ли показанная на рис. 24 схема технологии *Ваш магазин на нашем сервере*?»
2.5. Ознакомьтесь со схемой организации работы Интернет-магазина посредством кошелька-кассы. Для этого изучите текстовую и графическую информацию, приведенную на первом и втором слайдах открывшейся презентации.
Если далее из *Яндекс.Кошелька* щелкнуть по гиперссылке «*Перевести*», то вы будете наблюдать следующий результат (рис. 25).

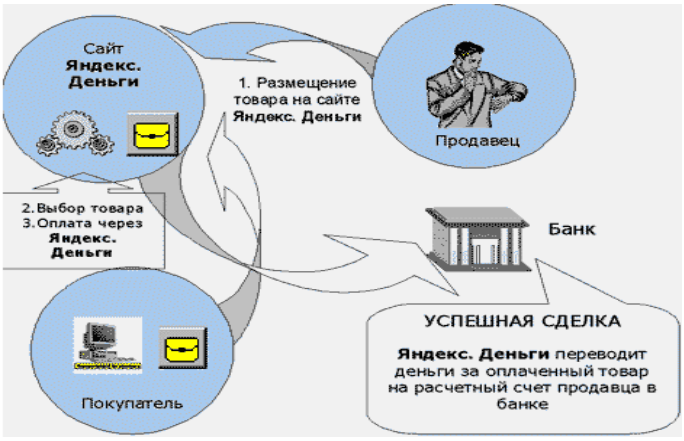


Рисунок 24. К схеме работы магазина через *Ваш магазин на нашем сервере*

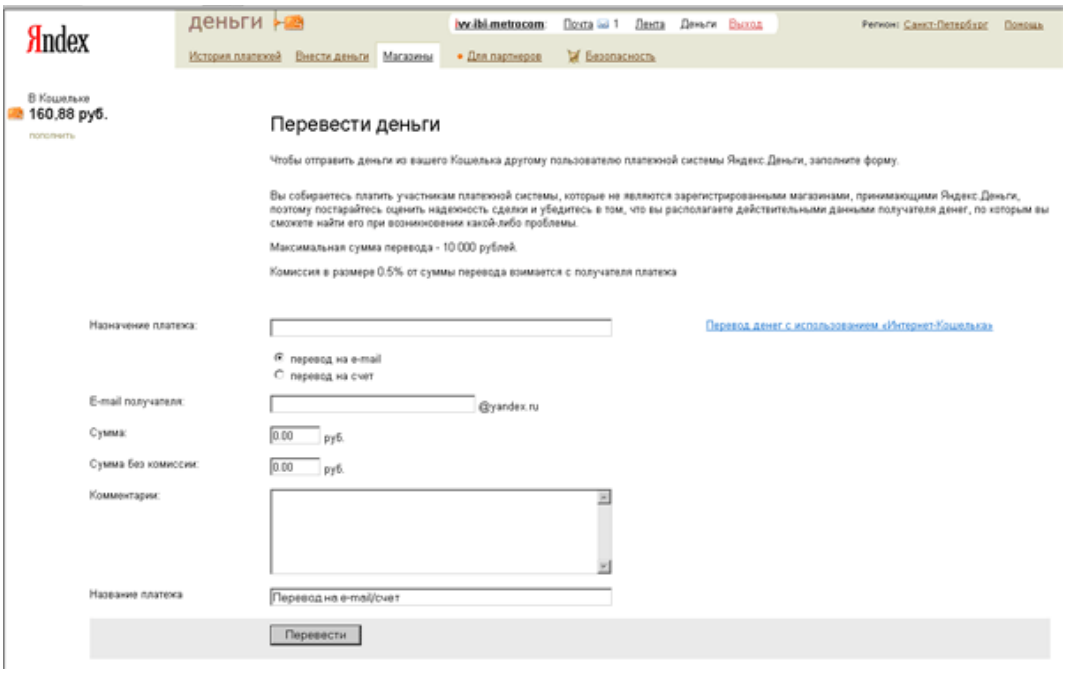


Рисунок 25. Страница *Перевести деньги* платежной системы *Яндекс.Деньги*

На основании наблюдаемого результата и представления о процедуре организации работы Интернет-магазина посредством *Кошелька-кассы* сделайте вывод о соответствии схемы, показанной на рис. 26, технологии *Перевести из Интернет.Кошелька*.

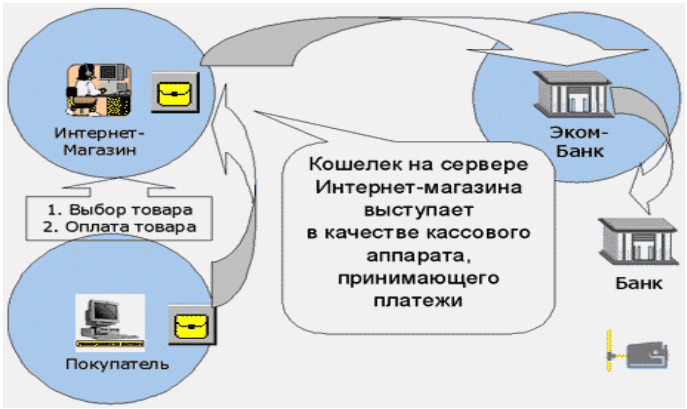


Рисунок 26. К оценке соответствия схем работы магазина через *Кошелек-кассу* и по технологии *Перевести из Интернет.Кошелька*

3. Знакомство с рекомендациями по обеспечению безопасности Интернет-магазина

Ознакомьтесь с разделом *Безопасность*.

Чем вы объясните следующую рекомендацию авторов системы *Яндекс.Деньги*: В случае, если по соображениям безопасности вы не можете использовать *Яндекс.Деньги* через web-интерфейс на сайте *money.yandex.ru*, воспользуйтесь программой *Интернет.Кошелек*?

Примечание: Скопируйте сюда наиболее понравившуюся вам рекомендацию или утверждение авторов из раздела «Безопасность»:

Практическая работа №6. Решение проблем цифровой безопасности

1. Получение цифрового сертификата

1.1. Заведите почтовый ящик на сервере **TUT.BY** или любом другом бесплатном сервере (или используйте уже существующий ящик).

1.2. Перейдите по адресу – **http://www.instantssl.com/**.

1.3. Перейдите по ссылке «**Free Secure Email Certificates**».

1.4. Нажмите кнопку и заполните анкету.

1.5. После заполнения анкеты Вам будет выслано сообщение с дальнейшими инструкциями.

1.6. Установите сгенерированный сертификат.

2. Конфигурирование почтового клиента

2.1.В почтовом клиенте **MS Outlook Express** (или любом другом клиенте, поддерживающем S/MIME), добавьте учетную запись Вашего почтового ящика (команда **Tools-> Accounts…-> Mail -> Add -> Mail**) и сконфигурируйте ее.

▪ Для почтовых ящиков сервера **TUT.BY** адреса серверов входящей и исходящей почты совпадают – **mail.tut.by**.

▪ В качестве номера порта исходящей почты необходимо установить **25**.

2.2. После конфигурирования Вашей учетной записи проверьте ее работоспособность: отправьте и получите почту.

2.3.В свойствах учетной записи на закладке **Security** выберите в качестве сертификата для цифровой подписи и шифрования полученный Вами сертификат от **instantssl.com**.

2.4.В качестве алгоритма шифрования установите **3DES**.

3. Отправление заверенного цифровой подписью сообщения

3.1. Создайте новое сообщение с заголовком **Certificate**, адресом получателя и текстом, содержащим фамилию и группу отправителя.

3.2. Заверьте сообщение Вашей цифровой подписью (команда **Tools->Digitally Sign**) и отправьте.

4. Получение и отправление зашифрованного сообщения

4.1. В ответ на Ваше сообщение придет ответ, заверенный цифровой подписью адреса и зашифрованный с помощью Вашего открытого ключа из сертификата.
4.2. Ответ будет содержать кодовое слово.
4.3. Напишите ответ, содержащий следующую информацию: фамилия и имя отправителя, группа и кодовое слово.
4.4. Заверьте Ваше сообщение Вашей цифровой подписью, зашифруйте с помощью открытого ключа из сертификата адреса (команда **Tools->Encrypt**) и отправьте по предыдущему адресу.

Раздел 4. Функции государства и правовое обеспечение цифровой экономики

Вопросы для устного опроса

1. Цели и задачи нормативно - правового регулирования цифровой экономики
2. Теоретические аспекты нормативного регулирования цифровой экономики в экономической и юридической науке.
3. Общая характеристика и особенности практики нормативного регулирования цифровой экономики в России.
4. Новые нормативные акты по регулированию цифровой экономики.
5. Технологии цифровой экономики в стратегических документах России.
6. Правовая безопасность Российской Федерации в эпоху цифровой экономики.
7. Международное право цифровой экономики и практика его применения в России и для субъектов права Российской Федерации за рубежом.
8. Стратегические и тактические вопросы правового регулирования цифровой экономики.
9. Стратегии развития информационного общества и программа «Цифровая экономика Российской Федерации»
10. Информационная и коммуникационная инфраструктура государства

Практическая работа №7. Информационная и коммуникационная инфраструктура государства

Цель работы. Изучение функциональных возможностей электронного правительства; изучение информационной технологии регистрации на портале ГОСУСЛУГИ

Задание на работу:

1. Изучить назначение и функциональные возможности электронного правительства;
2. Изучить перечень сервисов на сайтах электронных услуг;
3. Изучить информационную технологию регистрации на сайте http://www.gosuslugi.ru;
4. Выполнить задания к практической работе 1;
5. Ответить на контрольные вопросы.

Краткие сведения. Распоряжением Правительства РФ от 20 октября 2010 г. №1815-р утверждена государственная программа РФ «Информационное общество (2011-2020 годы)». Целью программы является получение гражданами и организациями преимуществ от применения информационных и телекоммуникационных технологий за счет обеспечения равного доступа к информационным ресурсам, развития цифрового контента, применения инновационных технологий, радикального повышения эффективности государственного управления при обеспечении безопасности в информационном обществе.

Президентом РФ 7 февраля 2008 г. № Пр-212 утверждена Стратегия развития информационного общества в РФ. Указанная стратегия представляет собой документ, который закрепляет цель, принципы и основные направления государственной политики в области использования и развития информационных и телекоммуникационных технологий, науки, образования и культуры для продвижения страны на пути к информационному обществу.

Одним из основных направлений реализации Стратегии развития информационного общества в РФ является повышение эффективности государственного управления и местного самоуправления, взаимодействия гражданского общества и бизнеса с органами государственной власти, качества и оперативности предоставления государственных услуг, в том числе за счет создания электронного правительства. Формирование электронного правительства в РФ стало возможным благодаря широкому распространению ИКТ в социально-экономической сфере и органах государственной власти.

Электронное правительство (англ. *e-Government*) - способ предоставления информации и оказания уже сформировавшегося набора государственных услуг гражданам, бизнесу, другим ветвям государственной власти и государственным чиновникам, при котором личное взаимодействие между государством и заявителем минимизировано и максимально возможно используются информационные технологии.

Задачи электронного правительства

– создание новых форм взаимодействия госорганов;

– оптимизация предоставления правительственных услуг населению и бизнесу;

– поддержка и расширение возможностей самообслуживания граждан;

– рост технологической осведомленности и квалификации граждан;

– повышение степени участия всех избирателей в процессах руководства и управления страной;

– снижение воздействия фактора географического местоположения.

Электронное правительство обеспечивает:

– эффективное и менее затратное администрирование;

– кардинальное изменение взаимоотношений между обществом и правительством;

– совершенствование демократии и повышение ответственности власти перед народом.

Электронное правительство не является дополнением или аналогом традиционного правительства, а лишь определяет новый способ взаимодействия на основе активного использования ИКТ в целях повышения эффективности предоставления государственных услуг.

Портал электронного правительства *http://www.gosuslugi.ru* предназначен для предоставления информации о государственных и муниципальных услугах и функциях, ведомствах, а также для оказания услуг в электронном виде.

С помощью портала вы можете:

- получить услугу в электронном виде;

- получить информацию о государственной услуге, в том числе место получения, стоимость, сроки оказания и образцы документов;
- получить информацию о государственных и муниципальных учреждениях.

Популярные госуслуги: получение загранпаспорта; оплата штрафов ГИБДД; пенсионные накопления; подача налоговой декларации; регистрация автомобиля; снятие транспортного средства с регистрации; замена паспорта РФ в 20 или 45 лет и др.

Чтобы иметь доступ ко всем услугам, необходимо зарегистрироваться на портале. Вы можете сделать это онлайн на *http://www.gosuslugi.ru*.

Для регистрации онлайн понадобится:
- проверить Страховое свидетельство государственного пенсионного страхования (СНИЛС) по базе пенсионного фонда;
- указать паспортные данные;
- подтвердить электронную почту и номер мобильного телефона;
- подтвердить свою личность через личное обращение, по почте России или с помощью средства электронной подписи или универсальной электронной карты.

В будущем электронное правительство «одного окна» станет более актуально, чем сегодня. Эта тенденция будет являться следствием развития социальных сетей web 2.0. Данные технологии существенно расширяют возможности политической коммуникации и позволяют достичь новых форм интеграции между правительством, бизнесом и гражданами.

Задания к практической работе

Задание 1. Изучить (и записать в табл. 1) перечень сервисов на следующих сайтах оказывающих электронные услуги.

Портал государственных и муниципальных услуг Рязанской области http://gosuslugi62.ru/

Портал муниципальных услуг в области образования https://uslugi.vsopen.ru/

Электронные услуги федеральной налоговой службы РФ http://old.nalog.ru/

Портал услуг Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии https://rosreestr.ru/

Электронное правительство госуслуги http://www.gosuslugi.ru/

Таблица 1. Перечень основных сервисов, оказываемых на сайтах государственных и муниципальных услуг

http://gosuslugi62.ru/	https://uslugi.vsopen.ru/	http://old.nalog.ru/	https://rosreestr.ru/	http://www.gosuslugi.ru/

Задание 2. Записать личные данные, необходимые для регистрации на портале ГОСУСЛУГИ.

Задание 3. Изучить информационную технологию регистрации и зарегистрироваться на сайте http://www.gosuslugi.ru. Скриншот личного кабинета поместить в отчет.

Раздел 5. Перспективные направления и сервисы цифровой экономики

Вопросы для устного опроса

1. Критерии оценки уровня развития цифровой экономики
2. Оценка развития цифровой экономики в РФ.
3. Состояние и перспективы развития цифровой экономики
4. Анализ внедрения цифровых технологий по отраслям.
5. Экспортный потенциал и импортозамещение.
6. Развитие цифровых компаний.
7. Цифровые услуги в экономике, основанной на данных.
8. Оцифровка исследований.
9. Умное производство.
10. Мобильные телекоммуникации.
11. Интернет вещей.
12. Услуги, управляемые данными.
13. Облачные сервисы.
14. Государственные закупки.
15.Электронный транспорт.
16. Этапы формирования системы критериев для оценки развития цифровой экономики.
17. Основные индексы, характеризующие развитие цифровой экономики в странах мира.
18. Проблема эффективности существующих инструментов оценки.

Практическая работа №8. Система критериев для оценки развития цифровой экономики

В четвертой промышленной революции коммуникации, обеспечиваемые цифровыми каналами связи и технологиями программного обеспечения, принципиально изменяют общество, Масштаб воздействия и скорость, с которой эти изменения происходят, произвели трансформацию, проявляющуюся совершенно не так, как любая другая промышленная революция в истории человечества.

Международный экспертный совет Всемирного экономического форума по вопросам будущего программного обеспечения и общества провел исследование среди 800 руководителей высшего звена для того, чтобы оценить, когда, по мнению лидеров бизнеса, эти кардинально новые технологии станут в значительной степени всеобщим достоянием, а также для того, чтобы в полной мере понять возможные последствия этих сдвигов для частных лиц, организаций, государственных органов и общества.

Отчет об этом исследовании «Глубинное изменение - технологические переломные моменты и социальное воздействие» опубликован в сентябре 2015

г. Ниже приводятся технологические изменения, представленные в этом исследовании, включающие переломные моменты, касающиеся этих технологий и даты примерного их появления на рынке, их потенциальные положительные, отрицательные и неопределенные последствия (эффекты), а также реальные примеры глубинных изменений в действии. Необходимо установить соответствия между изменениями, их последствиями (эффектами) и соответствующими примерами, заполнив таблицу.

№	Изменение	Переломный момент	+	-	+/-	Глубинное изменение в действии (пример)
1	**Имплантируемые технологии.** «Умные» татуировки и прочие уникальные чипы могут помочь осуществлять идентификацию и определять местонахождение. Имплантированные устройства также помогут передавать мысли, обычно выражаемые вербально, через «встроенный» смартфон и потенциально невысказанные мысли и настроения путем считывания волн мозга и других сигналов. Кардиостимуляторы и кохлеарные импланты были началом этого процесса. Выпуск новых устройств для улучшения здоровья осуществляется на постоянной основе. Эти устройства будут способны измерять параметры болезней, что позволит людям предпринимать необходимые меры раньше; посылать данные в центры мониторинга или автоматически давать необходимую дозу лекарства. Возрастает число людей, подключенных к устройствам, эти устройства в большей степени становятся подсоединенными к их телам. Устройства являются не только носимыми, они также имплантируются в организм человека, выполняя функции связи, определения местоположения и мониторинга поведения, а также оздоровительные функции.	Первый имеющийся в продаже имплантируемый мобильный телефон (82% респондентов прогнозируют достижение этого момента к 2025 г.)				
…	…	…	…	…	…	…

Последствия (эффекты)

1. идентификация в режиме реального времени;

2. изменение характера взаимоотношений между людьми;
3. изменения взаимодействия и взаимоотношений между людьми;
4. культурное изменение (вечная память);
5. меньше потерянных детей;
6. нарушение частной жизни / потенциальное наблюдение;
7. повышение самодостаточности;
8. повышение уровня нервно-психического возбуждения (т.е. синдром дефицита внимания);
9. распознавание образов и доступность персональных данных (анонимная сеть, которая будет «работать внутри» людей);
10. рост эффективности лечения;
11. снижение уровня безопасности данных;
12. увеличение продолжительности жизни;
13. улучшение принятия решений;
14. эскапизм и выработка зависимости.

Глубинные изменения в действии:

1. Цифровые татуировки не только выглядят привлекательно, но могут также выполнять полезные функции, такие как разблокировка автомобиля, ввод кодов мобильного телефона с помощью указания пальцем или прикосновения к телу.

Источник: https://wtvox.com/3d-printing-in-wearable-tech/top-l0-implantable-wearablessoon-body/

2. Согласно статье в WT VOX: «Умная» пыль - массивы полностью укомплектованных компьютеров с антеннами, каждая из которых меньше песчинки, смогут организовываться внутри тела человека в сети по потребностям для поддержки целого ряда сложных внутренних процессов. Представим себе рой этих устройств, атакующих рак на ранней стадии, облегчающих боль в ране или даже хранящих важную информацию в надежно зашифрованном и труднодоступном для хакеров виде. С помощью такой «умной» пыли врачи смогут совершать действия внутри организма, не вторгаясь в него хирургическим путем, а информацию можно будет хранить внутри человека надежно зашифрованной до тех пор, пока он не разблокирует ее из своей персональной нано-сети».

Источник: https://wtvox.com/3d-printing-in-wearable-tech/top-10- implantable-wearables-soon-body/

3. «Умная» таблетка, разработанная компаниями Proteus Biomedical и Novartis, имеет прикрепленное к ней биоразлагаемое цифровое устройство, которое передает на телефон данные о том, как организм реагирует на лекарство.

Источник: http://cen.acs.org/articles/90/i7/Odd-Couplings.html

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

Факультет экономики и менеджмента

Кафедра экономики и менеджмента

ТАЙМ-МЕНЕДЖМЕНТ

Методические указания
для проведения практических занятий со студентами, обучающимися по направлению подготовки
23.03.01 Технология транспортных процессов

Рязань – 2024

Методические указания для проведения практических занятий по дисциплине «Тайм-менеджмент» для студентов очной и заочной формы обучения направления подготовки бакалавров 23.03.01 Технология транспортных процессов подготовлено кандидатом экономических наук, доцентом Мартынушкиным А.Б.

Рецензенты:

к.э.н., доцент, кафедра экономики и менеджмента Лозовая О.В.

к.э.н., доцент, кафедра экономики и менеджмента Барсукова Н.В.

Методические указания для проведения практических занятий по дисциплине «Тайм-менеджмент» для студентов очной и заочной формы обучения направления подготовки бакалавров 23.03.01 Технология транспортных процессов рассмотрено и утверждено на заседании кафедры экономики и менеджмента «20» марта 2024 г., протокол №8

Заведующий кафедрой экономики и менеджмента _____ А.Б. Мартынушкин

ВВЕДЕНИЕ

Преподавание учебной дисциплины «Тайм-менеджмент» для обучающихся по направлению 23.03.01 Технология транспортных процессов преследует следующие цели: сформировать у обучающихся теоретические знания и практические навыки и умения эффективно организовывать время на любом уровне - личном, командном, корпоративном, а также сформировать способности согласовывать свои действия с действиями окружающих для выполнения поставленных задач.

В соответствии с целью поставлены следующие задачи: научиться рационально использовать ресурс времени, действовать эффективно и обиваться успеха, правильно планировать свою деятельность, управлять задачами и делами (как долгосрочными, так и краткосрочными), расставлять приоритеты, правильно распределять свою рабочую нагрузку, ставить перед собой цели и достигать их.

Семинарские занятия - это важная форма организации углубленного изучения студентами материалов учебного курса. Она способствует выработке и закреплению навыков самостоятельной работы с источниками и специальной литературой. Одновременно, семинарские занятия не только способствуют активизации познавательной деятельности слушателей, но и являются одним из способов контроля их знаний.

Семинар - это одна из формы групповых занятий в учебном процессе, которая предполагает активное участие всех студентов в обсуждении учебных вопросов с целью углубления и закрепления знаний, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы, а также привитие навыков поиска, обобщения и изложения учебного и практического материала.

Ответы студентов должны соответствовать предлагаемым вопросам, т.е. необходимо: раскрывать основные понятия и дефиниции, общие и специфические признаки, указывать связь теории с практикой. Вместе с тем, студент вправе дополнять их новыми вопросами, обсуждаемой темы. Для этой цели студенты могут самостоятельно готовить к занятию доклад, реферат, сообщение.

При ответе необходимо избегать поверхностного изложения материала, общих фраз или механического повторения лекции. В ходе подготовки к занятиям требуется всестороннее и глубокое изучение предлагаемого материала, проявление творческого подхода и активного использования современных публикаций из журналов и других научных периодических изданий.

Планы семинарских и практических занятий составлены с учетом программы учебного курса и рекомендаций учебно-методического совета. В них включены соответствующие требования по изучению данного курса.

ТЕМА 1. ПРЕДМЕТ «ТАЙМ-МЕНЕДЖМЕНТ». ЦЕЛЕПОЛАГАНИЕ

Вопросы для обсуждения

1. Тайм-менеджмент как система.
2. История развития тайм-менеджмента.
3. Ценности как основа целеполагания. цели и ключевые области жизни.
4. Подходы к определению целей.

Дополнительные вопросы

1. Что такое управление временем? Какое отношение к этому понятию имеют наши жизненные цели?
2. Что такое целеполагание и для чего оно нужно? Приведите конкретный пример.
3. В чем суть проективного и реактивного подхода к жизни? Как выявить, какой подход отличает конкретного человека?
4. Что такое «круг забот» и «круг влияния»? Считаете ли вы правильным расширять круг влияния до тех пор, пока он не перерастет круг забот? Кто расширяет свой круг влияния - проактивный или реактивный человек?
5. В чем суть подхода к определению целей «Управление собой как компанией»?
    a. Как, на ваш взгляд, можно отличить «родные» цели от «навязанных»?
6. Каковы основные способы определения наших ценностей? В чем суть каждого способа?
7. Что такое «ключевые области», «центр жизненных интересов» и «ролевая функция»? Какая связь существует между этими понятиями?
8. Как составить карту своих долгосрочных целей?
9. Что такое SMART-цели и «надцели»? В чем заключается различие наших действий по их достижению?

Практические задания

Задание 1. *Ознакомьтесь с конкретной ситуацией, описанной в статье Андрея Томилина «О пользе безумной мечты». Обсудите ее в студенческой группе. Каково ваше отношение к такому подходу к определению жизненных целей? С чем вы согласны, а с чем не согласны в статье? Что, на ваш взгляд, полезно было бы перенять у ее автора? Каковы ваши выводы из этого материала?*

Большинство людей не имеют долгосрочных и определенных жизненных целей

Наблюдая за собой и окружающими, я заметил одну интересную вещь. На самом деле людей, которые точно знают, чего они хотят добиться в своей жизни, очень немного. Себя я тоже не отношу к их числу. Еще я заметил, что тех, у кого нет твердой уверенности в своих жизненных целях, сама эта неуверенность очень беспокоит. Постоянно где-то в глубине сидит такой противный червячок, который грызет тебя и заставляет думать: «Тем ли делом я сейчас занимаюсь? Я ведь не уверен в том, что должен делать именно это».

Итак, по моим наблюдениям, людей, которые не имеют долгосрочных и определенных жизненных целей, — большинство. Подозреваю даже, что подавляющее большинство.

Далее. Многих людей такое состояние отсутствия целей сильно волнует. Я бы даже сказал, парализует активность, лишает мотивации и вкуса к жизни. И в самом деле: если я не знаю, куда иду, то идти я буду очень медленно, неуверенной походкой и в подавленном настроении. Кроме того, никто и ничто в жизни не будет мне помогать. По этому поводу какой-то умный китаец сказал: «Для корабля, который не знает, куда плывет, ни один ветер не будет попутным».

«Бесцельный» период жизни - серьезная проблема для человека. Справиться с ней помогает «безумная» мечта.

Итак, человеку, который не имеет долгосрочной цели и все время безуспешно пытается ее отыскать, не позавидуешь. Отсутствие смысла собственной деятельности — малоприятная вещь. Как скоро эта цель будет найдена — неизвестно. Такой «бесцельный» период жизни превращается для человека в серьезную проблему и источник сильного стресса. Что самое неприятное — неизвестно, сколько этот период продлится.

Я предлагаю в подобной ситуации «не ждать милостей от природы», не дожидаться, когда же придет эта настоящая, своя собственная, долгосрочная и достойная цель.

Нужно придумать какую-нибудь безумную, нелогичную, лишенную видимой пользы мечту-идею. Она должна быть такой, чтобы можно было осуществить ее за год, не больше. Например, прыгнуть с парашютом, посмотреть на случку голубых китов у берегов Новой Зеландии и т.п. Эта цель-мечта-идея должна, кроме того, иметь безумный характер.

Я бы назвал такую цель «протестной»: все кругом хотят купить квартиру, построить дом, заработать побольше денег, а мне просто стало скучно, мне все равно, что вы об этом думаете, и я хочу не позднее чем через три месяца плюнуть с Эйфелевой башни.

Кое-что из собственного опыта.

Я не стал бы об этом писать и советовать, не будь у меня собственного опыта. В заключение кратко его опишу.

Итак. У меня в 2000 г. был сложный период в жизни. Отсутствие долгосрочных целей усугублялось отсутствием работы и подруги. И как-то раз в одной из книг мне попалась мысль о безумной идее, которую надо найти, поставить срок осуществления и претворить в жизнь, несмотря ни на что. Я подумал: в этом что-то есть. Потом подумал, а что бы это могла быть за мечта? Стал придумывать. И придумал, что хорошо было бы съездить на мотоцикле из Санкт-Петербурга в Берлин и обратно. Поставил срок - в конце июня я должен быть в Берлине. Дело было в конце февраля. Прошу учесть, что в конце февраля у меня не было ни мотоцикла, ни работы, ни денег. К тому же в водительских правах не было категории «А» для вождения мотоциклов. На все про все у меня было четыре месяца. Первым делом я купил карту Европы и флажками отметил маршрут путешествия. Флажки соединил красной ниткой. Карту с флажками повесил на стену. Потом написал план действий. Поделился своей мечтой с друзьями. Реакция была в основном такой: тебе что, делать нечего? На мотоцикле замучаешься. Ты что, на автобусе не можешь съездить? И т.п. Но каждый разумный довод о том, почему моя мечта плохая, меня тольно раззадоривал.

Вдруг я заметил, что жизнь начала мне помогать. Когда я ходил на собеседования, я видел в работе не источник средств к существованию, а возможность осуществить мечту. Зарплата, которую я просил, тоже складывалась, главным образом, из стоимости мотоцикла, бензина, визы в Германию и т.п. Работа очень быстро нашлась. Причем в хорошей компании. Видимо, работу я получил из-за блеска в глазах. Правда, на втором месяце испытательного срока пришлось пойти на довольно жесткий разговор о значительном повышении зарплаты. Дело в том, что я немного ошибся в расчетах, и денег на достижение цели к намеченном сроку стало не хватать. Просьбу удовлетворили. Короче говоря, поехать мне удалось только в конце сентября. Незабываемые ощущения. Пересек Белоруссию и Польшу. Назад приехал в октябре, тоже на мотоцикле. Было уже довольно прохладно и дожди. Итак, спрашиваю себя, *какую пользу я получил,* причем *только благодаря той самой безумной мечте'?* В сухом остатке — приятные воспоминания, есть чем охвастаться, новые знакомые, резко возросшее самоуважение и высокая зарплата.

Да, и еще по пути в Берлин сделал предложение своей будущей жене, которая

тогда жила в Минске, а сейчас со мной в Петербурге.

А. Томилин. О пользе безумной мечты'

Задание 2. *Сядьте и положите перед собой лист бумаги и ручку. У вас есть ровно две минуты. Запишите все, чего вы хотели бы добиться в жизни. Посмотрите на получившийся список. Запишите рядом с каждой целью, чем это важно и ценно для вас.*

Задание 3- *«Круг влияния».*

Выполните следующие действия: 1- Возьмите лист бумаги и запишите на нем те области жизни, состояние которых вас интересует или даже заботит. Это может быть все что угодно: от состояния здоровья вашей собаки до освоения космоса.

Отметьте *красным* маркером те элементы списка, которые вам почти полностью подвластны, например отношения с приятелем или ваша собственная успеваемость.

Отметьте *зеленым* маркером те элементы списка, на которые вы влияете в той или иной степени, в зависимости от конкретных обстоятельств, например настроение родителей или ваши спортивные достижения.

Отметьте *желтым* маркером те элементы списка, которые не поддаются вашему влиянию, но на которые вы хотели бы влиять, например отношение к вам любимого человека или ситуация в институте.

Отметьте *синим* маркером те элементы списка, на которые вы, на ваш взгляд, категорически не можете влиять.

2. Возьмите другой лист бумаги. *Ответьте на вопрос* «Что я могу сделать для того, чтобы "желтая область" хотя бы частично подпала под мое влияние?». Запишите все ответы, какими бы абсурдными они вам ни показались.

3. Возьмите третий лист бумаги. *Ответьте на вопросы:*

- Действительно ли меня волнуют вопросы из «синей области»?
- Если да, то какие именно и насколько?
- Могу ли я теоретически хоть как-то на них повлиять?
- Если да, то как?
- Если нет, то кто может?
- Как я могу приобрести те качества и характеристики, которыми обладает тот, кто способен влиять на перечень чрезвычайно важных для меня вопросов?
- Считаю ли я, что все люди наделены практически равными ресурсами для достижения своих целей?
- Если нет, то каким образом это возможно компенсировать?
- Сознаю ли я, что могу сам выбирать те области жизни, на которые буду оказывать влияние, идет ли речь о здоровье моей собаки или освоении космоса?

Задание 4. *Мемуарник студенческой группы.*

По окончании занятий каждый студент определяет для себя и записывает на листе бумаги «главное событие дня», а затем студенческая группа голосованием принимает решение и определяет, какое событие дня стало главным для нее. Мемуарник ведется в течение недели, по истечении которой определяется «главное событие недели».

Задание 5. *«Ролевые функции».*

Как можно точнее составьте перечень своих ролевых функций.

Запишите их на листе бумаги. Проранжируйте элементы списка по степени их важности.

Дайте количественную оценку каждой роли по комплексному показателю:

Формально уделяемое время ± Уделяемое внимание =

Фактически уделяемое время.

Фонд активного времени в сутках = *2k* ч. — 8 ч. = 16 ч.

Время в институте = 6 ч.

Время на работу = 5 ч.

Время на спорт = 2 ч.

Время, уделяемое родителям, = 0,5 ч.

Время, уделяемое любимой девушке, = 2,5 ч. (это формальный средненедельный суточный показатель).

При этом характерны такие особенности вашего поведения: во время пребывания в институте вы два часа активно общаетесь с друзьями, обсуждая последний футбольный матч, а в течение следующего часа обсуждаете с вашей девушкой планы на вечер и решаете пойти в кино.

На работе вы шлете SMS-сообщения вашей любимой девушке. С тренировки вы отпросились на час раньше, чтобы купить билеты на новый фильм.

В результате вы выполняли в течение дня следующие роли:

Студента - 6 ч. - 2 ч. - 1 ч. = 3 ч.

Менеджера = 5 ч. - 2 ч. = 3 ч.

Друга = 2 ч.

Бойфренда = 2,5 ч. + 2 ч. + 1 ч. + 1 ч. = 6,5 ч.

Спортсмена = 2 ч. - 1 ч. = 1 ч.

Сына = 0,5 ч.

Графически полученные данные представлены на рис. 1.

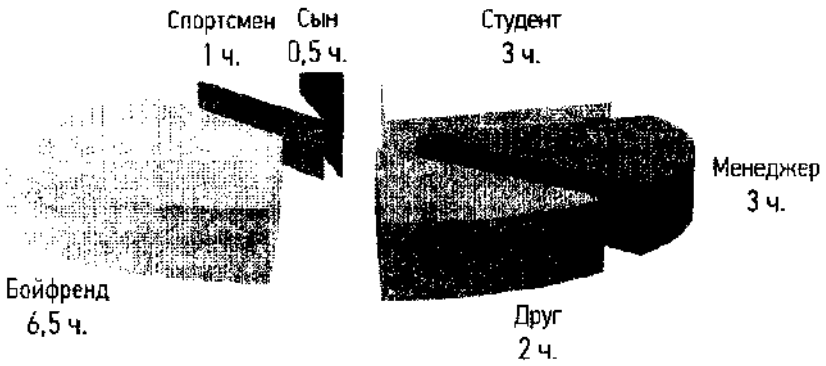


Рис. 1. *Ролевые функции*

Задание 6. *«Список достижений».*

Вспомните и запишите дела из своего прошлого, которыми вы гордитесь, которые принесли вам много радости и которые заряжают вас энергией даже сейчас, когда вы вспоминаете о них. Можете включать любые, даже самые ранние воспоминания из детства. Единственный критерий выбора — степень вашей внутренней гордости: «Я - тот человек, который сделал ЭТО!» Важно, чтобы в список могли попасть дела, относящиеся к вашим различным жизненным ролям (родитель, студент, друг и т.п.). Выберите из вашего списка достижений только семь самых-самых - тех, которыми вы особенно гордитесь.

Письменно опишите каждое из этих семи дел. Отбросьте лишнюю скромность и запишите очень точно, что вы тогда сделали, чего добились и что доставило вам такую радость. Опишите также, что вы чувствуете сейчас, когда вспоминаете это.

Проанализируйте, о чем вам говорят эти истории. Вспоминая их, осознайте, что на самом деле для вас важно и что приносит вам ощущение счастья.

ТЕМА 2. ХРОНОМЕТРАЖ КАК ПЕРСОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА УЧЕТА ВРЕМЕНИ

Вопросы для обсуждения

1. Время как невосполнимый ресурс.
2. Поглотители времени. Способы минимизации неэффективных расходов времени.
3. Анализ личной эффективности.
4. Классификация расходов времени.

Дополнительные вопросы

1. Что называется *поглотителями времени* в тайм-менеджменте?
2. Что такое хронометраж?
3. Сколько шагов техники полного хронометража вы знаете?
4. Что может быть использовано в качестве ключевых показателей при применении техники хронометража?
5. Что такое время «нетто»? Как рассчитать количество времени, израсходованного непродуктивно?
4. Что такое время «брутто»? Как рассчитать количество рационально использованного времени?
7. Какие классификации расходов времени вы знаете?
8. Как можно оптимизировать время, затрачиваемое на дорогу? Приведите примеры.
9. В чем основные трудности ведения хронометража и как их можно преодолеть?
10. Как одной фразой можно выразить суть, основную идею хронометража?

Практические задания

Задание 1. *Прочитайте внимательно список основных поглотителей времени, приведенный в начале главы. Выпишите в таблицу свои основные поглотители.*

Поглотитель времени	Возможные причины потерь времени	Меры по их устранению

Выполните задание.

1. Запишите во вторую колонку причины, которые влияют на потерю времени.
2. Продумайте шаги по рационализации своих расходов времени: что вы реально можете сделать в каждом конкретном случае?
3. Запишите все шаги в третью колонку.
4. Проанализируйте полученные данные по всем поглотителям: есть ли общее, что их объединяет? Есть ли одинаковые способы и меры устранения лишних затрат времени?

Задание 2. *Прочитайте приведенные ниже данные полного хронометража времени студента.*

Анализ поглотителей времени студента

Время начала	Время окончания	Интервал	Вид деятельности
6.00	6.15	15 мин.	Насильственное пробуждение меня
6.15	6.25	10 мин.	Умывался, одевался
6.25	6.39	14 мин.	Завтракал. «Схватил бутерброд на бегу»
6.39	7.05	26 мин.	Проверил электронную почту, «вылетая из дома»
7.05	8.45	1 ч. 40 мин.	Очень быстро побежал в академию
8.45	10.00	1 ч. 15 мин.	Осознал, что можно было и не бежать, — забыл, что первой пары сегодня нет. Бестолково толкался перед дверью.
10.00	11.20	1 ч. 20 мин.	Крайне интересная лекция о необходимости сдать курсовик в этом десятилетии. Практикум. Доказал, кто лучше всех решает задачки по экономике!
11.20	11.30	10 мин.	Пил кофе Поболтал с ребятами, узнал про курсовик
11.30	12.50	1 ч. 20 мин.	Третья пара. Слушал лекцию, конспектировал
12.50	13.00	10 мин.	Пошел в кафе перекусить
13.00	13.25	25 мин.	Поел как-то так
13.25	13.46	21 мин.	Просто сидел в кафе
13.46	13.49	3 мин.	Пытался дозвониться до начальства, узнать, надо ехать на работу или нет. Не дозвонился
13.49	15.04	1 ч. 15 мин.	Все-таки решил поехать. Дорога до работы
15.04	15.33	29 мин.	Пришел, переоделся, спустился на инструктаж
15.33	15.58	25 мин.	Ждали инструктаж, .. Не дождались. Пошли в столовую пить чай
15.58	16.24	26 мин.	Пили чай, болтали
16.24	16.47	23 мин.	Сидел на лавочке во дворе

Продолжение таблицы 2.

Время начала	Время окончания	Интервал	Вид деятельности
16.47	18.00	1 ч. 13 мин.	Ура! Работа! Пришла фура, менеджер отдела снабжения попросил разгрузить. Грузили. Уронили пару коробок, было весело
18.00	19.30	1 ч. 30 мин.	Пришел начальник, дал ценные указания. Работал с базой данных в Access
19.30	19.42	12 мин.	Электронная почта
19.42	19.56	14 мин.	Чатился на форуме. Пришел начальник
19.56	20.17	21 мин.	ICQ (можно не писать, с кем переписывался?)
20.17	20.28	11 мин.	Быстро собрался домой
20.28	21.55	1 ч. 27 мин.	Дорога домой
21.55	22.30	35 мин.	Ужинал
22.30	23.57	1 ч. 27 мин.	Call of Duty
23.57	00.42	45 мин.	Вспомнил про курсовик. Попытался работать над курсовиком + читал новости в Интернете
00.42	00.53	11 мин.	Проверял почту
00.53	01.15	22 мин.	Пил чай,
01.15	01.36	16 мин.	Смотрел на монитор, понял, что хочу спать. Выключил компьютер. Пошел в душ
01.36			Лег спать

Выполните задания.

1. Проанализируйте «фотографию дня» студента.
2. Подсчитайте количество времени, потраченного эффективно. Используйте формулу расчета «коэффициента полезного действия».
3. Выявите основные поглотители времени. Подсчитайте общее количество времени, «съеденного» поглотителями. Используйте формулу подсчета непродуктивных расходов времени.
4. Предложите свои улучшения по организации деятельности студента.
5. Подсчитайте выигрыш времени от этих улучшений.

Задание 3. *Переформулируйте цели, записанные в левой колонке таблицы, в ключевые показатели хронометража. Запишите получившиеся варианты в правую колонку.*

Цель	Показатель
Хочу меньше смотреть телевизор	
Давно хочу прочитать книгу Ильфа и Петрова «12 стульев», но руки не доходят	
Хочу меньше опаздывать	
Хотелось бы меньше времени тратить на дорогу	
Найти бы время освоить PowerPoint	
Хорошо бы еще написать курсовик	
Давно мечтаю заняться восточными единоборствами	

Тема 3. ПЛАНИРОВАНИЕ

Вопросы для обсуждения

1. Определение понятия планирование.
2. Долгосрочное планирование.
3. Планирование в течение дня.
4. Система планирования на основе метода структуированного внимания.

Дополнительные вопросы

1. Что такое планирование и для чего оно нужно?
2. В чем заключаются трудности планирования? Как их можно преодолеть? Приведите пример.
3. В чем суть контекстного планирования? Чем отличается жесткое планирование от гибкого? Как вы думаете, какой из видов планирования дает больше преимуществ? Почему?
4. Что такое контекст? Какие типы контекстов вы знаете? Приведите примеры контекстов каждого типа.
5. С помощью каких инструментов тайм-менеджмента можно планировать свой день? Приведите примеры использования различных инструментов планирования.
6. Что такое результато-ориентированное планирование? В чем главная идея этой технологии, что лежит в ее основе? Перечислите шаги по составлению результато-ориентированного списка задач и кратко охарактеризуйте каждый из них.
7. Что такое «горизонты планирования»? Как и на основе чего осуществляется перемещение задач между различными горизонтами?
8. Назовите основные правила эффективного планирования дня. Кратко охарактеризуйте их.
9. В чем отличие результато-ориентированной формулировки задачи от конкретизированной? Обоснуйте свой ответ.
10. Перечислите шаги алгоритма планирования дня.
11. Как осуществляется бюджетирование рабочего времени?

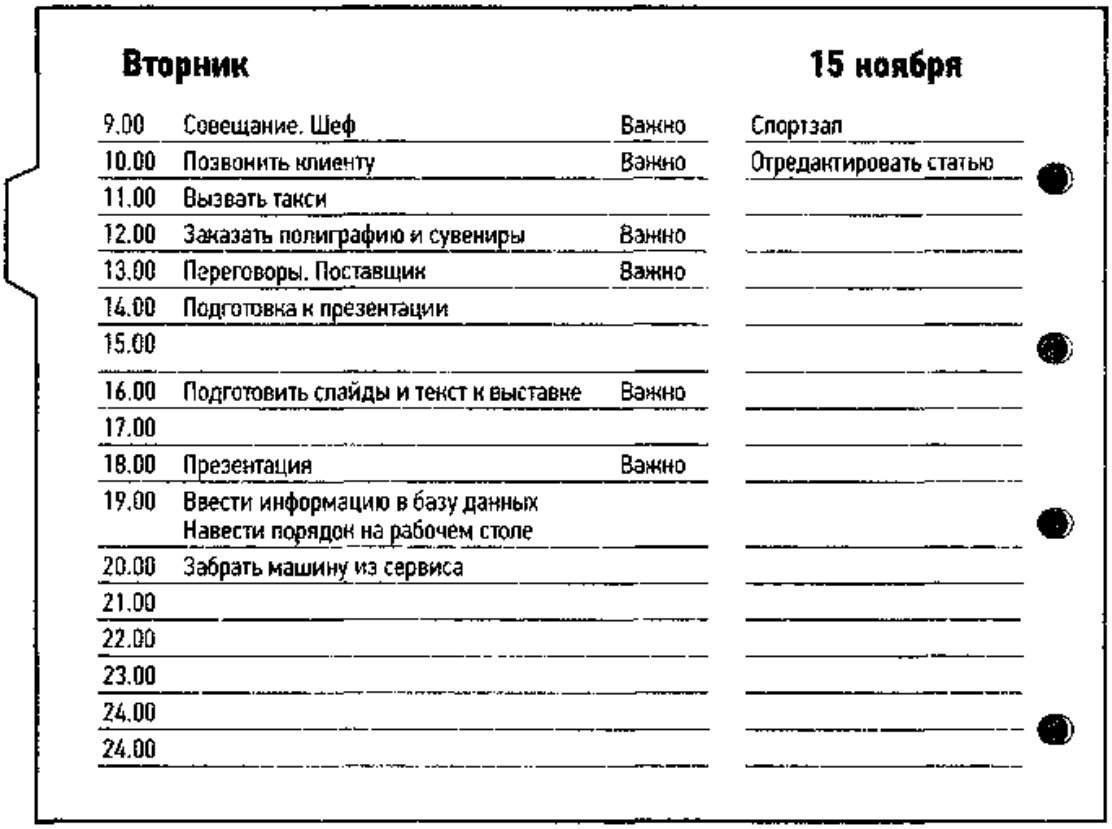
Практические задания

Задание 1. *Прочитайте приведенные ниже размышления менеджера о предстоящем дне и план дня, который он составил.*

Ну и день сегодня предстоит! Сейчас только девять часов утра, а дел навалилось столько, что, кажется, времени катастрофически не хватит.

Звонил рассерженный клиент: не получил заказ в срок. Надо бы ему перезвонить, выяснить все вопросы, успокоить. Материалы к выставке нужно готовить: открытие через две недели, а ни слайдов, ни текста для рекламных буклетов еще нет. Да и насчет полиграфии пора бы озадачиться, позвонить и заказать изготовление материалов - календарики всякие, листовки, буклеты, сувениры, плакаты, а то, как всегда, в последний момент спохватимся, и опять — голый стенд и две жалкие листовки. Позор!

На 13.00 назначены переговоры с поставщиком — это дело святое, надо ехать самому. Интересно только, на чем? Машину из сервиса так и не нашел времени забрать, а надо бы. На метро? Или такси заказать? Ничего себе — так у нас же еще презентация сегодня! Ну конечно, начало в 18.00, а команда ни сном, ни духом. Срочно надо всех собирать на инструктаж. Хорошо бы еще текст статьи в «Экономический вестник»



Вторник **15 ноября**

9.00	Совещание. Шеф	Важно	Спортзал
10.00	Позвонить клиенту	Важно	Отредактировать статью
11.00	Вызвать такси		
12.00	Заказать полиграфию и сувениры	Важно	
13.00	Переговоры. Поставщик	Важно	
14.00	Подготовка к презентации		
15.00			
16.00	Подготовить слайды и текст к выставке	Важно	
17.00			
18.00	Презентация	Важно	
19.00	Ввести информацию в базу данных Навести порядок на рабочем столе		
20.00	Забрать машину из сервиса		
21.00			
22.00			
23.00			
24.00			
24.00			

отредактировать, а то уже месяц валяется где-то в столе. Кстати, о столе, не мешало бы разобраться в этом хаосе, а то вечно полчаса копаешься, пока нужный документ найдешь. А так хотелось сегодня в спортзал сходить, размяться! Ну это вряд ли. Если еще учесть накопившийся объем не внесенной в базу данных информации по клиентам... А ведь это потенциальная прибыль фирмы.

Ну вот, позвонила секретарь - через полчаса совещание у шефа, присутствие бязательно. Надо успеть хотя бы набросок плана дня сделать, а то опять половина задач из головы вылетит. Итак, что там у нас самое главное на сегодня?

1. Проанализируйте размышления и составленный план. Отметьте ошибки, которые были допущены. Какие принципы и правила планирования дня они нарушают?
2. Проанализируйте, насколько точно был выполнен алгоритм планирования дня.
3. Составьте свой план дня для этого менеджера. Объясните, почему вы именно так распланировали дела и задачи? Ответы подкрепляйте ссылками на материал главы.

Задание 2. *Прочитайте приведенные ниже формулировки задач.*

- Зайти в спортзал.
- Институт, зачет.
- Найти ключи от квартиры.
- Позвонить клиенту.
- Поговорить с Ивановым.
- Лекция.
- Оформить титульный лист для реферата.
- Обсудить проект с командой.
- Составить план действий на завтра.
- Задание по тайм-менеджменту.
- Собеседование в 14.00.
- Отдать CD-диск соседу.
- Пообедать.
- Почта. Папка «Входящие».

- Проектная работа.
- Вопросы по диплому.
- Договориться о времени консультации с преподавателем.
- Решить пять трудных задачек по математике.
- Мобильный. Деньги.
- Работа, резюме, агентство.

Выполните следующие задания.

- Разделите лист бумаги на две части.
- В левую колонку выпишите те задачи, которые составлены в результато-ориентированном виде. Объясните, какие задачи и почему вы посчитали соответствующими результато-ориентированной форме? Подкрепите свой ответ ссылками на текст главы.
- Переформулируйте задачи, являющиеся, по вашему мнению, не результато-ориентированными, так, чтобы они соответствовали формуле результато-ориентированного планирования. Запишите их в правую колонку. Объясните, какие задачи вы переформулировали. Почему? Подкрепите свой ответ ссылками на текст раздела главы.

Задание 3. *Исключите из приведенного алгоритма жестко-гибкого планирования лишние шаги и запишите алгоритм правильно.*

- Выделить ключевые показатели и отследить их в динамике.
- Составить список жестких задач.
- Отметить свои личные контексты.
- Составить список гибких задач.
- Перенести в список жестких задач как можно больше задач из гибкого списка.
- Заполнить пустое пространство между жесткими задачами.
- Определить время исполнения для всех задач на день.
- Построить двухмерный график для определения взаимосвязей между задачами.
- Выделить из списка приоритетные задачи.
- Разбить приоритетные задачи на подзадачи.
- Забюджетировать время для приоритетных задач.
- Определить время на выполнение жестких задач в размере 80 % от рабочего дня.

Тема 4. ОБЗОР ЗАДАЧ И ЕГО РОЛЬ В ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ

Вопросы для обсуждения

1. Инструменты создания обзора.
2. Контрольные списки.
3. Двухмерные графики как инструмент планирования и контроля в тайм-менеджменте.

Дополнительные вопросы

1. Что такое обзор? Дайте определение.
2. В чем отличие обзора от плана?
3. На какие группы можно разделить все инструменты обзора? В чем особенности каждой группы инструментов?
4. В чем преимущества двухмерного графика как инструмента обзора?
5. В чем преимущество использования интеллект-карт в тайм-менеджменте?
6. Что такое Mind Maps (интеллект-карты)?
7. Что представляют собой контрольные списки как инструмент обзора?
8. Назовите главное условие, делающее обзор эффективным средством принятия решения.
9. На какую ступеньку «лестницы тайм-менеджмента» вы бы поставили обзор? Почему?
10. Какие виды двухмерных графиков вы можете назвать?
11. Какие инструменты обзора подходят для работы с заданными ситуациями?
12. С помощью какого инструмента можно эффективно работать с проблемной ситуацией?
13. Вспомните алгоритм эффективного обучения с помощью майндменеджмента.

Практические задания

Задание 1. *Запланируйте с помощью двухмерного графика долгосрочный проект (ремонт квартиры, строительство дачи, изучение иностранного языка), рассчитанный на год, и заполните соответствующую пустографку.*

Подзадачи	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль

Задание 2. *Используйте создание интеллект-карты с помощью майндменеджмента:*

- *на семинаре;*
- *на лекции (в цикле лекций);*
- *при подготовке к экзамену;*
- *при чтении книг (бизнес- и профессиональная тематика, научнопопулярная литература и др.);*
- *на тренинге;*
- *на конференциях, презентациях, мастер-классах;*
- *во время сбора материала для книги, диссертации, диплома.*

Задание 3. *Когда в следующий раз вы будете сомневаться при принятии решения, используйте один из описанных в этой главе способов или потренируйтесь на одном из примеров:*

- *Какую машину выбрать?*
- *Жениться или не жениться? Выходить замуж или не выходить?*
- *Куда пойти учиться?*
- *Идти ли мне учиться?*
- *Какие свои слабые и сильные стороны мне нужно развивать?*
- *Какие слабые и сильные стороны есть у моей фирмы?*

Тема 5. ПРИОРИТЕТЫ. ОПТИМИЗАЦИЯ РАСХОДОВ ВРЕМЕНИ

Вопросы для обсуждения

1. Определение и суть расстановки приоритетов в тайм-менеджменте.
2. Определение приоритетности долгосрочных целей и текущих задач.
3. Закон Парето.

Дополнительные вопросы

1. В чем заключается смысл расстановки приоритетов?
2. Почему важно уметь расставить приоритеты?
3. Какие методы расстановки приоритетов вы знаете?
4. На какие типы делятся задачи в соответствии с матрицей Эйзенхауэра?
5. Когда целесообразно использовать метод многокритериальной оценки?
6. В чем заключается суть метода многокритериальной оценки?
7. Как можно выделить наиболее приоритетные цели? Какой способ подходит для этого более всего? Почему вы так считаете?
8. В чем основная идея расстановки приоритетов по принципу «8о/го»?
9. Как используется принцип Парето при планировании времени на задачи?
10. Почему важно отсеивать навязанные дела и задачи?
11. Какие стратегии отказа вы знаете? Какие из них вы считаете наиболее эффективными, почему?

Практические задания

Задание 1. *Распределите дела из списка с помощью матрицы Эйзенхауэра по типам задач в зависимости от их важности и срочности.*

1. Разобраться на рабочем столе.
2. Подготовиться к завтрашнему зачету по тайм-менеджменту.
3. Поиграть с другом в Call of Duty 2.
4. Написать реферат по экономике, который нужно сдать до конца следующего месяца.
5. Встретиться с друзьями, сходить в интернет-кафе.
6. Позаниматься с репетитором по математике, надо готовиться к вступительным экзаменам, которые будут через четыре месяца.
7. Навести порядок в комнате.
8. Позвонить сегодня ключевому клиенту.
9. Закончить работу над квартальным отчетом (сдавать через четыре дня).
10. Завтра поздравить маму с днем рождения.
11. Начать заниматься на курсах иностранного языка (для подготовки к поступлению в вуз в следующем году).

Запишите дела в соответствующие графы:

*A*_____

*B*_____

C_____

*D*_____

Задание 2. *Используя многокритериальную оценку, расставьте приоритеты для своих долгосрочных целей. Для выбора целей и ценностей можете воспользоваться стратегической картонкой и мемуарником.*

Цели	Ценности	ИТОГ

Задание 3. *Проведите полный хронометраж своих четырех дней. Используя полученные данные, расставьте приоритеты в своих делах с помощью матрицы Эйзенхауэра: какие из дел к какому типу задач вы можете отнести. Запишите, какие шаги вы можете сделать, чтобы уменьшить количество дел категории D и C.*

*A*_____
*B*_____
C_____
*D*_____
Шаги, которые я предприму для сокращения потерь времени: _____

Тема 6. ТЕХНОЛОГИИ ДОСТИЖЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

Вопросы для обсуждения

1. Грамотное распределение рабочей нагрузки.
2. Работоспособность человека и биоритмы.
3. Правила организации эффективного отдыха. Как настроить себя на решение задач.
4. Самомотивация.

Дополнительные вопросы

1. Почему одной из важных задач тайм-менеджмента является выработка умения правильно распределять свою рабочую нагрузку?
2. Какую роль играют суточные биоритмы в распределении рабочей нагрузки?
3. Каким правилам нужно следовать, чтобы отдых в течение рабочего дня стал эффективным? Назовите их.
4. Какие способы самонастройки на выполнение работы вы знаете?
5. Что такое творческая лень? Она полезна или является недостатком?
6. Как называются крупные неприятные задачи в тайм-менеджменте? Приведите пример.
7. Как называются мелкие неприятные задачи в тайм-менеджменте? Приведите пример.
8. Что называется «бифштексом»? Приведите пример.
9. В чем отличие «реального бифштекса» от «иллюзорного»?
10. В чем заключается суть метода «швейцарского сыра»?

Практические задания

Задание 1. *Вспомните и запишите несколько (от трех до пяти) своих типовых сценариев короткого отдыха (от пяти до десяти минут) в течение рабочего дня. Обсудите в группе все получившиеся варианты. Оцените каждый из сценариев по пятибалльной шкале. Выберите наиболее оптимальные сценарии короткого отдыха.*

Задание 2. Впишите *в таблицу свои «лягушки» и «бифштексы». В течение двух недель отслеживайте выполнение мелких задач. Результаты отмечайте в графике.*

«Лягушки» и «бифштексы»	Поне-дельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница	Суббота	Воскре-сенье

Задание 3. *Приведите примеры своих дел-»лягушек». «Съедайте» по одной в день. Запишите, сколько времени у вас заняло выполнение этой задачи.*

Дело-«лягушка» 1:
Решение задачи заняло:
Дело-«лягушка» 2:
Решение задачи заняло:
Дело-« лягушка» *у.*
Решение задачи заняло:

Тема 7. КОРПОРАТИВНЫЙ ТАЙМ-МЕНЕДЖМЕНТ

Вопросы для обсуждения

1. Необходимость корпоративного внедрения тайм-менеджмента.
2. Предпосылки и определение корпоративного тайм-менеджмента.
3. Корпоративные ТМ-стандарты.

Дополнительные вопросы

1. Перечислите факторы, определяющие необходимость внедрения корпоративного тайм-менеджмента.
2. Назовите ключевое отличие менеджмента от тайм-менеджмента. Как вы считаете, что первично в организации: менеджмент или тайм-менеджмент?
3. Раскройте содержание этапов внедрения корпоративного тайм-менеджмента.
4. Какие меры закрепления техник планирования времени могут разрабатываться в компании? В чем их суть? Приведите примеры.
5. Чем регламенты отличаются от договоренностей?
6. Что такое «вещи», инструменты в системе ТМ-стандартов?
7. Каковы основные направления исследований в области корпоративного тайм-менеджмента?

Практические задания

Задание 1.

1. *Прочитайте «Правила уважения ко времени». Чем они являются — договоренностями или регламентом? Ответ обоснуйте.*

Правила уважения ко времени

Мы договорились ценить время друг друга. Это невосполнимый капитал, из которого «сделана наша жизнь». Мы придерживаемся простых правил:

1. Считай время, как деньги. Будь готов к тому, что за ошибку во времени лишишься денег.
2. Телефоном — срочное, остальное — почтой.
3. Все, что можешь, делай сам. Приходи не с вопросом, а с вариантами решения.
4. Не пытайся переложить свою проблему на другого. Будь готов услышать твердое «нет».
5. Отправляя e-mail, обязательно укажи актуальную тему письма и его важность.
6. Перед тем как дернуть коллегу, подумай. Запиши вопросы и задай их сразу.
7. Опоздание — зло. Но если уж опаздываешь — предупреди.
8. Готовься к планерке заранее. Приноси мысли на бумаге.
9. Получив от коллеги информацию (регламент, презентацию) — прочитай ее и храни. Второго раза не будет.
10. Активное внимание твоего слушателя длится 1,5 минуты. Практикуй краткость. Она — сестра таланта.
11. В любом запросе указывай реальные сроки исполнения. Не завышай их, как цену на базаре.
12. Критикуешь — предлагай свой вариант решения. Без него критика не принимается.
13. Приходи редко. Проси мало. Уходи быстро.

2. *Выберите три любых правила из списка. Запишите их. Приведите для каждого из них по одному примеру, как можно превратить эти правила в «вещи», реально работающие инструменты ТМ.*

Задание *2.* *Представьте, что вам поручено рассказать* о *преимуществах внедрения технологий тайм-менеджмента в корпоративную культуру сотрудникам некой организации. Ваша задача — заинтересовать людей в использовании инструментов и техники тайм-менеджмента в своей работе. Составьте и запишите небольшое (пятиминутное) выступление (от первого лица) о достоинствах и преимуществах применения технологий тайм-менеджмента в условиях организации. Опишите те выгоды, которые могут получить люди от внедрения основ тайм-менеджмента в свою практическую деятельность.*

Основная литература

1. Жесткий тайм-менеджмент: Возьмите свою жизнь под контроль: Научно-популярное / Кеннеди Д. - Москва :Альпина Паблишер, 2018. - 176 с.: ISBN 978-5-9614-7076-5 - Текст : электронный. - URL: https://new.znanium.com/catalog/product/1002228

2. Психология управления персоналом : учебник для академического бакалавриата / Е. И. Рогов [и др.] ; под общей редакцией Е. И. Рогова. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 350 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03827-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://www.biblio-online.ru/bcode/432963

3. Тайм-менеджмент. Полный курс / Архангельский Г.А., Бехтерев С.В., Лукашенко М. - Москва :Альпина Пабл., 2016. - 311 с.: ISBN 978-5-9614-1881-1 - Текст : электронный. - URL: https://new.znanium.com/catalog/product/925383

Дополнительная литература

1. Реунова, М. А. Тайм-менеджмент студента университета : учебное пособие / М. А. Реунова. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 103 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/30084.html

2. Тайм-менеджмент. Полный курс [Текст] : учебное пособие / Архангельский, Глеб [и др.]. - М. : Альпина-Паблишер, 2012. - 311 с.

3. Тайм-менеджмент по помидору: Как концентрироваться на одном деле хотя бы 25 минут / Нётеберг Ш. - Москва :Альпина Пабл., 2016. - 245 с.: ISBN 978-5-9614-1982-5 - Текст : электронный. - URL: https://new.znanium.com/catalog/product/925374

4. Цибульникова, В. Е. Тайм-менеджмент в образовании : учебно-методический комплекс дисциплины / В. Е. Цибульникова. — М. : Московский педагогический государственный университет, 2016. — 32 с. — ISBN 978-5-4263-0397-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/72515.html.

Периодические издания

1. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева : науч.-производ. журн. / учредитель и издатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева». – 2009 – Рязань, 2018 - Ежекварт. – ISSN : 2077 - 2084

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

ЭБС «Юрайт». - Режим доступа: https://biblio-online.ru

Электронная библиотека РГАТУ – Режим доступа: http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp

Гарант – Режим доступа : http://www.garant.ru

«КонсультантПлюс» - Режим доступа: http://www.consultant.ru

eLIBRARY – Режим доступа: https://elibrary.ru/defaultx.asp

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»

ФАКУЛЬТЕТ ЭКОНОМИКИ И МЕНЕДЖМЕНТА

КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА

ОСНОВНЫЕ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩИЕ УПРАЖНЕНИЯ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ГИМНАСТИЧЕСКОЙ СТЕНКЕ

(для мышц плечевого пояса, прямых и косых мышц живота)

Методические рекомендации для практических занятий по дисциплине « Физическая культура и спорт»
для студентов очной формы обучения
по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

Рязань, 2024

Методические рекомендации для практических занятий по дисциплине «Физическая культура и спорт» (для студентов 1 курса по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов / Сост.: к.п.н., доцент Т.А.Сидоренко, ст. пр. Н.А. Гудкова. - Рязань, РГАТУ, 2020. с. 19

Методические рекомендации помогут студентам правильно составлять комплексы общеразвивающих упражнений с использованием гимнастической стенки, для развития мышц плечевого пояса, прямых и косых мышц живота.

Рецензенты:

к.п.н. доцент кафедры теории и методики физического воспитания и спортивных дисциплин РГУ П.В. Левин; к.п.н., доцент кафедры физического воспитания и здоровья РязГМУ Г.В. Пономарева;

Содержание

Введение……..4

Упражнения для мышц верхних конечностей и плечевого пояса…….7

Упражнения для прямых и косых мышц живота…….11

Заключение……...18

Библиографический список……...19

Введение

Учебная дисциплина «Физическая культура и спорт» в высших учебных заведениях является составной частью общей культуры и профессиональной подготовки студента в течение всего периода обучения, физическая культура входит обязательным разделом в гуманитарный компонент образования, значимость которого проявляется через гармонизацию духовных и физических сил, формирование таких общечеловеческих ценностей, как здоровье, физическое и психическое благополучие, физическое совершенство.

Свои образовательные и развивающие функции физическая культура наиболее полно осуществляет в целенаправленном педагогическом процессе физического воспитания. Она выступает одним из факторов социокультурного бытия, обеспечивающего биологический потенциал жизнедеятельности, способ и меру реализации сущностных сил и способностей студента.

Физическая культура воздействует на жизненно важные стороны индивида, полученные виде задатков, которые передаются генетически и развиваются в процессе жизни под влиянием воспитания, деятельности и окружающей среды, физическая культура удовлетворяет социальные потребности в общении, игре, развлечении, в некоторых формах самовыражения личности через социально активную полезную деятельность.

В своей основе физическая культура имеет целесообразную двигательную деятельность в форме физических упражнений, позволяющих эффективно формировать необходимые умения и навыки, физические способности, оптимизировать состояние здоровья и работоспособности.

Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки:

способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (УК-7)

Среди многообразия средств и методов физической культуры и спорта, лидирующие позиции занимают общеразвивающие упражнения (ОРУ), использование которых позволяет существенно разнообразить проведение занятий. Также позволяют проработать основные группы мышц, необходимые для каждой конкретной специализации или поддержать оптимальную физическую форму студентам, занимающихся общефизической подготовкой. Чтобы научиться более четко и корректно составлять комплексы упражнений, для решения определенной задачи, остановимся на некоторых теоретических моментах.

Физическим упражнением можно считать совершенно любое двигательное действие, которое повторяется человеком по закономерностям физического воспитания с целью достижения положительного эффекта.

В зависимости от определенного признака можно провести разделение физических упражнений на определенные группы. В области физического воспитания наибольшую ценность имеют те классификации упражнений, которые помогают решать конкретные задачи, полнее отражают типичную специфику воздействия упражнений на организм человека, на целевой результат.

Отметим наиболее известные классификации.

1. По анатомическому признаку все физические упражнения можно разделить на упражнения для рук, ног, брюшного пресса, спины, шеи и т.д.

2. По признаку воспитания физических качеств выделяют:

- скоростно-силовые виды упражнений (спринт, метание, прыжки, штанга и т.п.);

- упражнения циклического характера на выносливость (бег на средние и длинные дистанции, лыжные гонки, плавание, гребля, велогонки);

- упражнения, требующие высокой координации (гимнастика, акробатика, прыжки в воду, фигурное катание и т.п.);

- упражнения, требующие комплексного проявления физических качеств и двигательных навыков (спортивные игры, борьба, бокс, фехтование).

3. По признаку биомеханической структуры движений выделяют циклические, ациклические и комбинированные упражнения.

4. По признаку физиологических зон мощности различают упражнения максимальной, субмаксимальной, большой и умеренной мощности.

5. По признаку спортивной специализации все упражнения целесообразно объединить в три группы: соревновательные (целевые), специально-подготовительные и общеразвивающие.

Наиболее часто на занятиях физической культурой используют именно ОРУ.

Цель общеразвивающих упражнений - общее физическое развитие и подготовка занимающихся к овладению сложными двигательными действиями. Возможно их выполнение без предметов и с предметами (с гантелями, набивными мячами, палками, скакалками, гирями и т.д.) на различных гимнастических снарядах, а также с партнером.

В данном методических указаниях мы рассматриваем варианты упражнений с использованием гимнастической стенки.

При выполнении упражнений на гимнастической стенке необходимо учитывать ряд особенностей: упражнения для больших групп мышц должны выполняться в медленном темпе, при выполнении волнообразного движения следует обращать внимание на то, чтобы в нем принимали участие все отделы позвоночника.

Основные сокращения:

И.п. – исходное положение, К.п. – количество повторов упражнения.

Упражнения для мышц рук и плечевого пояса

1. В упоре стоя на расстоянии шага, сгибание и разгибание рук. Сгибая руки, коснуться стенки грудью (рис. 1). К.п. -15 раз, 2 подхода.

2. И.п. - Стоя на расстоянии 1,5-2 шага падением вперед (тело прямое) перейти в упор лежа (рис.2). Отталкиваясь руками, вернуться в и.п. К.п. - 15 раз, 2 подхода.



Рис. 1

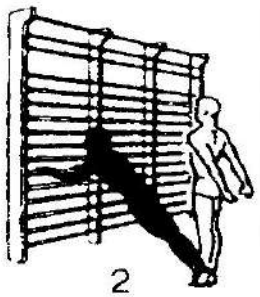


Рис. 2

3. И.п. - ноги на перекладине. Передвижение в упоре на прямых руках (рис. 3). К.п. 10-15.

4. И.п. - одна нога на перекладине, другая на полу. Сгибание и разгибание рук в упоре (рис. 4). К.п. 10-15.

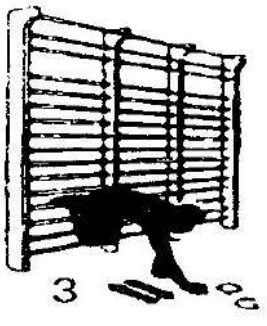


Рис. 3

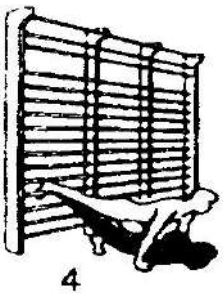


Рис. 4

5. И.п. - обе ноги на перекладине. Сгибание и разгибание рук в упоре (рис. 5). К.п. 10-15.

6. И.п. - В стойке на руках, ноги на шведской стенке. Выполняем передвижение вперед и назад, на руках, одновременно переставляя ноги

вниз или вверх, цепляясь носками за перекладины (рис. 6). К.п. 10 -15.



Рис. 5



Рис. 6

7. И.п. – Упор лежа, ноги зафиксированы на гимнастической тенке. Сгибание и разгибание рук в упоре (рис. 7). К.п. - 15.

8. И.п. - То же, что и в упр. 7. Выполняется сгибание и разгибание рук поочередно отводить ноги назад-вверх (рис. 8). К.п. - 15.

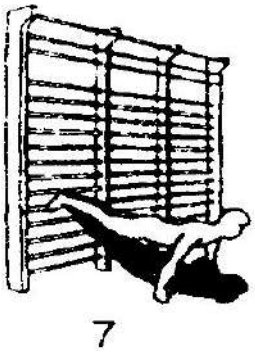


Рис. 7



Рис. 8

9. И.п. – Стойка на руках около гимнастической стенки, спиной к ней ноги зафиксированы на уровне согнутых коленей. Сгибание и разгибание рук в стойке на руках. Для облегчения выполнения упражнения зацепиться носками за перекладину (рис. 9). К.п. - 10

10. И.п. - То же, что и в упражнении 9, но на маленьких брусьях. Сгибая руки, опускаться до стойки на плечах (рис. 10). К.п. - 10

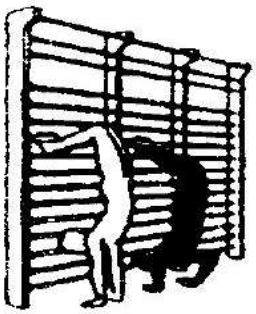


Рис. 9

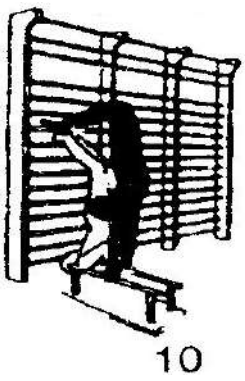


Рис. 10

11. И.п. - Стойка на лопатках, опираясь о стенку. Выпрямить руки и перейти в стойку на руках (рис 11). К.п. – 10.

12. И.п. - Стоя боком к стенке. Выполняем сгибание и разгибание опорной руки (рис. 12). К.п. – 10.

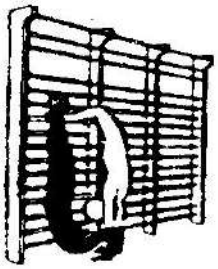


Рис. 11



Рис. 12

13. И.п. Стоя на гимнастической стенке. Выполняем сгибание и разгибание рук (рис. 13). К.п. - 15

14. И.п. — вис на согнутых руках, ноги врозь, с опорой на перекладину. Выпрямляя руки — согнуться в тазобедренных суставах; подтягиваясь на руках — вернуться в и.п (рис. 14). К.п. - 15.

15. И.п. - Вис на верхней перекладине хватом снизу (спиной к стенке), выполняем подтягивания на руках. То же хватом сверху (лицом к стенке) (рис. 15). К. п. – 10 раз.

16. И.п. – Вис на перекладине, лицом к гимнастической стенке. Выполняем напряженное прогибание туловища с одновременным подтягиванием на прямых руках; затем расслабить мышцы и вернуться в и.п. (рис. 16). К.п. – 10 раз.

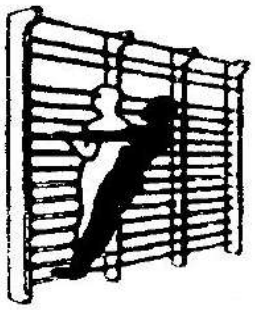


Рис 13.

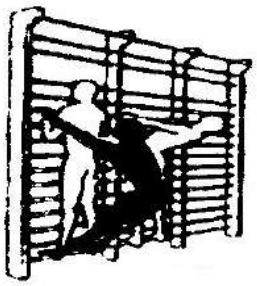


Рис.14.

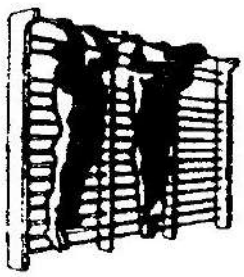


Рис. 15.

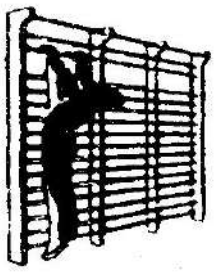


Рис. 16.

17. И.п.- вис, стоя на одной ноге боком, держась за перекладину одноименной рукой. Выполняем разгибание опорной руки с отведением другой ноги в сторону и возвращение в и.п. (рис.17). К.п. -15.

18. И.п. - То же, выполняем прогиб назад и поднимаем согнутую ногу вперед (рис. 18). К.п. – 10.



Рис.17.

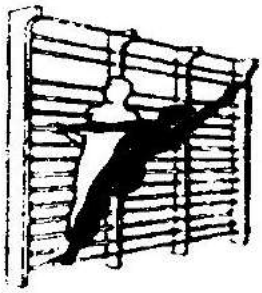


Рис.18.

21. И.п. – Стоя на перекладине ноги врозь, одновременными перехватами двумя руками опускаемся и поднимаемся вверх по стенке (рис. 19). К.п. 7-10.

22. И.п. - То же, но между перехватами выполняем хлопок в ладоши и, сгибаем ноги, — вис присев (рис. 20). К.п. 7-10.



Рис. 19.



Рис.20.

Упражнения для прямых и косых мышц живота

1. И.п. - В висе присев медленное разгибание ног вперед, сколь-зя ступнями по полу, и возвращение в и.п (рис. 21). К.п. – 20.

2. И.п. - Из виса на руках поочередное и одновременное поднимание согнутых ног вперед (рис. 22). К.п. 20, выполнить 2 подхода.

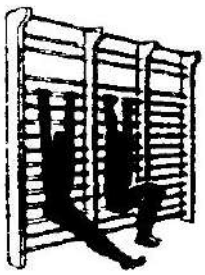


Рис. 21.

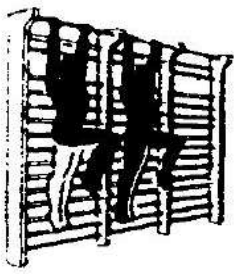


Рис. 22.

3. И.п. - То же прямыми ногами (рис. 23). К.п. - 20.

4. И.п. - Круговые движения прямыми ногами в висе углом (рис. 24). К.п. – 15.

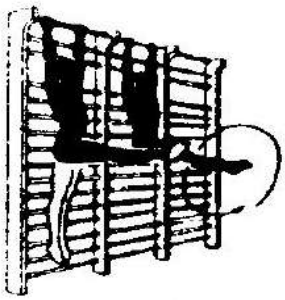


Рис. 23.

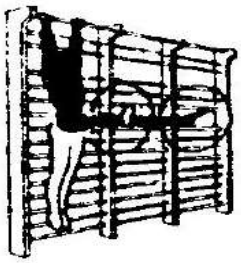


Рис. 24.

5. И.п. - В висе углом (ноги врозь) выполняем скрестные движения прямыми ногами (рис. 25). К.п. – 20.

6. И.п. - Поднимание прямых ног с разведением их в стороны и смыканием, касаясь носками перекладины над головой (рис. 26). К.п. – 10.

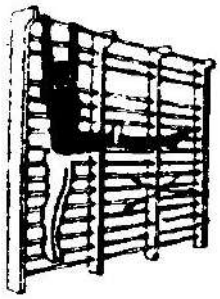


Рис. 25.

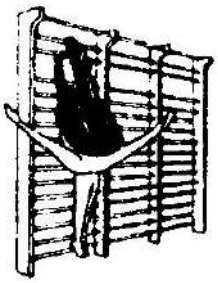


Рис.26.

7. И.п. - Из виса на руках поднимание прямых ног, касаясь носками перекладины между руками. То же с задержкой 2-3 с (рис.27). К.п. – 10.

8. И.п. — стоя на расстоянии шага от стенки, зацепившись за перекладину носком согнутой ноги, руки опущены. Наклоны прямого тела назад с выпрямлением ноги и отведением рук назад. То же с подниманием рук вверх (рис. 28). К.п. – 16.

9. И.п. - То же назад, стараясь коснуться пола кончиками пальцев (рис. 29). К.п.-16.

10. И.п. - В упоре стоя в наклоне опускание на колени и возвращение в и.п. (рис.30). К.п. – 16.

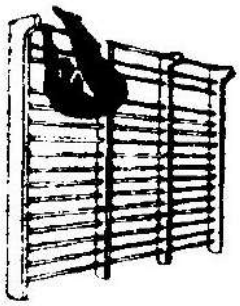


Рис. 27.

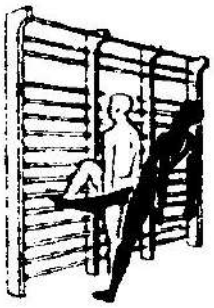


Рис.28.

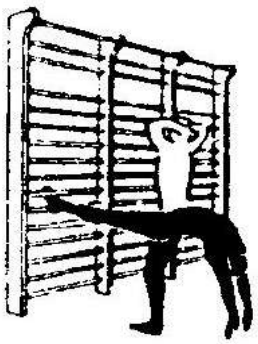


Рис. 29.

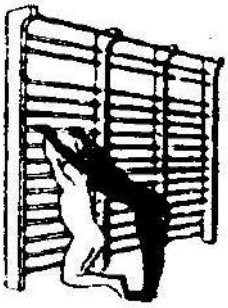


Рис. 30.

11. И.п. - То же в упоре лежа (рис.31). К.п. 16.

12. И.п. - В упоре лежа (руки вверху) покачивания туловищем (рис.32). К.п. 5-6 раз в каждую сторону.

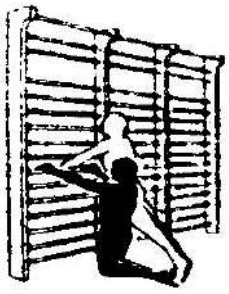


Рис. 31.

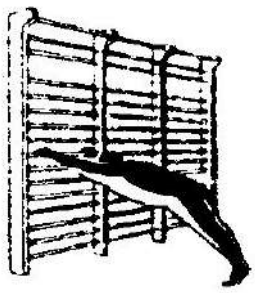


Рис. 32.

13. И.п. - В упоре стоя (руки на уровне головы) перейти в вис лежа прогнувшись; не сгибая руки, вернуться в и.п (рис. 33). К.п. – 16.

14. И.п. - В упоре лежа (ноги на стенке), сгибание и выпрямление в тазобедренных суставах (рис. 34). К.п. – 16.

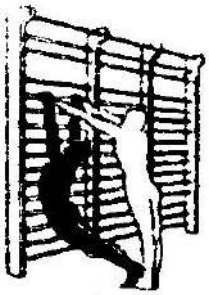


Рис. 33.

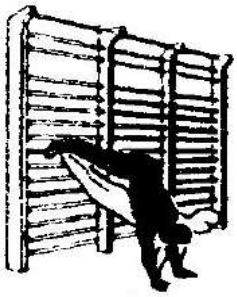


Рис. 34.

15. И.п. — лежа на спине, держась руками за нижнюю перекладину. Сгруппироваться, поднимая таз, и вернуться в и.п (рис. 35). К.п. – 30.

16. И.п. - То же с прямыми ногами (рис. 36). К.п. – 20 -30.

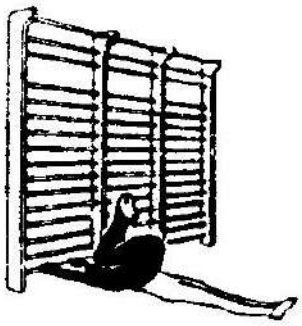


Рис. 35.

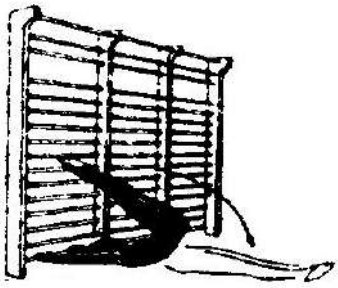


Рис. 36.

17. И.п. — лежа на спине, подняв ноги и таз и держась руками за перекладину. Круговые движения ногами («велосипед») (рис.37). К.п. – 35.

18. И.п. - Поднимание ног и туловища до положения стойки на лопатках (рис. 38). К.п. – 10 -15.



Рис. 37.



Рис. 38.

19. И.п. — стойка на лопатках, зацепившись носками за перекладину. Перейти в положение лежа на полу и вернуться в и.п. (рис. 39). К.п. – 10.

20. И.п. - Перекатом назад перейти в стойку на голове. Вначале выполнять упражнение, опираясь носками на перекладину, затем без опоры носками (рис. 40). К.п. – 10 – 15.

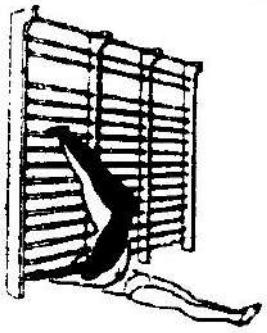


Рис. 39.

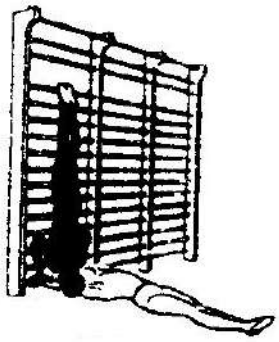


Рис. 40.

21. И.п. — лежа на спине согнувшись (ноги вплотную к стенке), держась руками за 2-ю или 3-ю перекладину. Поднимание таза, касаясь носками пола за головой (рис. 41). К.п. – 10 – 15.

22. И.п. — лежа на спине, зацепившись носками за нижнюю перекладину, руки вытянуты вверх, кисти соединены. Поднимание туловища, касаясь руками носков (рис. 42). К.п. – 10 – 15.

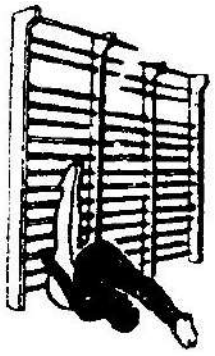


Рис. 41.

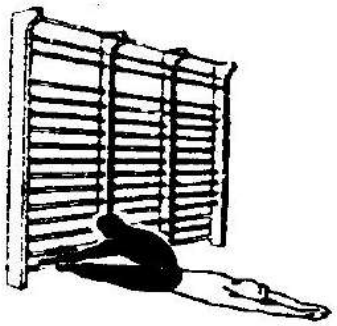


Рис. 42.

23. И.п. — лежа на спине, ноги согнуты, носками зацепиться за более высокую перекладину. Поднимая туловище, стремиться взяться руками за более высокую перекладину; затем вернуться в и.п. (рис. 43). К.п. – 15 – 20.

24. И.п. - То же, но, взявшись руками за перекладину, одновременными или поочередными перехватами перейти в вис стоя. Обратным движением вернуться в и.п. (рис. 44). К. п. – 10 – 12.

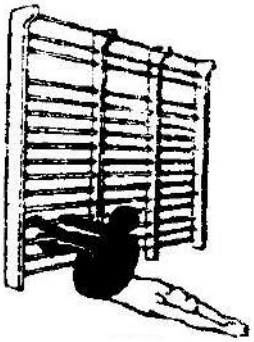


Рис. 43.

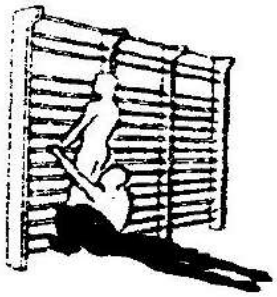


Рис. 44.

25. И.п. — вис сидя в наклоне. Поднимание и опускание согнутых ног (рис. 45). К.п. – 15 – 20.

26. И.п. — сед углом, ноги врозь, держась руками за перекладину. Скрестные махи ногами (рис. 46). К.п. – 20 – 25.



Рис. 45.

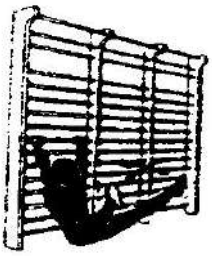
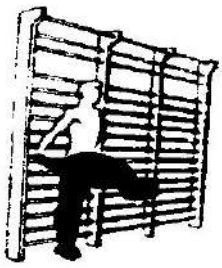


Рис. 46.

27.И.п. В висе стоя (спиной вплотную к стенке) медленные наклоны туловища вперед, прогибаясь в спине (рис. 47). К.п. 8 - 10.

28. И. п. - То же, касаясь головой коленей (рис. 48). К.п. – 8 – 10.



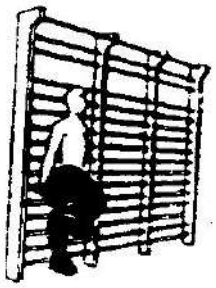


Рис. 47. Рис. 48.

31. И.п. — стоя на одной ноге (на расстоянии шага от стенки), другая на 3-й или 4-й перекладине, руки за головой. Сгибая стоящую на перекладине ногу, медленные наклоны туловища вперед (рис. 49). К.п. – 10 – 16.

32. И.п. — то же, но спиной к стенке, зацепившись носком другой ноги за перекладину, руки в стороны. Медленные наклоны туловища вперед, касаясь пола кончиками пальцев, и возвращение в и.п. (рис. 50). К.п. – 10.

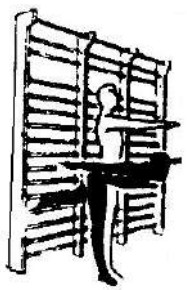




Рис. 49. Рис. 50.

33. И.п. - То же, наклоняясь вперед до положения равновесия («ласточка») (рис. 51). К.п. – 16 -20.

34. И.п. - То же, приседая на одной ноге (рис. 52). К. п. 16 – 20.



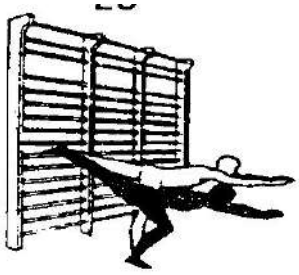


Рис. 51. Рис. 52.

Заключение

В заключении хотелось бы отметить, что, используя ОРУ на занятиях физической культурой можно провести работу практически по всем группам мышц, а использование дополнительных снарядов позволяет существенно разнообразить занятие. Овладев техникой выполнения упражнений, занимающийся физической культурой может самостоятельно подбирать упражнения и формировать комплекс из них, для работы над необходимыми в будущей профессиональной деятельности группами мышцами.

Библиографический список:

1. Холодов Ж.К. Теория и методика физического воспитания и спорта [Текст] / Ж.К. Холодов, В.С. Кузнецов / Учебное пособие. М.: Академия, 2014. - 480 с.
2. Максименко А.М. Теория и методика физической культуры [Текст] / А.М. Максименко / Учебник. М.: Физическая культура. – 2015. – 531 с.
3. Настольная книга учителя физической культуры [Текст] / Под ред. проф. Л.Б. Кофмана. М.: Физкультура и спорт. – 2014. – 496 с.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»

ФАКУЛЬТЕТ ЭКОНОМИКИ И МЕНЕДЖМЕНТА

КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА

МЕТОДИКА РАЗВИТИЯ БЫСТРОТЫ НА КОРОТКИХ ДИСТАНЦИЯХ

Методические рекомендации для практических занятий по дисциплине «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту» для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

Рязань 2024

Методические рекомендации «Методика развития быстроты на коротких дистанциях» для практических занятий по дисциплине «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту» (для студентов 1,2,3 курса по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов») / Сост.: к.п.н., доцент Т.А.Сидоренко, ст. пр. Н.А. Гудкова. - Рязань, РГАТУ, 2020. с. 12

Методические рекомендации помогут студентам правильно освоить технику бега на короткие дистанции и успешно выполнять контрольные нормативы

Рецензенты: к.п.н., доцент кафедры физического воспитания и здоровья РязГМУ Г.В. Пономарева; к.биол.н., заведующий кафедрой теории и методики физического воспитания и спортивных дисциплин А.К. Пунякин

Содержание

Введение…….4

Техника бега на 100 м……...6

Методика обучения бегу на 100 м……...8

Заключение……11

Библиографический список…….12

Введение

Физическое воспитание в ВУЗе направлено на комплексное развитие основных физических качеств у студентов: силы, быстроты, выносливости и ловкости. Неоднократные исследования показывают, что наибольшее затруднение у студентов и преподавателей кафедры физического воспитания вызывает развитие показателей в выполнении нормативов в беге на короткие дистанции. С введением в повседневную жизнь и учебные программы студентов комплекса ГТО эта проблема становится еще более актуальной.

Способность быстро выполнять движения – одно из важнейших физических качеств студента, даже если оно не считается ведущим. Высокий уровень быстроты позволяет легче выполнять менее быстрые движения, а это способствует и выносливости в длительной работе, что для студентов сельскохозяйственных ВУЗов профессионально очень важно.

Быстрота движений студентов в первую очередь определяется нервной деятельностью коры головного мозга, вызывающей напряжение и расслабление мышц, направляющей и координирующей движения. Быстрота зависит от силы и эластичности мышц, подвижности в суставах и в значительной мере от совершенства спортивной техники. Следовательно, улучшение этих компонентов определяет развитие быстроты движений студента.

Обучение техники бега отличается от обучения другим видам физических упражнений, так как бег естественная способность, генетически заложенная в человеке. Каждый студент имеет определенный двигательный опыт в этом упражнении с первых лет жизни. Наблюдаемые отклонения от правильной технике бега у студентов первых курсов (поперечная работа рук, положение головы, туловища, постановка стоп, в том числе их разведение) связаны с непропорциональностью их антропометрического и физического развития. Более серьезные недостатки, отрицательно влияющие на результат в беге на короткие дистанции, появляются в результате диспропорции развития отдельных групп мышц или неправильного обучения.

Многие студенты при сдаче контрольных нормативов в беге на 100м, не смотря на достаточно высокий темп беговых шагов, имеют очень слабые результаты. Другими словами во время бега происходит как бы «топтание» на месте, нет достаточного продвижения вперед, что свидетельствует о не рациональной технике бега. Исправить данное положение дел, на наш взгляд, можно за счет коррекции педагогического процесса обучения техники выполнения упражнения. Многие словесные указания по выполнению отдельных элементов при полном понимании их занимающимися не реализуются в беге, поскольку сознательная коррекция этих деталей движений не свойственна целостному упражнению.

Вместе с тем обучение бегу на короткие дистанции следует начинать с создания правильного представления о современной технике и предпосылок для успешного ею овладения. Рациональная техника бега не только

правильная, обоснованная форма движения, это еще и умение проявлять значительные волевые и мышечные усилия, выполнять движения быстро, вовремя расслаблять мышцы.

Особое место в обучении бегу необходимо отводить последовательному разучиванию деталей техники. Решить данную задачу можно за счет правильного подбора специальных беговых упражнений:

- «семенящий» бег;
- бег с высоким подниманием бедра;
- бег с забрасыванием голени назад;
- бег с выбросом прямых ног вперед;
- бег прыжковыми шагами;
- «колесо».

При выполнении приведенных выше специальных упражнений следует особое внимание обратить на правильное положение туловища, работу рук, высокую постановку стоп.

В дальнейшем, продолжая процесс обучения, выполняя пробежки на отрезках 40-60м с различной скоростью особое внимание обучаемых обратить на поднимание бедра, постановку стопы «под себя» и проталкивание вперед.

Техника бега на 100 м

Старт и стартовый разбег. В беге на короткие дистанции в университете при выполнении контрольных нормативов используется чаще всего "высокий старт". Перед началом выполнения упражнения, студенты находятся в исходном положении: 5–7 шагов от линии старта.

По команде **«НА СТАРТ!»** участники забега подходят к стартовой линии и принимают "стартовое положение".

Каждому студенту в зависимости от его индивидуальных особенностей, телосложения, уровня координации и развития двигательных качеств необходимо подобрать такой вариант положения на старте, который будет удобен и обеспечит наиболее эффективное начало бега. При этом необходимо соблюдать очень важные правила:

- отталкивание должно производиться впереди стоящей, толчковой ногой;
- расстояние между толчковой и маховой ногами на старте 2-2,5стопы;
- по команде «Внимание!» центр тяжести тела переносится на впереди стоящую ногу, при этом толчковая нога приподнимается на переднюю часть стопы, все мышцы этой ноги напряжены (положение «сжатой» пружины), выносится вперед разноименная рука, маховая нога «разгружена» и выполняет роль дополнительной опоры для поддержания равновесия;
- по команде «Марш!» производятся отталкивание толчковой ногой и беговые движения руками. Эффективное отталкивание обеспечивает достаточно качественное ускорение в начале бега;
- на качество стартового разгона существенно влияют длина и способ выполнения первого и последующих шагов стартового разбега. Слишком короткие шаги не обеспечивают быстрого нарастания скорости, а слишком длинные приводят к «натыканию» на ногу в результате чего снижается скорость. Длинна первого шага должна быть в пределах 3-3,5 стопы, а далее каждый шаг 0,5 стопы больше.

Основными ошибками при выполнении высокого старта являются:

- узкая постановка ног по команде» На старт!»;
- по команде « Внимание!» равномерное распределение ОЦТ между ногами, положение рук на одном уровне;
- по команде « Марш!» отталкивание маховой ногой;
- «натыкание» на первых шагах;
- раннее выпрямление туловища;
- неравномерность прироста шагов.

Бег по дистанции. Техника бега на короткие дистанции характеризуется максимально активными, быстрыми движениями рук и ног бегуна. Наиболее важным элементом при этом является активное отталкивание. Усилия, прилагаемые в момент отталкивания, и время, затраченное на отталкивание, определяют в конечном итоге результат бега. Чем выше мощность и менее продолжительно отталкивание, тем выше скорость гладкого бега по дистанции.

Для обеспечения эффективного отталкивания стопа ставится на грунт активным движением под себя, с передней части. Низкий уровень физической подготовленности студентов, отсутствие навыков правильного бега обусловливают зачастую появление "хлопающего" бега, во время которого касание стопой грунта осуществляется с пятки. "Хлопанье" – следствие слабого развития икроножных мышц и пассивного опускания стопы на землю.

В результате выключения из активной работы голеностопного сустава основная амортизирующая роль переходит на коленный сустав, вследствие чего значительно увеличивается время отталкивания, сильно выражено сгибание опорной ноги в момент вертикали (бег на полусогнутых ногах).

Для успешного выполнения отталкивания необходимо более жестко ставить стопу на грунт с передней ее части и стараться удерживать напряжение икроножной мышцы даже в момент вертикали. Упругая ("заряженная") стопа позволяет более эффективно выполнить отталкивание, способствует значительно меньшему сгибанию ноги в коленном суставе.

После отталкивания от поверхности земли, стопа по инерции движется назад-вверх, что приводит к сгибанию ноги в коленном суставе. Сильно согнутая нога обладает наименьшим моментом инерции, что позволяет более эффективно начать выполнение махового движения. Значительные силы инерции затрудняют выполнение последующего действия – выноса маховой ноги вперед. Следствием этого является снижение амплитуды выноса бедра вперед. Ухудшаются условия для активной постановки ноги на грунт. В конечном счете это приводит к уменьшению длины бегового шага, излишнему закрепощению и снижению скорости бега в целом.

Руки во время бега «работают» согнутые в локтях в переднезаднем положении. Однако для отдельных студентов характерно более выраженное разгибание руки в локтевом суставе при махе назад и менее активное движение вперед. Часто можно наблюдать полностью выпрямленную руку в конечной точке движения руки назад, что является грубой ошибкой.

Финиширование. При беге на короткие дистанции линию финиша пересекают, сохраняя максимальную скорость. Важно при этом не менять технику бега. Всевозможные "броски" на финише, прыжки, наклоны туловища вперед и т.п. приводят к нарушению структуры техники бега и снижению скорости. Для сохранения скорости на последних метрах дистанции целесообразно ставить студентам задачу пробежать 3–5 м за финишной чертой и только после этого переходить на свободный бег по инерции и останавливаться.

Методика обучения бегу на 100 м

Обучение технике бега по дистанции

Задача 1. Обучить правильной работе рук.

Средство. Движение руками на месте.

Методические указания. Руки, согнутые в локтевых суставах (под углом 90 град), должны двигаться в переднезаднем направлении. Конечная точка движения рук вперед – на уровне подбородка. Основное внимание при работе рук обращать на движение локтя. Во время движения назад рука в сторону не отводится. Конечная точка движения рук назад определяется максимальным отведением назад локтя, кисть при этом должна находится не далее 15 –20 см от тазобедренного сустава одноименной ноги. Грубой ошибкой является не только отведение руки в сторону, но и выпрямление руки в локтевом суставе в конечном заднем положении.

Задача 2. Обучить прямолинейному движению ног.

Средства:

1. Ходьба широким шагом по прямой линии – 4х50 м. Продольная ось стопы должна совпадать с линией на грунте.

2. Медленный бег по прямой линии.

Методические указания. Для студентов, выделяющихся особенно большим разворотом стопы, рекомендовать бег по линии с поворотом носка внутрь, "косолапя", колено маховой ноги не должно при движении вперед-вверх отводится наружу. Траектория правого и левого колена при движении вперед-вверх должна заканчиваться в одной точке.

3. Бег прыжковыми шагами по линии.

Методические указания. Стопу ставить строго на линии без разворота носка наружу. В процессе обучения рекомендуется постепенно увеличивать скорость передвижения. Максимальная скорость передвижения такая, которая позволяет обучаемому самому контролировать точность постановки стопы на грунт.

Задача 3.Обучить прямолинейности движения рук и ног.

Средство. Равномерный бег по прямой линии (до 50 м).

Методические указания. При движении соблюдать два требования: стопы ставить строго по линии и движение рук производить в переднезаднем направлении. На первом этапе обучения студентам трудно контролировать постановку двух ног. Поэтому наиболее часто встречается ошибка, когда одна нога ставится правильно – вдоль линии, а другая с разворотом.

Задача 4. Обучить постановке стопы и отталкиванию.

Средства:

1. Ходьба коротким шагом на передней части стопы с подниманием бедра (до 30 м).

Методические указания. При выполнении упражнения руки совершают движение как при беге. Стопа на грунт ставится жестко, почти в ударном режиме. В момент постановки нога в коленном суставе полностью выпрямлена.

2. Бег с выталкиванием (до 30 м).

Методические указания. Упражнение выполняется прыжками с ноги на ногу с минимальным продвижением вперед (1 –1,5 ступни) за счет отталкивания стопой. Бедро не поднимается, после отталкивания голень назад не захлестывается. Руки опущены. По мере овладения упражнением добавляется работа руками.

3. Бег с высоким подниманием бедра.

Методические указания. При выполнении упражнения бедро поднимается до горизонтального положения. Стопа ставится на грунт упруго с передней части вдоль прямой линии. Пятка земли не касается. После отталкивания обучаемый перемещает стопу вверх под себя, не выхлестывая ее вперед. Колени в стороны не разводить. При правильно выполненном отталкивании опорная нога должна быть выпрямлена до момента постановки на грунт. Руки работают в переднезаднем направлении, сильно согнуты в локте. Акцентировать внимание на энергичное движения локтями. Туловище держать прямо, не раскачиваться. Продвижение вперед–минимальными шагами (1–1,5 ступни). Для правильного выполнения упражнения, нужно обращать внимание на количество шагов, которое необходимо сделать на определенном отрезке. Например, 10 м – 30 шагов.

4. Бег с ускорением по прямой линии.

Методические указания. Бег следует начинать медленно, контролировать точность выполнения разученных ранее движений: движения рук, прямолинейность в постановке стопы, упругая постановка стопы с передней части. Скорость бега в ходе ускорения не должна быть предельно высокой, что затрудняет точность выполнения движений, вызывает чрезмерную скованность, особенно на первых занятиях. Закончить бег надо движением по инерции (не менее 20 м до остановки), на исходное положение – возвратиться шагом.

Для разучивания основ техники бега требуется пять занятий, после чего можно приступать к организации тренировочного процесса по закреплению и совершенствованию двигательного навыка.

Изучение техники старта и стартового разбега

Задача 5. Изучить технику высокого старта

Средства:

1. Последовательное выполнение элементов высокого старта из исходного положения.

Методические указания. Первоначально необходимо изучить последовательность действий студентов при занятии исходного положения и выхода из исходного положения к линии старта для выполнения контрольных нормативов. После уяснения обучаемыми организации старта при выполнении контрольных нормативов приступить к изучению техники старта. Обучение действиям при подаче команд производится по разделениям: на счет "Раз" – выполнить действия команды "На СТАРТ!"; на счет "Два" – выполнить действия команды "ВНИМАНИЕ!"; на счет "Три" –

обозначить выполнение действия по команде "МАРШ!", выполнив два-три быстрых шага вперед, и вернуться в исходное положение. Внимательно контролировать точность выполнения всех действий – положения рук, ног, туловища и головы.

2. Выполнения действий по командам из исходного положения с последующим бегом на 7–10 м.

Методические указания. При выполнении обучаемыми команды "ВНИМАНИЕ!" контролировать положение туловища: наклон вперед должен обеспечить смещение массы тела на переднюю часть стопы впередистоящей ноги, пятки земли не касаются, голова опущена. По команде "МАРШ!" добиваться максимально быстрого выполнения первых трех шагов разбега, туловище наклонено вперед, голову не поднимать. Преждевременное поднятие головы приводит к выпрямлению туловища и снижению скорости разбега.

3. Бег с высокого старта и стартовый разбег.

Методические указания. Проводить на дистанции 30 – 40 м. Обратить внимание на энергичный уход со старта и поддержание наклона туловища вперед до набора максимальной скорости (10 –15 м).

Изучение техники финиширования

Задача 6. Изучить технику финиширования

Средства:

1. Пересечение линии финиша медленным бегом с последующим продвижением на 3–5 м за линию финиша.

2. Бег 30–40 м с высокого старта с последующим финишированием.

Методические указания. Добиваться сохранения скорости бега на отрезке 5 –7 м после пересечения линии финиша. Пробегая финишный створ, сохранять технику бега. Предупреждать выполнение прыжков при финишировании, снижающих поступательную скорость а также переход на бег широкими шагами.

Задача 7. Совершенствовать технику бега на короткие дистанции в целом

Средства:

1. Бег на дистанции 30–60 м по группам.

Методические указания. При выполнении упражнения в целом ставить перед собой задачу, на какой элемент техники обратить внимание. При проведении тренировочных забегов нецелесообразно преодолевать дистанцию более 60 м, поскольку это значительно увеличивает время, необходимое для отдыха и не позволяет выполнять упражнение с максимальной скоростью.

Заключение

Овладение рациональной спортивной техникой в беге на короткие дистанции не только обучение правильной, обоснованной форме движения, это еще и умение проявлять значительные волевые и мышечные усилия, выполнять движения быстро, вовремя расслаблять мышцы.

Одним из основных условий успешного овладения наиболее эффективной техникой является сознательное отношение студента к учебно-тренировочным занятиям на всем этапе обучения в ВУЗе, осмысливание им каждого движения. Он должен осознать, почему та техника, которую он применяет, действительно является рациональной.

Совершенствование техники бега продолжается на протяжение всего обучения в университете и чем богаче у студента запас двигательных навыков, тем эффективнее он будет совершенствовать свою технику. Создавать запас двигательных навыков нужно широко применяя различные общеразвивающие и специальные подготовительные упражнения, учитывая органическую связь развития физических качеств и дальнейшего совершенствования техники.

Нередко у студентов развитие быстроты приостанавливается из-за того, что в тренировке не применяются необходимые средства и методы для дальнейшего развития качества (прежде всего силы) и улучшения техники. В связи с тем что уровень развития качеств и техники не изменяется, создаются условия, когда повторные предельно быстрые движения становятся однотипными и выполняются в одном и том же ритме, особенно циклические движения. В результате многократных повторений в одном и том же максимальном ритме создается привычность, автоматизация движений, основанная на образовании определенного стереотипа в коре головного мозга. Это может препятствовать росту быстроты даже в том случае, когда уровень развития физических и волевых качеств повышается. Студент не всегда может «порвать» образовавшиеся рефлекторные связи, изменить динамический стереотип и перейти на новый, более быстрый темп.

Чтобы перестроить установившийся динамический стереотип, повысить верхнюю границу зоны подвижности навыка и в результате улучшить быстроту движений, надо неоднократно выполнять движения возможно быстрее, проявляя значительные волевые усилия. Следует использовать облегченные условиянапример, как бег с укороченными шагами, бег с ускорением, бег по наклонной дорожке и др.

Библиографический список:

1. Легкая атлетика и методика преподавания. Учебник под ред. О.В. Колодия. М.: Ф и С, 2015, 266с.

2. Миронов В.В., Собина В.А., Яцковец А.С. Физическая культура. М. Воениздат, 2015, 250с.

3. Демьяненко Ю.К. Физическая подготовка. – М.: Воениздат, 2014, 244с.

4. Хоменков Л.С. Книга тренера по легкой атлетике. М.: Ф и С, 2016, 370с.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МАРКЕТИНГ»

для студентов автодорожного факультета по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

РЯЗАНЬ – 2024

Методические рекомендации по проведению практических занятий по дисциплине «Маркетинг» разработаны в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Авторы:
к.э.н., доцент кафедры организации агробизнеса Красников А.Г.,
старший преподаватель кафедры организации агробизнеса Дедова Е.М.

Рецензенты:
К.э.н., доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита Пикушина М.Ю.,
К.э.н., доцент кафедры организации агробизнеса Пашканг Н.Н..

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «_20_» ___марта____ 2024 г., протокол №8

Заведующий кафедрой ___организации агробизнеса_____
(кафедра)



к.э.н., доцент Конкина В.С.
(подпись) (Ф.И.О.)

1.ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСА:

Целью изучения дисциплины является формирование знаний и практических навыков в области маркетинга, уметь принимать обоснованные планово-управленческие маркетинговые решения с учетом видов экономической деятельности, а также осуществлять практическую проверку результатов и рекомендаций по маркетингу в управлении предприятием.

Изучение дисциплины «Маркетинг» позволит получить глубокие теоретические знания и практические навыки для решения следующих задач:

- исследование сущности целостной концепции маркетинга как современной философии управления;
- выявление основных инфраструктурных тенденций, проблем и закономерностей развития экономики под воздействием факторов маркетинговой среды;
- организация и проведение комплексных маркетинговых исследований товарных рынков с целью получения информации для принятия управленческих решений;
- изучение конъюнктуры рынка, проведение ранжирования рынка по определённым критериям и выбор наиболее перспективных целевых рынков;
- изучение поведения потребителей и способы воздействия на него;
- выбор каналов распределения, организация товародвижения и продаж;
- принятие компетентных управленческих маркетинговых решений в области товарной, сбытовой, ценовой и коммуникационной политики;
- раскрытие стратегических направлений и тактических маркетинговых технологий в различных отраслях экономической деятельности;
- выбор стратегии поведения в условиях конкуренции и оценка конкурентоспособности предприятия;
- формирование имиджа и высокой репутации компании за счет изучения общественного мнения, социальной ответственности и корпоративной культуры удовлетворения потребностей общества;
- контроль, оценка и корректировка планово-управленческих решений для достижения устойчивого рыночного положения и эффективных результатов маркетинговой деятельности.

2 . ПЛАН И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

ТЕМА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МАРКЕТИНГА

Вопросы для контроля.

1. Дайте определение маркетинга. Когда возникла теория маркетинга и каковы предпосылки ее возникновения?
2. Основные этапы становления и развития маркетинга.
3. Перечислите основные концепции маркетинга.
4. В чем принципиальное отличие сбытовой концепции от маркетинговой концепции?
5. Назовите принципы и функции маркетинга.
6. Какова цель персонального маркетинга? Привести примеры.
7. Чем отличается ремаркетинг от демаркетинга?
8. Какие мероприятия способствуют повышению спроса на товары?
9. Какие мероприятия способствуют продвижению товаров пассивного спроса?
10. Чем нужда отличается от потребности, а потребность от запроса?

Задание 1.

На примере ситуации при покупке в магазине кондитерских изделий покажите, где и как реализуются: нужда, потребность, запросы, сделки.

Задание 2.

Укажите, чем отличается обмен от сделки, запрос от потребности (приведите примеры)

Задание 3.

Вы собираетесь пойти позавтракать в кафе быстрого обслуживания. Примените к данной ситуации понятие «нужда», «потребность», «товар», «сделка», «рынок»

Задание 4. Определение нужд и потребностей покупателей, удовлетворяемых различными товарами и услугами.

Какие потребительские нужды удовлетворяют товары/услуги, представленные в таблице?

Товар/услуга	Нужда/ потребность
Пельмени «Марьюшка»	Быстрое утоление голода (удовлетворение физиологических потребностей)
Кроссовки Nike	Данный товар позволяет удовлетворить несколько потребностей: удобная обувь для занятий спортом, модная обувь (удовлетворение физиологических и социальных потребностей)
Обед в кафе	
Заказ духов по каталогу	
Телевизор	
Проведение налогового аудита	
Букеты живых цветов	
Автомобиль	
Страхование жизни	
Ноутбук	
Массажный кабинет	
Цифровая видеокамера	
…	
…	

Задание 5.

Приведите примеры условий сфер и отраслей на отечественном рынке, в которых реализуются такие маркетинговые концепции как: совершенствование производства, совершенствование товара, интенсификация коммерческих усилий, маркетинга.

Задание 6. Выбор вида маркетинга в зависимости от ситуации на рынке.

Какой вид маркетинга наиболее подходит к следующим ситуациям на рынке? Необходимо аргументировать свой ответ. Какие мероприятия в рамках выбранного вида маркетинга необходимо использовать, по вашему мнению?

Ситуация на рынке	Вид маркетинга, мероприятия
Значительная часть россиян не делает прививки от гриппа вследствие негативного отношения	Конверсионный маркетинг. Основная задача- изменение отрицательного отношения потребителей к товару на положительное путем более эффективного его продвижения. Необходимо больше мероприятий, направленных на разъяснение пользы от прививок
В последние годы в России наблюдается снижение потребления молока	Ремаркетинг. Задача- восстановление спроса в случае его падения посредством поиска новых возможностей оживления спроса: придания товару новых свойств, проникновения на новые рынки и т.д.
В последние годы в России наблюдается снижение покупок компьютеров вследствие насыщения рынка	

С каждым годом растет число курящих	
Спрос на кондиционеры имеет сильную зависимость от температуры воздуха	
Растет престижность здорового образа жизни	
В связи с распространением цифровой техники спрос на фотоаппараты с фотопленкой резко сократился	

Задание 7. Описание элементов комплекса маркетинга.

Книжный магазин существует на рынке города несколько десятилетий. Он имеет традиционную сеть поставщиков, постоянных потребителей. Персонал маркетинга стабильный, имеет высокую квалификацию. В магазине приятный интерьер. Торговые залы оснащены удобными стеллажами, мягкой мебелью. Ассортимент рассчитан на потребителей с разными уровнями достатка и отражает культурные предпочтения целевых аудиторий. Какие элементы комплекса маркетинга предприятия указаны в задании? Каких сведений недостаточно? Необходимо смоделировать недостающие сведения, чтобы описать маркетинговый комплекс в полном объеме.

Элемент	Характеристика элементов
Товар/услуга	Продажа книг
Цена	Широкий диапазон цен, рассчитанный на потребителей с разными уровнями достатка
Продвижение	Необходимы мероприятия по стимулированию сбыта, программы лояльности для постоянных посетителей
Распределение	Собственный магазин
Персонал	Стабильный состав персонала, имеющего высокую квалификацию

Вариант 1.

Завод по производству колбасных изделий, стремясь расширить рынок сбыта, сделал серьезные вложения в модернизацию производства, на основе чего были понижены отпускные цены на продукцию. Теперь завод имеет ценовое преимущество перед своими основными конкурентами. Товар реализуется как напрямую потребителям посредством сотрудников собственного торгового отдела, так и через систему дистрибьюторов.

Вариант 2.

Кондитерская фабрика работает на рынке более 30 лет, имеет устойчивые связи с поставщиками и широкую сеть сбытовых организаций. Компания потратила большие средства на разработку новой начинки для конфет. Благодаря улучшению вкусовых свойств товара- новинки фабрика повысила свою долю на рынка на 10%. При этом оптовая цена нового товара выше цены традиционных изделий фабрики на 8%. В первую очередь новинка появилась в фирменных магазинах предприятия, затем- у дистрибьюторов.

Задание 8.

Сто лет назад производитель парафиновых свечей на вопрос, чем он занимается, ответил бы: «Делаю парафиновые свечи». Что бы он ответил, если бы имел сегодняшний взгляд на маркетинг и ориентировался в своей деятельности на потребителя?

Контрольная работа №1 по теме «Теоретические основы маркетинга»

1. Понятие, сущность и основные исходные идеи маркетинга.
2. Концепция управления маркетингом, цели и задачи маркетинга.
3. Виды маркетинга в зависимости от состояния спроса, задачи маркетинговой службы по управлению деятельностью.
4. Основные принципы и функции маркетинга, их классификация.

РАЗДЕЛ 2. МАРКЕТИНГОВАЯ СРЕДА ОРГАНИЗАЦИИ, СИСТЕМА МАРКЕТИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИ)

Вопросы для контроля

1. Какие факторы маркетинговой среды в большей мере подконтрольны предприятию (макросреды или микросреды)? Почему?
2. Каковы основные факторы макросреды?
3. Каковы основные факторы микросреды?
4. Какие факторы маркетинговой среды, по вашему мнению, оказывают наибольшее влияние на деятельность российского предприятия?

Задание 1.

Для выполнения задания выберите любое знакомое вам предприятие и опишите, какие факторы внешней среды прямого воздействия оказывают на него наибольшее влияние.

Задание 2.

Выберите любое предприятие, производящее обувь, одежду или бытовую технику. Какие тенденции микросреды повлияют на деятельность этого предприятия в ближайшие 10 лет?

Какие маркетинговые мероприятия вы предложили бы, что бы вовремя отреагировать на эти изменения?

Задание 3.

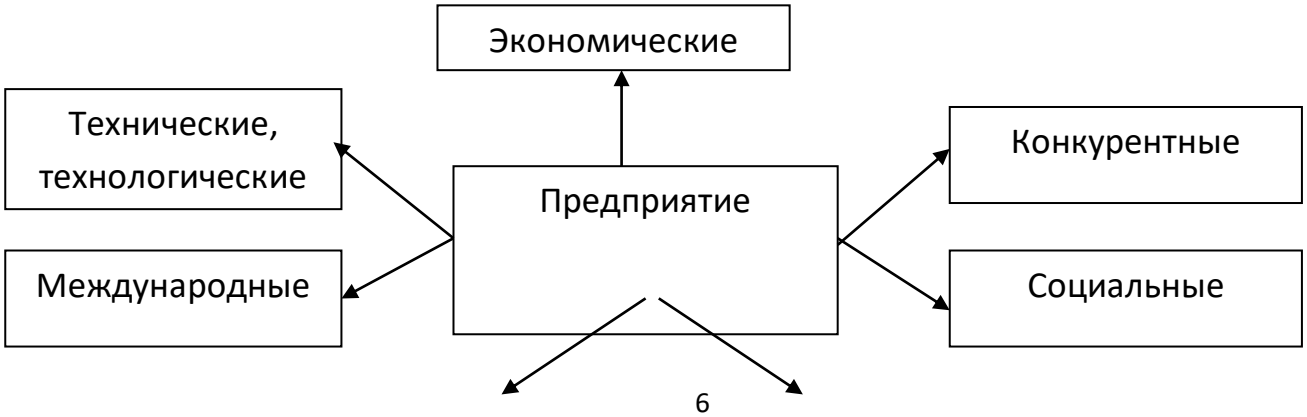
К атрибутам системы маркетинга относятся внешние и внутренние факторы, воздействующие на процесс развития системы маркетинга. Укажите, какие из нижеперечисленных факторов относятся к внешним, а какие - к внутренним:

1. Финансовые возможности фирмы;
2. Научно-технический прогресс;
3. Существующая репутация фирмы;
4. Средства производства;
5. Политические факторы;
6. Возможности внедрения научных исследований и разработок;
7. Демография;
8. Расположение фирмы по отношению к рынкам сбыта;
9. Экономические условия;
10. Социально-культурные факторы;
11. Рабочая сила;
12. Конкуренция.

Задание 4.

Что такое внешняя среда предприятия и что включается в понятие «внутренняя среда»? В чем их зависимость? Подготовьте аргументированные ответы.

Схема факторов, формирующих внешнюю среду предприятия.



Рыночные	Политические

Охарактеризуйте каждую группу факторов в отдельности. Покажите их взаимосвязь

Задание 5.

К атрибутам системы маркетинга относятся качественные и количественные цели фирмы. Укажите, какие из нижеперечисленных целей являются качественными, а какие - количественными:

1. Охрана окружающей среды;
2. Объем продаж;
3. Производительность труда;
4. Обеспечение занятости в странах, где фирма ведет свою деятельность;
5. Объем прибыли;
6. Доля рынка по странам, товарам или сегментам.

Задание 6. Анализ макро- и микросреды организации.

Каковы факторы маркетинговой среды, которые могут влиять на работу организации?

Индивидуальный предприниматель имеет сеть летних кафе в городе с населением около 100 тыс.человек. У предпринимателя налажены стабильные связи с поставщиками. Предполагается расширение бизнеса, для чего берется кредит в банке.

Фактор макросреды	Фактор микросреды	Фактор внутренней среды
Снижение ставки рефинансирования	Взаимоотношения с поставщиками	Уровень квалификации обслуживающего персонала
Снижение благосостояния населения	Уровень конкуренции	Наличие оборотных средств
Государственная поддержка малого бизнеса	Предпочтения посетителей летних кафе	Оборудование кафе

Вариант 1

Сельскохозяйственный кооператив работает в условиях жесткой конкуренции регионального рынка. Специализация кооператива – растениеводство, хозяйство находится в зоне рискованного земледелия. Потребителями продукции являются коммерческие предприятия и государственные организации. Кооператив имеет поддержку от местных органов власти.

Вариант 2.

Молокозавод диверсифицирует свою деятельность. Новым направлением является производство соков и сокосодержащей продукции. Для этих целей предполагается привлечение инвестиционного капитала. Продукция завода пользуется популярностью на региональном рынке, имеются стабильные каналы сбыта.

Задание 7.

Назовите факторы макросреды из разряда демографических, экономических, политических, природных, научно- технических и культурных, которые необходимо учитывать производителю:

А) модной одежды

Б) коллекционных моделей автомобилей

В) спортивных велосипедов

Г) кондитерских изделий

Д) шариковых ручек

В каждой группе факторов укажите 5-7 наиболее важных. Проранжируйте важность факторов макросреды для каждого из перечисленных производителей, сравните полученные результаты, попробуйте объяснить, почему для каждого предприятия результаты ранжирования могут быть разными.

Задание 8.

Крупный производитель алкогольных напитков планирует выпустить «безалкогольный напиток для взрослых»- социально- приемлемую замену более крепких напитков. Новый напиток стоит дешевле и практически не содержит алкоголя. Какие факторы культурной среды могут повлиять на успех этого товара?

Задание 9.

Вспомните хорошо знакомое вам предприятие или придумайте предприятие сами.

Определите организации, которые являются для вашего предприятия: маркетинговыми посредниками, поставщиками, конкурентами, потребителями и контактными аудиториями.

Опишите взаимодействие этих организаций с вашим предприятием.

Перечислите факторы макросреды из разряда демографических, экономических, политических, природных, научно- технических и культурных, которые оказывают влияние на деятельность вашего предприятия.

Какие изменения могут произойти в маркетинговой среде вашего предприятия, как предприятие может на них отреагировать? Может ли оно не просто приспосабливаться к изменениям маркетинговой среды, но и управлять ею?.

Задание 10. Факторы маркетинговой среды предприятия.

Определите контролируемые и неконтролируемые факторы маркетинговой среды предприятия?

ОАО «Хлебопродукт» основано в 1984 г. на базе областного управления пищевой промышленности. Сегодня предприятие объединяет 8 хлебозаводов и хлебокомбинатов в областных центрах, выпекающих ежесуточно 120 т хлебобулочных изделий более 35 наименований. Единая торговая сеть из 50 магазинов- ФОРТ «Хлебторг» создана в 1998 г. Также в составе «Хлебопродукт» работают цех по переработке сельскохозяйственного сырья, производящий мясной фарш, предприятие «Родник», выпускающее консервированные овощи, соки и экологически чистую воду «Родничок» и безалкогольные напитки на ее основе, элеватор емкостью 20 тыс.т. зерна, завод по производству подсолнечного масла и сеть кондитерских цехов, выпускающих более 30 наименований тортов, пирожных, пряников, печенья и восточных сладостей.

Контролируемый фактор	Неконтролируемый фактор
Уровень квалификации персонала	Покупательская способность населения
Налаженные контакты с партнерами	Рыночная активность конкурентов

Задание 11

Из перечисленных ниже факторов выберите те, которые контролирует служба маркетинга, и факторы, которые не контролирует служба маркетинга. Заполните таблицу.

1. Выбор целевых рынков.
2. Потребители.
3. Конкуренция.
4. Выбор целей маркетинга.
5. Правительство.
6. Выбор организации маркетинга.
7. Экономика.
8. Выбор структуры маркетинга.
9. Технология.
10. Независимые средства массовой информации.

Таблица 1. Факторы, контролируемые и неконтролируемые маркетингом

Факторы, контролируемые маркетингом	Факторы, не контролируемые высшим руководством и маркетингом
?	**?**

Задание 12.

Назовите три отрасли промышленности, на деятельность которых могут оказывать влияние политические перемены, произошедшие в стране в последнее время. Назовите три возможные стратегии для каждой из названных отраслей, которые помогут адаптироваться к происходящим изменениям в политической жизни.

Можно ли предвидеть изменения политической среды? Как предприятия должны планировать свою деятельность в условиях неопределенности в политической среде?

Задание 13. Определение индекса покупательской способности территории.

Индекс покупательской способности (B_i) рассчитывают по формуле:

$B_i = 0.5y_i + 0.3r_i + 0.2p_i$

y_i - располагаемый доход жителей региона I, идущий на потребление

r_i - объем продаж в сфере розничной торговли в регионе I

p_i - процентная доля населения региона I в численности населения страны.

Вариант 1.

Рассчитайте индекс покупательной способности для оценки процента продаж в регионе, если процентная доля населения региона составляет в численности населения страны 10%; доля дохода, идущая на потребление- 24%; процент розничных продаж, приходящийся на данный регион, составляет 12% совокупного объема розничных продаж.

Вариант 2.

Рассмотрите статистические показатели потребления некоторых регионов Центрального федерального округа ЦФО России. Рассчитайте долю населения каждого региона от общей численности населения ЦФО и долю в общем обороте розничной торговли. По полученным данным определите индексы покупательской способности территорий.

область	Объем располагаемого дохода на потребление, %	Годовой объем продаж розничной торговли, тыс.руб.	Численность населения, тыс.человек	Индекс покупательской способности (B_i)
ЦФО		2081496228	37151	
1. Брянская	78,5	75343655	1309	
2. Владимирская	79,8	83185575	1449	
3. Воронежская	71,4	122747870	2280	
4. Рязанская	74,3	63273627	1165	
5. Смоленская	72,2	52077525	983	
6. Тульская	74,6	85742845	1566	
7. Ярославская	76,5	79876820	1315	
8. Московская	70,0	383875840	6673	
9. Москва	60,0	596756400	104706	

РАЗДЕЛ 3. КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЫНКА

Вопросы для контроля

1. Сущность маркетинговых исследований
2. Виды маркетинговых исследований
3. Организация маркетинговых исследований
4. Что такое маркетинговая информационная система?
5. Какие основные этапы включает в себя проведение маркетингового исследования?
6. Какие маркетинговые исследования называются полевыми, а какие кабинетными?
7. Почему исследования начинают со сбора вторичных данных и только потом переходят к сбору первичных?
8. Какие существуют методы количественного и качественного исследования?

9. Какие преимущества и недостатки можно отметить у следующих видов опроса: почтовый, телефонный, личный, по Интернету?

Задание 1.

Распределите в логическую цепь следующие пункты маркетингового исследования (рис.):

1. Сбор информации.
2. Отбор источников информации.
3. Выявление проблем и формулирование целей исследования.
4. Анализ собранной информации.
5. Представление полученных результатов.

? □ **?** □ **?** □ **?** □ **?**

Рис 15. Пункты маркетингового исследования

Задание 2.

Расставьте в правильной последовательности операции, составляющие процесс маркетингового исследования?

1. Рекомендации.
2. Получение первичной информации.
3. Определение проблемы.
4. Исследование результатов.
5. Анализ данных.
6. Анализ вторичной информации.

Задание 3.

Объясните разницу между первичной и вторичной информацией.

Исследователи обычно начинают процесс сбора необходимых данных с изучения вторичной информации. Какими источниками этой информации может воспользоваться директор крупного магазина спортивной одежды, интересующийся тенденциями в потребительских предпочтениях?

Задание 4.

Какой из представленных вопросников является скрытым, какой открытым.

A:

1. Как Вы считаете, почему люди покупают спортивные машины?
2. Какие факторы учитывают люди при их приобретении?
3. Думают ли люди, приобретающие спортивные машины, о престиже?

B:

1. Почему Вы покупаете спортивную машину?
2. Какие факторы вы при этом учитываете?
3. Важен ли для вас престиж при покупке спортивной машины?

Задание 5.

Какие из ниже перечисленных понятий являются внешними, а какие – внутренними источниками вторичной информации при проведении маркетингового исследования:

1. сообщения торгового персонала самого предприятия
2. данные международных организаций, правительства, официальной статистики
3. финансовые отчеты, подготовленные бухгалтерией предприятия
4. данные ранее проведенных маркетинговых исследований
5. научные исследования, проводимые специализированными маркетинговыми организациями
6. информация, полученная с выставок, ярмарок, конференций и совещаний
7. обзоры жалоб потребителей.

8. результаты научных исследований, собранные различными организациями (торговыми палатами, торговыми ассоциациями и т.д)

Задание 6.

Заполнить таблицу примеров предварительных и завершающих исследований.

1. Почему столь велика текучесть торговых работников?
2. Проведение экспериментов в магазине для определения эффекта.
3. Эффективна ли реклама?
4. Обсуждение среди ведущих сотрудников с целью определения размера снижения цены.
5. Опрос торгового персонала, беседы с руководителями сбытовых служб.
6. Почему падает сбыт?
7. Обсуждение среди ведущих сотрудников с целью формирования эффективности.
8. Окажет ли снижение цены на 10% существенное воздействие на сбыт.
9. Опрос потребителей и непотребителей для измерения запоминаемости рекламы.
10. Приведет ли снижение цены к увеличению объема сбыта?
11. Обсуждение среди ведущих сотрудников с целью выявления основной проблемы.
12. Могут ли потребители вспомнить рекламное объявление через день после его появления?

Таблица. Примеры предварительных и завершающих исследований

1. Неопределенная постановка проблемы	2. Предварительное исследование	3. Конкретизация проблемы	4. Завершение исследования
?	?	?	?
?	?	?	?
?	?	?	?

Задание 7.

При маркетинговых исследованиях проводятся: а) исследования рынка и продаж;
б) исследование продукта.

Укажите, какие из нижеперечисленных высказываний относятся к исследованию рынка и продаж, а какие - к исследованию продукта:

1. Генерация идей о новых продуктах;
2. Прогноз объема продаж;
3. Получение информации о конкурентах;
4. Тестирование продукта;
5. Оценка емкости рынка;
6. Анализ тенденций изменения рынка;
7. Организация маркетинга тестируемых продуктов;
8. Определение характеристики рынка и его сегментов;
9. Разработка концепции тестирования продукта;
10. Получение информации о существующих и потенциальных потребителях;
11. Исследование и испытание различных видов упаковки;
12. Выявление системы предпочтений потребителей.

Задание 8.

При маркетинговых исследованиях проводятся: а) исследования цен; б) исследования продвижения продукта; в) исследования по доведению продукта до потребителя. Укажите, какие из нижеперечисленных высказываний относятся к исследованию цен, какие - к исследованию продвижения продукта и какие - к исследованию по доведению продукта до потребителя:

1. Исследование месторасположения складов;
2. Исследование взаимосвязи между ценой на продукт и спросом;
3. Исследование эффективности рекламной деятельности;

4. Комплексный соотносительный анализ различных средств и методов продвижения продукта;
5. Исследование месторасположения точек розничной торговли;
6. Прогнозирование ценовой политики для разных стадий жизненного цикла продукта;
7. Исследование месторасположения сервисных служб;
8. Исследование эффективности различных средств массовой информации.

Задание 9.

Какие внешние источники информации для разработки маркетинговых планов может сегодня в российских условиях использовать небольшое предприятие (количество работников от 50 до 100 человек), занимающееся производственной деятельностью?

Задание 10.

Вы пытаетесь убедить перспективного торгового посредника взять на реализацию ваши товары. Он незнаком с ни вами, ни с вашими товарами. Укажите виды документов или информации, которую вы предоставите ему, чтобы получить его согласие.

Задание 11.

Рязанское ЗАО «Мебель», выпускающее корпусную и мягкую мебель, собирается открыть специализированные магазины в Орловской и Воронежской областях. Какие кабинетные исследования ему следует провести и где можно получить необходимую для этого информацию? Какие полевые исследования целесообразно выполнить и какова их цель?

РАЗДЕЛ 4. ТОВАР И ТОВАРНАЯ ПОЛИТИКА ПРЕДПРИЯТИЯ

Вопросы для контроля

1. Дайте маркетинговое определение товара.
2. Чем характеризуются товары повседневного спроса? Привести примеры.
3. Что понимают под ассортиментной политикой предприятия. Каким образом происходит обновление и изменение товарного ассортимента фирмы?
4. Опишите факторы, характеризующие различные фазы жизненного цикла товара.
5. Каковы основные этапы жизненного цикла товара? В чем заключаются действия маркетинговой службы на данных этапах?
6. В каких случаях предприятие использует стратегию широкого проникновения?
7. Что характеризует новый товар? В чем суть метода «мозговой атаки»?
8. Дайте полную характеристику рыночной атрибутике товара.
9. Какой закон в Российской Федерации регулирует отношения, возникающие в связи с регистрацией, охраной и использованием товарных знаков?
10. Пути совершенствования марочной политики российских предприятий.
11. Чем отличается услуга от товара? В чем сущность инновационной политики в сфере услуг?
12. Какие основные этапы создания товара- новинки вам известны?
13. Какими характеристиками описывается номенклатура товара?
14. В чем привлекательность франчайзинга? Приведите примеры такой формы ведения бизнеса среди российских предприятий.
15. В чем заключается трехуровневый анализ товара, для кого и для чего его необходимо делать?

Задание 1.

Какой этап жизненного цикла на российском рынке переживают следующие товары:

- натуральная минеральная вода «Боржоми»
- автомобиль «Лада»
- напиток «Кока-Кола»
- аспирин «Упса»

Задание 2. Анализ структуры товара по трем уровням.

Какова структура такого товара, как жидкое мыло, в соответствии с трехуровневой схемой?

	Товар	Трехуровневая структура товара		
		Замысел	Реальное исполнение	Подкрепление
	Жидкое мыло	Потребность в гигиене	Товар имеет привлекательную упаковку, отвечающую эргономическим требованиям. Состав мыла содержит компоненты, оказывающие не только гигиеническое, но и косметическое действие	На упаковке размещен номер телефона, по которому бесплатно можно получить консультацию у производителя
	Декоративная косметика			
	Кофе растворимый			
	Сервиз столовый			
	Карамель			
	Батон нарезной			
	Мясные полуфабрикаты			

Задание 3.

Продолжите перечень примеров российских брендов, создаваемых на разной основе:

- фамилия владельца предприятия в качестве словесного товарного знака, перешедшего в бренд, - водка «Смирновъ», ювелирные изделия «Фаберже»……..
- наименование места происхождения товара- пиво «Жигулевское», минеральная вода «Ессентуки»……

Задание 4.

В таблице представлены варианты стратегий маркетинга применительно к показателям цены товара и затрат на маркетинг. Графы по вертикали характеризуют затраты на маркетинг, а по горизонтали - цену товара. Каждое пересечение вертикали и горизонтали дает название стратегии маркетинга. Стратегии маркетинга:

1. Широкое проникновение на рынок;
2. Интенсивный маркетинг;
3. Пассивный маркетинг;
4. Выборочное проникновение на рынок.

Задание 5.

По статистическим данным, из 10 введенных на рынок товаров 8 снимается. Известно, что из 100% случаев снятия товара с рынка в 45% случаев он снимается по первой причине, в 25% - по второй, в 20% - по третьей, в 17% - по четвертой, в 14% - по пятой, в 12% случаев — по шестой причине:

а) ошибочное определение спроса;

б) недостаточная реклама и спрос;

в) завышенная цена;

г) ответные действия конкурентов;

д) неправильно выбранное время;

е) есть переменные производственные проблемы.

Определите, какая же из приведенных причин является первой и составляет 45% влияния, какая из них является второй и т.д.

Ответ дайте в виде: «Первая причина 45%: (формулировка) и т.д.

Задание 6.

Укажите, какие из приведенных высказываний принадлежат противникам продвижения, а какие - маркетологам?

Продвижение:

1. Порождает погоню за материальными благами.
2. Порождает слишком большие ожидания.
3. Снижает цены.
4. В целом является правдивым.
5. Поддерживает ожидания на высоком уровне.
6. Является нечестным.
7. Слишком большое внимание придается символике и статусу.

Задание 7. Выбор упаковки товара.

Каковы варианты упаковок для приведенных ниже товаров? Необходимо указать форму упаковки, материал, из которого она будет выполнена, его фактуру и цвет, функциональные приспособления для удобства пользования товаром, содержание маркировки товара и ее расположение на упаковке.

	Товар	Форма упаковки	материал	цвет	Функциональное приспособление	Информация
	Майонез	Литровая банка	пластмасса	белый	Возможность повторно использовать банку	Информация о товаре на этикетке
	Шоколад					
	Гель для душа					
	Крем для загара					
	Комнатные цветы					
	Зубная паста					
	Сок для детей					

Задание 8. Структура товарной номенклатуры.

Какова товарная номенклатура магазина товаров народных промыслов «Небылица» для не менее трех уровней продукции при линейке из пяти товарных категорий?

Изделия из дерева	Изделия из глины	Изделия из фарфора	Изделия из камня	Картины
Посуда «Хохлома»	Посуда	Посуда «Гжель»	Шкатулки	Графика
Шкатулки	Статуэтки	Статуэтки	Сувениры	Масло
Матрешки	Свистульки	Копилки	Украшения	Вышивка

Вариант 1.

Составьте товарную номенклатуру продуктового магазина «Черный кот», ориентированного на средний ценовой сегмент. Укажите не менее четырех уровней продукции при линейке из пяти товарных категорий.

Вариант 2.

Составьте товарную номенклатуру магазина игрушек «Мир сказок», указав не менее трех уровней продукции при линейке из пяти товарных категорий.

Задание 9. Управление ассортиментом на основе величины маржинальной прибыли.

Маржинальная прибыль определяется как разность между отпускной ценой товара и переменными издержками на его производство. Суммарная маржинальная прибыль определяется умножением маржинальной прибыли по каждой единице товарной номенклатуры на количество выпускаемых товаров данного типа.

В таблице приведены отдельные показатели производства продукции хладокомбината «Морозко». Расчет маржинальной прибыли и суммарной маржинальной прибыли позволяет увидеть, что наиболее прибыльным является мороженное «Пломбир», хотя у него не самый высокий объем продаж и достаточно большие производственные издержки.

товар	Отпускная цена товара, руб	Переменные издержки на единицу товара, руб	Объем продаж за отчетный период, тыс.шт	Маржинальная прибыль, тыс.руб.	Суммарная маржинальная прибыль, тыс.руб.
«Пломбир»	25	10	13	15	195
«Сливочное»	20	8	10	12	120
«Лакомка»	28	9	8	19	152
«Пингвинчик»	15	7	12	8	96
«Ваня»	12	5	12	7	84
«Маня»	12	5	14	7	98

Вариант 1.

Кондитерская фабрика «Зорька» планирует на 10% поднять отпускную цену на шоколадные конфеты при сохранении прежних переменных издержек. Ожидается, что объем продаж может сократится на 4% по всем категориям товара. Рассчитайте для каждого товара долю изменения суммарной маржинальной прибыли. Какой вид товара больше всего пострадает от изменения цены?

товар	Отпускная цена товара, руб	Переменные издержки на единицу товара, руб	Маржинальная прибыль, тыс.руб.	Объем продаж за отчетный период, тыс.шт	Суммарная маржинальная прибыль, тыс.руб.
«Сласть»	25	8		100	
«Привет»	28	8		90	
«Улыбка»	29	9		80	
«Малыш»	30	7		90	
«Узорочье»	28	9		70	
«Орешек»	30	8		75	

Вариант 2.

Ресторан «Мираж» испытывает финансовые затруднения, из –за чего планирует сократить ассортимент блюд. Рассмотрите ассортимент салатов ресторана. Какие три блюда нужно исключить?

товар	Отпус	Пере	Марж	Объе	Сумм

	кная цена товара, руб	менные издержки на единицу товара, руб	инальная прибыль, тыс.руб.	м продаж за отчетный период, тыс.шт	арная маржинальная прибыль, тыс.руб.
«Тысяча островов»	110	18		145	
«Цезарь»	110	16		150	
«Барон»	115	12		190	
«Фисташка»	112	11		220	
«Гранатовый браслет»	100	12		220	
«Морской»	90	13		225	
«Ассорти»	95	10		200	

Задание 10.

Назовите товары и товарные марки, ставшие культурными символами следующих стран:

- Россия
- Япония
- Германия
- Франция
- Италия
- Англия
- Швейцария

Например, культурными символами США являются товарные марки «Calvin Klein», «McDonalds», «Coca- Cola», «Ford».

Задание 11.

На этапе разработки процесса создания нового товара проводятся испытания его образца в условиях, максимально приближенных к тем, в которых продукция будет эксплуатироваться потребителями. Предложите различные испытания для следующих новинок:

- легковой автомобиль среднего класса
- туристический рюкзак
- шампунь
- жевательная резинка.

Задание 12.

Разработайте ассортимент товаров, продаваемых в магазинах с такой вывеской:

1. «Чай- кофе»
2. «Парижанка»
3. «Черный кот»
4. «Товары для красоты и здоровья»
5. «Пятачок»

Для каждого магазина придумайте не менее 20 конкретных примеров товаров.

Какие ассортиментные группы могут быть предложены в каждом магазине?

Каковы широта, насыщенность, глубина и гармоничность товарного ассортимента этих магазинов?

Задание 13.

Завершить схему процесса эффективной продажи, распределив в нужном порядке следующие этапы (рис.):

1. Подход к клиенту;
2. Доведение до конца работ по сделке и проверка результатов;
3. Предварительная подготовка к визиту;

4. Преодоление возражений;
5. Отыскание и оценка потенциальных покупателей;
6. Презентация и демонстрация товара;
7. Заключение сделки.

Рис 24. Схема процесса эффективной продажи

Задание 14.

Изучите типичные заблуждения менеджеров при принятии решения о судьбе новой технологии на его предприятии, характерные сегодня для стран развитого рынка. Можно ли назвать их характерными для России?

Заблуждение 1. При выборе новой технологии исходят из ее привлекательности и грандиозных возможностей, которые она сулит. На самом деле надо исходить из того, насколько она будет удовлетворять требования потребителей.

Заблуждение 2. Считается, что при выборе новой технологии необходимо исходить из анализа теоретической рациональности и целесообразности ее внедрения. На самом деле надо учитывать сильное влияние нынешней практики и прошлого опыта.

Заблуждение 3. Все усовершенствования и нововведения, в конце концов, будут восприняты и переняты. На самом деле надо осознать, что большинство из них не окончится и не должно окончиться успехом.

Заблуждение 4. Технологические усовершенствования обладают самостоятельной ценностью. На самом деле только потребитель определяет их истинную ценность.

Заблуждение 5. Выигрывают принципиально новые технологии. На самом деле новое не всегда значит лучшее.

Заблуждение 6. Перспективы применения новой технологии предопределяют ее успешное внедрение. На самом деле решающим фактором часто является инфраструктура, необходимая для ее внедрения.

Продумайте, имеются ли сегодня в России объективные условия для воспроизведения подобных ошибок.

Вопросы для контроля.

1. Какая связь между позиционированием и сегментированием? Приведите конкретные примеры.
2. Какие существуют стратегии позиционирования?
3. Какие ошибки позиционирования вы знаете?
4. Как можно позиционировать различные учебные заведения (вуз, школа бизнеса, детская музыкальная школа, детский сад)?

Задание 1.

Выберите из столбца 2 примеры, соответствующие различным стратегиям позиционирования из столбца 1.

Стратегия позиционирования	Примеры
1	2
1. позиционирование по характеристикам товара	А) «НТВ- плюс,»- это более чем 40 телевизионных каналов»
2. позиционирование по выгодам	Б) «Батончик «Финт»- только для тех, кто правда крут»
3. позиционирование по использованию или применению	В) автомобили «Subaru» сопоставимы по безопасности с автомобилями «Volvo»
4. позиционирование по потребителю	Г) «Балтика»- знаменитое пиво России»
5. позиционирование по конкуренту	Д) «Indesit»: мы работаем, вы отдыхаете»
6. позиционирование по классу	Е) «Preferens» от «LOreal»: «Стоит дороже,

товара	но вы этого достойны»
7. позиционирование по культурным символам	Ж) «Orbit»- самая вкусная защита от кариеса»
8. позиционирование по соотношению цена/ качество	З) Маргарин «Пышка»- всегда успешная выпечка»

Приведите по два примера использования каждой из восьми стратегий позиционирования.

Задание 2.

Выберите из нижеперечисленных факторов те, от которых зависит спрос на товар:

- доход покупателя
- вкусы и предпочтения покупателя
- накопленное имущество
- покупательная способность покупателя
- цена товара
- мнение покупателя относительно перспектив своего экономического положения
- доля расходов на сырье и материалы
- объем поставок
- мировое регулирование цен
- условия поставок
- ожидание роста цен в перспективе

Задание 3.

Разработайте варианты позиционирования новых товаров на основании анализа атрибутов позиционирования, уже использующихся существующими товаропроизводителями, и обоснуйте, почему предложенные вами варианты смогут конкурировать с существующими на рынках фирмами: жевательной резинки, стирального порошка, детской одежды, журналов для женщин и мужчин, прохладительных напитков.

РАЗДЕЛ. 5 СЕГМЕНТИРОВАНИЕ РЫНКА)

Вопросы для контроля:

1. Что такое сегментирование (сегментация)? Какие этапы включает в себя процесс сегментирования?
2. Каковы основные характеристики рыночного сегмента?
3. С какой целью предприятие проводит сегментирование на рынке потребительских товаров?
4. Каким основным условиям должен отвечать сегмент рынка? Охарактеризуйте этапы сегментации.
5. Перечислите критерии оценки сегмента рынка.
6. Сегментирование рынка по группам потребителей
7. Сегментирование рынка по группам продуктов
8. Сегментирование рынка по конкурентам
9. Назовите социально- демографические признаки сегментирования рынка.

Задание 1.

Распределите приведенные ниже критерии сегментирования потребительского рынка по группам, используя схему:

1. возраст
2. стиль жизни
3. регион
4. пол
5. личные качества
6. уровень дохода

7. город или сельская местность
8. размер семьи
9. статус пользователя
10. интенсивность потребления
11. род занятий (профессия)
12. общественный класс
13. степень приверженности к товару
14. искомые выгоды при покупке товара
15. рельеф
16. образование
17. национальность
18. плотность населения
19. отношение к товару
20. климат

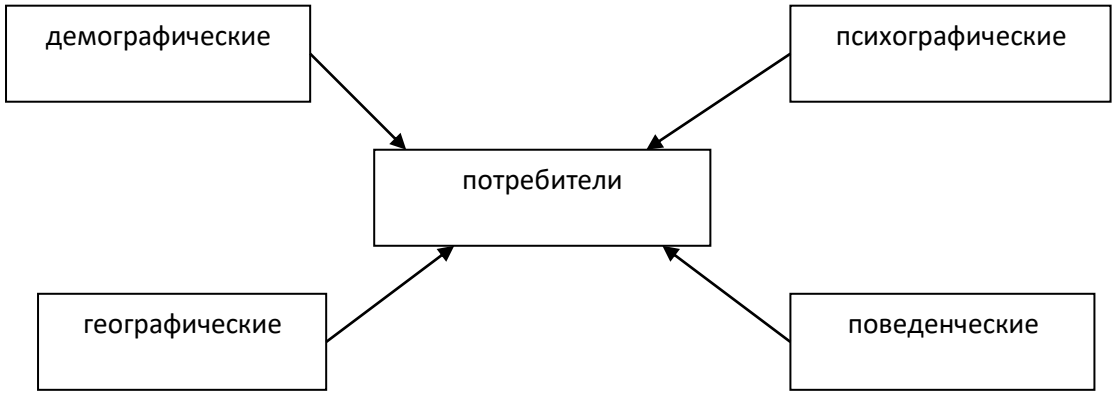


Схема. Распределение критериев сегментирования потребительского рынка по группам.

Задание 2. Выбор критериев сегментирования.

Каковы критерии сегментирования потребителей для каждого товара? Необходимо обосновать свой выбор

	товар	Географический критерий	Демографический критерий	Психографический критерий	Поведенческий критерий
	Карманные электрические фонарики	Страна, климат	Возраст, пол	Стиль жизни	Повод
	Зубная паста				
	Овощи				
	Строительные материалы				
	Художественные книги				

Задание 3.

Разработайте возможно более полный перечень критериев сегментирования потребителей, которые целесообразно учитывать для успешного бизнеса:

1. пивоваренному заводу
2. производителю домашней обуви
3. производителю косметических средств по уходу за волосами
4. производителю автомобильной косметики
5. фабрике игрушек

6. фабрике по пошиву верхней одежды
7. производителю холодильников

какая дополнительная информация для сегментирования потребителей названных товаров вам может потребоваться

Задание 4.

Заполните блок-схему (рис.), включив в нее соответствующие этапы:

1. Исследование поведения покупателей;
2. Исследование предполагаемой реакции на введение нового товара;
3. Определение емкости рынка и (или) отдельных его сегментов;
4. Изучение деятельности конкурентов;
5. Прогноз сбыта товара.

? □ **?** □ **?** □ **?** □ **?**

Рис 21. Схема анализа рынка сбыта фирмой

Задание 5.

Заполните в нужном порядке представленную блок-схему сегментационного подхода (рис.).

1. Выбор потребительского сегмента.
2. Создание соответствующего плана маркетинга.
3. Определение характеристик и требование потребителей в отношении товаров и услуг, предлагаемых компанией.
4. Разработка профилей групп потребителя.
5. Анализ сходства и различия потребителей.
6. Определение места предложения компании на рынке относительно конкуренции.

? □ **?** □ **?** □ **?** □ **?**

Рис 22. Блок-схема сегментационного подхода

РАЗДЕЛ 6. МАРКЕТИНГОВЫЕ СТРАТЕГИИ, СУЩНОСТЬ, ВИДЫ, ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Вопросы для контроля.

1. Какой вид планирования называют стратегическим?
2. Каковы основные этапы стратегического планирования?
3. Каковы требования к целям? Назовите основные маркетинговые цели.
4. Какие методы прогнозирования используются при планировании?

Задание 1. Виды маркетинговых задач.

Какие из приведенных ниже задач являются стратегическими, а какие- тактическими:

- активизация бизнеса
- формирование принципов выхода на рынок (сегмент0 с новым товаром
- кооперация с иностранной фирмой для выхода на те рынки, где не удавалось до сих пор успешно работать
- планирование и организация товародвижения
- совершенствование организационной структуры управления фирмой
- планирование и организация рекламы и стимулирования продаж в соответствии с жизненным циклом каждого товара
- организация совместной с иностранным партнером фирмы за рубежом
- быстрое наращивание рыночных операций
- получение прибыли
- контроль качества продукции, сырья
- быстрый уход с рынка
- усиление деятельности на рынке

- постепенное свертывание рыночных операций
- наращивание или быстрое наращивание рыночных операций
- постепенное свертывание рыночных операций
- усиление позиций или уход с рынка
- позиционирование нового продукта
- осторожное продолжение рыночных операций или их наращивание.

Задание 2. Определение стратегии компании.

Каков тип описанных маркетинговых стратегий? Необходимо обосновать ответ, подчеркнув в действиях компании одну или две наиболее характерные черты указанной стратегии.

Фабрика «Русский текстиль» выбирает один из трех вариантов стратегии развития:

1. разработка новых видов тканей на основе современных технологий
2. формирование сети фирменных магазинов для реализации текстиля
3. организация производства постельного белья

Стратегия	Обоснование стратегии
Совершенствование товара	Компания увеличивает сбыт за счет создания новых или усовершенствованных товаров для существующих рынков
Прогрессивная интеграция	Контроль системы распределения
Концентрическая диверсификация	Пополнение своей номенклатуры изделиями, схожими с существующими товарами фирмы

Вариант 1.

Мясокомбинат выбирает один из трех вариантов стратегии развития:

1. развитие собственных животноводческих ферм
2. разработка новых сортов колбасных изделий, которые понравились бы постоянным покупателям
3. освоение рынков двух стран дальнего зарубежья. В настоящий момент мясокомбинат стабильно работает на внутреннем рынке, периодически получая заказы из-за рубежа.

Вариант 2.

Производитель декоративной косметики марки «Жемчужинка» выбирает стратегию развития:

1. привлечение покупателей косметики конкурентов посредством широкомасштабной рекламной компании
2. налаживание продажи косметики через салоны красоты
3. разработка серии декоративной косметики для девочек.

Задание 3.

Известно, что фирма выпускает продукцию производственного назначения. Напишите, с чем, в первую очередь, должны быть связаны ее цели для того, чтобы бизнес был успешным.

Цели фирмы связаны с:

1. ……
2. ……
3. ……

Предложены на выбор направления, с которыми могут быть связаны цели:

1. Обслуживание потребителей;
2. Стимулирование продаж;

3. Рекламные темы;
4. Продажа основным потребителям;
5. Доля прибыли;
6. Разработка новой продукции;
7. Расходы на рекламу;
8. Усилия торговых агентов;
9. Политика ценообразования.

Задание 4.

Известно, что фирма занимается производством потребительских товаров. Напишите, с чем, в первую очередь, должны быть связаны ее цели для того, чтобы бизнес был успешным.

Цели фирмы связаны с:

1. ……
2. ……
3. ……

Предложены на выбор направления, с которыми могут быть связаны цели:

1. Обслуживание потребителей;
2. Стимулирование продаж;
3. Рекламные темы;
4. Продажа основным потребителям;
5. Доля прибыли;
6. Разработка новой продукции;
7. Расходы на рекламу;
8. Усилия торговых агентов;
9. Политика ценообразования.

Задание 5.

Известно, что фирма занимается делом в области сервиса. Напишите, с чем, в первую очередь, должны быть связаны ее цели для того, чтобы бизнес был успешен.

Цели фирмы связаны с:

1. ……
2. ……
3. ……
4. ……

Предложены на выбор направления, с которыми могут быть связаны цели:

1. Обслуживание потребителей;
2. Стимулирование продаж;
3. Рекламные темы;
4. Продажа основным потребителям;
5. Доля прибыли;
6. Разработка новой продукции;
7. Расходы на рекламу;
8. Усилия торговых агентов;
9. Политика ценообразования.

Задание 6.

Укажите, к каким из приведенных альтернативных стратегий маркетинга относятся следующие определения.

Стратегии:

1. Диверсификации.

2. Развития рынка.
3. Проникновения на рынок.
4. Разработки товара.

Определения:

а) фирма стремится расширить сбыт имеющихся товаров на существующих рынках при помощи интенсификации товародвижения, поступательного продвижения самых конкурентоспособных товаров;

б) фирма делает упор на новые модели, улучшение качества, разрабатывает новые или модифицированные товары для существующих рынков;

в) фирма выпускает новые товары, ориентированные на новые рынки; цели распределения, сбыта и продвижения отличаются от традиционных для фирмы;

г) фирма стремится расширить свой рынок, возникают новые сегменты на рынке; для хорошо известной продукции выявляются новые области применения.

Задание 7. Расположите последовательно этапы прогресса стратегического планирования.

1. Установление целей маркетинга.
2. Реализация тактики.
3. Слежение за результатом.
4. Определение задачи организации.
5. Ситуационный анализ.
6. Создание стратегических хозяйственных подразделений.
7. Разработка стратегии маркетинга.

Задание 8. Прогноз объемов продаж компании.

При прогнозировании объема продаж на основе экстраполяции простой скользящей средней исходят из предположения, что следующий во времени показатель по своей величине будет равен средней, рассчитанной за последний интервал времени.

Прогноз объема продаж, тыс.шт., на июнь:

(125+ 123+ 130+ 119+ 126) / 5 = 124.6

Более точный прогноз объема продаж может быть получен при помощи экстраполяции взвешенной скользящей средней. В этом случае объему продаж за последний месяц придается пятикратный вес, за предпоследний- четырехкратный и т.д., а потом сумма всех произведений делится на сумму добавленного веса.

Прогноз объема продаж, тыс.шт., на июнь:

(125 х 1+ 123 х 2+ 130 х 3+ 119 х 4+ 126 х 5) /(1+ 2+ 3+ 4+ 5) = 124.5

Таким образом, прогноз объема продаж на июнь составляет от 124.5 тыс. шт до 124.6 тыс.шт

Вариант 1.

Динамика объема продаж муки за последние пять месяцев представлена ниже. Составьте прогноз продаж на июнь методом экстраполяции скользящей средней.

Месяц	январь	февраль	март	апрель	май
Объем продаж, ц	250	230	225	234	226

Вариант 2.

Динамика объема продаж кофемолок за последние пять месяцев представлена ниже.

Составьте прогноз продаж на сентябрь методом экстраполяции скользящей средней.

Месяц	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Объем продаж, ц	656	530	442	523	668

Задание 9. Прогнозирование финансового результата компании.

Руководитель предприятия по производству хлебобулочных изделий прогнозирует финансовый результат на следующий месяц. Постоянные затраты в предыдущем месяце составили 1450 тыс.руб, переменные затраты за единицу продукции- 7 руб, а средняя цена реализации продукции- 12 руб. в следующем месяце ожидается рост переменных затрат на 10% и постоянных затрат- на 5%, связанный с повышением заработной платы персонала. Цену планируется поднять на 7%. По результатам экспертного опроса объем продаж составит: минимальный-280 500 ед, максимальный- 340 000 ед., наиболее вероятный объем продаж- 320 500 ед. Каковы маржинальный доход на единицу продукции, точка безубыточности в натуральном и стоимостном выражении, прибыль (убыток) при минимальном, максимальном и наиболее вероятном объеме продаж?.

Определим переменные и постоянные затраты, руб., а также цену реализации, руб., на следующий год с учетом роста:

- переменные затраты: 7 х 1.1 = 7.7
- постоянные затраты: 145 000 х 0.5 = 1 522 500
- цена реализации: 12 + 12 х 1.07 = 12.84

Маржинальный доход на единицу продукции, руб., рассчитывается как разница между ценой единицы продукции и переменными затратами на единицу продукции: 12.84 – 7.7 = 5.14

Определим точку безубыточности в натуральном выражении (ед.продукции). Для этого разделим совокупные постоянные издержки на маржинальный доход единицы продукции: 1 522 500 / 5.14 = 296 206

Рассчитаем точку безубыточности в стоимостном выражении, руб. Для этого точку безубыточности в натуральном выражении умножим на цену реализации: 296 206 х 12.84 = 3 803 285

Определим финансовый результат деятельности компании, руб при различных объемах продаж:

- при минимальном объеме продаж:
  12.84 х 280 500 – (1 522 500 + 7.7. х 280 500) = -80 730
- при максимальном объеме продаж:
  12.84 х 340 000 - (1 522 500 + 7.7. х 340 000) = 225 100
- при наиболее вероятном объеме:
  12.84 х 320 500 – (1 522 500 + 7.7 х 320 500) = 124 870

Вариант 1.

Руководитель предприятия по производству безалкогольных напитков прогнозирует финансовый результат на следующий месяц. Постоянные затраты в предыдущем месяце составили 5350 тыс. руб, переменные затраты за единицу продукции- 18 руб, а средняя цена реализации продукции – 23 руб В следующем месяце ожидается рост переменных затрат на 8% и постоянных затрат на 4%, связанный с повышением заработной латы персонала. Цену планируется поднять на 10%. По результатам экспертного опроса объем продаж составит: минимальный-880 500 ед, максимальный - 1 010 000 ед., наиболее вероятный объем продаж- 960 500 ед. Определите

маржинальный доход на единицу продукции, точка безубыточности в натуральном и стоимостном выражении, прибыль (убыток) при минимальном, максимальном и наиболее вероятном объеме продаж?.

Вариант 2.

Руководитель предприятия по производству канцтоваров прогнозирует финансовый результат на следующий месяц. Постоянные затраты в предыдущем месяце составили 2350 тыс. руб, переменные затраты за единицу продукции- 17 руб, а средняя цена реализации продукции – 21 руб В следующем месяце ожидается рост переменных затрат на 5% и постоянных затрат на 3%, связанный с повышением заработной латы персонала. Цену планируется поднять на 6%. По результатам экспертного опроса объем продаж составит: минимальный-540 000 ед, максимальный - 570 000 ед., наиболее вероятный объем продаж- 560 500 ед. Определите маржинальный доход на единицу продукции, точка безубыточности в натуральном и стоимостном выражении, прибыль (убыток) при минимальном, максимальном и наиболее вероятном объеме продаж?.

Задание 10. Стратегия агропромышленного предприятия.

Агропромышленная компания ООО «Приволье» основана в 1995 г. Предприятие осуществляет производство и реализацию продуктов питания и сельскохозяйственную продукцию, строительство объектов сельскохозяйственного назначения.

В состав ООО «Приволье» входят следующие подразделения:

- молочно- товарные фермы
- мельница
- корпус переработки маслосемян
- деревообрабатывающий цех
- холодильники
- магазин площадью 1000 м^2
- прочие здания и сооружения

В штате компании 300 специалистов. Ведется профессиональный отбор сотрудников, разрабатываются планы и программы подготовки персонала. Конкурентоспособность фирмы обеспечивается низкими издержками вследствие организации производства фирмы по замкнутому технологическому циклу: от самостоятельного выращивания кормов и зерна до переработки и реализации продуктов сельхозпроизводства через собственную торговую сеть. Вследствие этого себестоимость фирменной продукции на 10-15% ниже среднеотраслевой. И в течение ближайших одного- двух лет, по расчетам аналитиков, произойдет дальнейшее сокращение внутрипроизводственных издержек, благодаря которым отпускная цена продукции, произведенной на фирме, будет ниже рыночной на 20- 25%.

ООО «Приволье» рассматривает стратегическое решение об открытии собственного цеха по переработке молочной продукции. Ассортимент продукции цеха: пастеризованное молоко, кефир, ряженка, сметана, сливки. Технология производства предусматривает использование старинных рецептур, при применении которых получается продукция с высокими потребительскими качествами. Действующие производственные мощности молочно- товарных ферм позволяют обеспечить сырьевую базу для проектируемого комплекса по производству молочной продукции. Годовое производственное потребление сырья (молока)- 1.8 тыс.т.

Планируемый объем выпуска готовой продукции- 1.6 тыс.т на сумму 23 млн руб. на основе действующих производственных мощностей и их реконструкции. Рынком сбыта продукции могут быть предприятия оптовой и розничной торговли, предприятия общественного питания, а также собственная торговая сеть фирмы.

Форма реализации продукции	Планируемый объем продаж, кг		
	1-й год	2-й год	3-й год
Предприятия оптовой торговли	300 000	700 000	700 000
Предприятия	260 000	600 000	600 000

розничной торговли (собственные продовольственные магазины)			
Предприятия общественного питания	3 000	7 000	7 000
Автолавки	180 000	250 000	250 000
Итого	743 000	1 557 000	1 557 000

Общая стоимость проекта по введению в строй цеха по переработке молока составляет 2.5 млн руб. для реализации проекта агропромышленный компании «Приволье» необходимо привлечение инвестиций. Срок окупаемости кредитных средств- менее двух лет. Проектируемый комплекс обеспечит качественной молочной продукцией местный рынок.

Задания.

1. Опишите элементы маркетингового комплекса агропромышленной компании, учитывая диверсифицированный характер ее товарного предложения.
2. Опишите маркетинговую стратегию компании «Приволье2.
3. Определите целевые сегменты для продукции нового цеха.
4. Сформулируйте стратегию позиционирования нового направления компании.

Деловая игра «Разработка стратегии маркетинга»

Союз предпринимателей региона принял решение оказать финансовую поддержку одной из фирм, имеющей приоритетное значение для хозяйства региона. Поддержка будет выражаться в предоставлении льготных кредитов, налоговых льгот и финансовых субсидий. Союз предпринимателей будет принимать решение на конкурентной основе, для участия в конкурсе необходимо разработать стратегию своей фирмы.

Правила игры

Участники игры разбиваются на 6 групп, 3 из которых имитируют деятельность фирм участниц конкурса , 2 – деятельность аудиторской службы Союза предпринимателей. Фирмы разрабатывают стратегию развития, аудиторская служба оценивает стратегические возможности фирм, то есть осуществляет проверку реальности и объективности разработанных стратегий. В каждой группе выбирают руководителя, который докладывает результаты на общем обсуждении .

На презентацию выделяется 10 минут, на оценку – 7 минут. После обсуждения стратегий принимается решение о том, какая фирма выиграла конкурс.

Задание

Группам, имитирующим деятельность фирм –участниц конкурса необходимо на основании имеющейся информации:

оценить рыночную ситуацию и место фирмы на рынке;

оценить сильные и слабые стороны своей фирмы с позиций конкурентоспособности;

выбрать стратегию маркетинга;

сделать прогнозную оценку основных показателей хозяйственной деятельности;

разработать программу формирования стратегии позиционирования, имиджа фирмы и продвижения товара.

РАЗДЕЛ 7. ЦЕНА И ЦЕНОВАЯ ПОЛИТИКА ПРЕДПРИЯТИЯ

Вопросы для контроля

1. Каковы сущность и значение цены в маркетинге?
2. Основные цели ценовой политики
3. Факторы, влияющие на ценообразование в маркетинге
4. Чем различаются понятия «цена и ценность»?
5. Этапы разработки ценовой политики.
6. Виды цен при разработке ценовой стратегии

7. Методы установления цен в маркетинге
8. Ценовые стратегии и их реализация.
1. Формирование ценовой политики предприятия
9. Приведите примеры ценовой и неценовой конкуренции.
10. Какие виды цен обеспечивают повышение конкурентоспособности предприятия?

Задание 1.

Менеджеры магазина, торгующего замороженными морепродуктами, отмечают падение спроса на товар в летнее время. Чем это может быть вызвано? Разработайте предложения по улучшению организации продаж.

Задание 2.

Предприятие продает игрушки (куклы) по достаточно высокой цене. Предложите ваш вариант увеличения объема продаж товара.

Задание 3.

В условиях экономического застоя в ряде стран мелкие производители бытовой техники предлагают торговые скидки, а производители автомобилей- низкопроцентные займы. Каковы достоинства и недостатки этих методов снижения цен?.

Задание 4.

Что относится к мерам государственного (прямого административного) регулирования цен из нижеперечисленного, а что - к косвенному государственному регулированию:

1. Субсидирование.
2. Замораживание цен.
3. Кредитование.
4. Налоговая политика.
5. Контроль за ценами монополий и крупных предприятий.
6. Амортизационная политика.
7. Договор с монополиями об ограничении их ценовой деятельности в интересах других производителей.
8. Воздействие на издержки производства отдельных товаров (установление льготных тарифов, цен на сырье, топливо, материалы).
9. Установление границ (диапазон цен).
10. Государственные закупки товаров и услуг у частных фирм, необходимых для функционирования всех видов государственной собственности.
11. Воздействие на спрос и предложение конкретных товаров с целью формирования определенного соотношения между ними.

Задание 5.

Перечисленные ниже виды цен распределите на две группы. В первой группе укажите те виды цен, которые руководство предприятия может использовать для продвижения на рынке новых изделий, во второй группе - те виды цен, применение которых обеспечивает повышение конкурентоспособности товаров и услуг на уже сформировавшемся рынке сбыта. Заполните таблицу.

Таблица.. Классификация видов цен

Виды цен на новые продукты	Виды цен на уже имеющиеся на рынке товары и услуги
?	?

1. Скользящая падающая цена на изделие и услуги.
2. "Снятие сливок".
3. Долговременная цена.

4. Цена потребительского сегмента рынка.
5. Цена внедрения продукта на рынок.
6. Эластичная (гибкая) цена.
7. "Психологическая" цена.
8. Преимущественная цена.
9. Цена на изделие, уже снятое с производства.
10. Цена "лидера" на рынке или в отрасли.
11. Цена, устанавливаемая ниже, чем у большинства фирм.
12. Договорная цена.
13. Цена с возмещением издержек производства.
14. Престижная цена.

Задание 6.

Расставьте нижеприведенные виды цен на товары по соответствующим признакам в таблице.

Виды цен: а) оптовая; б) мировая; в) монопольная; г) предложения; д) продажи/купли; е) базисная; ж) розничная; з) цена производства; и) номинальная; к) рыночная; л) твердая; м) скользящая; н) цена спроса.

РАЗДЕЛ 8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТОВАРОВ И ТОВАРОДВИЖЕНИЕ

1. Что такое канал сбыта и чем определяются его длина и глубина?
2. Зачем нужны посредники? Каковы положительные и отрицательные аспекты работы с посредниками?
3. Какие основные функции выполняют оптовые и розничные торговцы?
4. Какие факторы влияют на выбор канала сбыта?

Задание 1.

Предложите несколько вариантов каналов распространения для:

1. предприятия, которое разработало принципиально новую модель комбайна для уборки картофеля
2. производителя изделий из пластмассы, создавшего упаковку, в которой приготовленные на пикник продукты хранятся в замороженном виде.

Каковы преимущества и недостатки каждого варианта канала распространения?

Задание 2.

Перечислите несколько факторов, которые вы бы учли, выбирая населенный пункт для пробных продаж нового вида прохладительного напитка, который затем собираетесь продавать на всей территории России. Было бы место, в котором вы живете, хорошим пробным рынком? Почему?

Задание 3.

Какие решения относительно распространения товаров вы можете предложить производителю:

1. недорогих пластмассовых шариковых ручек
2. шоколадных конфет в подарочной упаковке
3. полиграфического оборудования
4. изысканных духов
5. экономической литературы
6. прохладительных напитков
7. спортивного инвентаря
8. легковых автомобилей.

Каких торговых посредников вы рекомендуете привлекать для распространения вышеназванных товаров? По каким критериям вы осуществляете отбор торговых посредников?

Задание 4. Выбор канала распределения.

Какое решение следует принять по выбору канала распределения согласно критерию критерию эффективности? Выбор из трех альтернатив:

1. канал нулевого уровня- расходы, связанные с содержанием собственной розничной торговой сети, составляют 150 млн. руб., издержки обращения- 100 млн. руб, прибыль от реализации товара- 500 млн. руб
2. одноуровневый канал (использование посредника- розничной торговли)- издержки обращения- 60 млн. руб., прибыль- 30 млн. руб
3. двухуровневый канал (производитель продает товар оптовому посреднику)- издержки обращения- 40 млн. руб, прибыль- 120 млн. руб

Для выбора канала распределения по критерию эффективности используют формулу отдачи от вложенного капитала (средняя норма прибыли):

$О = П / В_к \times 100\%$

П- прибыль, полученная от вложения капитала, руб

$В_к$ – величина вложенного капитала, руб

Используя формулу, рассчитаем отдачу от вложенного капитала среднюю норму прибыли)- О по каждому каналу, %

1. каналу нулевого уровня: 500/ (150+ 100) х 100% = 200%
2. одноуровневый канал: 30 /60 х 100% = 50%
3. двухуровневый канал: 120 / 40 х 100% = 300%

Следовательно, двухуровневый канал более эффективный, так как отдача от вложения капитала (300%)- самая высокая.

Вариант 1.

Выберите наиболее эффективный канал распределения:

1. канал нулевого уровня- расходы, связанные с содержанием собственной розничной торговой сети, составляют 250 млн. руб, издержки обращения – 100 млн. руб, прибыль от реализации товара- 700 млн. руб.
2. одноуровневый канал- издержки- 160 млн. руб., прибыль может достигнуть 120 млн. руб
3. двухуровневый канал- издержки обращения- 80 млн. руб, плановая прибыль- 120 млн. руб

Вариант 2.

Рассмотрите три вида каналов распределения и определите, какой наиболее выгоден для производителя:

1. канал нулевого уровня- расходы, связанные с содержанием собственной розничной торговой сети, составляют 100 млн. руб, издержки обращения – 80 млн. руб, прибыль от реализации товара- 360 млн. руб.
2. одноуровневый канал- издержки- 70 млн. руб., ожидаемая прибыль 175 млн. руб
3. двухуровневый канал- издержки обращения- 60 млн. руб, прибыль может составить 130 млн. руб

Задание 5. Определение структуры отдела сбыта.

Руководителю отдела сбыта компании «ОблКерамзит», производящий керамзит и керамзитобетонные блоки, необходимо выяснить, кто более предпочтителен предприятию- торговый агент или торговый представитель. Для торговых агентов предусмотрен оклад в 14 тыс.руб в месяц и 2% комиссионных; для торгового представителя- гарантийный оклад 6000 руб и 5% комиссионных. Они работают в одной географической области, ожидаемый месячный оборот- 320 тыс. руб

Рассчитаем расходы фирмы на торгового представителя, руб:
6000 + 320 000 х 0.05 = 22 000

Определим расходы на торгового агента, руб:
14 000 + 320 000 х 0.02 = 20400

Таким образом, поскольку на торгового агента расходы меньше, этот вариант предпочтительнее.

Вариант 1.

Организация «Универсал», производящая поддоны, формирует отдел продаж. Для торговых агентов на предприятии предусмотрен оклад 15 тыс. руб. и 2% комиссионных. Торговому представителю гарантирован оклад в 10 тыс.руб. и 4% комиссионных. Они работают в в одной географической области, ожидаемый месячный оборот составит 260 тыс. руб. Определите, кто более предпочтителен предприятию- торговый агент или торговый представитель.

Вариант 2.

Компания «Здравник», занимающаяся реализацией медицинского оборудования, переформировывает отдел продаж. Возможны два варианта- набор торговых агентов (обычная оплата- 16 тыс.руб. в месяц плюс 0.5% комиссионных с объема реализации) или привлечение торговых представителей (без оклада, 3% комиссионных от объемов реализации). При каких объемах реализации в месяц предпочтительнее с точки зрения минимизации выплат работникам первый вариант, при каких- второй?

Задание 6. Определение оптимального числа торговых представителей компании.

Компания «Хлебпром», работающая на рынке B2B, выбрала в качестве основного метода организации продвижения продукции личные продажа. Отдел сбыта разрабатывает рабочий график для своих торговых представителей. Маркетинговые исследования показали, что можно выделить три категории потребителей с одинаковым временем посещения- 30 мин: А- потребители- посещаются 1 раз в две недели, их количество- 200;

В- потребители- посещаются 1 раз в четыре недели, их количество – 260; С- потребители- посещаются 1 раз в восемь недель, их количество- 600. Каково оптимальное для компании количество торговых представителей?

Рассчитываем время ч, необходимое для посещения всех клиентов компании, исходя из того, что 30 мин = 0.5 ч, в месяце четыре недели:

200 х 0.5 х2 + 260 х 0.5 х 0.5 = 480

Рабочее время одного торгового представителя при нормативе 40 рабочих часов в неделю в месяц составит 160 ч, т.е. чтобы за месяц посетить необходимое число потребителей, необходимы три торговых представителя.

Вариант 1.

Отдел сбыта компании «Щит», занимающейся продажей и установкой автоматических ворот, бронированных дверей и защитных роллставней, планирует рабочий график для своих торговых агентов. Маркетинговые исследования показали, что можно выделить три категории

потребителей с одинаковым временем посещения- 20 мин: А- потребители- посещаются 1 раз в две недели, их количество- 200;

В- потребители- посещаются 1 раз в четыре недели, их количество- 300; с- потребители- посещаются 1 раз в шесть недель, их количество- 360.

Определите оптимальное для компании количество торговых агентов.

Вариант 2.

В отделе сбыта компании- производителя тортов «праздник» работают 18 торговых агентов. Предприятие работает с тремя основными сегментами рынка: торговыми сетями, розничными и оптовыми магазинами. Известно, что количество клиентов в каждом сегменте примерно равно.

На посещение каждого необходимо затратить около 30 мин. При этом торговые сети посещаются 1 раз в две недели, оптовые магазины- 1 раз в четыре недели, розничные магазины- 1 раз в восемь недель. Определите количество клиентов компании.

Задание 7.

Известно несколько характеристик представителей на рынке, работающих посредниками между производителем и покупателем, а именно:

- они получают товары на принципах консигнации от производителей, собирают товары с местных рынков и организуют сбыт;
- обычно они не помогают в реализации и продвижении, но обеспечивают кредит, хранение и доставку, а также представляют торговый персонал;
- они могут действовать в рамках аукциона. Определите название такого посредника.

Виды посреднической деятельности:

1. Сбытовые агенты;
2. Торговцы на комиссии;
3. Брокеры (маклеры);
4. Консультанты, информаторы по торговле;
5. Дистрибьюторы
6. Комиссионеры;
7. Дилеры.

Задание 8.

Как называют посредника, если известно, что он:

- имеет информацию о состоянии рынка, условиях продажи, источниках кредита, установлении цен, потенциальных покупателях и искусстве ведения переговоров;
- не предоставляет кредит;
- не имеет права собственности на товар и не может завершить сделку без официального одобрения;
- получает вознаграждения от обеих сторон;
- обязан хранить тайну?

Виды посреднической деятельности:

1. Сбытовые агенты;
2. Торговцы на комиссии;
3. Брокеры (маклеры);
4. Консультанты, информаторы по торговле;
5. Дистрибьюторы;
6. Комиссионеры;
7. Дилеры.

Задание 9.

Как называют посредника, если известно, что он:

 получает фиксированный процент от сделки;
 гонорар доходит до 1000$ в сутки;
 не имеет права участвовать в доходах и ему запрещено давать гарантии?

Виды посреднической деятельности:

1. Сбытовые агенты;
2. Торговцы на комиссии;
3. Брокеры (маклеры);
4. Консультанты, информаторы по торговле;
5. Комиссионеры;
6. Дистрибьюторы;
7. Дилеры.

Задание 10.

Как называют посредника, если известно, что он:

А

 торгует полностью от своего имени и сам заключает договора;
 изучает рынок, рекламу, склады;
 устанавливает цену;
 занимается сервисом продукции;
 имеет развитую складскую сеть?

Б

 подыскивает партнеров;
 заключает контракт от своего имени;
 отвечает за убытки;
 выгоден при мелких партиях товара.

Виды посреднической деятельности:

1. Сбытовые агенты;
2. Торговцы на комиссии;
3. Брокеры (маклеры);
4. Консультанты, информаторы по торговле;
5. Комиссионеры;
6. Дистрибьюторы;
7. Дилеры.

Задание 11.

Составьте схемы прямого и косвенного каналов сбыта.

1. Производитель.
2. Потребитель.
3. Оптовик.
4. Розничный торговец.

РАЗДЕЛ 9. КОММУНИКАЦИОННАЯ ПОЛИТИКА ПРЕДПРИЯТИЯ В СИСТЕМЕ МАРКЕТИНГА

Вопросы для контроля.

1. Комплекс маркетинговых коммуникаций
2. Цели, задачи и правила коммуникационной политики
3. Какие элементы составляют систему маркетинговых коммуникаций?
4. Перечислите основные функции и виды продвижения продукции на рынок.
5. Планирование и контроль мероприятий ФОССТИС
6. Какие существуют виды рекламы?
7. Каковы цели рекламных мероприятий? Какие средства распространения рекламы существуют на рынке?
8. Раскройте сущность «паблик рилейшнз». Каково назначение «паблик рилейшнз»?

9. Перечислите основные способы осуществления мероприятий «паблик рилейшнз».
10. В чем состоит принципиальная разница между рекламой и PR?
11. Каким образом формируется спрос и стимулируется сбыт?
12. Каково назначение персональных продаж?
13. Чем обусловливается выбор средств маркетинговых коммуникаций?
14. Как можно оценить эффективность маркетинговых коммуникаций?

Задание 1.

Какими из приведенных ниже качеств должен обладать хороший продавец; плохой продавец?

1. Предпочитает слушать.
2. Хорошо одевается.
3. Не заинтересован.
4. Лидер.
5. Чувствует себя нелюбимым.
6. Интересуется другими.
7. Считает себя социально ущемленным.
8. Предпочитает одиночество.
9. Нравится сама работа.
10. Образование в объеме колледжа.

Задание 2.

Какие из приведенных высказываний относятся к положительным сторонам рекламы, какие - к отрицательным?

1. Привлекает большой рынок.
2. Расходы на одного зрителя или слушателя низки.
3. Трудно приспособить к нуждам и особенностям потребителей.
4. Единое послание передается всей аудитории.
5. Раздражение зрителя или слушателя.
6. Порождает благожелательное отношение к продукции.
7. Некоторые виды рекламной деятельности требуют больших расходов.
8. Прокладывает дорогу персональной продаже.

Задание 3.

Проиллюстрируйте проведенные конкретные цели рекламы (примеров может быть несколько для одного вида).

Вид целей:

1. Ориентированные на спрос:
- Информация.
- Убеждение.
- Напоминание (поддержание).

2. Ориентированные на образ:
- Отраслевые.
- Корпоративные.

Иллюстрации:

а) стабилизировать сбыт;

б) создать селективный (избирательный) спрос;

в) достичь приверженности марке;

г) ознакомить потребителей с новым расписанием работы;

д) достичь предпочтения марки;

е) создать общий спрос;

ж) поддерживать узнаваемость марки и образа;

з) сократить время, затрачиваемое продавцами на ответы на основные вопросы;
и) разработать и поддерживать благоприятный образ фирмы;
к) разработать и поддерживать благоприятный образ отрасли;
л) увеличить посещаемость магазинов;
м) создать знания о марке или новом товаре на целевом рынке;
н) поддерживать приверженность марке.

Задание 4.

Выберите два- три печатных рекламных материала или телеролика и проанализируйте с помощью следующих вопросов:

- какова цель рекламы
- какая у нее целевая аудитория
- что обещает реклама
- чем поддерживается обещание
- каковы недостатки рекламы.

После этого дайте ваши предложения по оптимизации рекламного материала.

Задание 5.

Для заданной услуги вы должны предложить целевую аудиторию, средства рекламы, которые нужно использовать, а также разработать рекламные сообщения:

- отдых только в России
- старинные русские спортивные игры
- маркетинговые услуги
- рекламный бизнес

Ситуация для анализа.

Десять рекламных заповедей.

1. Сформировать у потенциального потребителя образ товара, фирмы (его производителя или продавца), перейти от незнания о товаре или фирме к осведомленности об их существовании.
2. Преодолеть барьер недоверия к предмету рекламы и сформировать у потребителя определенные знания о товаре (фирме)
3. Возбудить у потребителя положительные эмоции и определенное благожелательное отношение к товару (фирме)
4. Превратить благорасположение в предпочтение товара (фирмы)
5. Создать условия для перехода от предпочтения к вступлению в контакт с рекламодателем, к покупке, а затем и к повторной покупке .
6. Стремиться сделать многих потребителей своими постоянными покупателями (клиентами)
7. Стимулировать сбыт товаров (услуг), ускорение товарооборота, поиск выгодных партнеров.
8. Сформировать у других фирм мнение, что они могут иметь в вашем лице надежного компаньона.
9. Оказывать потребителю помощь в выборе товаров и услуг, а также выполнять социальные функции (некоммерческая реклама)
10. Постоянно помнить, что ваши затраты на рекламу должны себя окупать через увеличение сбыта, прибыли, рост имиджа и т.д.

- прокомментируйте каждый пункт рекламной заповеди
- дайте оценку каждому пункту: ваше согласие или несогласие
- попробуйте добавить свои пункты в рекламную заповедь

Задание 6. Определение эффективности акции по стимулированию сбыта.

Торговый дом «Столичный» в рамках стимулирования продаж разместил купоны в газете, тираж которой 1 000 000 экземпляров. Предъявителю купона бесплатно предоставляется продукция на 250 руб. Затраты на размещение каждого купона- 10 руб. Ожидаемый коэффициент выкупа- 10%. Средняя прибыль на каждого покупателя – 50 руб. Число покупателей увеличилось на 100 000 чел./неделю. Сколько недель потребуется на то, чтобы акция окупилась?

- Сработает 1 000 000 х 0,1 = 100 000 купонов.
- Стоимость «бесплатных» покупок по купонам составит
  100 000 х 250 = 25 000 000 руб.
- Издержки на размещение купонов 10 руб х 1 000 000 = 10 000 000 руб.
- Общие издержки составят 10 000 000 + 20 500 000 руб. = 30 500 000 руб.
- Увеличение недельной прибыли 50 х 100 000 = 5 000 000 руб.
- Срок окупаемости акции -30 500 000 / 5 000 000 = 7 недель

Вариант 1.

Продовольственная сеть «Атлантида» в период проведения акции за каждую потраченную в магазине 1000 рублей в период акции выдает купон номиналом 100 рублей. Всего планируется раздать 20 000 купонов. Ожидаемый коэффициент выкупа составит 12%. Затраты на раздачу каждого купона- 8 рублей. В результате акции продажи увеличились на 1000 шт/ неделю. Прибыль на единицу продукта- 50 рублей. Сколько недель потребуется на то, чтобы акция окупилась?

Вариант 2.

В период проведения акции торговая сеть «Мечта» по продаже бытовой техники планирует выдать 150 000 подарочных купонов номиналом 200 руб. за каждую потраченную 1000 руб. Ожидаемый коэффициент выкупа составит 8%. Затраты на раздачу каждого купона- 8 рублей. Прибыль на единицу продукта- 150 руб. В результате акции продажи увеличились на 6000 шт/ неделю. Сколько недель потребуется на то, чтобы акция окупилась?

Задание 7. Выбор рекламного носителя.

Определить оптимальное для компании средство информирования потребителей можно, рассчитав возможный отклик потребителей и связанный с этим прогноз дохода. При выборе из периодических изданий рассматриваются их тиражи и стоимость размещения рекламных материалов.

Доход от рекламы (D)- это разница между прогнозируемой отдачей от потенциальных потребителей и затратами на размещение рекламы. Его рассчитывают по формуле $D= E_in - Z$

где

Ei - эффективность размещения рекламы

n - средний доход от обслуживания одного потребителя

Z - затраты на рекламу

Эффективность размещения рекламы в СМИ (Ei) – это доля потребителей, совершающих покупку после информирования в i-м издании, от общего тиража данного издания.

Например, если тираж еженедельной газеты А- 25 тыс. экземпляров, а 12% представителей целевого сегмента совершают покупки, получив информацию из газет, то E_A= 3000 человек.

Организация планирует разместить рекламные материалы в местной прессе. Стоимость рекламы в газете А- 46 тыс.руб., а в газете Б- 22 тыс. руб., в газете В- 18 тыс. руб. Средний тираж изданий- 58 тыс., 26 тыс. и 21 тыс. соответственно. Согласно социологическим исследованиям, 9% потребителей региона совершают покупки, получив информацию из газет. Средняя прибыль организации от обслуживания одного потребителя составляет 250 руб. Чтобы найти оптимальный путь информирования, определим число потенциальных потребителей, исходя из тиражей данных изданий:

E_A- 5220 человек, $E_Б$ – 2340 человек, $E_В$ – 1890 человек.

Тогда в соответствии с формулой доход при размещении рекламы в газете А составит 1259 тыс. руб., в газете Б- 563 тыс.руб., в газете В-454,5 тыс.руб.

Решить самостоятельно.

Стоимость рекламного ролика на трех местных радиостанциях: «Радио А»- 16 тыс. руб., : «Радио В»- 18 тыс. руб., : «Радио С»- 12 тыс. руб. Согласно рейтингу в регионе, где работает компания «Рубин», данные радиостанции слушают соответственно 15,17 и 12% ее целевой аудитории. Целевую аудиторию составляют 600 тыс. человек. Средний доход компании «Рубин» от одного потребителя составляет 56 руб. Определите соотношение расходов на рекламу и потенциальную выгоду от нее. Где разместит рекламу компания «Рубин»?

Задание 8. Согласование формы и содержания маркетинговых коммуникаций.

Компания «Союз» выпускает полиграфическую продукцию. Основной рыночный сегмент компании- учреждения культуры, которые заказывают афиши, пригласительные билеты, календари, открытки, театральные программки. Эти изделия сами по себе не окупают затрат на их изготовление (например, театральная программка стоит 10-20 руб., что не соответствует себестоимости качественной полиграфии). Для компенсации затрат эта продукция сопровождается размещением рекламных материалов. Клиенты- рекламодатели при этом не всегда соотносят предлагаемые рекламные сюжеты с содержанием основного носителя информации как атрибута культурного мероприятия. Так, на театральной программке или билете в кинотеатр не всегда уместны сюжеты об алкогольных напитках, о лекарственных препаратах или сюжеты производственной тематики. Но компания не может упускать рекламодателя, отказав ему в сотрудничестве.

1. Рассмотрите виды товаров, рекламу которых требуется разместить на полиграфической продукции.
2. Распределите их по возможным рекламным носителям.
3. Если для размещения рекламы требуется корректировка содержания рекламной информации, опишите вариант решения проблемы.

	Рекламируемый товар	Концертные билеты	Билеты в кино	Театральные программки	Пригласительные билеты на детский праздник	Афиши, плакаты
	Морепродукты					
	Шейпинг- клуб					
	Пиво					
	Авиаперевозки					
	Сок					
	Канцтовары					
	Драгоценности					

Задание 9.

Дополните по вертикали и горизонтали набор видов и носителей рекламы

Генерация носителей рекламы.

Вид рекламы	Носители рекламы					
	1	2	3	4		
Печатная реклама	плакаты	буклеты	листовки	Каталоги		
Реклама на ТВ	видеоклипы	Бегущая строка	объявления	Фильм		
Реклама на радио	радиоролики	радиообъявления	призывы	интервью и беседы		
Наружная реклама	щиты	растяжки	витражи	Штендеры		
Компьютерная реклама	интернет	CD DVD	On- line	Сети		
Сувенирная	майки	календари	пепельниц	зажигалк		

реклама			ы	и		
…						

Задание 10.

Какие товары, по вашему мнению, необходимо рекламировать в газетах, какие – в журналах, а какие- на радио, телевидении и в Интернете?

Для каких товаров в большей степени подходит наружная реклама, почтовые отправления? Аргументируйте свой ответ.

Какие средства рекламы в наибольшей степени подойдут для рекламы товаров следующих предприятий:

1. парикмахерский салон
2. мастерская по ремонту мебели
3. пивной бар
4. ателье по пошиву верхней одежды
5. предприятие по производству игрушек
6. учебное заведение, оказывающее платные образовательные услуги
7. предприятие по производству керамической плитки

РАЗДЕЛ 10. ОРГАНИЗАЦИЯ И КОНТРОЛЬ В МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Вопросы для контроля

1. Каково содержание понятия «управление маркетингом»?
2. Каковы функции отдела маркетинга на предприятии?
3. Какие существуют системы организации службы маркетинга?
4. Что общего между контролем и планированием маркетинговой деятельности?

Задание 1. План маркетинга.

Дирекция сети продуктовых магазинов самообслуживания «Каприз» приняла решение открыть отдел быстрого питания. Каковы основные мероприятия плана маркетинга для отдела быстрого питания на ближайшее время?

мероприятие	содержание
Маркетинговые исследования	Исследование конкурентов, потребителей посредством проведения фокус- групп, анкетирование потребителей
Товарная политика	Составление ассортимента товаров отдела
Ценовая политика	Мониторинг цен конкурентов
Сбытовая политика	Прямая продажа
Коммуникационная политика	Внутримагазинная реклама, акции по стимулированию сбыта

Вариант 1.

Составьте план маркетинговых действий для индивидуального предпринимателя, который производит мясные полуфабрикаты и планирует выход на рынок нового региона.

Вариант 2.

Руководство салона красоты «Люкс» приняло решение об открытии солярия. Данный вид услуг предоставляют фактически все компании- конкуренты. Опишите основные мероприятия плана маркетинга компании на ближайшее время.

Задание 2.

Изучите организационную структуру управления и службы маркетинга торговой компании «Веста»

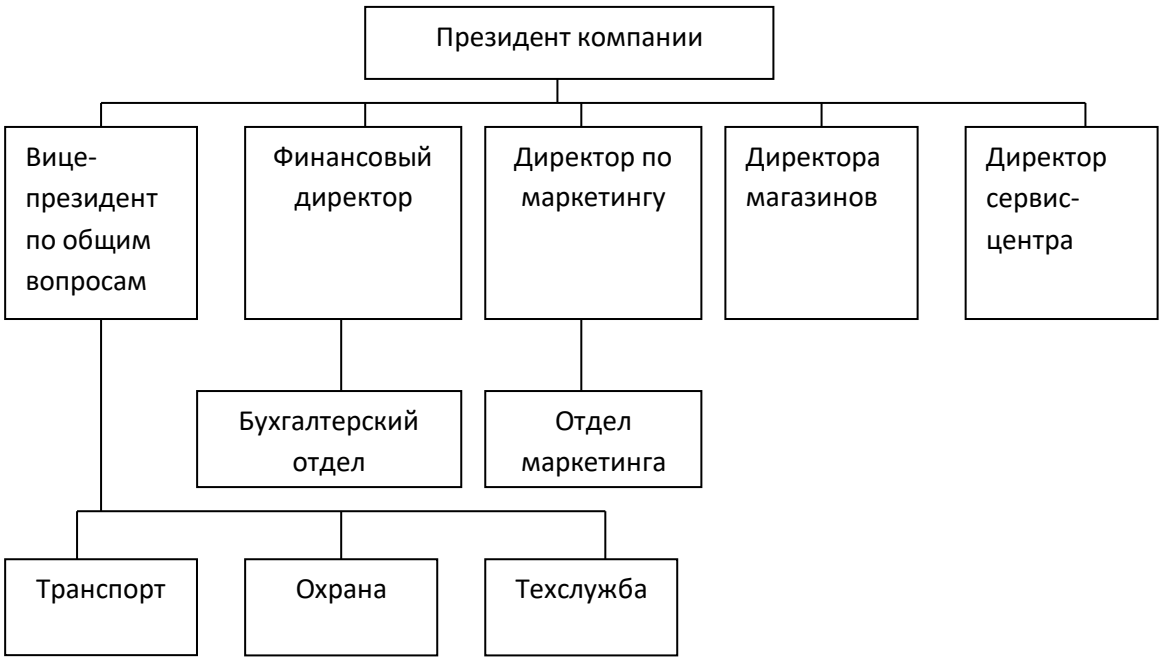


Рис 11. Организационная структура управления ТК «Веста»



Рис 12. Организационная структура управления отдела маркетинга.

Общая цель ТК «Веста» - развитие компании на базе обеспечения ее стабильного финансового положения путем осуществления эффективной закупочно- сбытовой деятельности, приводящей к получению компанией высокой прибыли. Цели и задачи отдела маркетинга направлены на достижение общих целей предприятия.

Две группы (№1 и 2) отдела маркетинга помимо участия в выработке и непосредственной реализации маркетинговой политики, выполняют по заказу руководителей товарных групп отдельные виды маркетинговой деятельности, а также ведут информационную базу по всем товарам.

Управляющие, ответственные за маркетинг отдельных групп товаров (руководители товарных групп) при участии сотрудников групп 1 и 2 вырабатывают и реализуют маркетинговую политику относительно соответствующих товарных групп, а также товаров, входящих в их состав.

В состав группы 1 входят: руководитель группы (менеджер по ценовой и товарной политике) и руководители товарных групп (менеджер по закупке телевизоров, аудио- и видеотехники, менеджер по закупке бытовой техники)- всего три человека.

В состав группы 2 входят: руководитель группы (менеджер по стимулированию сбыта) и менеджер по рекламе- всего два человека.

Таким образом, общая первоначальная численность отдела маркетинга, включая начальника отдела, составляет шесть человек.

Руководители маркетинговых групп по функциям и товарам отчитываются перед начальником отдела маркетинга

Вопросы к заданию:

1. Какой принцип положен в основу структуры управления отдела маркетинга в торговой компании?
2. Определите роль маркетингового отдела в системе управления компанией.
3. Какими специфическими качествами должен обладать руководитель маркетинговой службы компании?.

Задание 3.

Предприятие средних размеров специализируется на продаже детской одежды и имеет несколько отделов по видам детской одежды. Какая структура отдела маркетинга целесообразна для данного торгового предприятия?

Задание 4.

Задача маркетингового управления заключается в воздействии на уровень, временные рамки и структуру спроса таким образом, чтобы это помогало предприятию в достижении стоящих перед ним целей. Выделяют различные варианты состояния спроса на товары: негативный, отсутствующий, потенциальный, снижающийся, нерегулярный, полноценный, чрезмерный, иррациональный.

В каждом из этих случаев управляющий маркетингом должен использовать конкретный вариант стратегии маркетинга (условно их можно назвать: демаркетинг, синхромаркетинг, противодействующий маркетинг, конверсионный маркетинг, ремаркетинг, поддерживающий маркетинг, развивающий маркетинг, стимулирующий маркетинг).

Установите соответствие между вариантами состояния спроса и вариантами стратегии маркетинга. Объясните, чем характеризуется каждая стратегия маркетинга. Приведите примеры.

РАЗДЕЛ 11. МЕЖДУНАРОДНЫЙ МАРКЕТИНГ

Вопросы для контроля

1. Особенности международного маркетинга
2. Организационные формы международного маркетинга
3. Информационная система международного маркетинга (MIS)

Задание 1. Концерн Benetton

Итальянский текстильный концерн Benetton резко усилил присутствие России, открыв в Москве собственное представительство, десять новых магазинов в столице и других крупных городах.

На открытие магазина приезжал президент компании Лучиано Бенеттон. Он отметил высокий потенциал российского рынка для экспорта продукции этой компании. Однако, разыскивая новых крупных торговых партнеров в России и даже проявляя готовность поделиться некоторыми технологическими ноу- хау с нашими предприятиями, Лучиано Бенеттон пока не выразил желания инвестировать в них какие- либо средства.

Структура Benetton является частью финансово- промышленной группы «Эдицьоне холдинг», которая занимается финансами, выпуском спортивного инвентаря и одежды, розничной торговлей, содержанием дорожных и городских пунктов общественного питания, недвижимостью и аграрным сектором. В продукции Benetton неизменно представлен широкий ассортимент

спортивной одежды и обуви, спортивного инвентаря и оборудования, особенно для тенниса, гольфа, горнолыжного спорта и катания на коньках.

Концерн традиционно спонсирует профессиональную команду гонщиков «Формулы-1», целый ряд команд, играющих в профессиональный бакетбол, волейбол и регби. В последние годы концерн делает особенный упор на спортивный стиль в повседневной одежде, поэтому годовой оборот специализированного подразделения достигает почти половины оборота всего концерна.

Гордость концерна- промышленный комплекс в Кастретте, занимающий площадь 190 тыс.кв.м.. Он производит 80-100 млн изделий в год. Один корпус комплекса выделен под производство трикотажных изделий и рубашек, второй- верхнего платья, юбок и джинсовой одежды. Имеется также специализированное производство по выпуску изделий из шерсти. На автоматизированном складе комплекса применена система Robostor, позволяющая обрабатывать до 30 тыс. упаковок в день усилиями всего 19 рабочих вместо обычных 400. Она также позволяет существенно сократить транспортные расходы. На технологические исследования по производству одежды концерн инвестирует значительные суммы. Общепризнанна эффективность многочисленных рекламных кампаний концерна. Во всем мире стали известны широкомасштабные рекламные кампании концерна, избравшей главной темой борьбу с расизмом, СПИДом, защиту окружающей среды, вечную тему жизни и смерти. Образцы этой рекламы стали темой экспозиций в музеях и культурных центрах Бельгии, Финляндии, Японии, Бразилии и других стран. Концерн по просьбе Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН обеспечивал рекламную поддержку первой мировой встречи на высшем уровне в Риме, посвященной продовольственному вопросу.

Примечательно, что на фоне общего спада объемов продаж на мировом рынке одежды концерн в прошлом году, наоборот, прибавил 4%. Этот успех во многом достигнут за счет активной экспансии в странах ЕС, Восточной Европы и Ближнего Востока. Эффективной оказалась стратегия, когда увеличивают торговую площадь магазинов, а не их число. Самый большой и новый магазин одежды концерна размещается не в Италии, а в Лондоне. Крупными фирменными магазинами могут похвастать Париж, Берлин, Франкфурт, Вена, Барселона, Прага, Будапешт, Сараево. Российский потребитель зачастую не вполне уверенно ориентируется в пестром многообразии торговых марок концерна. Перечислим наиболее популярные из них.

«Юнайтед калерз оф Бенеттон». Это самая известная и популярная торговая марка компании. Под ней сейчас усиленно продвигают новую «ткань 206»- мягкую и практически не мнущуюся

«Сислей». Эта марка появилась в 1968 г в Париже, концерн приобрел на нее эксклюзивные права в 1974 г.

«012» Существует с 1972 г, предназначена для товаров, ориентированных на детей до 12 лет

«Зеротондо». Введена с 1988 г., продукция для новорожденных и детей до двух лет.

«Нордика»- абсолютный лидер по продажам лыжных ботинок, известна с 30-х гг, богата технологическими новинками.

«Принц»- одна из самых престижных марок на рынке теннисных ракеток. Под этой маркой выпускаются также ракетки для игры в сквош и бадминтон, клюшки и сумки для гольфа, тросы, спортивная одежда и обувь.

«Роллерблейд» конролирует 39% мирового рынка роликовых коньков

«Касл» - горнолыжная марка.

«Асоло» производит обувь для альпинистов, скалолазов и туристов.

Вопросы и задания.

1. Охарактеризуйте концепцию, стратегии и особенности комплекса международной рекламы концерна.
2. Каковы особенности рекламной деятельности концерна на российском рынке?
3. Какую стратегию охвата национальных рынков использует концерн? Подтвердите это его товарно- марочной практикой.
4. Какие преимущества и недостатки присущи товарно- марочной практике концерна?

Задание 2. Первые шаги Евродиснейленда.

После смерти Уолта Диснея «Уолт Дисней Компании», казалось потеряла свой творческий размах. Как и другие студии, компания была довольна своей кинотекой, но ее новые фильмы в большинстве случаев лежали на полке. Новым видом деятельности стало создание тематических парков. Таким образом, повторно внедрившись на рынок США, компания рассчитывала, что ее репутация и успех автоматически перенесутся в Европу.

В 1986 г был подписан договор с французским правительством. Основанием для его подписания стало наличие трех существенных конкурентных преимуществ: расположение Парижа в центре Европы; огромное число туристов, ежегодно посещающих столицу Франции; наличие равнинной территории в непосредственной близости от Парижа.

Переговоры закончились на том, что корпорация «Уолт Дисней» согласилась на приобретение в собственность 49,9% парка «Евродисней», что предполагало инвестиции, обеспечивающие инфраструктуру парка, включая гостиницы, торговые центры, кемпинги и иные сооружения. Уверенность корпорации в успехе данного предприятия базировалась на том факте, что в 1990 г американские парки посетили 2,5 млн европейцев.

Евродиснейленд был торжественно открыт летом 1992 г при участии звезд кино и поп-музыки**.** Парк был расположен недалеко от Парижа, хотя многие представители культуры выступали против американизмов, фермеры высказывали недовольство тем, что под парк были заняты плодородные земли, и блокировали ведущие к нему дороги. В июле число посетителей в день было на 10 тыс. человек меньше запланированного, а в августе компания была вынуждена закрыть один из шести своих отелей и уволить пять тысяч человек персонала. Туроператоры приостановили свою работу на длительное время.

И хотя компания утверждала, что дела у Евродиснейленда идут успешно, было очевидно, что возникли серьезные проблемы. Еще в апреле 1992 г на Евродиснейленд обрушилась волна негативных публикаций в прессе. По мнению французских политических деятелей, герои Диснея могут завоевать сердца многих французов и они решат утвердить английский язык в качестве второго официального языка тематического парка.

Климат в Европе не такой благоприятный, как в США, где расположены парки Диснея, и доход компания получала только в летние месяцы. В 1992 г. было холодное лето, в экономике Франции наблюдался спад, был сокращен рабочий день в промышленности, снизились доходы, а значит, и расходы людей на проведение выходных дней. Ближе к концу первого летнего сезона становилось все очевиднее, что Евродиснейленд под Парижем сможет существовать лишь за счет доходов от летнего сезона. Компания «Дисней» осознала, что ей необходимо действовать. Чтобы поднять уровень посещаемости в «мертвый сезон», компания снизила цены на проживание в гостиницах в зимний период; предоставила дополнительные скидки на билеты, начала крупномасштабную рекламную кампанию.

Несмотря на экономические выгоды, многие во Франции опасаются, что его создание явится еще одним шагом на пути к вытеснению французской культурной традиции и замене ее американской. Книга, осуждающая решение правительства Франции о строительстве парка, стала в стране бестселлером. Критики назвали Евродиснейленд культурным «Чернобылем», а председатель корпорации «Уолт Дисней» был забросан яйцами во время своего визита в Париж.

Актеру Иву Монтану удалось наилучшим образом выразить настроение большинства французов:»Тенниски, джинсы, гамбургеры- никто нам не навязывал этих вещей. Они нам сами понравились». Компания «Уолт Дисней Компании» сделала попытку парировать столь резкую критику, заявив во французской прессе, что Дисней- француз по происхождению, и что его настоящая фамилия Д'Исиньи, а вовсе не Дисней. Корпорация также дала согласие на то, что все текстовые знаки на территории парка будут выполнены на французском языке.

В парк были вложены огромные инвестиции, а прибыли не поступали- многие посетившие парк уходили разочарованными, но были и такие, кто посещал парк несколько раз в сезон.

Компания сумела убедить некоторых партнеров, что Евродиснейленд будет развиваться и его популярность будет расти. Однако многие сотрудники компании и туроператоры расценили результаты первого сезона как удар по репутации и состоянию корпорации.

Вопросы и задания.

1. На какие средства опиралась компания «Дисней» и насколько они приемлемы для ее французского филиала?
2. В чем состояли неудачи коммуникационной политики?
3. Предложите свою концепцию продвижения компании на европейский рынок.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1.Годин, А. М. Маркетинг : учебник для бакалавров / А. М. Годин. — 12-е изд. — Москва : Издательско-торговая корпорация« Дашков и К°», 2016. - 656 с. - ISBN 978-5-394-02540-2. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1092970 (дата обращения: 04.10.2021). – Режим доступа: по подписке.

2. Кислицына, В. В. Маркетинг : учебник / В. В. Кислицына. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 464 с. : ил. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-0490-9. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1079856 (дата обращения: 04.10.2021). – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

1. Шацкая, И. В. Маркетинг : учебное пособие / И. В. Шацкая. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 180 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/167584 (дата обращения: 04.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Резник, Г. А. Маркетинг : учебное пособие / Г.А. Резник. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 199 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1242303. - ISBN 978-5-16-016830-2. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1242303 (дата обращения: 04.10.2021). – Режим доступа: по подписке.
3. Маркетинг : учебник и практикум для вузов / Т. А. Лукичёва [и др.] ; под редакцией Т. А. Лукичёвой, Н. Н. Молчанова. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 370 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01478-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/469356 (дата обращения: 05.10.2021).

Периодические издания

1. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева : науч.-производ. журн. / учредитель и издатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева». – 2009 - . – Рязань, 2020 - . - Ежекварт. – ISSN : 2077 – 2084 – Текст : непосредственный

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- ЭБС «Юрайт». - URL : https://urait.ru
- ЭБС «Znanium.com». - URL : https://znanium.com
- ЭБ РГАТУ. - URL : http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp
- Справочно-правовая система «Гарант». - URL : - http://www.garant.ru
- Справочно-правовая система «КонсультантПлюс». - URL : http://www.consultant.ru

- Бухгалтерская справочная «Система Главбух». - URL : https://www.1gl.ru
- Научная электронная библиотека elibrary. - URL : https://www.elibrary.ru/defaultx.asp
- Центральная научная сельскохозяйственная библиотека (ЦНСХБ) - URL : http://www.cnshb.ru
-Научная электронная библиотека КиберЛенинка. - URL : https://cyberleninka.ru
-Федеральный портал «Российское образование». - URL : http://www.edu.ru/documents/
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». - URL : http://window.edu.ru/
- Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. - URL : http://fcior.edu.ru/
- Polpred.com Обзор СМИ. - URL : http://polpred.com/

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

Утверждаю:
Председатель учебно-методической комиссии
по направлению подготовки
23.03.01 Технология транспортных процессов
(код) (название)
_____ В.В. Терентьев
« 20 » марта 2024 г.

ФАКУЛЬТЕТ АВТОДОРОЖНЫЙ

КАФЕДРА «ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для практических работ

«ОСНОВЫ ЛОГИСТИКИ»

Направление(я) подготовки (специальность):
23.03.01 Технология транспортных процессов

Профиль(и): Организация перевозок на автомобильном транспорте

Квалификация выпускника бакалавр
для обучающихся очной и заочной форм обучения

Рязань, 2024

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Методические указания составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 23.03.01 – Технология транспортных процессов, утвержденного 07.08.2020 года, №911

Составитель доцент кафедры «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»
(должность, кафедра)





Пашканг Н.Н.

(подпись) (Ф.И.О.)

доцент кафедры «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»



Тетерина О.А.

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «20» марта 2024 г., протокол № 8
Зав. кафедрой «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»
(кафедра)



Терентьев В.В.

(подпись) (Ф.И.О.)

Содержание

Раздел 1. Введение в логистику....4
Раздел 2. Научные основы логистики....5
Раздел 3. Концепция логистики....13
Раздел 4. Закупочная логистика....18
Раздел 5. Производственная логистика....53
Раздел 6. Распределительная логистика....62
Раздел 7. Складская логистика....67
Раздел 8. Информационная логистика....81
Раздел 9. Логистика сервисного обслуживания....94
Раздел 10. Глобальная логистика....101
Темы докладов....102
Тематика презентаций....102
Тесты по курсу «Основы логистики»....105
Вопросы для контроля знаний....124

РАЗДЕЛ 1. ВВЕДЕНИЕ В ЛОГИСТИКУ

Вопросы для обсуждения

1. Дайте понятие логистики. Какова история термина «Логистика»? Раскройте содержание процесса логистики.
2. Каковы причины возрастания роли логистики в мире? Опишите этапы развития логистики.
3. Что вы понимаете под управлением цепями поставок?
4. Выделите общее и особенное между логистикой, маркетингом, менеджментом, планированием производства и финансами предприятия? Докажите необходимость совместного решения задач этими службами для повышения конкурентоспособности предприятий АПК.
5. Проанализируйте развитие логистики в России. Назовите основные трудности в использовании логистических принципов на предприятиях АПК в России.
6. Покажите связь материальных, информационных и финансовых потоков в логистической системе. От чего зависит интенсивность материального и информационного потоков на предприятиях АПК?
7. Перечислите основных участников логистической системы предприятий АПК.
8. Приведите примеры логистических цепей и звеньев в АПК.
9. Покажите на примере, с какими подразделениями предприятия взаимодействует служба логистики.
10. Выделите материальные потоки предприятий АПК, относящиеся к различным классификационным группам (внешние, внутренние, входные, выходные, одноассортиментные, многоассортиментные, массовые, крупные, мелкие, средние, совместимые, несовместимые, насыпные, навалочные, тарно-штучные, наливные) и опишите их.
11. Составьте принципиальную схему материальных потоков оптового и розничного предприятия разных форматов. Что объединяет материальные потоки на рассматриваемых предприятиях? Выделите особенности данных потоков.
12. Опишите логистические операции, протекающие:
    - на складе сырья мукомольного завода;
    - на складе сырья молочного завода;
    - на складе готовой продукции кондитерской фабрики;
    - в производстве хлеба;
    - в розничном магазине;
    - на оптовой базе.
13. Изучите организационную структуру предприятия (по данным периодической печати либо по материалам конкретного предприятия), выявив при этом службы, которые выполняют функции логистики. Оцените возможность выделения единой логистической службы на данном предприятии; определите состав ее функций; дайте оценку целесообразности реорганизации изучаемого предприятия. Проанализируйте, какие факторы могут оказать сдерживающее влияние на преобразование организационной структуры.

Задачи

Задача 1.1.

Сахарный песок затаривается в мешки емкостью 50 кг, в таком виде песок будет двигаться на протяжении всей цепи, вплоть до прилавков магазинов. Необходимо снизить совокупные затраты на товародвижение, за счет оптимизации упаковки товаров.

Какими будут ваши действия?

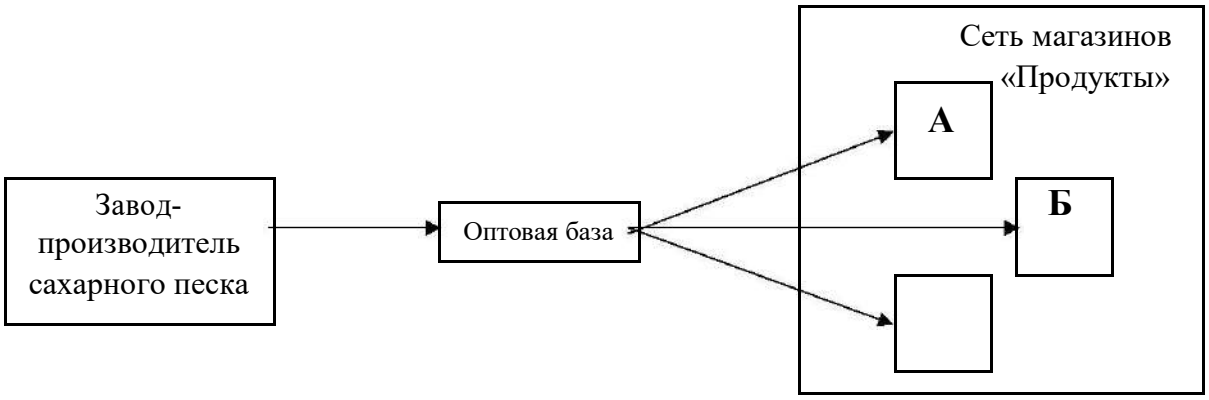


Рисунок 1.1.

Задача 1.2.

Построить две материалопроводящие схемы, первая должна строиться на основе логистического подхода, вторая схема должна быть построена на основе традиционного подхода к управлению материальными потоками в экономике.

По построенным примерам описать принципиальность логистического подхода к управлению материальными потоками в экономике.

РАЗДЕЛ 2. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЛОГИСТИКИ

Вопросы для обсуждения

1. Предмет и содержание логистики как науки
2. Основные понятия логистики
3. Цель и задачи логистики на предприятии
4. Функции логистики
5. Принципы логистики и направления их реализации

Задания

1. Ознакомьтесь со статьей

Арифджанова, Н.З. ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМОЙ / Н. З. Арифджанова, Р. Р. Мусаев // Проблемы современной науки и образования. — 2021. — № 5-1. — С. 22-25. — ISSN 2304-2338. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/journal/issue/333368. — Режим доступа: для авториз. пользователей. https://reader.lanbook.com/journalArticle/890516?lms=c0d06117b049efa669c9e96f5752114e#2

О каких логистических принципах организации и управления транспортной системой в

ней говорится?

2. Изучите темы 1 и 5 из учебника:

Стукач, В. Ф. Логистика для аграрных вузов / В. Ф. Стукач, Г. Г. Левкин, О. В. Косенчук ; Под ред.: Левкин Г. Г.. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-507-44602-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/230477 (дата обращения: 19.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

https://reader.lanbook.com/book/230477?lms=7773d95cc79bea38a2fc48029e645fef#10

https://reader.lanbook.com/book/230477?lms=41108b274e9c9bc82e3f02574e093267#75

Ответьте на вопросы:

1. Опишите основные материальные потоки товарного обмена между сферами АПК.
2. Дайте характеристику логистической системы АПК.
3. Какие виды потерь несут участники логистических цепей в сфере АПКиз-за несопряженности экономических интересов?
4. Раскройте сущность специфики логистической системы АПК, связанную с размещением и специализацией сельхозпроизводителей.
5. Как проявляется сущность интегрирующей функции логистики в процессе управления движением материальных потоков?
6. Дайте характеристику структурной оптимизации логистики АПК.
7. Дайте определение логистике АПК как науке и практике управленияэкономическими потоками.
8. Раскройте специфику логистики АПК, связанную с сочетанием закупочной деятельности с логистикой распределения.
9. Составьте классификацию функциональных областей логистики в АПК.
10. Какие основные задачи решаются логистикой АПК?

3. Выполните задания 1 и 2, пройдя по ссылке:

https://reader.lanbook.com/book/269933?lms=5e78b7efe2ae6390892226bcd9620932#9

(Белякова, Е. В. Логистика. Практикум : учебное пособие / Е. В. Белякова, А. А. Рыжая. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2022. — 100 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/269933. — Режим доступа: для авториз. пользователей.)

4. Одним из эффективных методов обработки статистических данных о работе предприятия является группировка данных, т.е. разбиение всего диапазона изменения показателя на интервалы (карманы) с подсчетом числа наблюдений (абсолютных частот), попавших в тот или иной карман (интервал). Это позволяет оценить, в каких интервалах значений исследуемая величина появляется чаще, а в каких – реже.

5. Постройте схематический пример макрологистической системы и расскажите, какие бывают виды макрологистических систем.

6. Приведите два примера логистических систем с разной степенью интеграции отдельных элементов в единую систему.

7. Охарактеризуйте свойства логистических систем в разрезе каждого из свойств, присущих любой системе.

8. По следующим характеристикам процесса товародвижения розничной торговой сети определить, организован ли этот процесс системно или же стихийно.

- На складах, применяются исторически сложившиеся процессы, не согласованные между собой.
- Отсутствует единый орган контроля за материальным потоком на всей протяженности логистической цепи.
- Ни один из участников процесса не предъявляет жестких требований к типам используемого транспорта – главное вывезти товар.
- Ни один из участников процесса не предъявляет жестких требований к используемой таре.
- В некоторых магазинах нет въездов транспорта, и разгрузка организовывается прямо на улице.

Если же процесс, на Ваш взгляд, организован стихийно, что Вы посоветуете предпринять для организации его системно.

9. Приведите пример классического и системного подходов к формированию материалопроводящих систем.

Применение метода группировок

Рассмотрим следующий пример.

Пример 1. Информация о ежемесячных объемах продаж горбуши холодного копчения (весовой товар) супермаркета представлена в таблице 1 (за последние 27 месяцев).

Таблица 1 – Статистические данные о продаже горбуши холодного копчения, кг/мес.

Ежемесячные продажи горбуши холодного копчения, кг/мес.								
84,2	71,5	77,7	87,5	79,0	109,0	89,7	114,2	61,8
85,7	81,5	125,1	75,4	115,9	102,0	72,4	117,7	76,2
62,3	62,2	70,1	65,7	54,9	62,1	76,2	38,9	55,3

Задание:

- сгруппируйте данные, постройте гистограмму ряда распределения в Электронной таблице и график распределения относительных частот, сделайте вывод об имеющихся закономерностях.
- оцените вероятность того, что объем продаж горбуши холодного копчения будет не менее 60 кг в месяц.

Решение:

1. Занесем данные в электронную таблицу в один столбец (в ячейки A2:A28).

2. Выбираем пункт меню ***Данные – Анализ данных – Описательная статистика.*** В открывшемся диалоговом окне указываем координаты ячеек входного интервала (A2:A28) и выходного интервала (любая ячейка листа электронной таблицы – в нашем примере это ячейка C6), либо отмечаем, что вывод будет производиться на новый рабочий лист (новую рабочую книгу), а также ставим флажок у надписи «Итоговая статистика» и нажимаем «ввод». В результате на рабочий лист будет выведена таблица с набором статистических характеристик (рис.1). Для дальнейших расчетов нам потребуются следующие из них:

«Среднее» - вычисленное программой значение средней арифметической;

«Минимум» - минимальное значение анализируемых данных;

«Максимум» - максимальное значение анализируемых данных;

«Интервал» - диапазон изменения выборочных данных (разность между максимальным и минимальным значением);

«Счет» - объем выборки (количество анализируемых данных).

3. Разобьем диапазон изменения ежемесячных продаж на 5 интервалов.

Для этого определим шаг (разделив значение характеристики «Интервал» на количество интервалов без единицы) и построим шкалу.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1					Ежемесячные продажи горбуши холодного копчения, кг/мес.												
2	84,2				84,2	71,5	77,7	87,5	79	109	89,7	114,2	61,8				
3	71,5				85,7	81,5	125,1	75,4	115,9	102	72,4	117,7	76,2				
4	77,7				62,3	62,2	70,1	65,7	54,9	62,1	76,2	38,9	55,3				
5	87,5																
6	79		*Столбец1*														
7	109							*Карман*	*Частота*	Относит							
8	89,7		Среднее	80,525926		21,6	38,9	до 38,9	1	3,7							
9	114,2		Стандартная ошибка	4,1574996			60,45	38,9-60,45	2	7,4							
10	61,8		Медиана	76,2			82	60,45-82	14	51,9							
11	85,7		Мода	76,2			103,6	82-103,55	5	18,5							
12	81,5		Стандартное отклонение	21,603002			125,1	103,55-125,1	5	18,5							
13	125,1		Дисперсия выборки	466,68969				Еще	0								
14	75,4		Эксцесс	-0,2734494													
15	115,9		Асимметричность	0,4970753													
16	102		Интервал	86,2													
17	72,4		Минимум	38,9													
18	117,7		Максимум	125,1													
19	76,2		Сумма	2174,2													
20	62,3		Счет	27													
21	62,2																



Рис.1

Поскольку в нашем примере интервал равен 86,2, а разбить данные мы планируем на 5 групп, то «шаг» будет равен 21,55 (86,2/ (5-1)).

Построим шкалу интервалов (карманы). При этом значение первого интервала будет равно «минимуму» - 38,9. Значения второго и последующих интервалов будут определяться путем прибавления значения «шага» к предыдущему значению интервала:

38,90 («Минимум»)

60,45 (38,90+21,55=60,45)

82,00 (60,45+21,55=82,00)

103,55 (82,00+21,55=103,55)

125,10 (103,55+21,55=125,1 – «Максимум»)

Представленная запись в электронной таблице будет означать следующее:

Запись в ячейках Электронной таблице	Диапазон интервала
38,90	до 38,9
60,45	(от 38,9 до 60,45]
82,00	(от 60,45 до 82,00]
103,55	(от 82,00 до 103,55]
125,10	(от 103,55 до 125,10]
Еще	более 125,1

4. Выбираем пункт меню ***Данные – Анализ данных – Гистограмма.***В открывшемся диалоговом окне указываем координаты ячеек входного интервала (A2:A28), интервала карманов (в нашем примере G8:G12), выходного интервала (любая ячейка листа электронной таблицы – в нашем примере это ячейка H7), либо отмечаем, что вывод будет производиться на новый рабочий лист (новую рабочую книгу), а также ставим флажок у надписи «Вывод графика» и нажимаем «ввод». В результате программа рассчитает количество данных из выборки, попавших в тот или иной интервал и выведет график распределения абсолютных частот в виде гистограммы (рис.1).

5. Вводим новую графу под названием «Относительная частота» (в нашем примере в ячейке J7). В ней определяем долю каждой абсолютной частоты в общем количестве значений (делим значение ячейки I8 на D20 и умножаем на 100% и т.д. по каждой строке графы «Частота»). Построим график распределения данных о ежемесячных продажах горбуши холодного копчения в относительных частотах по найденным интервалам (рис.2)

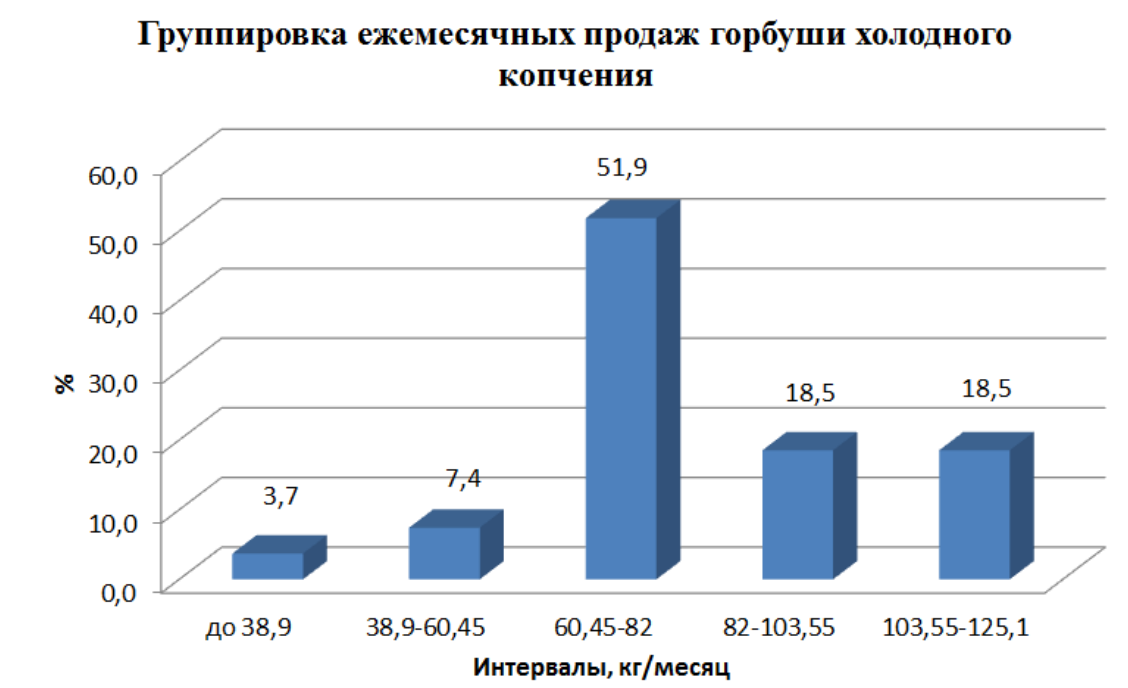


Рис.2

Полученные результаты показывают, что в среднем в месяц продается около 80,5 кг горбуши холодного копчения (по данным описательной статистики). При этом наиболее вероятные продажи данного товара (51,9%) находятся в интервале от 60,45 до 82 кг. Также можно предположить, что продажи могут носить сезонный характер, поскольку с вероятностью 18,5% они попадают в интервал от 82 до 103,55 кг и с такой же вероятностью в интервал от 103,55 до 125,1 кг. Однако для более аргументированных

выводов необходимо провести дополнительные исследования по выявлению сезонности продаж.

В целом вероятность того, что объем продаж горбуши холодного копчения будет не менее 60 кг в месяц составляет 88,9% (51,9+18,5+18,5).

Полученные закономерности распределения можно использовать в работе для заключения взаимовыгодного договора с постоянным надежным поставщиком.

Задания для подготовки к практическим занятиям

1. Число посетителей ресторана в период бизнес-ланча представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Статистические данные по работе ресторана

Ежедневное число посетителей ресторана в период бизнес-ланча за последние два месяца									
19	30	26	24	21	24	28	22	21	20
24	29	18	23	23	21	29	32	25	26
22	17	23	22	28	27	24	23	16	20
20	22	25	25	24	29	27	23	18	19
24	23	16	20	20	22	25	25	24	29
28	25	21	25	25	19	30	26	24	21

Задание:

- На какое число посетителей целесообразно ориентироваться для правильного определения запаса необходимых блюд и назначения оптимального количества сотрудников, обслуживающих клиентов?
- Оцените шансы того, что число посетителей не превысит 28 человек.

2. Предприниматель Иванов А.К. решил организовать магазин «у дома» на первом этаже жилого дома. По газете с объявлениями о продаже однокомнатных квартир , переведенных в нежилой фонд, на первых этажах жилых домов он собрал данные об их стоимости, которая представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Данные о выставленных на продажу однокомнатных квартир, переведенных в нежилой фонд

Стоимость однокомнатных квартир, тыс.руб.									
1820	2250	2702,1	1807,8	1950	2360	2965,9	2653	2617	2050
2520	2343,3	2150	2825	2700	1960	1950	2616,5	2650	1900
3000	1960	2050	2380	2500	1950	2360	2965,9	2653	2617
2616	2670	2437	2599,3	2711	2612	2050	2749	2791,1	2520
2343,3	2150	2552,3	2700	1960	1950	2616,5	2650	3550	1900

Задание:

- Распределите данные о стоимости квартир на 5 групп (интервалов). Постройте гистограмму, график распределения относительных частот.
- Какие особенности присущи рынку квартир нежилого фонда? Сделайте вывод.
- Какова вероятность приобретения квартиры предпринимателем стоимостью менее 2240 тыс.руб.?

3. Предприниматель Петров И.П. решил расширить свою деятельность и организовать магазин «у дома» на первом этаже жилого дома. По газете с объявлениями о продаже однокомнатных квартир, переведенных в нежилой фонд, на первых этажах жилых домов он собрал данные об их стоимости, которая представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Данные о выставленных на продажу однокомнатных квартир, переведенных в нежилой фонд

Стоимость однокомнатных квартир, тыс.руб.									
3800	2986	1750	1300	2065	2800	2940	2690	3250	2050
1780	2190	3400	2560	2470	2100	2045	3760	2303	2228
2100	3550	2250	2350	3250	4500	2065	1800	1950	2226
2513	2212	2100	2200	2100	1800	2228	2303	3400	2250
3500	4310	1655	2350	5100	2300	2000	2050	2228	2303

Задание:

- Распределите данные о стоимости квартир на 5 групп (интервалов). Постройте гистограмму, график распределения относительных частот.
- Какие особенности присущи рынку квартир нежилого фонда? Сделайте вывод.
- Какова вероятность приобретения квартиры предпринимателем стоимостью менее 2250 тыс.руб.?

4. Данные о размерах ежедневной выручки магазина за последние 2 месяца приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Размер ежедневной выручки магазина за последние 2 месяца

Данные за первый месяц										
Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Выручка, тыс. руб.	1420	1443	894	1310	1003	620	535	1190	1520	1235
Дата	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Выручка, тыс. руб.	1268	1454	1479	1354	1290	982	1367	1462	1738	1287
Дата	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Выручка, тыс. руб.	1372	1659	1378	1355	1358	1176	1379	1488	1454	1065
Данные за второй месяц										
Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Выручка, тыс. руб.	988	1534	1746	1589	1680	1869	1885	1339	1325	1608
Дата	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Выручка, тыс. руб.	724	1002	1056	1319	1410	1012	1374	1258	1378	1242
Дата	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Выручка, тыс. руб.	745	808	1714	1274	1142	1327	1316	1468	1598	1300

Задание:

1. Выявите закономерности получения выручки предприятием. Постройте график распределения относительных частот по 5 интервалам.

2. Оцените шансы того, что выручка будет не ниже 1200 тыс.руб.

3. Оцените шансы того, что выручка не превысит 1500 тыс.руб.

5. Данные о выставленных на продажу однокомнатных квартирах, представлены в таблице 5

Таблица 5 - Данные о выставленных на продажу однокомнатных квартирах

Стоимость квартиры, усл. ед.	Общая площадь, м^2	Площадь комнаты, м^2	Площадь кухни, м^2
120800	35	20	10
134237	43	21	8,6
132026	36	20	9,6
105500	40	20	11
114375	41	21	10
118811	35	20	10
120978	39	20	11
136426	37	20	8,5
136367	35	20	9,6
143035	42	23	10
147378	55	32	10
129810	36	20	8
129816	39	21	8,7
131965	45	39	6

Предприниматель Иванов И.Н. заинтересован в покупке однокомнатной квартиры на первом этаже жилого дома с целью перевода её в нежилой фонд для организации на её площади «магазина у дома»

Задание: по представленным данным выявите закономерности, присущие рынку жилья. Начертите графики распределения относительных частот по 5 интервалам. Сделайте письменный вывод.

6. По объявлениям в газете или на сайте проанализируйте данные о стоимости машин одного класса (любого, например, машины эконом-класса или премиум-класса) не менее 25-30 показателей, построить группировки (5 групп), выявить закономерности, построить гистограмму распределения относительных частот. Сделайте письменный вывод.

Тестовые вопросы

1. Какой из приводимых ответов наиболее точно отвечает на вопрос, что такое логистика?

а) организация перевозок

б) предпринимательская деятельность

в) наука и искусство управления материальным потоком

г) искусство коммерции

д) оптимизация работы структурного подразделения предприятия

2. Что нельзя отнести к особенностям логистики в АПК?

а) использование живых организмов, генерирующих одновременно несколько материальных потоков с различными свойствами

б) невозможность работы предприятия без складов

в) изменение свойств материальных потоков при приближении их к потребителю в цепи «производство-переработка-реализация»

г) замедление оборачиваемости оборотных средств в процессе продвижения материальных потоков к потребителю

д) все вышеперечисленное можно отнести к особенностям логистики в АПК

3. Установите соответствие между принципами логистики и их содержанием

1) Принцип оптимальности	-	а) находит свое отражение в разработке и осуществлении на практике единого технологического процесса выполнения производственных заказов на стадиях закупок, производства и сбыта продукции
2) Принцип системности	-	б) заключается в достижении такой согласованности стадий процесса движения материального потока и деятельности его участников, при которой обеспечивается наибольшая эффективность функционирования предприятия как производственно-сбытовой системы
3) Принцип компьютеризации	-	в) заключается в том, что все логистические функции и процесс движения материального потока в целом должны выполняться с максимальной степенью автоматизации.

4. _____ – это отнесенная к временному интервалу совокупность товарно-материальных ценностей, рассматриваемых в процессе приложения к ним различных логистических операций

5. Установите соответствие между принципами логистики и их содержанием

1. Принцип надежность поставок	-	а) предполагает высокую степень приспосабливаемости логистической системы к условиям ее функционирования и специфическим запросам потребителей
2. Принцип гибкости	-	б) предполагает выделение в составе логистической системы соответствующего блока, который бы осуществлял сбор и обработку информации об эффективности действий управляющей системы и требованиях рынка
3. Принцип обратной связи	-	в) предполагает создание таких организационно-экономических условий, которые обеспечивали бы бесперебойное снабжение предприятия необходимыми материальными ресурсами и выполнение сроков и качества поставок готовой продукции

РАЗДЕЛ 3. КОНЦЕПЦИЯ ЛОГИСТИКИ

Вопросы для проверки знаний

1. Раскройте содержание концепции логистики.
2. Что Вы понимаете под стратегическим управлением логистикой? Какие логистические стратегии Вы знаете? Раскройте их смысл. Чем следует руководствоваться при выборе логистической стратегии?

3. Перечислите инструменты управления логистической системой и дайте им краткую характеристику.
4. Какие факторы повлияли на развитие логистики в АПК?
5. Каковы особенности и тенденции развития логистики на предприятиях АПК?
6. Функциональная взаимосвязь логистики с маркетингом и планированием производства
7. Организация логистической деятельности по перевозке грузов в цепи поставок: цели компании, распределение обязанностей в подразделении

Тестовые вопросы

1. Верно ли утверждение, что «Выполнение всех логистических операций транспортировки производится с целью обеспечения доставки необходимых товаров заданного количества и качества в точно определенное время и с оптимальными затратами. При этом технологии доставки базируются на концепции интеграции транспорта и материально-технического обеспечения, результатом чего стала постепенная интеграция транспорта с обслуживаемыми производствами»

а) верно

б) неверно

2. Верно ли утверждение, что «Для выполнения технологических задач и задач рационального управления логистической инфраструктурой специалисты по логистике находятся в тесном взаимодействии со специалистами по транспорту (специалистами по эксплуатации транспортных средств и оборудованию)

а) верно

б) неверно

3. К какой группе персонала, задействованного в управлении логистическими процессами, следует отнести аналитиков, ведущих логистов, руководителей структурных подразделений отделов или служб логистики

а) топ-менеджмент

б) средний уровень управленческого персонала

в) управленческий персонал низшего звена службы логистики

г) нет правильного ответа

4. К какой группе персонала, задействованного в управлении логистическими процессами, следует отнести инженеров-логистов, аналитиков-статистов

а) топ-менеджмент

б) средний уровень управленческого персонала

в) управленческий персонал низшего звена службы логистики

г) нет правильного ответа

5. К какой группе персонала, задействованного в управлении логистическими процессами, следует отнести начальника отдела логистики, директора по логистике

а) топ-менеджмент

б) средний уровень управленческого персонала

в) управленческий персонал низшего звена службы логистики

г) нет правильного ответа

6. Специалист отдела логистики, который составляет планы закупок и продаж, сохраняя непрерывность процесса производства. Его задачи включают в себя аналитику продаж, ведение ценовой политики компании и составление отчетов по деятельности и проведенным анализам

а) Начальник отдела логистики

б) Ведущий менеджер

в) Диспетчеры транспортного цеха

г) Нет правильного ответа

7. Ведет оперативную деятельность по работе транспорта, учет ГСМ и рабочего времени водителей, готовит документы для перевозки грузов

а) Начальник отдела логистики

б) Ведущий менеджер

в) Диспетчер транспортного цеха

г) Нет правильного ответа

Задания

Задание 2.1.

Определить оптимальный размер заказа на комплектующие изделия (Q), имея следующие данные.

- Стоимость подачи одного заказа составляет (А) – 200 руб.
- Годовая потребность в комплектующих (S) – 1550 шт.
- Цена единицы комплектующего изделия (Р) – 560 руб.
- Стоимость содержания одного комплектующего изделия на складе (К) – 20% его цены.

Задание 2.2.

Распределить логистические функции между участниками логистического процесса. Необходимо в таблице 2.1. расставить крестики.

Таблица 2.1.

Участники лог. процесса / Название лог. функции	Транспорт общего пользования	Экспедиционная фирма	Предприятия оптовой торговли	Коммерческо-посреднические организации	Склады готовой продукции
Формирование хоз. связей по поставкам товаров или оказанию услуг, их развитие, корректировка и рациональность					
Определение объемов и направлений материальных потоков					
Прогнозные оценки потребности в перевозках					
Прогноз спроса и производства					
Определение последовательности продвижения товаров через места складирования					
Развитие, размещение и организация складского хозяйства					
Управление запасами в сфере обращения					
Осуществление перевозки, а также всех необходимых операций в пути следования грузов к пунктам назначения					
Выполнение операций, непосредственно предшествующих и завершающих перевозку товаров (упаковка…)					
Управление складскими операциями (сдача, приемка грузов)					

Задание 2.3.

Распределить основные логистические функции между различными службами предприятия (расставляя крестики в таблице 2.2. надо помнить, что для каждого предприятия функции распределяются по-разному).

Таблица 2.2.

Службы / Функции	Логистика	Маркетинг	Финансы	Планирование производства
Планирование труда				
Планирование услуг				
Упаковка				
Снабжение производства сырьем, материалами				
Пополнение запасов в системе распределения				
Контроль за производственными процессами				
Проектирование и развитие складского хозяйства предприятия				
Финансирование оборудования				
Управление транспортом				
Управление запасами				

Задание 2.4.

Фирма, занимающаяся производством из импортируемых комплектующих, хочет сократить расходы на доставку и растаможивание.

Фирма делает заказы по всей Европе, поставщики доставляют груз в Москву сами на различные таможни города. Обратно грузовики идут пустыми, что повышает стоимость доставки. Фирма имеет склады в районах расположения таможни и транспортную службу для доставки товара на основной склад при производстве. Для растаможивания привлекают специалистов со стороны.

Какие пути сокращения издержек Вы посоветуете предпринять данной фирме?

РАЗДЕЛ 4. ЗАКУПОЧНАЯ ЛОГИСТИКА

Вопросы для проверки знаний

1. Понятие и функции закупочной логистики
2. Возрастание роли закупочной логистики в современных условиях
3. Процесс приобретения материалов и его основные стадии
4. Виды потребностей в материалах
5. Методы определения потребностей
6. Обеспечение производства материалами
7. Методы расчета поставок
8. Определение экономичного размера заказа

Для заключения взаимовыгодных договоров на поставку товаров с поставщиками, необходимо осуществить выбор из них тех, которые в максимальной степени соответствовали бы требованиям предприятия АПК. Существует несколько методов выбора поставщиков. Рассмотрим следующие примеры.

Пример 1.Определить рейтинг трех условных поставщиков. Результаты расчета представим в таблице 1.

Таблица 1 **-Расчет рейтинга поставщиков**

Критерий выбора поставщика	Вес крит ерия	Оценка поставщика по 10-балльной шкале			Произведение веса критерия на его оценку		
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 1	№ 2	№ 3
1. Качество	0,30	7	5	9	2,1	1,5	2,7
2. Цена	0,25	6	2	3	1,5	0,5	0,75
3. Надежность поставки	0,15	8	6	8	1,2	0,9	1,2
4. Условия платежа	0,15	4	7	2	0,6	1,05	0,3
5. Возможность внеплановых поставок	0,10	7	7	2	0,7	0,7	0,2
6.Финансовое состояние поставщика	0,05	4	3	7	0,2	0,15	0,35
Итого	1	х	х	х	6,3	4,8	5,5

Проведенный расчет показал, что таким партнером является поставщик № 1 и именно с ним следует продлить срок действия договора.

Если на предприятии ведется учет темпов роста негативных характеристик работы поставщиков, то для расчета оценок по каждому критерию определяют: средневзвешенный темп роста цен; темп роста поставок сырья ненадлежащего качества; темп роста среднего опоздания по каждому поставщику.

Для оценки поставщика по критерию цены следует рассчитать средневзвешенный темп роста цен ($\overline{T}_{ц}$) на поставляемое им сырье или товар.

$$\overline{T}_{ц} = \sum_{i=1}^{n} T_{цi} * d_i ,$$

где $T_{цi}$ – темп роста цены на i-ый вид сырья;

d_i – доля i-того вида сырья в общем объеме поставок текущего

периода;

n – количество поставляемых видов сырья.

Темп роста цены на i-тый вид сырья рассчитывается:

$$T_{цi} = \frac{P_{i1}}{P_{i0}} * 100,$$

где P_{i1} – цена i-того вида сырья в текущем периоде;

P_{i0} – цена i-того вида сырья в предшествующем периоде.

Доля i-того вида сырья в общем объеме поставок рассчитывается:

$$d_i = \frac{S_i}{\sum S_i},$$

где S_i – сумма, на которую поставлено сырье i-того вида

Для оценки поставщика по критерию качества поставляемого сырья следует рассчитать темп роста поставок сырья ненадлежащего качества ($T_{н.к.}$) по каждому поставщику:

$$T_{н.к.} = \frac{d_{н.к.1}}{d_{н.к.0}} * 100,$$

где $d_{н.к.1}$ – доля сырья ненадлежащего качества в общем объеме поставок текущего периода;

$d_{н.к.0}$ – доля сырья ненадлежащего качества в общем объеме поставок предшествующего периода.

Для оценки поставщика по критерию надежности поставки сырья следует определить темп роста среднего опоздания по каждому поставщику ($T_{н.п.}$):

$$T_{н.п.} = \frac{O_{ср.1}}{O_{ср.0}} * 100,$$

где $O_{ср.1}$ – среднее опоздание на одну поставку в текущем периоде, дней;

$O_{ср.0}$ – среднее опоздание на одну поставку в предшествующем периоде, дней.

$$O_{ср.} = \frac{Д_{оп.}}{Д_п},$$

где $Д_{оп.}$ – общее количество дней опоздания за определенный период;

$Д_п$ – количество поставок за тот же период.

Пример 2. В течение первых двух месяцев предприятие получало от поставщиков № 1 и № 2 сырье А и В.

Динамика цен на сырье, динамика поставки продукции ненадлежащего качества, а также динамика нарушений поставщиками установленных сроков поставок приведены в таблицах 2-4.

Таблица 2- **Динамика цен на поставляемое сырье**

Поставщик	Месяц	Сырье	Объем поставки, т/мес.	Цена за 1 т, тыс.руб.
№ 1	Сентябрь	А	2,0	10
		Б	1,0	5
	Октябрь	А	1,2	11
		Б	1,2	6
№ 2	Сентябрь	А	9,0	9
		Б	6,0	4
	Октябрь	А	7,0	10
		Б	10,0	6

Таблица 3- **Динамика поставки сырья ненадлежащего качества**

Месяц	Поставщик	Количество сырья ненадлежащего качества, поставленного в течение месяца, т
Сентябрь	№ 1	0,075
	№ 2	0,300
Октябрь	№ 1	0,120
	№ 2	0,425

Таблица 4 -**Динамика нарушений установленных сроков поставки**

Поставщик № 1			Поставщик № 2		
Месяц	Количество поставок, единиц	Всего опозданий, дней	Месяц	Количество поставок, единиц	Всего опозданий, дней
Сентябрь	8	16	Сентябрь	10	30
Октябрь	7	21	Октябрь	12	24

При расчете рейтинга поставщиков принять вес показателей цены – 0,5; качества сырья – 0,3; надежности поставки – 0,2.

Итоговый рейтинг оформить в таблицу 5.

Таблица 5- **Итоговый рейтинг поставщиков**

Показатель	Вес показателя	Оценка поставщика по данному показателю		Произведение оценки на вес	
		Поставщик № 1	Поставщик № 2	Поставщик № 1	Поставщик № 2
1. Цена	0,5	113,5		56,8	
2. Качество сырья	0,3	200,0		60,0	
3. Надежность	0,2	150,0		30,0	
Рейтинг	1	х	х	146,8	

Произведем расчет по первому поставщику:

$$T_{цА} = \frac{11}{10} * 100\% = 110\%;$$

$$T_{цБ} = \frac{6}{5} * 100\% = 120\%;$$

$$d_{\text{А}} = \frac{1{,}2*11}{1{,}2*11+1{,}2*6} = 0{,}65; \qquad d_{\text{Б}} = \frac{1{,}2*6}{1{,}2*11+1{,}2*6} = 0{,}35;$$

$$\overline{T}_{ц} = 110*0{,}65+120*0{,}35 = 113{,}5\%;$$

$$d_{н.к.0} = \frac{0{,}075}{2+1}*100\% = 2{,}5\%; \qquad d_{н.к.1} = \frac{0{,}12}{1{,}2+1{,}2}*100\% = 5\%;$$

$$T_{н.к.} = \frac{5{,}0}{2{,}5}*100\% = 200\%;$$

$$O_{ср.0} = \frac{16}{8} = 2; \qquad O_{ср.1} = \frac{21}{7} = 3; \qquad T_{н.п.} = \frac{3}{2}*100\% = 150\%.$$

Аналогично рассчитать рейтинг второго поставщика и сделать вывод.

Логистика запасов

Изучив данную тему, студент будет иметь представление о видах запасов, формирующихся на предприятиях АПК и их особенностях; знать основные причины накопления запасов и методы управления ими.

Пример 1. Ежедневный расход муки в минипекарне при магазине ($\overline{p}$) 375 кг. Расходы по организации доставки муки - (C_1) 5,6 тыс. руб. Стоимость хранения 1 т муки на складе (C_2) 262,5 руб. в сутки.

Определить:

1. Величину оптимальной партии поставки муки ($q_{опт}$); длительность цикла хранения ($T_{хр}$) партии сырья; оптимальную величину среднесуточных издержек хранения партии муки на складе ($C_{общ}^{сут}$);

2. Длительность цикла хранения ($T_{хр}$) партии сырья; величину среднесуточных издержек хранения партии муки на складе ($C_{общ}^{сут}$) при

$q_1 = 1$т; $q_2 = 3$т; $q_3 = 6$т.

3. Определите затраты на 1т хранимого сырья при $q_{опт}$, q_1, q_2, q_3.

4. Сравните полученные результаты графически и сделайте вывод.

Решение:

1. $$q_{опт} = \sqrt{\frac{2*C_1*\overline{p}}{C_2}} = \sqrt{\frac{2*5600*0{,}375}{262{,}5}} = 4(m).$$

Длительность цикла хранения и, соответственно, периодичность поставок:

$$T_{хр} = \frac{4m*1000кг}{375кг} = 10{,}7(дня).$$

Затраты на хранение партии $C_2^{сут} = \frac{4(m)}{2}*262{,}5(руб./сутки) = 525(руб.)$.

Постоянные затраты на сутки хранения $C_1^{сут} = \frac{5600(руб.)}{10{,}7(дня)} = 523{,}4(руб.)$.

Суммарные расходы на сутки $C_{общ}^{сут} = 525 + 523{,}4 = 1048{,}4(руб.)$.

2. При **q_1 = 1т.**

$$T_{хр} = \frac{1000}{375} = 2{,}7(дня); \qquad C_1^{сут} = \frac{5600(руб.)}{2{,}7(дня)} = 2074{,}1(руб.);$$

$$C_2^{сут} = \frac{1(т)}{2} * 262{,}5(руб./сутки) = 131{,}25(руб.);$$

$$C_{общ}^{сут} = 2074{,}1(руб.) + 131{,}25(руб.) = 2205{,}35(руб.).$$

При **q_2 = 3т.**

$$T_{хр} = \frac{3000}{375} = 8(дней); \qquad C_1^{сут} = \frac{5600(руб.)}{8(дней)} = 700(руб.);$$

$$C_2^{сут} = \frac{3(т)}{2} * 262{,}5(руб./сутки) = 393{,}75(руб.);$$

$$C_{общ}^{сут} = 2074{,}1 + 131{,}25 = 2205{,}35(руб).$$

При **q_3 = 6т.**

$$T_{хр} = \frac{6000}{375} = 16(дней); \qquad C_1^{сут} = \frac{5600(руб.)}{16(дней)} = 350(руб.);$$

$$C_2^{сут} = \frac{6(т)}{2} * 262{,}5(руб./сутки) = 787{,}5(руб.);$$

$$C_{общ}^{сут} = 787{,}5(руб.) + 350(руб.) = 1137{,}5(руб.).$$

3. Рассчитаем затраты на 1т хранения сырья.

При **$q_{опт}$ = 4т.**

$$\frac{C_1}{q} = \frac{5600}{4} = 1400(руб./т); \quad C_{хр} = \frac{C_2 * q}{2 * \overline{p}} = \frac{262{,}5 * 4}{2 * 0{,}375} = 1400(руб./т);$$

$$C_{общ} = 1400 + 1400 = 2800(руб./т).$$

При **q_1 = 1т.**

$$\frac{C_1}{q} = \frac{5600}{1} = 5600(руб./т); \quad C_{хр} = \frac{C_2 * q}{2 * \overline{p}} = \frac{262{,}5 * 1}{2 * 0{,}375} = 350(руб./т);$$

$$C_{общ} = 5600 + 350 = 5950(руб./т).$$

При **q_2 = 3т.**

$$\frac{C_1}{q} = \frac{5600}{3} = 1870(руб./т); \qquad C_{хр} = \frac{C_2 * q}{2 * \overline{p}} = \frac{262{,}5 * 3}{2 * 0{,}375} = 1050(руб./т);$$

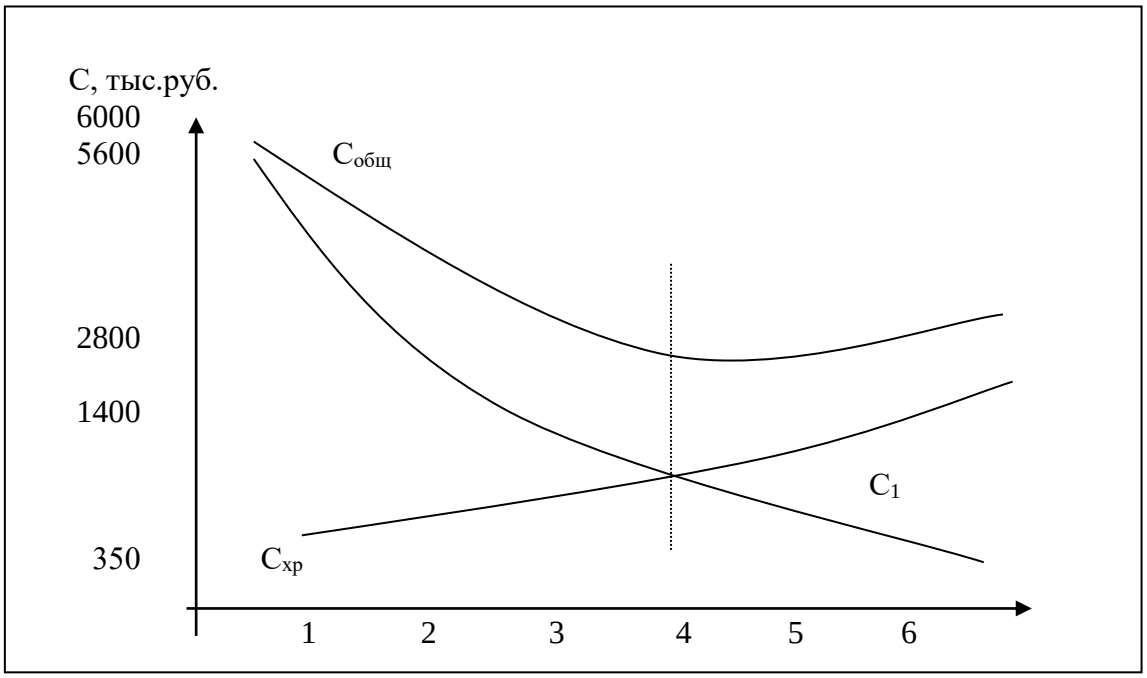
$$C_{общ} = 1870 + 1050 = 2920(руб./т).$$

При **q_3 = 6т.**

$$\frac{C_1}{q} = \frac{5600}{6} = 933(руб./т)\ ; \quad C_{хр} = \frac{C_2 * q}{2 * \overline{p}} = \frac{262{,}5 * 6}{2 * 0{,}375} = 2100(руб./т);$$

$$C_{общ} = 933 + 2100 = 3033(руб./т).$$

4. Сравним графически полученные результаты (по расчету на единицу хранения):



Таким образом, закупая оптимальное количество сырья ($q_{опт}$ = 4 т), предприятие сократит до минимума общую сумму затрат на запасы, повысит оборачиваемость оборотных средств и эффективность своей работы.

Пример 2.

За лето предприятие получило следующее количество сырья: 1 июня – 6т; 6 июня –12т; 21 июня – 12т; 12 июля – 6т; 30 июля – 12т; 4 августа – 6т; 19 августа – 12 т; 24 августа – 6 т. Определить величину страхового запаса, зная, что поступившее сырье было израсходовано с 1 июня по 30 августа (за 90 дней).

Решение: Для расчетов воспользуемся вспомогательной таблицей.

Таблица - **Вспомогательная таблица для определения величины страхового запаса**

Дата поставки	Объем поставки, т	Интервал между поставками, дни	Вспомога-тельная графа (2гр*3гр)	Опозда-ния, дн	Объем поставки на период опозданий, т	Вспомогате льная графа (5 * 6)
1	2	3	4	5	6	7
1.06	6	-	-	-	-	-
6.06	12	5	60	-	-	-
21.06	12	15	180	3,6	12	43,2
12.07	6	21	126	9,6	6	57,6
30.07	12	18	216	6,6	12	79,2
4.08	6	5	30	-	-	-
19.08	12	15	180	3,6	12	43,2
24.08	6	5	30	-	-	-
Итого	72	11,4	822	5,3	42	223,2

Для этого:

1) Занесем исходные данные в графы 1-2. Рассчитаем значение вспомогательной графы 4 как произведение гр1. и гр.2.

2) Определим суммы объема поставки (итого гр. 2) и итога вспомогательной гр. 4.

3) Определим средневзвешенный интервал поставки (итог гр. 3 = итог гр.4 / итог гр. 2) = *822 / 72 = 11,4.*

4) Определим интервал опоздания (гр. 5), который рассчитывается только в случае превышения интервалом между поставками средневзвешенного интервала, как разницу между ними.

5) Заполним гр.6, перенося величину объема партии поставки по тем строкам, в которых занесены дни опозданий.

6) Определяем средневзвешенный интервал опозданий ($t_{оп}$,итог гр. 5) = итог гр. 7 / итог гр. 6.

7) Рассчитываем среднесуточный расход сырья $\bar{p} = \frac{Q}{T} = \frac{72}{90} = 0{,}8$.

8) Находим размер страхового запаса

$$q_{страх.} = \bar{p} * t_{оп} = 5{,}3 * 0{,}8 = 4{,}2 \ (т).$$

Пример 3.

Построить график движения запасов при управлении по модели с постоянным размером заказа и переменной точкой заказа при условиях расхода запаса, приведенных в таблице, если фактическое наличие на начальный период составляет 415 кг, страховой запас 100 кг, соотношение между C_1 и C_2 - 2000. Среднесуточное потребление сырья в производстве за предшествующий период -36 кг. Период с момента подачи заказа до его получения составляет 2 дня. Проверка уровня запасов проводится через каждые три дня.

Таблица 3- **Динамика расхода запаса муки за июнь 20__ г.**

Кол-во, кг	50	52	30	28	32	36	20	40	15	15	20	25	25	20	15
Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Кол-во, кг	10	12	18	25	35	45	45	40	50	25	25	25	10	20	15
Дата	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

Решение:

1) Величина оптимальной партии $q_{опт} = \sqrt{2 * 2000 * 36} = 380(кг)$.

2) Вопрос об очередной подаче нового заказа решается при проверке, которая проводится каждые 3 дня. Момент подачи заказа определяется тем временем, когда фактическое наличие с учетом прогнозируемого расхода запасов в течение времени исполнения заказа может опуститься до размера страхового запаса. В противном случае заказ не подается. В каждый интервал времени остаток запаса на складе определяется по формуле

$$q_{зап} = q_{факт} - p * t.$$

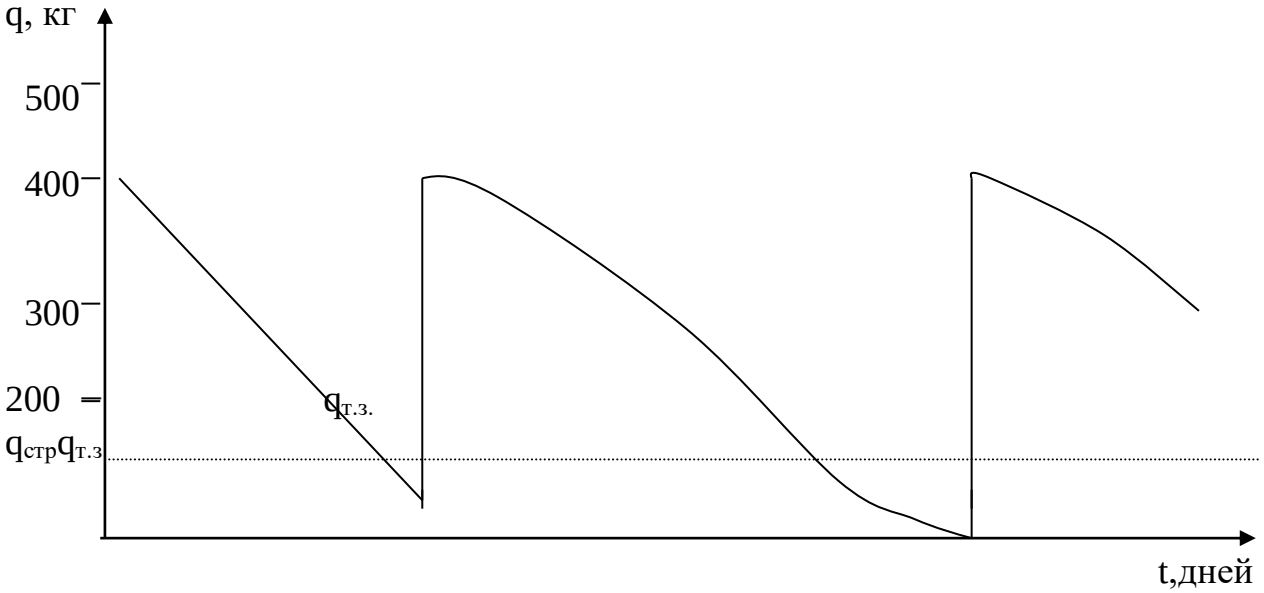
Каждые три дня определяется расход сырья и остаток запаса и принимается решение возобновлять заказ или нет.

Определим остаток запаса:

после 1-й проверки: *415 - 44 *3 = 283 (кг);*

после 2-й проверки: *283 - 32*3 = 187 (кг);*
после 3-й проверки: *187 - 25*3 = 112 (кг)* - подача заказа;
в момент получения заказа *112 - 2*20 = 72 + 380 = 452 (кг);*
после 4-й проверки: *452 -20 = 432 (кг);*
после 5-й проверки: *432 - 20*3 = 372 (кг);*
после 6-й проверки: *372 - 13,3 * 3 = 332 (кг);*
после 7-й проверки: *332 - 35*3 = 227 (кг);*
после 8-й проверки: *227 - 45*3 = 92 (кг)* - момент подачи заказа;
в момент получения заказа *952 - 2*25 +380 = 422;*
после 9-й проверки: *422 -25 = 397;*
после 10-й проверки: *397 - 45 = 352* и т.д.

Изобразим систему управления запасами графически:



ABC и XYZ – анализ.

ABC – анализ является одним из универсальных и распространенных методов анализа. Он основывается на так называемом принципе Парето, говорящем о том, что в любом процессе малое число причин (20%) жизненно важны, а остальные (80%) – не оказывают существенного влияния на результат. Задача менеджера – узнать, какие именно товары приносят 80% оборота или прибыли предприятию и выработать соответствующую политику управления запасами.

Товары, отнесенные к ***группе А*** требуют тщательного планирования, постоянного и скурпулезного учета и контроля, поскольку они приносят 50% оборота предприятия. Чем выше стоимость товара, тем дороже обходятся ошибки в их анализе. Необходим периодический подсчет запасов товаров этой группы. Необходимо постоянное отслеживание спроса, объемов заказываемых партий и размера страхового запаса. Необходимо тщательное отслеживание и сокращение сроков оборачиваемости товара. Чем короче длительность цикла, тем ниже потребность в оборотных средствах.

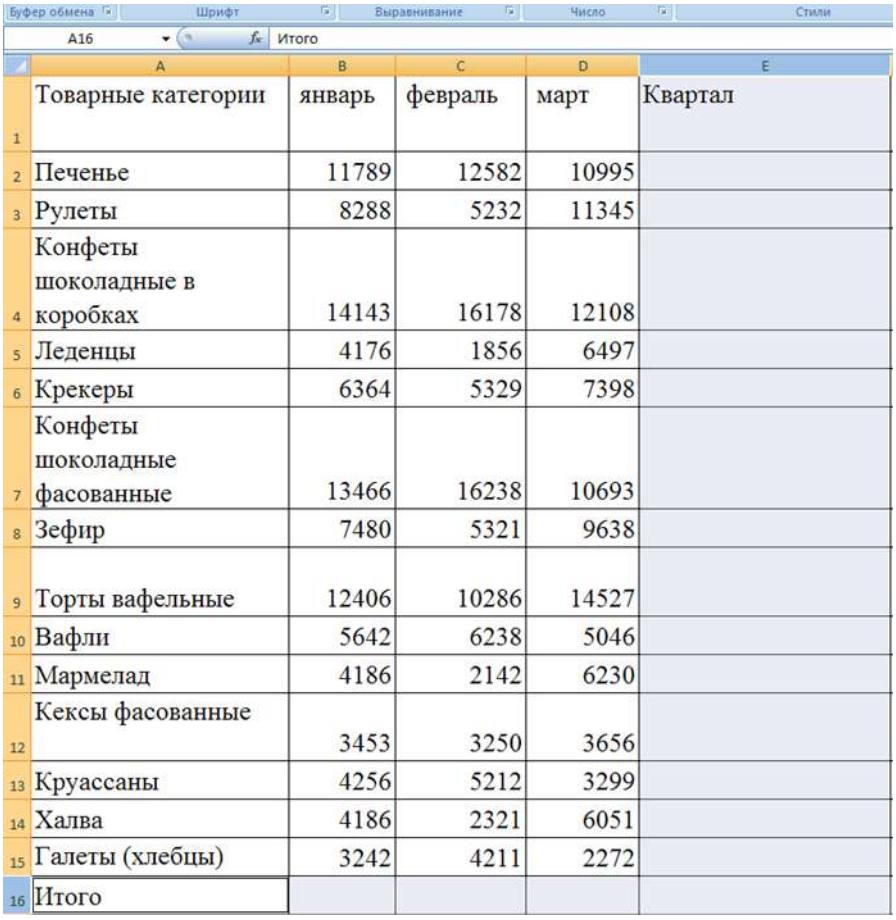
Товары, отнесенные к ***группе В,*** в меньшей степени важны для компании и требуют обычного контроля, налаженного учета.

Товары, отнесенные к ***группе С*** (остальные), характеризуются упрощенными методами планирования, учета и контроля. Однако, несмотря на их кажущуюся малоценность, они составляют 20% оборота и требуют периодического контроля.
Рассмотрим примеры проведения АВС–анализа по данным, представленным в таблице 1.

Для того, чтобы провести АВС- анализ необходимо воспользоваться следующим алгоритмом:
1. Занесем исходные данные по оборотам в ячейки электронной таблицы (A1:D15).
2. Определим обороты за квартал по каждой товарной категории. Для этого:
-вводим новую графу «Квартал» и новую строку «Итого» (рис.1).
- удерживая правую кнопку мыши, выделяем ячейки B2:E2 и используем «горячую кнопку»  , чтобы определить сумму за квартал по первой товарной категории (рис.2).

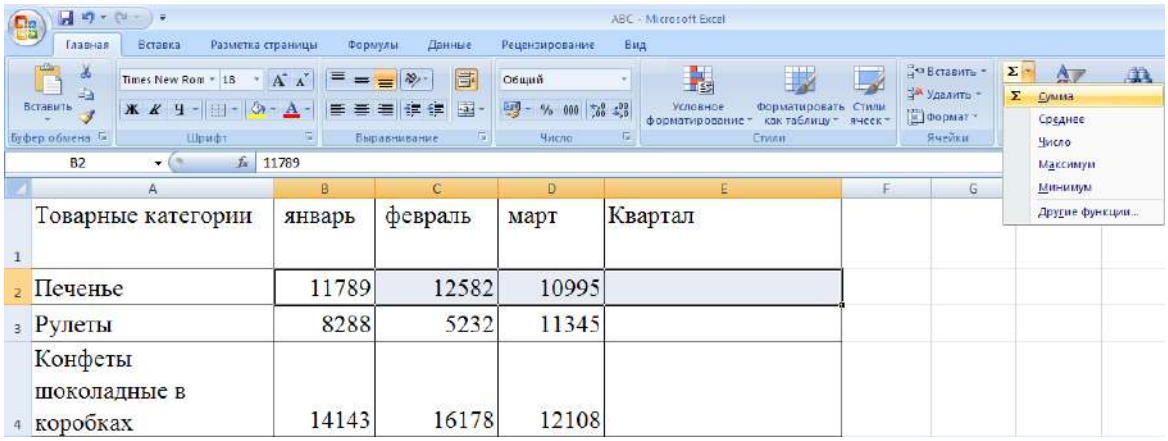
Таблица 1 – Обороты товарной группы «Кондитерские изделия» за I квартал 20__ г.,руб.

Товарные категории	Оборот за январь по группе	Оборот за февраль по группе	Оборот за март по группе
Печенье	11789	12582	10995
Рулеты	8288	5232	11345
Конфеты шоколадные в коробках	14143	16178	12108
Леденцы	4176	1856	6497
Крекеры	6364	5329	7398
Конфеты шоколадные фасованные	13466	16238	10693
Зефир	7480	5321	9638
Торты вафельные	12406	10286	14527
Вафли	5642	6238	5046
Мармелад	4186	2142	6230
Кексы фасованные	3453	3250	3656
Круассаны	4256	5212	3299
Халва	4186	2321	6051
Галеты (хлебцы)	3242	4211	2272
Итого	103076	96396	109756



	A	B	C	D	E
1	Товарные категории	январь	февраль	март	Квартал
2	Печенье	11789	12582	10995	
3	Рулеты	8288	5232	11345	
4	Конфеты шоколадные в коробках	14143	16178	12108	
5	Леденцы	4176	1856	6497	
6	Крекеры	6364	5329	7398	
7	Конфеты шоколадные фасованные	13466	16238	10693	
8	Зефир	7480	5321	9638	
9	Торты вафельные	12406	10286	14527	
10	Вафли	5642	6238	5046	
11	Мармелад	4186	2142	6230	
12	Кексы фасованные	3453	3250	3656	
13	Круассаны	4256	5212	3299	
14	Халва	4186	2321	6051	
15	Галеты (хлебцы)	3242	4211	2272	
16	Итого				

Рис.1



	A	B	C	D	E
1	Товарные категории	январь	февраль	март	Квартал
2	Печенье	11789	12582	10995	
3	Рулеты	8288	5232	11345	
4	Конфеты шоколадные в коробках	14143	16178	12108	

Рис.2

-чтобы не повторять данную операцию несколько раз (для расчета суммы товарооборота по каждой товарной категории – по количеству строк, которых может быть несколько сотен), необходимо скопировать формулу из ячейки E2. Для этого необходимо:

а) выделить копируемую ячейку E2 (активировать её, поставив курсор);

б) подвести курсор к правому нижнему углу выделенной ячейки E2 так, чтобы он принял вид тонкого черного креста «+», что означает его попадание на маркер заполнения (маркер заполнения (рис.3) – это черный квадрат (размером с точку) в нижнем правом углу выделенной ячейки или диапазона ячеек);

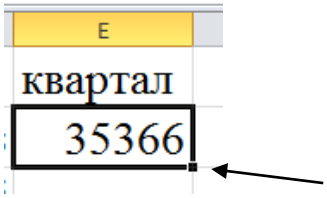
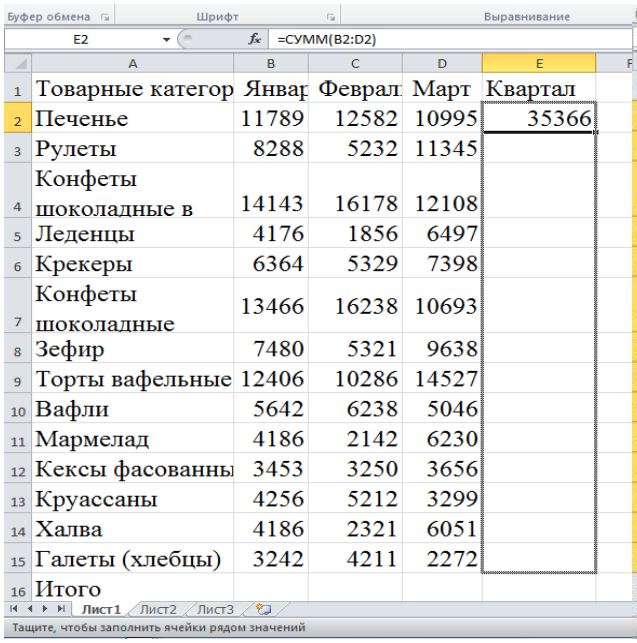
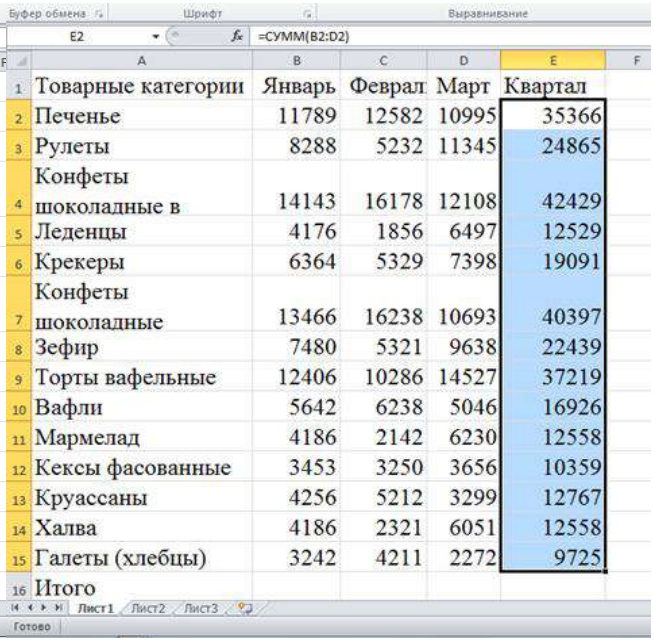


рис.3 маркер заполнения

в) удерживая правую кнопку мыши протащить выделение необходимого диапазона ячеек (охватив все строки столбца, в которых должна быть рассчитана сумма товарооборота за квартал). В нашем примере это диапазон ячеек E2:E15 (рис. 4). При этом в формульной строке мы видим копируемую формулу. После этого отпускаем кнопку мыши и получаем результаты автоматического суммирования (рис.5).



	A	B	C	D	E
1	Товарные категор	Январ	Феврал	Март	Квартал
2	Печенье	11789	12582	10995	35366
3	Рулеты	8288	5232	11345	
4	Конфеты шоколадные в	14143	16178	12108	
5	Леденцы	4176	1856	6497	
6	Крекеры	6364	5329	7398	
7	Конфеты шоколадные	13466	16238	10693	
8	Зефир	7480	5321	9638	
9	Торты вафельные	12406	10286	14527	
10	Вафли	5642	6238	5046	
11	Мармелад	4186	2142	6230	
12	Кексы фасованны	3453	3250	3656	
13	Круассаны	4256	5212	3299	
14	Халва	4186	2321	6051	
15	Галеты (хлебцы)	3242	4211	2272	
16	Итого				



	A	B	C	D	E
1	Товарные категории	Январь	Феврал	Март	Квартал
2	Печенье	11789	12582	10995	35366
3	Рулеты	8288	5232	11345	24865
4	Конфеты шоколадные в	14143	16178	12108	42429
5	Леденцы	4176	1856	6497	12529
6	Крекеры	6364	5329	7398	19091
7	Конфеты шоколадные	13466	16238	10693	40397
8	Зефир	7480	5321	9638	22439
9	Торты вафельные	12406	10286	14527	37219
10	Вафли	5642	6238	5046	16926
11	Мармелад	4186	2142	6230	12558
12	Кексы фасованные	3453	3250	3656	10359
13	Круассаны	4256	5212	3299	12767
14	Халва	4186	2321	6051	12558
15	Галеты (хлебцы)	3242	4211	2272	9725
16	Итого				

Рис.4 Рис.5

3. Определим сумму товарооборотов за каждый рассматриваемый месяц. В первую очередь, проведем расчет суммы товарооборота кондитерского отдела за январь месяц. Для этого, удерживая правую кнопку мыши, выделяем ячейки B2:B16 и используем «горячую кнопку»  для автосуммирования выделенного диапазона ячеек (рис. 6).Затем копируем формулу из ячейки B16 протягиванием её в клетки C16:E16, аналогично пункту 2 (рис.7).Отпускаем кнопку мыши и получаем результаты автоматического суммирования (рис.8).

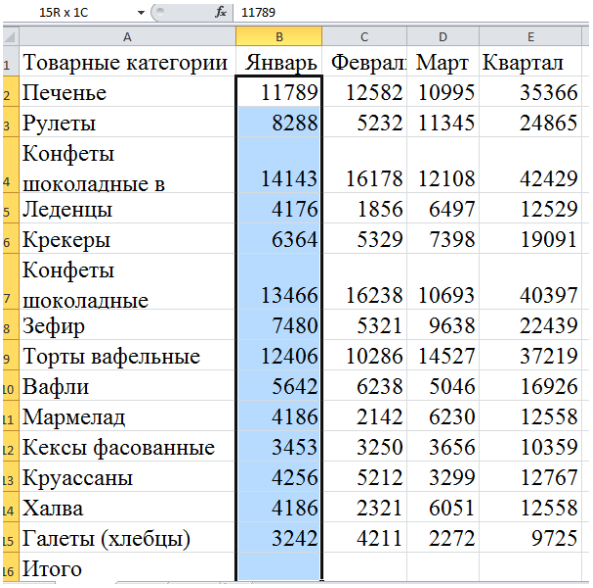
4. Найдем вклад (долю) каждой товарной категории в общий товарооборот кондитерского отдела. Для этого необходимо разделить сумму товарооборота по каждой товарной категории на товарооборот по кондитерскому отделу в целом и умножить на сто. Алгоритм действий в Электронной таблице по рассматриваемому примеру будет выглядеть следующим образом:

а) вводим новую графу «Доля,%»

б) в ячейкуF2 необходимо ввести формулу расчета доли. Любая формула в ячейках начинается со знака равенства «=» и может содержать операторы (табл.2), числа, круглые скобки, адреса ячеек, функции рабочего листа, вызываемые нажатием кнопки «Мастер функций»  .

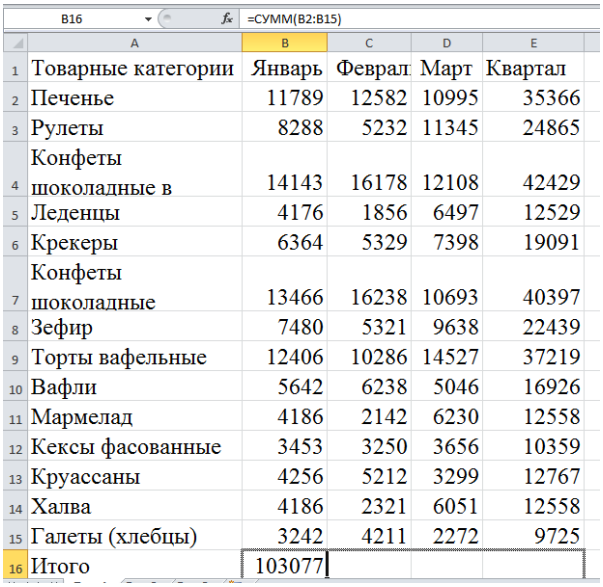
В нашем примере формула в ячейке F2 будет выглядеть следующим образом:

= E2/E16*100



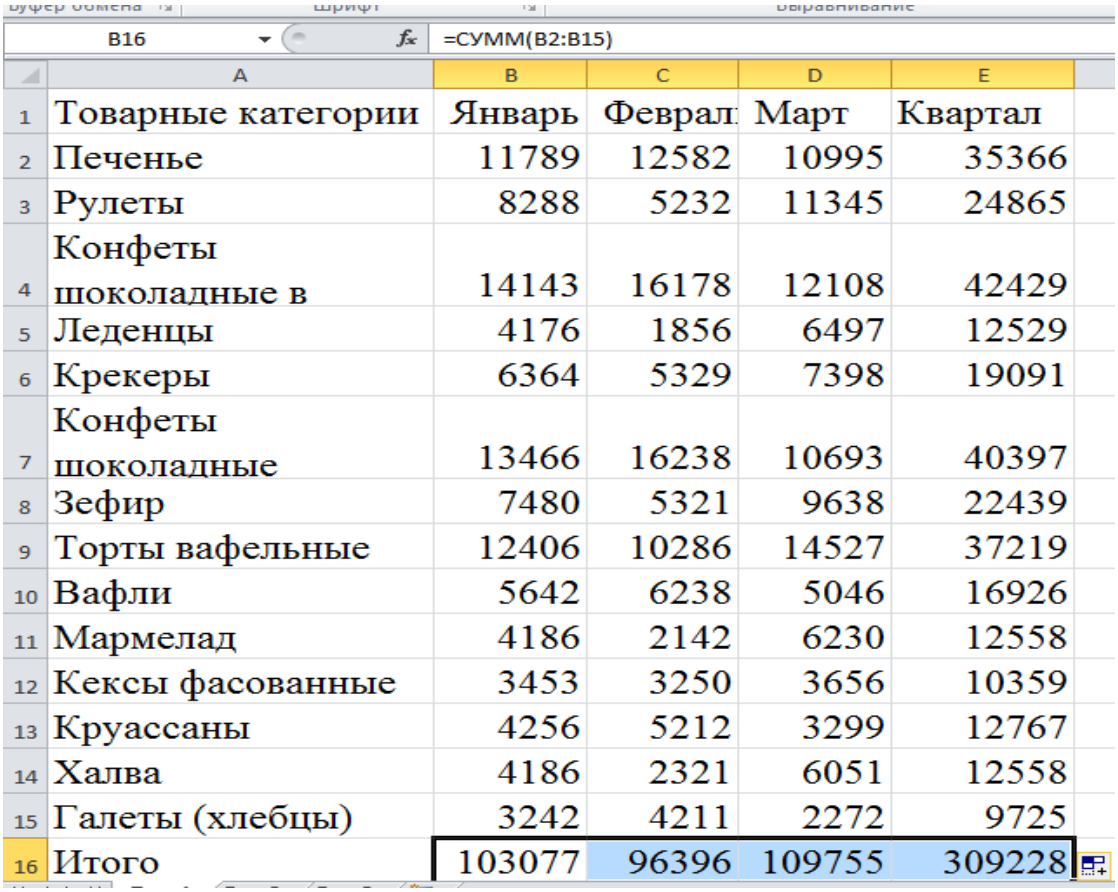
	A	B	C	D	E
1	Товарные категории	Январь	Феврал	Март	Квартал
2	Печенье	11789	12582	10995	35366
3	Рулеты	8288	5232	11345	24865
4	Конфеты шоколадные в	14143	16178	12108	42429
5	Леденцы	4176	1856	6497	12529
6	Крекеры	6364	5329	7398	19091
7	Конфеты шоколадные	13466	16238	10693	40397
8	Зефир	7480	5321	9638	22439
9	Торты вафельные	12406	10286	14527	37219
10	Вафли	5642	6238	5046	16926
11	Мармелад	4186	2142	6230	12558
12	Кексы фасованные	3453	3250	3656	10359
13	Круассаны	4256	5212	3299	12767
14	Халва	4186	2321	6051	12558
15	Галеты (хлебцы)	3242	4211	2272	9725
16	Итого				

Рис.6



	A	B	C	D	E
1	Товарные категории	Январь	Феврал	Март	Квартал
2	Печенье	11789	12582	10995	35366
3	Рулеты	8288	5232	11345	24865
4	Конфеты шоколадные в	14143	16178	12108	42429
5	Леденцы	4176	1856	6497	12529
6	Крекеры	6364	5329	7398	19091
7	Конфеты шоколадные	13466	16238	10693	40397
8	Зефир	7480	5321	9638	22439
9	Торты вафельные	12406	10286	14527	37219
10	Вафли	5642	6238	5046	16926
11	Мармелад	4186	2142	6230	12558
12	Кексы фасованные	3453	3250	3656	10359
13	Круассаны	4256	5212	3299	12767
14	Халва	4186	2321	6051	12558
15	Галеты (хлебцы)	3242	4211	2272	9725
16	Итого	103077			

Рис.7



B16 =СУММ(B2:B15)

	A	B	C	D	E
1	Товарные категории	Январь	Феврал	Март	Квартал
2	Печенье	11789	12582	10995	35366
3	Рулеты	8288	5232	11345	24865
4	Конфеты шоколадные в	14143	16178	12108	42429
5	Леденцы	4176	1856	6497	12529
6	Крекеры	6364	5329	7398	19091
7	Конфеты шоколадные	13466	16238	10693	40397
8	Зефир	7480	5321	9638	22439
9	Торты вафельные	12406	10286	14527	37219
10	Вафли	5642	6238	5046	16926
11	Мармелад	4186	2142	6230	12558
12	Кексы фасованные	3453	3250	3656	10359
13	Круассаны	4256	5212	3299	12767
14	Халва	4186	2321	6051	12558
15	Галеты (хлебцы)	3242	4211	2272	9725
16	Итого	103077	96396	109755	309228

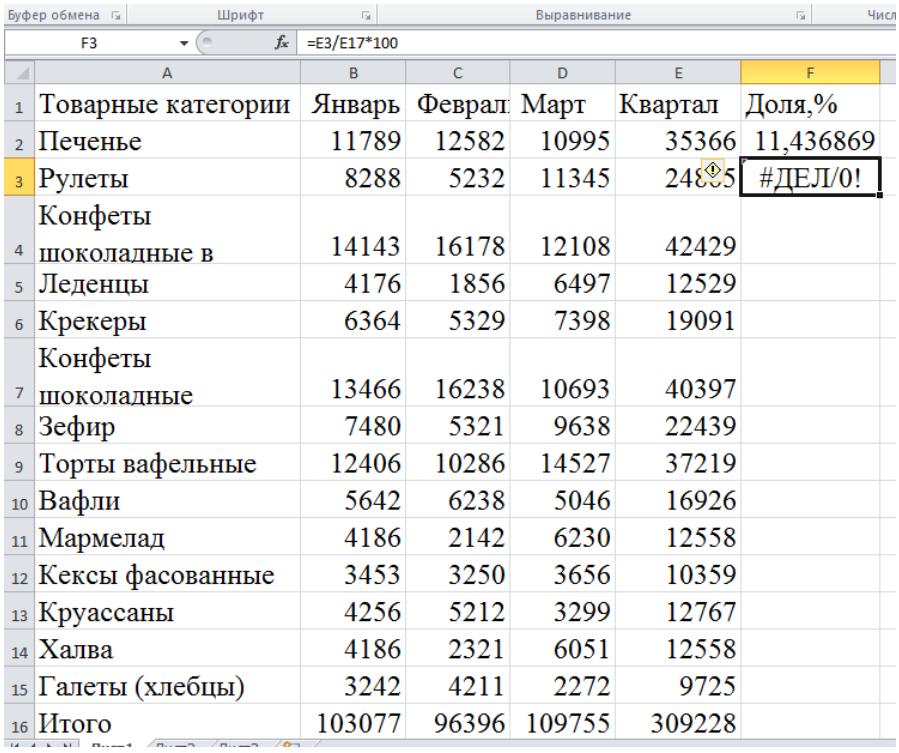
Рис.8

Таблица 2. Основные операторы

Оператор	Название
+	сложение
-	вычитание
*	умножение
/	деление
^	возведение в степень
=	логическое сравнение
>	логическое сравнение на больше
<	логическое сравнение на меньше

в) По умолчанию Электронной таблице создает в формулах относительные ссылки на адреса ячеек. Поэтому при копировании данной формулы ссылки на ячейки изменятся в соответствии с новым положением формулы. Так, протяжка формулы на следующую ячейку изменит формулу (рис.9). В формульной строке мы видим:

=E3/E17*100



	A	B	C	D	E	F
1	Товарные категории	Январь	Феврал	Март	Квартал	Доля,%
2	Печенье	11789	12582	10995	35366	11,436869
3	Рулеты	8288	5232	11345	24865	#ДЕЛ/0!
4	Конфеты шоколадные в	14143	16178	12108	42429	
5	Леденцы	4176	1856	6497	12529	
6	Крекеры	6364	5329	7398	19091	
7	Конфеты шоколадные	13466	16238	10693	40397	
8	Зефир	7480	5321	9638	22439	
9	Торты вафельные	12406	10286	14527	37219	
10	Вафли	5642	6238	5046	16926	
11	Мармелад	4186	2142	6230	12558	
12	Кексы фасованные	3453	3250	3656	10359	
13	Круассаны	4256	5212	3299	12767	
14	Халва	4186	2321	6051	12558	
15	Галеты (хлебцы)	3242	4211	2272	9725	
16	Итого	103077	96396	109755	309228	

Рис.9

То есть при передвижении формулы на следующую строку изменились ссылки на адреса ячеек: E2 на E3 и E16 на E17. А поскольку ячейка E17 пустая, в результате проведенной операции в ячейке F3 появилось сообщение о том, что на ноль делить нельзя.

г) В нашей задаче значения товарооборотов (каждую строку) мы должны сравнивать с одним значением – общей суммой товарооборота за квартал по всему кондитерскому отделу (ячейка E16). Для того, чтобы закрепить это значение, ставим курсор в формульной строке на E16 и нажимаем на клавиатуре F4. При этом как перед буквой E, так и перед цифрой 16 появится изображение доллара «$», означающее закрепление как строки 16, так и столбца E.Затем нажимаем клавишу Enter на клавиатуре (ввод). (рис.10).

F2 =E2/$E$16*100

	A	B	C	D	E	F
1	Товарные категории	Январь	Феврал	Март	Квартал	Доля,%
2	Печенье	11789	12582	10995	35366	11,43687
3	Рулеты	8288	5232	11345	24865	
4	Конфеты шоколадные в	14143	16178	12108	42429	
5	Леденцы	4176	1856	6497	12529	
6	Крекеры	6364	5329	7398	19091	
7	Конфеты шоколадные	13466	16238	10693	40397	
8	Зефир	7480	5321	9638	22439	
9	Торты вафельные	12406	10286	14527	37219	
10	Вафли	5642	6238	5046	16926	
11	Мармелад	4186	2142	6230	12558	
12	Кексы фасованные	3453	3250	3656	10359	
13	Круассаны	4256	5212	3299	12767	
14	Халва	4186	2321	6051	12558	
15	Галеты (хлебцы)	3242	4211	2272	9725	
16	Итого	103077	96396	109755	309228	

Рис.10

д) Полученное число может иметь очень много знаков после запятой. Чтобы округлить его до одного-двух знаков, необходимо нажать клавишу «уменьшить разрядность»  .

е) Протянуть формулу до ячейки F15 (рис 11).

G13

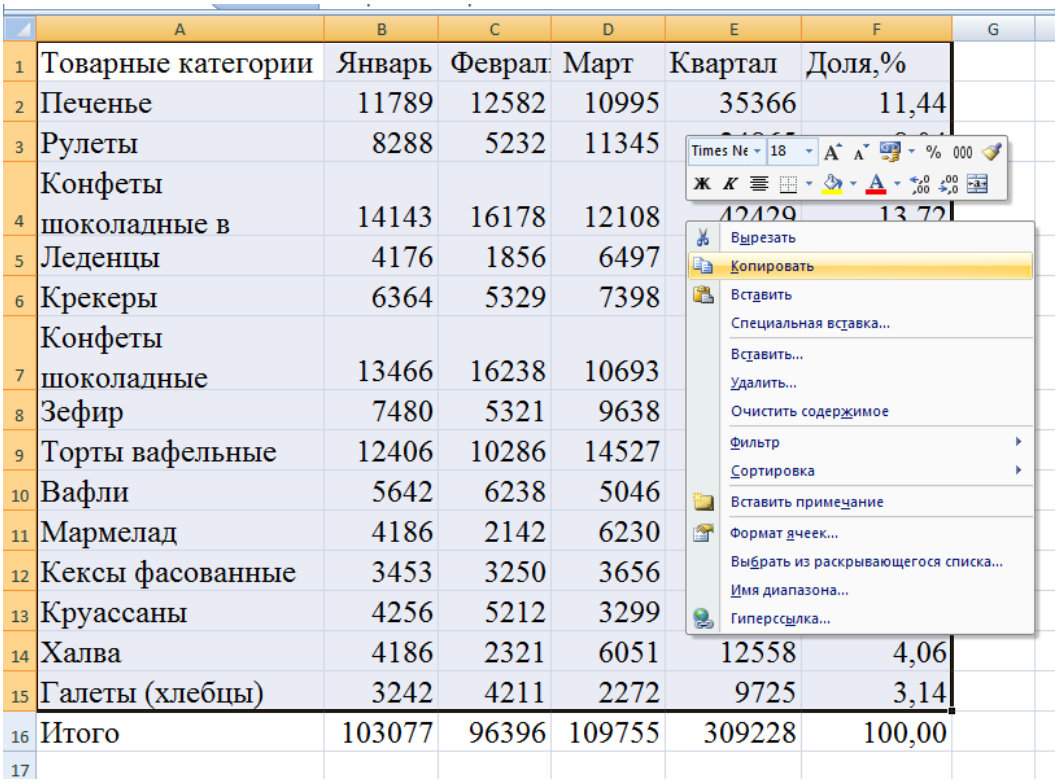
	A	B	C	D	E	F
1	Товарные категории	Январь	Феврал	Март	Квартал	Доля,%
2	Печенье	11789	12582	10995	35366	11,44
3	Рулеты	8288	5232	11345	24865	8,04
4	Конфеты шоколадные в	14143	16178	12108	42429	13,72
5	Леденцы	4176	1856	6497	12529	4,05
6	Крекеры	6364	5329	7398	19091	6,17
7	Конфеты шоколадные	13466	16238	10693	40397	13,06
8	Зефир	7480	5321	9638	22439	7,26
9	Торты вафельные	12406	10286	14527	37219	12,04
10	Вафли	5642	6238	5046	16926	5,47
11	Мармелад	4186	2142	6230	12558	4,06
12	Кексы фасованные	3453	3250	3656	10359	3,35
13	Круассаны	4256	5212	3299	12767	4,13
14	Халва	4186	2321	6051	12558	4,06
15	Галеты (хлебцы)	3242	4211	2272	9725	3,14
16	Итого	103077	96396	109755	309228	

Рис.11

ж) Найти сумму ячеек F2:F15.

5. Полученные в пункте 4данные необходимо ранжировать в порядке убывания их доли в обороте. Для этого составляют новую таблицу, в которую специальной вставкой переносят только значения (не формулы), за исключением строки «Итого» (её не копируют). Алгоритм этого действия будет следующим:

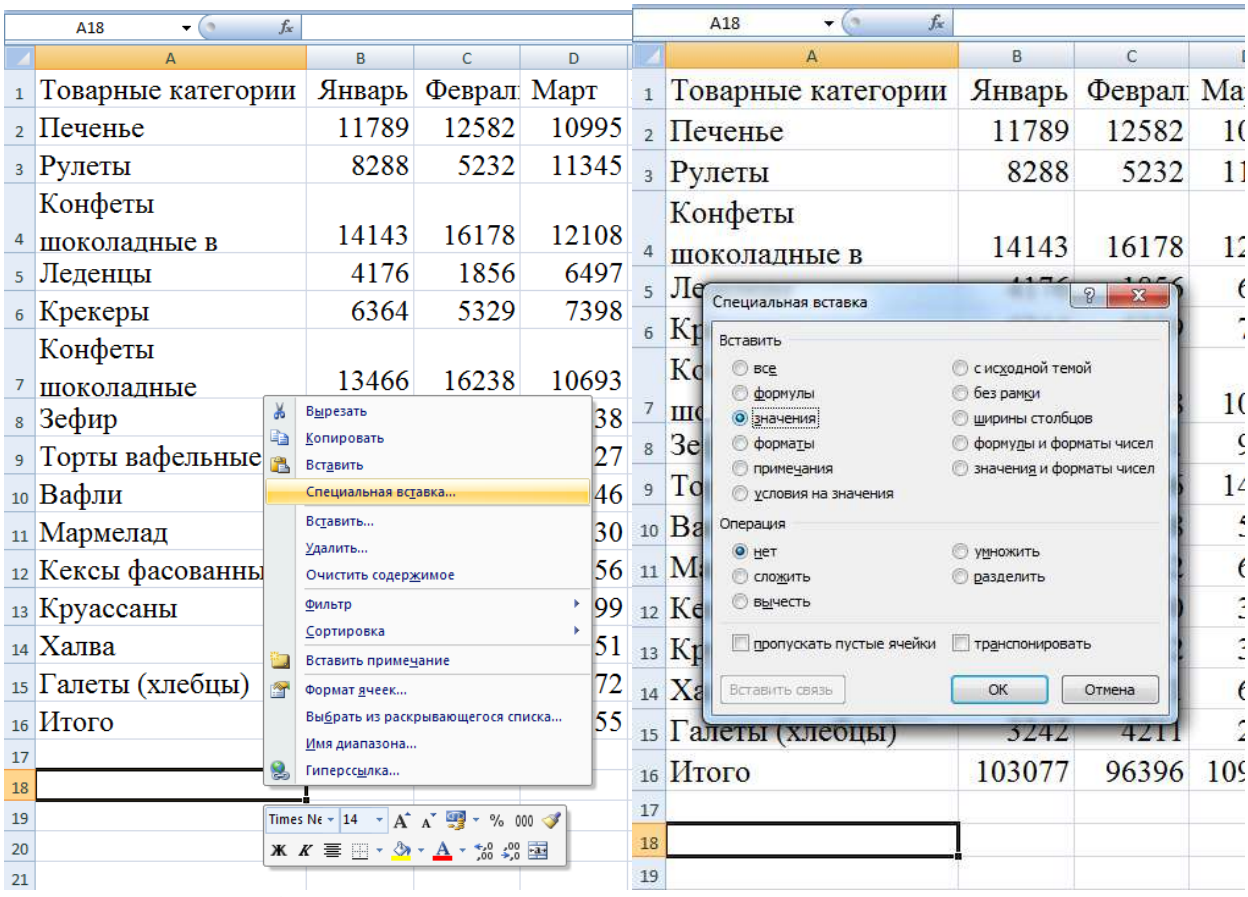
а) Удерживая левую кнопку мыши выделяем всю таблицу A1:F15 (за исключением строки «Итого»). Нажимаем правую кнопку мыши и выбираем действие «копировать» (рис.12).



	A	B	C	D	E	F
1	Товарные категории	Январь	Феврал	Март	Квартал	Доля,%
2	Печенье	11789	12582	10995	35366	11,44
3	Рулеты	8288	5232	11345		
4	Конфеты шоколадные в	14143	16178	12108	42429	13,72
5	Леденцы	4176	1856	6497		
6	Крекеры	6364	5329	7398		
7	Конфеты шоколадные	13466	16238	10693		
8	Зефир	7480	5321	9638		
9	Торты вафельные	12406	10286	14527		
10	Вафли	5642	6238	5046		
11	Мармелад	4186	2142	6230		
12	Кексы фасованные	3453	3250	3656		
13	Круассаны	4256	5212	3299		
14	Халва	4186	2321	6051	12558	4,06
15	Галеты (хлебцы)	3242	4211	2272	9725	3,14
16	Итого	103077	96396	109755	309228	100,00
17						

Рис.12

б) Затем курсор помещаем в ту ячейку, где будет находиться левый верхний угол новой таблицы. В нашем примере это ячейка А18. Нажимаем правую кнопку мыши и выбираем действие «Специальная вставка» (рис.13). В открывшемся поле выбираем вставить «значения» (рис.14).



	A	B	C	D
1	Товарные категории	Январь	Феврал	Март
2	Печенье	11789	12582	10995
3	Рулеты	8288	5232	11345
4	Конфеты шоколадные в	14143	16178	12108
5	Леденцы	4176	1856	6497
6	Крекеры	6364	5329	7398
7	Конфеты шоколадные	13466	16238	10693
8	Зефир			38
9	Торты вафельные			27
10	Вафли			46
11	Мармелад			30
12	Кексы фасованны			56
13	Круассаны			99
14	Халва			51
15	Галеты (хлебцы)			72
16	Итого			55
17				
18				
19				
20				
21				

Рис.13

	A	B	C
1	Товарные категории	Январь	Феврал
2	Печенье	11789	12582
3	Рулеты	8288	5232
4	Конфеты шоколадные в	14143	16178
5	Ле		
6	Кр		
7	шо		
8	Зе		
9	То		
10	Ва		
11	Ма		
12	Ке		
13	Кр		
14	Ха		
15	Галеты (хлебцы)	3242	4211
16	Итого	103077	96396
17			
18			
19			

Рис.14

В новой таблице значения графы «Доля,%» будут иметь большую разрядность. Чтобы сократить количество знаков после запятой, необходимо выделить данные, разрядность которых мы будем уменьшать (F19:F32) и воспользоваться горячей клавишей на панели инструментов «Уменьшить разрядность» (рис.15.) до тех пор, пока не останется необходимое количество знаков после запятой (в нашем примере – два знака (округление до сотых)).

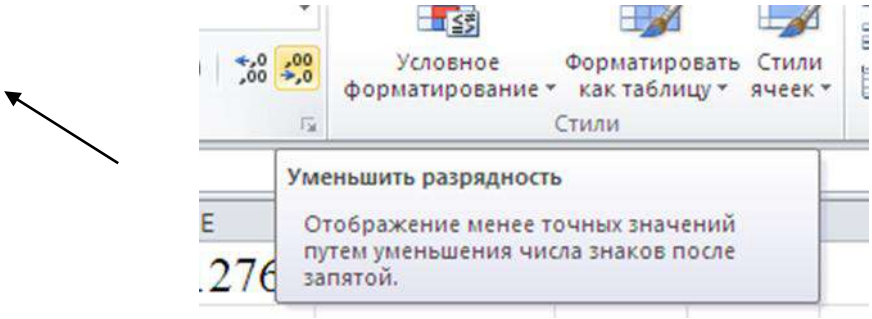
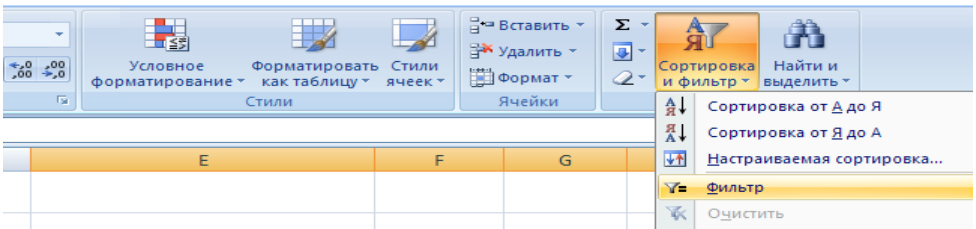


Рис.15

в) Выделяем новую таблицу и на панели инструментов, выбираем функцию «Сортировка и фильтр» -«Фильтр» (рис.16).

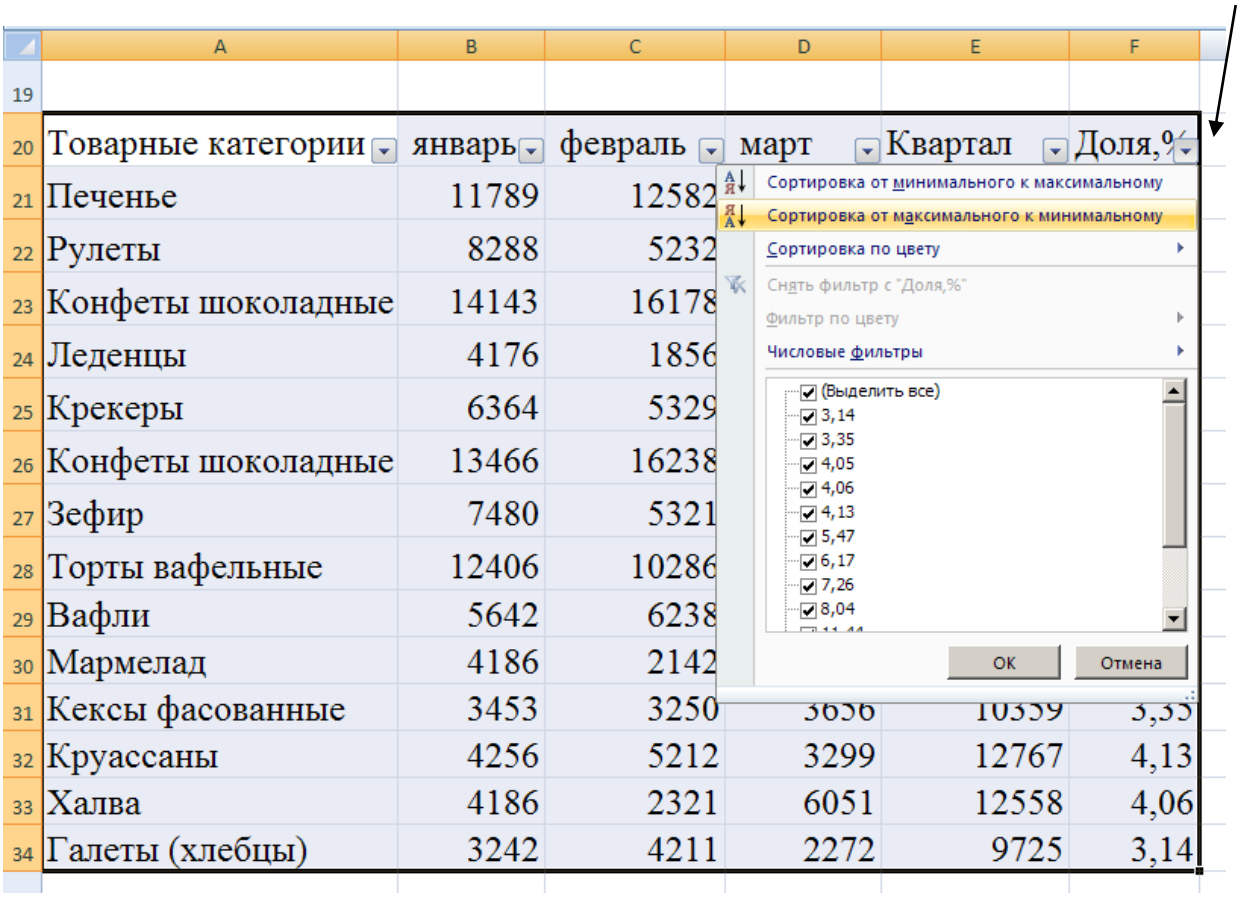
Фильтрацию проводим по графе «Доля». Для этого открываем ниспадающее меню в графе «Доля» и выбираем «Сортировка от максимального к минимальному» (рис.17). В результате данного действия все товарные категорииранжируются по убыванию их вклада в товарооборот отдела (рис.18).

6. Вводим еще 2 новые колонки: «Доля в обороте накопительным итогом,%»и «Группа».



Товарные категории	январь	феврал	март	Кварта	Доля,%
Печенье	11789	12582	10995	35366	11,44
Рулеты	8288	5232	11345	24865	8,04
Конфеты шоколадные	14143	16178	12108	42429	13,72
Леденцы	4176	1856	6497	12529	4,05
Крекеры	6364	5329	7398	19091	6,17
Конфеты шоколадные	13466	16238	10693	40397	13,06
Зефир	7480	5321	9638	22439	7,26
Торты вафельные	12406	10286	14527	37219	12,04
Вафли	5642	6238	5046	16926	5,47
Мармелад	4186	2142	6230	12558	4,06
Кексы фасованные	3453	3250	3656	10359	3,35
Круассаны	4256	5212	3299	12767	4,13
Халва	4186	2321	6051	12558	4,06
Галеты (хлебцы)	3242	4211	2272	9725	3,14

Рис.16



Товарные категории	январь	февраль	март	Квартал	Доля,%
Печенье	11789	12582			
Рулеты	8288	5232			
Конфеты шоколадные	14143	16178			
Леденцы	4176	1856			
Крекеры	6364	5329			
Конфеты шоколадные	13466	16238			
Зефир	7480	5321			
Торты вафельные	12406	10286			
Вафли	5642	6238			
Мармелад	4186	2142			
Кексы фасованные	3453	3250	3656	10359	3,35
Круассаны	4256	5212	3299	12767	4,13
Халва	4186	2321	6051	12558	4,06
Галеты (хлебцы)	3242	4211	2272	9725	3,14

Рис.17

Товарные категории	январ	февра	март	Кварт	Доля,%
Конфеты шоколадные	14143	16178	12108	42429	13,72
Конфеты шоколадные	13466	16238	10693	40397	13,06
Торты вафельные	12406	10286	14527	37219	12,04
Печенье	11789	12582	10995	35366	11,44
Рулеты	8288	5232	11345	24865	8,04
Зефир	7480	5321	9638	22439	7,26
Крекеры	6364	5329	7398	19091	6,17
Вафли	5642	6238	5046	16926	5,47
Круассаны	4256	5212	3299	12767	4,13
Мармелад	4186	2142	6230	12558	4,06
Халва	4186	2321	6051	12558	4,06
Леденцы	4176	1856	6497	12529	4,05
Кексы фасованные	3453	3250	3656	10359	3,35
Галеты (хлебцы)	3242	4211	2272	9725	3,14

Рис.18

Если в одной ячейке название графы не умещается, то можно произвести объединение нескольких ячеек, уменьшить шрифт вводимого текста или изменить высоту ячейки функцией «Формат ячейки» (рис. 19).

Для того чтобы объединить несколько ячеек (в нашем примере объединим две ячейки G17 и G18), необходимо их выделить и, нажав правую кнопку мыши, выбрать действие «Формат ячеек». В открывшемся окне выбрать вкладку «Выравнивание» и поставить флажки в поля «Объединение ячеек» и «Переносить по словам» (рис.20).

Также можно изменить формат ячеек из меню «Формат» (рис.21). Затем уменьшаем шрифт.

Для расчета долей накопительным итогом в Электронной таблице, необходимо:

а) скопировать значение доли в обороте по первой товарной категории в графу «Доля в обороте накопительным итогом». Для этого (в нашем примере) в ячейке G19 прописываем формулу:

= F19

б) В ячейке G20 эта формула примет вид:

=G19+F20

Затем протягиваем (копируем) ячейку G20 на все оставшиеся строки (G20:G32).

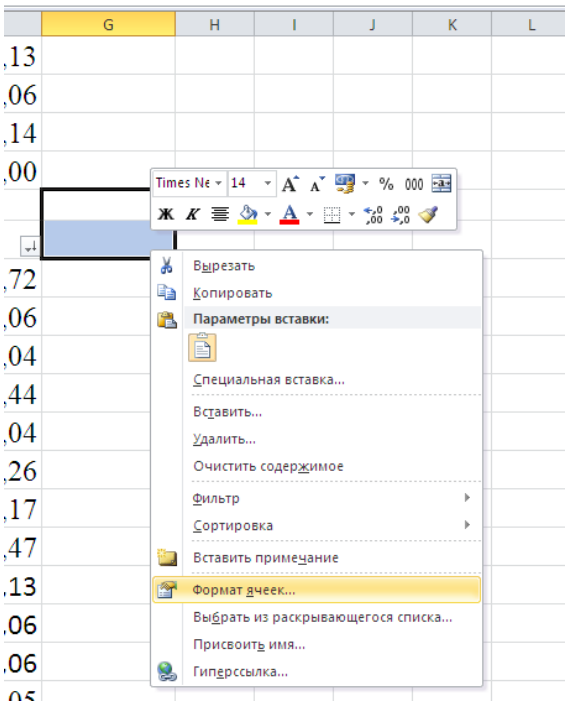


Рис.19

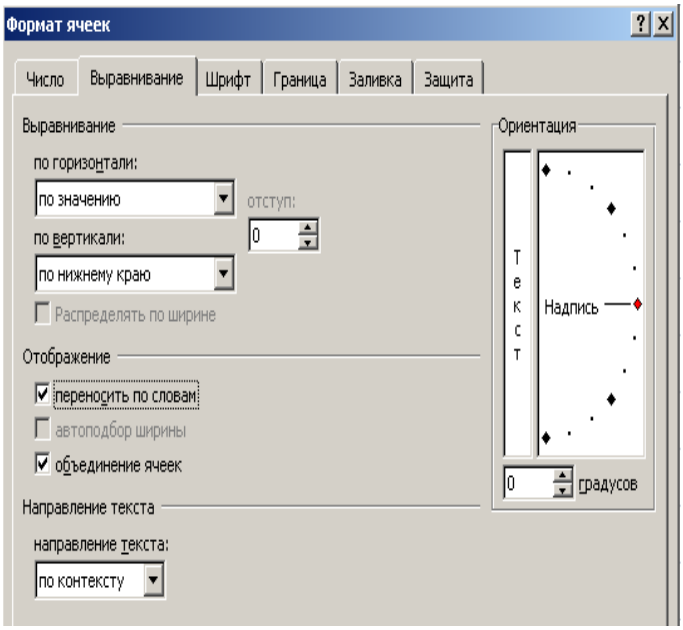


Рис.20

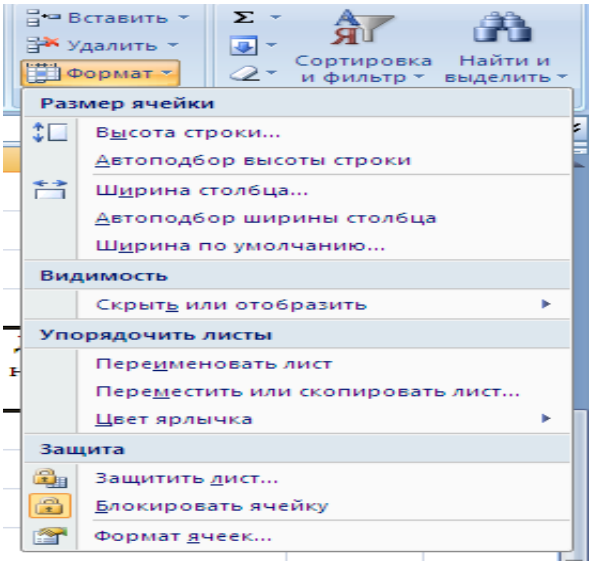


Рис.21

Доля в обороте накопительным итогом (рис.22) позволяет нам увидеть первые 50% вклада в оборот – её обеспечивают товары группы А, затем последующие 30% - товары группы В, и, наконец, оставшиеся 20% товаров, вносящих свой вклад в оборот – группа С.

Для автоматического определения АВС-группы в электронной таблице, необходимо:

1) Создать новую графу «Группа» в ячейке H18.
2) В ячейку H19 занести формулу, содержащую логическую функцию «ЕСЛИ» (If). Для этого после знака равенства следует выбрать горячую клавишу «Мастер функций»  . В открывшемся диалоговом окне (рис.23) выбрать категорию «Логические» и найти среди представленных функций функцию «ЕСЛИ». При нажатии на клавишу «ОК» появится диалоговое окно (рис.24).

	A	B	C	D	E	F	G
17							Доля в обороте накопительным итогом,%
18	Товарные категории	Январ	Февра	Март	Квартал	Доля,%	
19	Конфеты шоколадны	14143	16178	12108	42429	13,72	13,72
20	Конфеты шоколадны	13466	16238	10693	40397	13,06	26,78
21	Торты вафельные	12406	10286	14527	37219	12,04	38,82
22	Печенье	11789	12582	10995	35366	11,44	50,26
23	Рулеты	8288	5232	11345	24865	8,04	58,30
24	Зефир	7480	5321	9638	22439	7,26	65,56
25	Крекеры	6364	5329	7398	19091	6,17	71,73
26	Вафли	5642	6238	5046	16926	5,47	77,20
27	Круассаны	4256	5212	3299	12767	4,13	81,33
28	Мармелад	4186	2142	6230	12558	4,06	85,39
29	Халва	4186	2321	6051	12558	4,06	89,45
30	Леденцы	4176	1856	6497	12529	4,05	93,51
31	Кексы фасованные	3453	3250	3656	10359	3,35	96,86
32	Галеты (хлебцы)	3242	4211	2272	9725	3,14	100,00

Рис.23

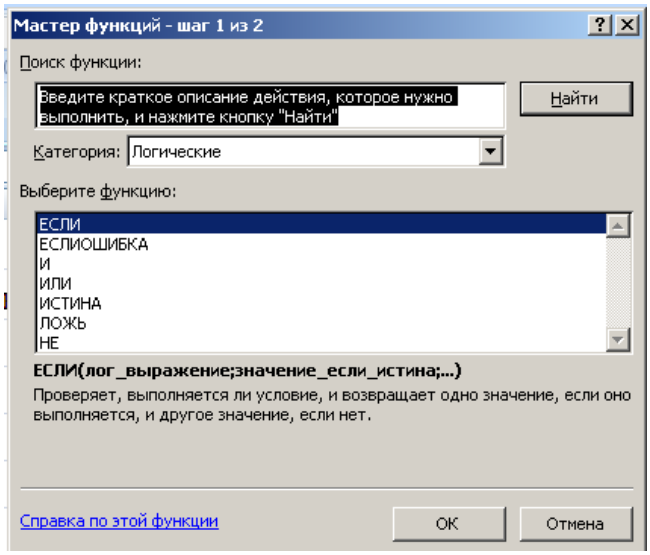


Рис.24

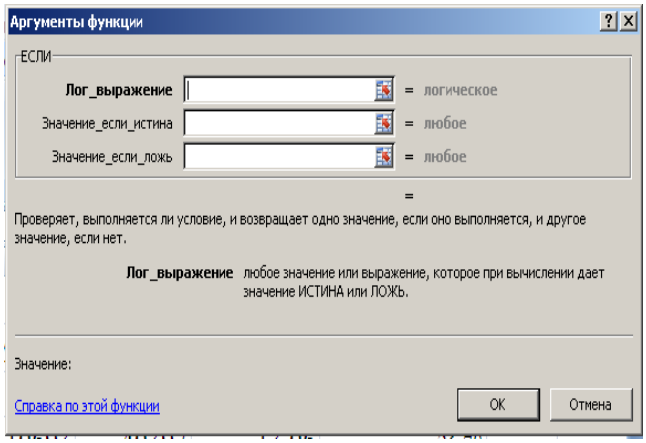


Рис.25

3) В поле **«Лог_выражение»** ставим курсор. Затем выделяем ячейки G19:G32, по данным которых будем определять группы в соответствии с критериями ABC- анализа. Выделенный диапазон ячеек автоматически появится в поле **«Лог_выражение».** В этом же поле задаем первое условие G19:G32<50 (рис.26). При этом в поле **«Значение_если_истина»** ставим заглавную букву А (английская раскладка клавиатуры). А в поле **«Значение_если_ложь»** - заглавную букву В (английская раскладка клавиатуры). Затем нажимаем клавишу ОК.

Чтобы задать второе (по поиску товарных категорий, относящихся к группе В) и третье (по поиску товарных категорий, относящихся к группе С) условия, следует в формульной строке поставить курсор и удалить букву «В» (рис 27). Затем необходимо воспользоваться окном недавно использованных функций (рис.28) и повторно выбрать функцию «Если». В открывшемся диалоговом окне в поле **«Лог_выражение»**задаем условие G19:G32<80,в поле **«Значение_если_истина»** ставим заглавную букву В (английская раскладка клавиатуры). А в поле **«Значение_если_ложь»** - заглавную букву С (английская раскладка клавиатуры) (рис.29) и нажимаем клавишу ОК.

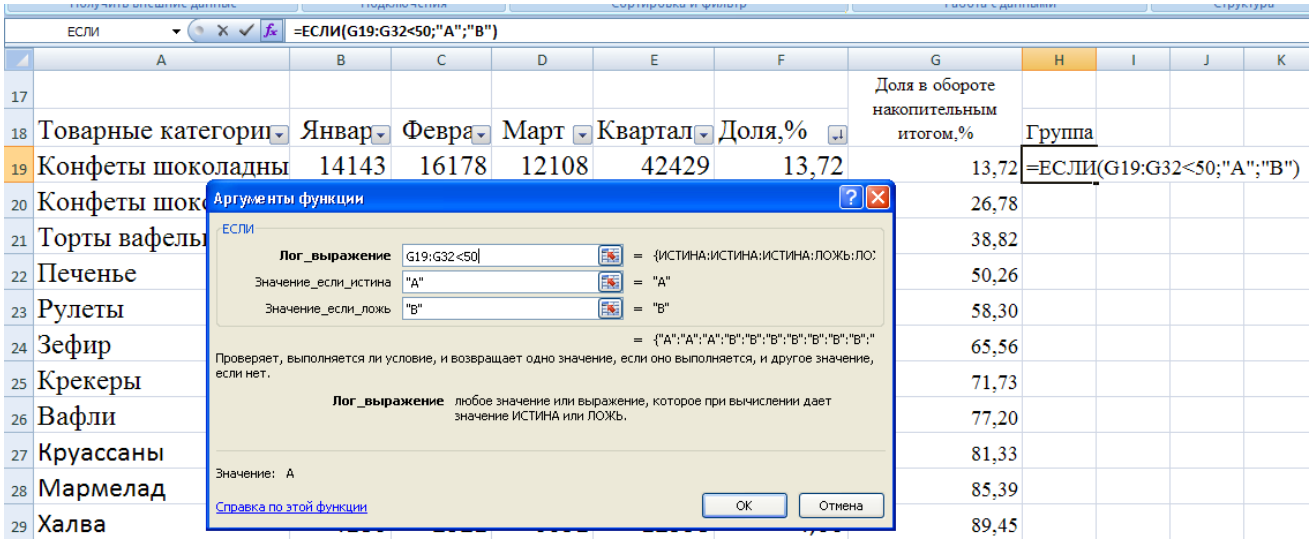


Рис.26

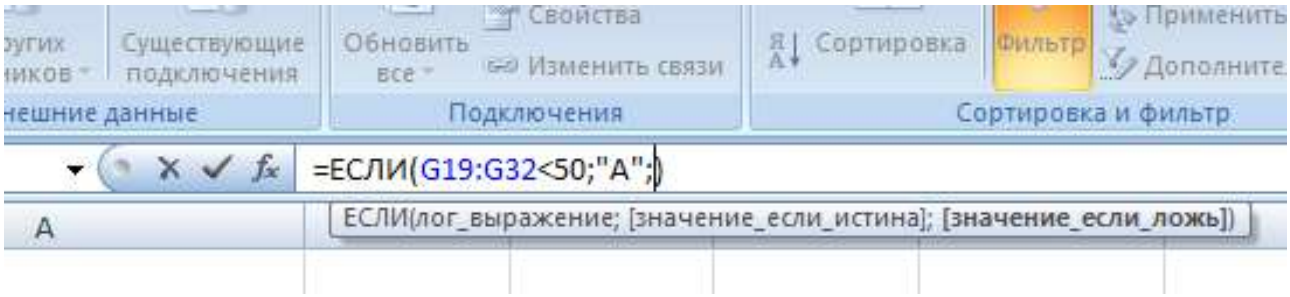


Рис.27

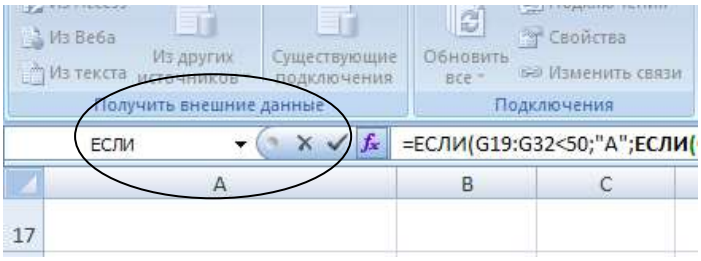


Рис.28

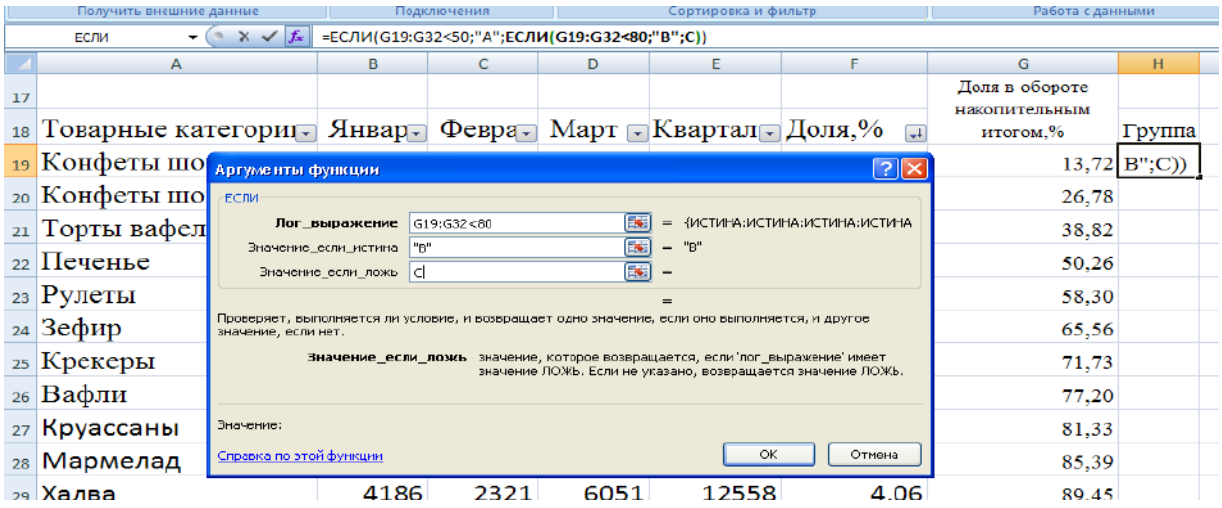


Рис.29

В итоге в формульной строке у нас появится выражение сложной логической функции:

```
=ЕСЛИ(G19:G32<50;"A";ЕСЛИ(G19:G32<80;"B";"C"))
```

Результатом этой функции будет автоматическое определение группы «А» в ячейке Н19. Копируем («протягиваем») данную формулу на ячейки Н19:Н32 и получаем распределение всех товарных категорий по группам АВС-анализа (рис.30).

	A	B	C	D	E	F	G	H
17							Доля в обороте накопительным итогом,%	
18	Товарные категории	Январь	Февраль	Март	Квартал	Доля,%		Группа
19	Конфеты шоколадны	14143	16178	12108	42429	13,72	13,72	A
20	Конфеты шоколадны	13466	16238	10693	40397	13,06	26,78	A
21	Торты вафельные	12406	10286	14527	37219	12,04	38,82	A
22	Печенье	11789	12582	10995	35366	11,44	50,26	B
23	Рулеты	8288	5232	11345	24865	8,04	58,30	B
24	Зефир	7480	5321	9638	22439	7,26	65,56	B
25	Крекеры	6364	5329	7398	19091	6,17	71,73	B
26	Вафли	5642	6238	5046	16926	5,47	77,20	B
27	Круассаны	4256	5212	3299	12767	4,13	81,33	C
28	Мармелад	4186	2142	6230	12558	4,06	85,39	C
29	Халва	4186	2321	6051	12558	4,06	89,45	C
30	Леденцы	4176	1856	6497	12529	4,05	93,51	C
31	Кексы фасованные	3453	3250	3656	10359	3,35	96,86	C
32	Галеты (хлебцы)	3242	4211	2272	9725	3,14	100,00	C

Рис.30

Для построения графика результаты АВС-анализа группируют в аналитическую таблицу, форма которой представлена на рисунке 31.

Группа АВС	Доля продаж	Количество товарных групп			Сумма продаж		
		Всего	Доля ,%	Накопительный итог, %	Всего	Доля,%	Накопительный итог,%
1	2	3	4	5	6	7	8
A							
B							
C							
Итого							

Рис.31

При заполнении графы 1 (рис.31), используют логическую функцию «ЕСЛИ». Так, для первой строки (условие выбора товаров, относящихся к группе А) данная функция в формульной строке будет выглядеть следующим образом (используется английская раскладка клавиатуры):

```
=ЕСЛИ(G19:G32<50;"A")
```

Причем, при заполнении аргументов функции поле **«Значение_если_ложь»**остается пустым(рис.32). Для второй строки (условие выбора товаров, относящихся к группе В):

```
=ЕСЛИ(G19:G32<80;"B")
```

Для третьей строки(условие выбора товаров, относящихся к группе С):

=ЕСЛИ(G19:G32<100;"С")

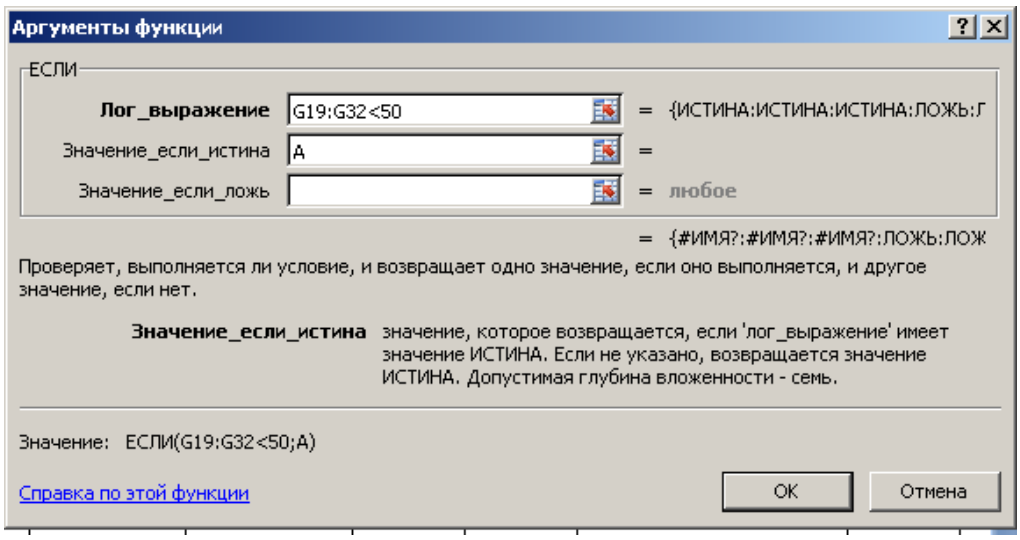


Рис.32

Графа 2 заполняется вручную. В первой строке поясняется суть группы «А» - «50% общей суммы», во второй - суть группы «В» - «30% общей суммы», в третьей – суть группы «С» - «20% общей суммы».

Для заполнения третьей графы используется логическая функция «СЧЁТЕСЛИ», суть которой сводится к подсчету количества товаров каждой группы. Так, для того чтобы определить количество товарных категорий относящихся к группе А (в первой строке) необходимо в ячейке К20 поставить знак равенства и вызвать мастер функций. Затем найти и выбрать требуемую логическую функцию. При этом откроется диалоговое окно (рис.33).

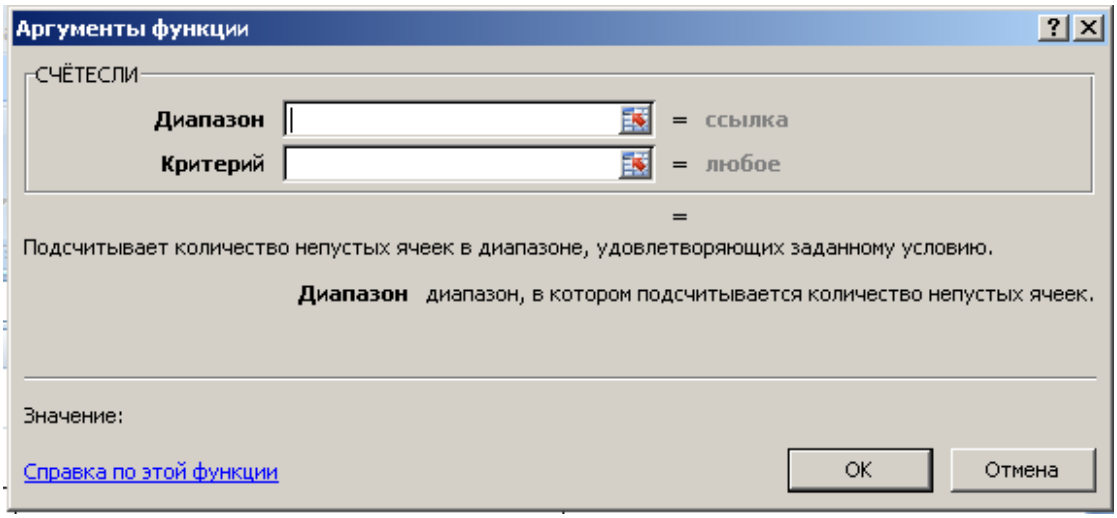


Рис.33

В поле «**Диапазон**»ставим курсор и затем выделяем ячейки Н19:Н32, в которых находятся результаты распределения всех товарных категорий по группам АВС-анализа. В поле «Критерий» заносим условие, которое было записано нами в ячейке I20 (рис.34).

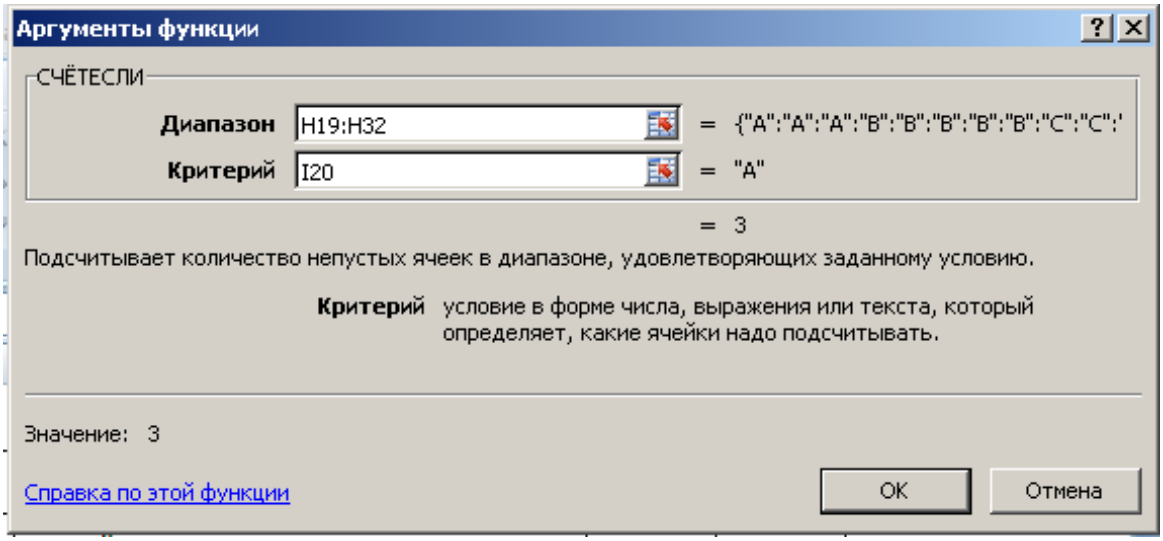


Рис.34

В формульной строке в результате таких действий в ячейке К20 появится следующая запись:

=СЧЁТЕСЛИ(H19:H32;I21)

Аналогично заполняем ячейки К21и К22:

=СЧЁТЕСЛИ(H19:H32;I21) =СЧЁТЕСЛИ(H19:H32;I22)

В графе 4 определяем относительные показатели – какую долю занимают товары каждой группы от общего количества товарных категорий.

В графе 5 рассчитываем доли по группам накопительным итогом (см. расчет в п.6).

Для расчета общей суммы продаж, приходящейся на товары группы А используем логическую функцию СУММЕСЛИ. При этом в открывшемся диалоговом окне (рис. 35) в качестве **диапазона** выбираем ячейки G19:G32, в которых указаны группы АВС-анализа; в качестве **критерия** – ячейку I20, в которой прописан механизм отбора товарных категорий в группу А; **диапазоном суммирования**будет столбец, в котором отражены суммы товарооборота за квартал – Е19:Е32.

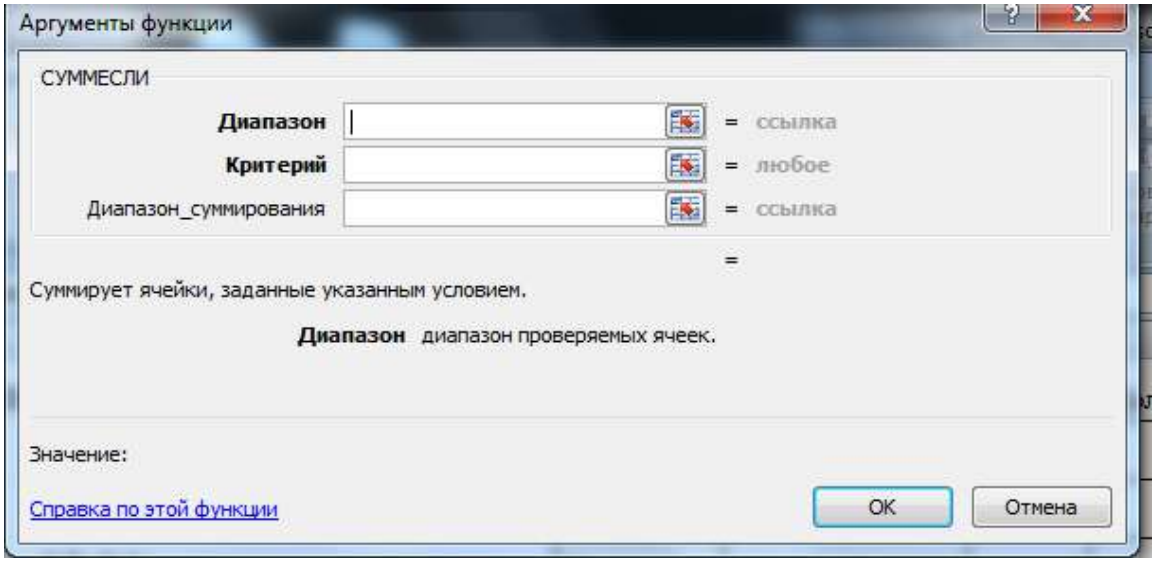


Рис.35

Аналогично определяем сумму продаж по товарам групп В и С.

Затем находим долю продаж товаров каждой группы в общем товарообороте и долю накопительным итогом (рис.36).

Группа АВС	Доля продаж	Всего	Доля ,%	Накопительный итог, %	Всего	Доля,%	Накопительный итог,%
1	2	3	4	5	6	7	8
A	50% общей суммы	3	21,4	21,4	120045	38,8	38,8
B	30% общей суммы	5	35,7	57,1	118687	38,4	77,2
C	20% общей суммы	6	42,9	100,0	70496	22,8	100,0
Итого		14	100,0		309228	100,0	

Рис.36

Полученные результаты АВС-анализа рассматривают, делают вывод и дают рекомендации торговому предприятию по повышению эффективности формирования ассортимента того или иного отдела.

Кроме того, по полученным данным (по данным графы 4 и 7) можно построить график, отражающий количество товаров, попавших в каждую группу и соответствующий им товарооборот (рис.37).

Для этого выделяем данные 4 и 7 столбцов (удерживая клавишу Ctrl на клавиатуре). Затем во вкладке «Вставка» выбираем тип графика «Гистограмма». Выделение появившегося графика (щелкнув по любой точке края графика левой кнопкой мыши) активизирует вкладку меню **«Работа с диаграммами»**. Во вкладке «**Конструктор**» можно изменить тип диаграммы, выбрать разные стили изображения диаграмм, изменять данные и выбирать макет.

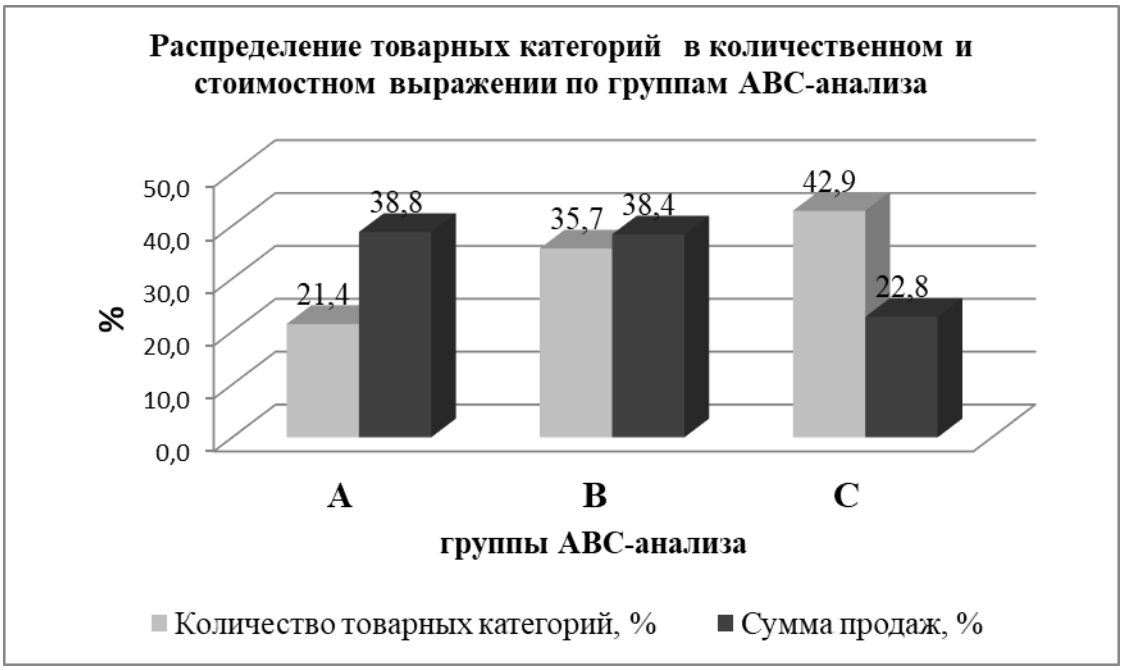


Рис.37

Так, данные рис.36 и 37 показывают, что 21,4% товарных категорий приносят предприятию 38,8% товарооборота, 35,7% товарных категорий – еще 38,4%, а остальные 42,9% товарных категорий – всего лишь 22,8%. При этом основное внимание товароведов

должно быть уделено шоколадным конфетам и вафельным тортам (товары группы А). Для более детального изучения данных товарных категорий необходимо провести АВС-анализ в разрезе ассортимента каждой группы товаров в отдельности. Это даст более точные результаты для повышения эффективности деятельности торгового предприятия.

Наряду с проведением АВС-анализа, выявляющим наиболее **приоритетные позиции** в ассортименте, на предприятии следует проводить XYZ-анализ.

XYZ-анализ — статистический метод, позволяющий анализировать и прогнозировать **стабильность** продаж отдельных видов товаров и **колебания** уровня потребления тех или иных ресурсов. Этот метод обычно применяется для ранжирования и группирования ассортиментных позиций по степени прогнозируемости объема спроса, или уходимости товара. Метод XYZ-анализа сходен с АВС-анализом и основывается на том же принципе: товары подразделяются на три группы — X, Y, Zисходя из значения коэффициента вариации за определенный период времени. Этот анализ делит объекты по степени отклонения от среднего показателя, высчитываемого за несколько периодов.

АВС-анализ показывает нам вклад товара в результат работы предприятия, а XYZ-анализ показывает стабильность или нестабильность спроса. Чем стабильнее спрос на товар, тем легче мы им управляем, тем ниже потребность в товарных запасах, тем легче планировать движение продукта.

Первым шагом выбираем объект анализа (группа, категория, позиция) и параметр, по которому мы будем сравнивать объекты (продажи за месяц, неделю и т.п.). Традиционно в рознице объектами анализа являются товарная категория или товарная единица. За основу анализа берется период продаж не менее трех месяцев. Если товар имеет оборачиваемость более месяца, то надо взять период, как минимум в три раза превышающий оборачиваемость.

Затем определяем коэффициент вариации — среднее квадратическое отклонение — для каждого объекта анализа. Коэффициент вариации означает величину отклонения продаж от среднестатистической, т. е. показывает, стабилен спрос на товар или нет.

Коэффициент вариации рассчитывают по формуле:

$$\mathcal{V} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n}}}{\bar{x}} * 100,$$

где x_i – значение параметра по оцениваемому объекту за период i;

$\bar{x}$- среднее значение параметра по оцениваемому объекту анализа;

n – число периодов.

Категория X— товары, которые характеризуются стабильностью продаж**,** а,следовательно, высокими возможностями прогноза продаж.По данной группе товаров **коэффициент вариации не превышает 10%.** Колебания спроса незначительны, спрос на них устойчив, следовательно, можно по этим товарам делать оптимальные запасы и использовать математические методы прогноза спроса и оптимального запаса.

Категория Y— товары, имеющие колебания в спросе и, как следствие, средний прогноз продаж. **Коэффициент вариации составляет 10-25%.** Отклонение от средней величины продаж существует, но оно колеблется в разумных пределах (в пределах 25%).

Категория Z — товары с нерегулярным потреблением, какие-либо тенденции отсутствуют, точность прогноза продаж невысокая. **Коэффициент вариации превышает 25% и может быть более 100%.** Это может быть группа товаров, доставляемая по заказу клиентов или недавно поступившая в продажу.

По данным таблицы 1 из предыдущего занятия рассчитаем коэффициенты вариации. Для этого подсчет по формуле будем выполнять в несколько действий.

Аналогично предыдущему занятию скопируем таблицу 1 в электронную таблицу. Определим товарообороты за квартал (см. предыдущее занятие).

Затем введем новую графу «Среднее». Его мы рассчитываем как частное от деления товарооборота за квартал на 3 (поскольку в квартале 3 месяца). Для этого в ячейку F2 заносим формулу:

=E2/3

Затем копируем её протяжкой (см. предыдущее занятие).

В следующей графе рассчитаем первое действие $\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2$. Для этого в ячейку G2 заносим формулу:

=(B2-F2)^2+(C2-F2)^2+(D2-F2)^2

Затем копируем её также протяжкой на весь столбик G2:G15.

В следующей графе рассчитаем второе действие $\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n}$. Для этого в ячейку H2заносим формулу:

=G2/3

Затем копируем её также протяжкой на весь столбик H2:H15.

В следующей графе рассчитаем третье действие $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n}}$. Для извлечения квадратного корня воспользуемся горячей клавишей «Мастер функций»  (см. предыдущее занятие). Выбираем категорию функции «Математические»; «Корень» (рис.38).

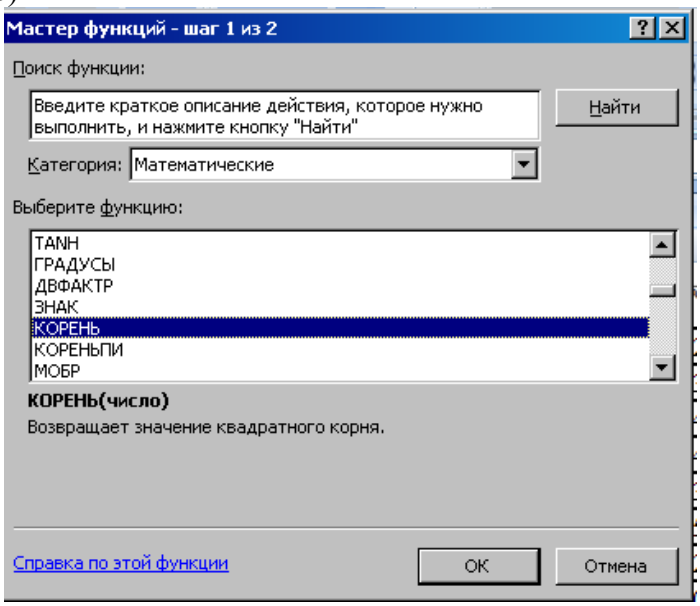


Рис.38.

В качестве аргумента функции будет значение, полученное в предыдущем действии, т.е. адрес ячейки H2 (рис.39).

В итоге проделанных операций в ячейке I2 отразится формула:

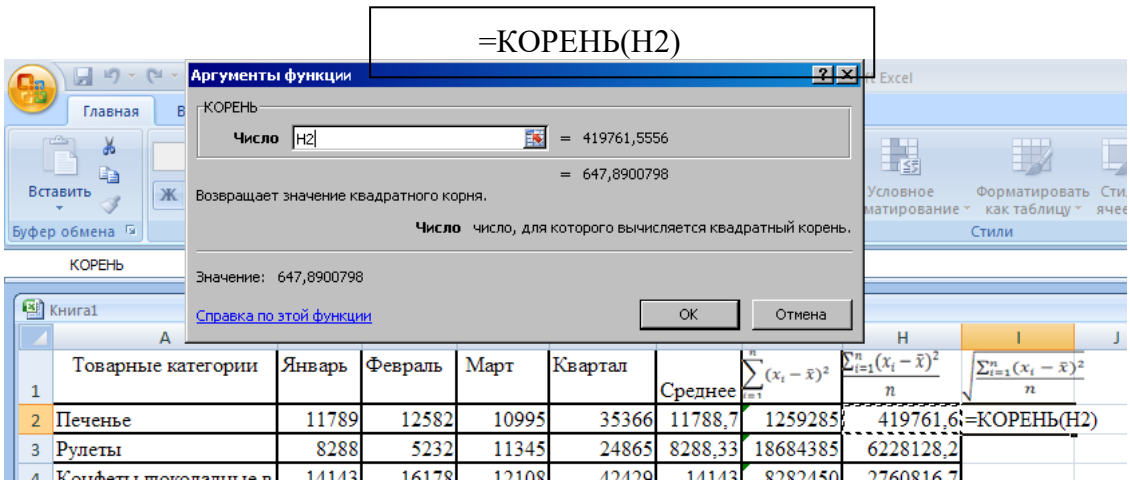


Рис.39

Затем копируем её также протяжкой на весь столбик I2:I15, предварительно уменьшив разрядность (см. предыдущее занятие).

В следующей графе рассчитаем последнее действие: $V = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n}}}{\bar{x}} * 100.$

Для этого в ячейку J2 заносим формулу:

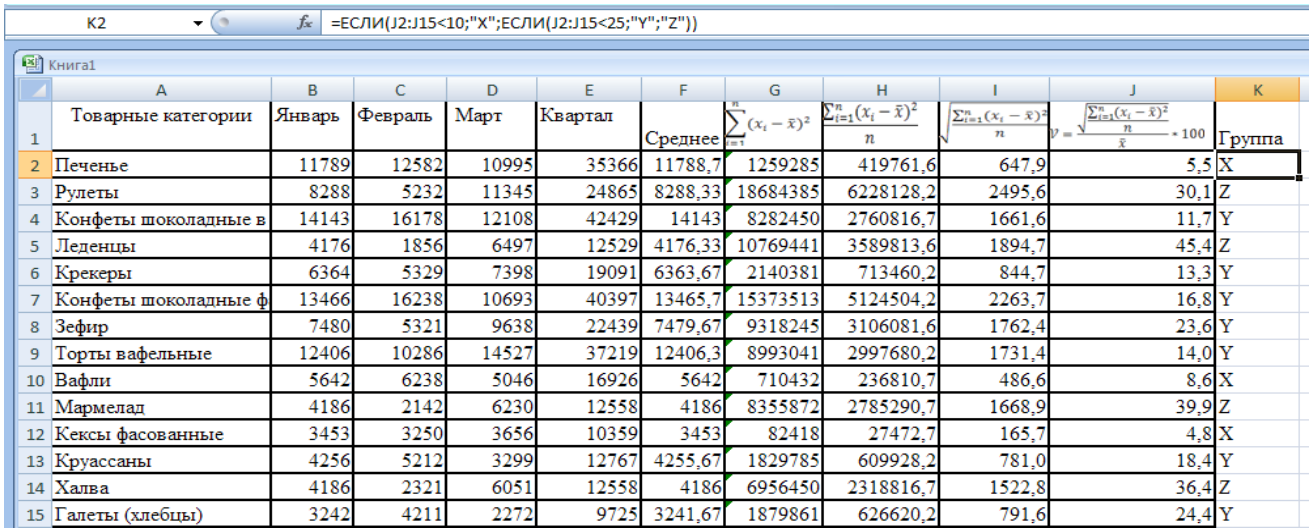
=I2/F2*100

Затем копируем её также протяжкой на весь столбик J2:J15, предварительно уменьшив разрядность. В итоге в данном столбце мы получаем искомые значения коэффициентов вариации по каждой товарной категории.

Для автоматического определения XYZ-группы в Электронной таблице, необходимо использовать логическую функцию «Если» (см. предыдущее занятие). В итоге в ячейке K2 будет сделана следующая запись:

=ЕСЛИ(J2:J15<10;"X";ЕСЛИ(J2:J15<25;"Y";"Z"))

Затем копируем её также протяжкой на весь столбик K2:K15. Таким образом, мы получим искомые группы (рис.40).



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Товарные категории	Январь	Февраль	Март	Квартал	Среднее	$\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2$	$\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n}$	$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n}}$	$v=\frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n}}}{\bar{x}}*100$	Группа
2	Печенье	11789	12582	10995	35366	11788,7	1259285	419761,6	647,9	5,5	X
3	Рулеты	8288	5232	11345	24865	8288,33	18684385	6228128,2	2495,6	30,1	Z
4	Конфеты шоколадные в	14143	16178	12108	42429	14143	8282450	2760816,7	1661,6	11,7	Y
5	Леденцы	4176	1856	6497	12529	4176,33	10769441	3589813,6	1894,7	45,4	Z
6	Крекеры	6364	5329	7398	19091	6363,67	2140381	713460,2	844,7	13,3	Y
7	Конфеты шоколадные ф	13466	16238	10693	40397	13465,7	15373513	5124504,2	2263,7	16,8	Y
8	Зефир	7480	5321	9638	22439	7479,67	9318245	3106081,6	1762,4	23,6	Y
9	Торты вафельные	12406	10286	14527	37219	12406,3	8993041	2997680,2	1731,4	14,0	Y
10	Вафли	5642	6238	5046	16926	5642	710432	236810,7	486,6	8,6	X
11	Мармелад	4186	2142	6230	12558	4186	8355872	2785290,7	1668,9	39,9	Z
12	Кексы фасованные	3453	3250	3656	10359	3453	82418	27472,7	165,7	4,8	X
13	Круассаны	4256	5212	3299	12767	4255,67	1829785	609928,2	781,0	18,4	Y
14	Халва	4186	2321	6051	12558	4186	6956450	2318816,7	1522,8	36,4	Z
15	Галеты (хлебцы)	3242	4211	2272	9725	3241,67	1879861	626620,2	791,6	24,4	Y

Рис.40

В результате проведенного анализа мы видим, что стабильно продаются в отделе – кексы фасованные, печенье и вафли. Шоколадные конфеты, вафельные торты, крекеры, круассаны, зефир, галеты имеют колебания в спросе от 11,7% до 18,3%. А предсказать спрос на такие позиции как рулеты, халва, мармелад и леденцы еще сложнее.

Совместив результаты ABC- и XYZ- анализа можно повысить эффективность управления товарными запасами и закупками товаров; выработать оптимальную закупочную политику в отношении каждого вида товаров; выявить перспективные и проблемные товары и увидеть пути развития ассортимента. В таблице 3 представлен результат совмещенного ABC- и XYZ- анализа по кондитерскому отделу.

В результате данного совмещения мы можем получить 9 групп объектов анализа (табл.4) по двум критериям – по степени влияния на конечный результат (ABC) и стабильность или прогнозируемость этого результата (XYZ).

При построении матрицы совмещенного анализа становится видно, что в данном отделе отсутствуют «товары-звезды» (нет AX), но есть устойчивые середняки. Имеет смысл часть ассортимента из группы AY перевести в более важную группу AX, т.е. стимулировать оборот по ним. А товары из группы CZ необходимо перевести в AZ, например, создавая из них подарочные наборы.

Первое, на что нужно обращать внимание, это товары групп Аи В. Они обеспечивают основной оборот магазина и важно, чтобы они всегда были в наличии. Очень часто менеджер, отвечающий за закупки, делает избыточный запас по группе А, справедливо полагая, что если этот товар кончится, то магазин потеряет значительную часть оборота. Использование совмещенногоABC- и XYZ-анализа позволит оптимизировать закупочную политику и регулировать складской запас. Также с помощью новых данных можно распределить усилия персонала по наблюдению над разными группами товаров.

Таблица 3- Результаты совмещенного АВС- и XYZ- анализа

Товарные категории	Оборот по группе за I квартал	Доля в обороте, %	Коэффициент вариации, %	Группа по обороту	Группа стабильности спроса
Конфеты шоколадные в коробках	42429	13,72	11,7	A	Y
Конфеты шоколадные фасованные	40397	13,06	16,8	A	Y
Торты вафельные	37219	12,04	14,0	A	Y
Печенье	35366	11,44	5,5	B	X
Рулеты	24865	8,04	30,1	B	Z
Зефир	22439	7,26	23,6	B	Y
Крекеры	19091	6,17	13,3	B	Y
Вафли	16926	5,47	8,6	B	X
Круассаны	12767	4,13	18,3	C	Y
Мармелад	12558	4,06	39,9	C	Z
Халва	12558	4,06	36,4	C	Z
Леденцы	12529	4,05	45,4	C	Z
Кексы фасованные	10359	3,35	4,8	C	X
Галеты (хлебцы)	9725	3,14	24,4	C	Y

Таблица 4 - Матрица совмещенного АВС- и XYZ-анализа

AX (Значительный вклад в результат, продажи стабильны) ***нет***	AY (Значительный вклад в результат, продажи колеблются) ***Конфеты шоколадные в коробках и фасованные,*** ***Торты вафельные***	AZ (Значительный вклад в результат, продажи нестабильны) ***нет***
BX (Средний вклад в результат, продажи стабильны) ***Печенье,*** ***вафли***	BY (Средний вклад в результат, продажи колеблются) ***Зефир,*** ***крекеры***	BZ (Средний вклад в результат продажи нестабильны) ***рулеты***
CX (Малый вклад в результат, продажи стабильны) ***Кексы фасованные***	CY (Малый вклад в результат, продажи колеблются) ***Круассаны,*** ***галеты***	CZ (Малый вклад в результат, продажи нестабильны) ***Мармелад,*** ***халва,*** ***леденцы***

AX — высокий оборот и стабильность спроса. Мы можем прогнозировать продажи товаров этой группы. Важно иметь запас на складе, но он не обязательно должен быть

избыточным. Вероятно, по товарам этой группы нужно предусмотреть резервного поставщика на случай, если основной поставщик сорвет сроки поставки, но обращение к резервному поставщику за данным видом товаров будет достаточно редким. Страховой запас по некоторым товарам может быть невысокий, но можно к минимальному запасу добавить 10% на колебания спроса (в случае если мы имеем дело с товаром группы X, но коэффициент вариации у него достаточно высокий — 7-10%, значит, колебания спроса все же есть и их нужно предусмотреть).

BX — средний оборот и стабильность спроса. Можно прогнозировать продажи товара и нежелательно, чтобы товар отсутствовал в продаже. Запас товара может быть не избыточным, но к минимальному страховому запасу можно добавить 10-15%, так как нам важно обеспечить спрос покупателей и не обмануть их ожидания. По данной группе товаров можно использовать систему JIT[1] - «точно в срок», чтобы не создавать избыточный запас. В данном случае товар группы B важен для оборота, но сбой в его поставках не так критичен, как в предыдущем случае, поэтому мы можем себе позволить спокойно работать по системе JIT. Также правильным будет иметь резервного поставщика, который сможет оперативно поставить важный для нас товар.

AY и **BY** — важны для оборота магазина, но имеют среднюю прогнозируемость спроса. Если мы не обеспечим наличие этих товаров в магазине, то потеряем значительный оборот. По этим группам возможно увеличение складского запаса (от 10 до 25% — сообразно коэффициенту вариации). Поэтому по ним важно осуществлять поставки меньшими, но более частыми партиями. Работу с ними хорошо бы поручить сильному менеджеру, так как цена ошибки в поставке по этим товарам велика.

AZ и **BZ** — важны для оборота, но плохо прогнозируемы. По этим товарам нет смысла делать избыточный запас, так как запас придется держать слишком большой из-за высоких колебаний спроса. По ним можно предусмотреть резервных поставщиков, которые смогут в случае необходимости поставлять товар быстро. Главное требование к таким поставщикам — оперативность доставки. Важен постоянный контроль за остатками таких товаров, с этими группами должен работать самый опытный специалист, чтобы вовремя отреагировать на спрос.

Товары группы **BZ**, имеющие значительные колебания спроса (более 100%), можно перевести на работу под заказ или по каталогу. Также необходимо проанализировать, в чем причина таких колебаний, — возможно, это товар с ярко выраженной сезонностью (куличи к Пасхе, новогодние игрушки) или поставки по этим товарам нерегулярны. Возможно, если мы имеем дело с товаром, требующим консультативной продажи, колебания в продажах зависят от того, какой именно продавец работает в дни хороших и плохих продаж. В любом случае это товар, требующий особого внимания и анализа.

CX — товар-балласт, который, тем не менее, пользуется устойчивымспросом. Его можно попытаться перевести в группу B, если он так нужен покупателям. Но в любом случае делать избыточный заказ по этому товару нет необходимости, так же, как и использовать резервного поставщика. Достаточно будет перевести этот товар на систему поставки JIT или на систему фиксированного заказа. Можно увеличить

[1]JIT (just-in-time) - система поставки «точно в срок». Характеризуется работой с минимальным складским запасом и рассчитан на поставку товара точно в срок — как раз тогда, когда он кончается

интервал между поставками и снизить до предела страховой запас. Даже если товар закончится, сильного урона обороту компании это не принесет. Нет смысла также поручать работу с этим товаром новичку — новичок не научится принимать самостоятельные решения, так как заказывать товар CX можно вполне механически.

CY — товар условно «малоценный» и имеющий колебания в продажах. Политика в отношении этого товара сходна с предыдущей группой, но можно чуть увеличить сумму страхового запаса, так как тогда оборотные средства будут заморожены в относительно небольшом запасе. И эти товары можно отдать неопытному менеджеру для тренировки навыка реагирования на спрос. Даже если он допустит ошибки, то большого урона это не принесет.

CZ — товары, вносящие малый вклад в прибыль и имеющие значительные колебания в продажах. Необходимо тщательно проанализировать эти товары, перед тем как принять решение об их выводе из ассортимента. Возможно, это товары-новички, и тогда за ними нужно постоянно наблюдать. Если это товары, давно пребывающие в ассортиментной матрице, то именно они являются первыми кандидатами на вывод. Такие товары привозятся в основном под заказ и не должны занимать место на складе — их вполне можно выставлять только в торговом зале. За товарами этой группы нужно также тщательно следить и быстро принимать решение, иначе отсутствие контроля образует неликвиды и излишки товара. Такие товары подлежат в первую очередь распродажам, снижению цен, идут в качестве подарков или призов покупателям.

Вопросы для проверки знаний

1. Какие факторы оказывают влияние на формирование ассортимента предприятий АПК?
2. Что Вы можете сказать о принципе Парето? В чем заключается ценность принципа Парето для предприятий АПК?
3. Опишите этапы анализа ассортимента ABC- методом.
4. Как можно истолковать результаты, полученные после
5. проведения ABC-анализа ассортимента?
6. Что представляет собой совмещенный ABC-анализ, проведенный по двум параметрам (обороту и прибыли)?
7. Как истолковать полученные в результате проведения совмещенного ABC-анализа данные?
8. Назовите преимущества и ограничения в применении методов анализа ассортимента.
9. В чем суть XYZ-анализа? Опишите этапы анализа ассортимента XYZ - методом.
10. Как можно истолковать результаты, полученные послепроведения XYZ - анализа ассортимента?
11. Что представляет собой совмещенный ABC- XYZ анализ?
12. Как истолковать полученные в результате проведения совмещенного ABC-XYZ анализа данные?
13. Назовите минусы XYZ -анализаЧто представляет собой «логистика запасов»?
14. Какую роль играют запасы в экономике?

на складе. Позволяет иметь минимальный запас и высвободить оборотные средства компании. Но в стране с непредсказуемой погодой и плохими дорогами, с ветхим автопарком не всегда приемлема.

15. Что подразумевается под управлением запасами?
16. Что означает правило «80-20»?
17. Что нового принесла логистика в развитие системы запасов?
18. Какие виды запасов Вы знаете?
19. Какие уровни запасов вы знаете и как они определяются?
20. Что представляет собой страховой запас и как определить его величину?
21. Как определить оптимальный размер заказа?
22. Какие системы управления запасами Вы знаете? В чем их сущность, достоинства и недостатки?

Задания для самостоятельной работы

1. Докажите необходимость и покажите сущность нормирования запасов.

2. Определить величину страхового запаса исходя из:
   1) интервалов превышения средневзвешенного интервала поставок;
   2) среднеквадратичного отклонения интервала поставок;
   3) среднеквадратичного отклонения объемов поставок

   при следующих исходных данных:

Варианты	Дата поставки							
	6.04	15.04	28.04	10.05	25.05	5.06	20.06	25.06
	Объем поставки, кг							
I	70	100	120	120	80	100	60	120
II	50	50	60	100	120	100	70	100
III	60	50	70	80	90	100	110	120
IV	120	110	80	70	60	50	60	70
V	200	150	160	170	180	190	200	190
VI	180	170	160	150	140	130	120	100
VII	150	160	180	200	180	160	140	140
VIII	130	120	110	110	100	90	80	70
IX	130	120	120	130	120	140	150	130
X	100	110	150	120	120	130	130	140

1. Проведите АВС и XYZ анализ ассортимента горошка зеленого по данным супермаркета о его продажах за 3 месяца (табл.1). Постройте матрицу совмещенного анализа, график распределения товарных категорий в стоимостном и количественном выражении по группам АВС- анализа. Сделайте вывод и дайте рекомендации предприятию по формированию его ассортимента.

Таблица 1 - Оборот зеленого горошка разных торговых марок за 1 квартал 20___ г., руб.

Товар	Оборот за декабрь, руб.	Оборот за январь, руб.	Оборот за февраль, руб.
Горошек зеленый в/с 400г ГОСТ ж/б Союзная марка	5023	4069	4372
Горошек зеленый Эко 400г ж/б	1759	1362	1482
Горошек зеленый Бондюэль Нежный 200г ж/б ключ	2369	1536	1635

Товар	Оборот за декабрь, руб.	Оборот за январь, руб.	Оборот за февраль, руб.
Горошек зеленый стерилизованный BULGAR PRODUCT 425мл ж/б	709	548	632
Горошек зеленый1 400г ТУ ж/б СТМ	1378	1089	1110
Горошек зеленый Эко 212мл ж/б	869	669	683
Горошек зеленый Gartenz 690мл с/б	230	146	182
Горошек зеленый 300г ТУ ж/бл СТМ	764	597	623
Горошек зеленый Глобус 425мл ж/б	315	250	248
Горошек зеленый Gartenz 420мл ж/б	218	171	164
Горошек зеленый Бондюэль с морковью в кубиках 400г ж/б	112	82	91

4. Проведите АВС и XYZ анализ ассортимента сливочного масла по данным супермаркета о его продажах за 3 месяца (табл. 2). Постройте матрицу совмещенного анализа, график распределения товарных категорий в стоимостном и количественном выражении по группам АВС- анализа. Сделайте вывод и дайте рекомендации предприятию по формированию его ассортимента.

Таблица 2 - Оборот масла сливочного за 1 квартал 20____ г., руб.

Наименование сливочного масла	Оборот за январь	Оборот за февраль	Оборот за март
Масло сливочное «Valio»	18980	11584	9584
Масло сладко-сливочное Ухолово	28220	24500	14584
Масло Prezident	12320	14452	8520
Масло сладко-сливочное АМКА	71450	60654	52854
Масло сладко-сливочное ОКА-РЕКА	65510	40341	26543
Масло сливочное Крестьянское	31240	21426	16581
Масло «Продукт из Старожилово»	23170	26985	24582
Масло сливочное Anchor	12060	9045	6457
Масло сливочное «Kerrugold»	9450	7057	2584
Масло сливочное «Lurpak»	5230	6220	3860

5. Проведите АВС и XYZ анализ ассортимента муки пшеничной хлебопекарной по данным супермаркета о её продажах за 3 месяца (табл.3). Постройте матрицу совмещенного анализа, график распределения товарных категорий в стоимостном и количественном выражении по группам АВС- анализа. Сделайте вывод и дайте рекомендации предприятию по формированию его ассортимента.

Таблица 3 - Оборот муки пшеничной хлебопекарной разных торговых марок за 1 квартал 20___ г., руб.

Наименование торговой марки	Оборот за январь	Оборот за февраль	Оборот за март
Мука «Макфа»	69824,85	64696,15	74568,35
Мука «Сокольническая»	70143,97	85612,35	96245,61
Мука «Луховицкий			

Наименование торговой марки	Оборот за январь	Оборот за февраль	Оборот за март
МЗ»	16802,45	27659,3	35730,88
Мука «Рязаночка»	35851,1	25123,65	37987,38
Мука «Пудовъ»	1095,25	2587,65	3412,25
Мука «Алейка»	6542,27	12049,95	17452,62
Мука «Французская штучка»	27776,67	21504,7	32548,64
Мука «Народная»	1629,16	2854,21	3521,15
Мука «Едим дома»	4804,34	5421,58	6521,36

6. Проведите АВС и XYZ анализ ассортимента чая зеленого байхового по данным супермаркета о его продажах за 3 месяца (табл.4). Постройте матрицу совмещенного анализа, график распределения товарных категорий в стоимостном и количественном выражении по группам АВС- анализа. Сделайте вывод и дайте рекомендации предприятию по формированию его ассортимента.

Таблица 4 - Оборот товарной группы «Чай зеленый байховый» в ООО «Продукты» за I квартал 20____ г., руб

Наименование товара , производитель	Оборот за январь	Оборот за февраль	Оборот за март
Чай зеленый байховый китайский листовой «Принцесса Ява», ООО «Орими-Трейд», Ленинградская область	5062,17	7257,47	2910,80
Чай зеленый байховый китайский листовой «Акбар», ООО «Яковлевская чаеразвесочная фабрика», Московская обл.	986,14	808,48	1006,78
Чай зеленый байховый листовой «Дилма», Шри-Ланкийская компания «Дилма»	6719,70	7230,67	1355,40
Чай зеленый байховый китайский крупнолистовой «Альманах» , ООО «Универсальные пищевые технологии», Московская обл.	5632,23	4799,16	7066,61
Чай зеленый байховый китайский листовой «Ахмад», Английская компания «Ахмад Ти»	5894,55	5476,00	9950,45
Чай зеленый байховый китайский листовой «Ристон», ООО «Премиум Брендс ЮК», г. Электросталь	4031,59	3839,07	5557,62
Чай зеленый байховый листовой «Ганпаудер», Шри-Ланка	2295,53	4327,86	4753,49
Чай зеленый байховый китайский листовой горный «Мальтре», ООО «Современные чайные технологии», г. Москва	1112,78	1559,21	772,63

7. Управление запасами на предприятии осуществляется на персональном компьютере стоимостью 25 тыс. руб. (норма амортизации - 20 %). Склад работает в три смены. Компьютер обслуживается одним оператором с окладом 1000 руб./мес. Дополнительная заработная плата составляет 10 %, отчисления на соцстрах - 38,5 %. В среднем за год на складе хранятся 2000 наименований сырья. На один вид сырья приходится 10 % площади (расходов). Количество рабочих дней в году - 300, в месяце - 22. Период проверок состояния запасов - 30 дней. На одну проверку привлекается дополнительно 1 человек с окладом 1200 руб./мес. Проверка длится 2 дня. Другие расходы, связанные с хранением, составляют 20 % от рассчитанных. Период времени

между двумя поставками по одной из номенклатур сырья составляет 15 дней, величина партии 500 кг. Определить затраты на хранение 1 т текущего запаса в сутки и в год.

8. Проанализируйте методы управления запасами на конкретном предприятии АПК (по данным периодической печати или по материалам какого-либо предприятия).

9. После того, как решена задача «Сделать самим, или купить» в пользу того, что бы купить, и предприятие определило, какие материалы, и какое сырье необходимо закупить, решают задачу выбора поставщика.

Опишите, каким образом Вы будете искать потенциальных поставщиков.

10. Предприятие, имеющее список потенциальных поставщиков обратилось к Вам как к специалистам по логистике с просьбой сформировать перечень критериев оценки потен-циальных поставщиков с выделением в них основных и второстепенных критериев.

Необходимо составить как можно больше критериев и проставить в них веса.

11. По следующим данным определить, кого из двух потенциальных поставщиков следует выбрать и почему.

Наименование критерия	Поставщики	
	А	Б
Качество	5	4
Удаленность поставщика от потребителя	5	9
Цена	3	7
Наличие резервных мощностей	5	3
Ассортимент	4	5
Психологический климат у поставщика	3	6
Надежность поставок	7	4
Текучесть кадров у поставщика	3	2

РАЗДЕЛ 5. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЛОГИСТИКА

I. Методика расчета длительности производственного цикла при последовательном виде движения сырья и промежуточных продуктов его переработки

$$T_{пос.} = n * \sum t_i + \sum t_{пер.j}$$

где

$T_{пос.}$ - длительность производственного цикла при последовательном виде движения сырья и промежуточных продуктов его переработки, мин;

n – объем партии перерабатываемого сырья, т

t_i– такт (продолжительность) i-той операции (i = 1….m – количество операций, выполняемых на одном рабочем месте, или на нескольких рабочих местах полностью параллельно);

$t_{пер.j}$ – продолжительность j-ого перерыва между выполнением операций (j = 1….к – количество перерывов).

$$t_i = T_р / P_м$$

где

$T_р$ – такт рабочего места, мин/т;

$P_м$– число рабочих мест.

Пример 1. Определить длительность технологического цикла обработки 4-х предметов труда по следующим данным:

Операции	Производительность оборудования, т/смену	Число рабочих мест
1	150	1
2	200	2
3	180	1
4	120	1

Продолжительность смены 8 ч, регламентированные перерывы за смену 30 минут.

Решение:

1. Определяем такт операций:

$t_1 = (480 – 30) / (1 * 150) = 3$ $t_2 = (480 – 30) / (2 * 200) = 1,125$

$t_3 = (480 – 30) / (1 * 180) = 2,5$ $t_4 = (480 – 30) / (1 * 120) = 3,75$

2. Находим длительность производственного цикла.

$T_{пос.} = 4 * (3 + 1,125 + 2,5 + 3,75) = 41,5$ (мин)

II. Методика расчета длительности производственного цикла при параллельном виде движения сырья и промежуточных продуктов его переработки

$T_{пар.} = t_{гл.} * (n – 1) + \sum t_i + \sum t_{пер.j}$

где $t_{гл.}$ – время наиболее длительной операции, условно принятой за главную, мин.

Пример 2. Определить длительность технологического цикла производства по условию примера 1, если движение сырья осуществляется параллельным способом.

$T_{пар.} = 3,75 * (4 – 1) + (3 + 1,125 + 2,5 + 3,75) = 21,625$ (мин)

Если сырье и промежуточные продукты его переработки передаются в производство определенными партиями (размер которых определяется объемом загрузки оборудования – дежи, тестомесильной машины, вместимость аппаратов стерилизации и т.д.), то формула принимает следующий вид:

$T_{пар.} = t_{гл.} * (n – p) + p * \sum t_i + \sum t_{пер.j}$

где p – объем передаваемой партии сырья.

Пример 3. Для рассматриваемого примера, если передаваемая партия равна 2, то длительность технологического цикла составит:

$T_{пар.} = 3,75 * (4 – 2) + 2 * (3 + 1,125 + 2,5 + 3,75) = 28,25$ (мин)

III. Методика расчета длительности производственного цикла сырья и промежуточных продуктов его переработки

<u>I Способ.</u>

$T_{смеш.} = \sum S + t_з * (n – 1) + \sum t_i + \sum t_{пер.j}$

где S – время смещения начала последующей операции по отношению к концу предыдущей. Оно находится в том случае, если последующая операция меньше, чем предыдущая.

$$S = (t_б – t_м) * (n – 1)$$

$t_з$ – продолжительность заключительной операции.

Пример 4. Определить по данным примера 1 длительность технологического цикла при смешанном виде движения сырья.

$S = (3 – 1,125) * (4 – 1) = 5,625$

$T_{смеш.} = 5,625 + 3,75 * (4 – 1) + (3 + 1,125 + 2,5 + 3,75) = 27,25$ (мин)

<u>II Способ.</u>

$$T_{смеш.} = (\sum t_{дл} – \sum t_{кор}) * (n – 1) + \sum t_i + \sum t_{пер.j}$$

где $\sum t_{дл}$ – сумма длинных операций производственного цикла;

$\sum t_{кор}$ - сумма коротких операций производственного цикла

Длинной (короткой) считается та операция, продолжительность которой больше (меньше) смежных с ней операций. Для ее определения длительность всех операций цикла записывают последовательно, начиная с нуля и заканчивая нулем.

Пример 5. Решить задачу 4 вторым способом.

Выпишем в линию длительность всех операций, закрывая их концы нулями:

$$0 – 3 – 1{,}125 – 2{,}5 – 3{,}75 – 0$$

Следовательно длинными будут две операции $t_1 = 3$ (она находится между 0 и 1,125) и $t_4 = 3{,}75$ (между 2,5 и 0). Короткая операция только одна $t_2 = 1{,}125$ (между 3 и 2,5).

$\sum t_{дл} = 3 + 3{,}75 = 6{,}75$ $\sum t_{кор} = 1{,}125$

$T_{смеш.} = (6{,}75 – 1{,}125) * (4 – 1) + (3 + 1{,}125 + 2{,}5 + 3{,}75) = 27{,}25$ (мин)

Если смешанный вид движения сырья и промежуточных продуктов его переработки осуществляется оптимальными партиями, то формула примет следующий вид:

$$T_{смеш.} = \sum S + t_з * (n – p) + p * \sum t_i + \sum t_{пер.j}$$

$$S = (t_б – t_м) * (n – p)$$

Пример 6. Решим задачу, если движение сырья осуществляется смешанным способом.

$S = (3 – 1{,}125) * (4 – 2) = 3{,}75$

$T_{смеш.} = 3{,}75 + 3{,}75 * (4 – 2) + 2 * (3 + 1{,}125 + 2{,}5 + 3{,}75) = 32$ (мин)

Методы обоснования[2] эффективности логистических нововведений

1. Метод обоснования эффективности логистических нововведений по средней норме прибыли на инвестиции

Пример 1.Для внедрения логистического проекта необходимы первоначальные вложения в размере 100 тыс.руб. и на рекламную кампанию через год еще 100 тыс.руб. Во второй, третий и четвертый год данное технологическое нововведение принесет дополнительно 70, 180 и 90 тыс. руб. прибыли. В пятом году продукция станет не популярной и прибыль составит 10 тыс.руб. Затем проект закроют. Определите среднюю норму прибыли на инвестиции.

Решение:

Среднегодовая балансовая прибыль на инвестиции за 5 лет равна:

(70+180+90+10) / 5 = 70 тыс. руб.

Инвестиции в данный проект составят: 100 + 100 = 200 тыс. руб.

Средняя норма прибыли на инвестиции составит:

70 *100 / 200 = 35%

Если необходимо сравнить несколько альтернативных проектов, то предпочтение будет отдано тому, у которого средняя норма прибыли на инвестиции больше.

Недостаток данного метода состоит в том, что он не учитывает времени притока и оттока средств, и доходы за более поздние годы реализации проекта учитываются наравне с доходами, полученными раньше.

2. Метод обоснования эффективности логистических нововведений по периоду окупаемости

Метод окупаемости инвестиций заключается в вычислении периода, в течение которого доходы покрывают вложения. Прежде чем рассматривать альтернативные

[2] Источник: Горбовцов Г.Я Управление проектом: Учебно-методический комплекс. – М.: Издат. центр ЕАОИ, 2009. – С.97 - 107

проекты, предприятию необходимо установить максимально приемлемый для него период окупаемости вложений. После этого следует найти действительный срок окупаемости проектов по формуле:

$\sum_{t=1}^{N}$ CFt-I_0

где I_0 – первоначальное вложение средств;

CF_t – годовой поток средств по проекту за период t;

N – годы реализации проекта.

Значение показателя N, при котором $\sum_{t=1}^{N}$ CFt - I_0 = 0, показывает период окупаемости проекта.

Пример 2. Обоснуйте выбор проекта из альтернатив, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Поток денежных средств по альтернативным проектам, у.д.е.

Год	Проект			
	А	Б	С	Д
0	-150	-150	-150	-150
1	30	0	45	40
2	120	30	75	60
3	15	90	90	75
4	-30	240	120	175

Решение:

Период окупаемости по каждому проекту можно подсчитать, суммируя ежегодные потоки денежных средств до тех пор, пока сумма не сравняется с величиной первоначальных вложений – 150 у.д.е.

Так, для проекта А период окупаемости равен двум годам, или 30+120-150 = 0.

Для проекта Б – 3 $^1/_8$года (за три года еще не окупятся 30 у.д.е. 0+30+90-150 = 30; которые окупятся за следующие 1/8 года 30/240 =1/8), для проекта В – 2 $^1/_3$ года, для проекта Г – 2 $^2/_3$ года.

Полученные результаты показывают, что выгоднее всех проект А, который должен окупиться за 2 года. Однако можно заметить, что, начиная с третьего года его доходность резко снизится, а в четвертом году он принесет предприятию убыток.

Таким образом, использование метода окупаемости вложений также имеет ряд недостатков:

- он не учитывает доходность предприятия после завершения периода окупаемости;
- он не учитывает изменение стоимости денег во времени.

В связи с этим, он не может гарантировать выбор оптимального проекта. Тем не менее, этот метод является достаточно популярным и часто применяется в качестве дополнительного инструмента оценки проектов.

3. Метод обоснования эффективности логистических нововведений по чистой приведенной стоимости

Метод оценки проектов по чистой приведенной стоимости (NPV) предполагает проведение дисконтирования потока денежных средств, поскольку средства, полученные в настоящее время, являются более ценными для предприятия, чем средства, полученные в будущем. На это есть несколько причин. Одна из них связана с возможностью немедленного удовлетворения потребностей предприятия, а вторая – с инфляцией, снижающей покупательную способность денег тем сильнее, чем дольше они пребывают в виде наличных. В связи с этим считается, что стоимость денег изменяется со временем. Связь стоимости денег со временем отражается в существовании процента, уплачиваемого или получаемого за право использовать деньги в конкретные моменты времени. Даже при отсутствии инфляции деньги имеют связь со временем, поскольку всегда есть возможность прибыльно их вложить.

Чтобы иметь возможность сравнить возможный доход с текущей рыночной ценой денег или издержками инвестирования, нужно привести будущие денежные суммы к сегодняшним условиям. Для этих целей используется показатель чистой приведенной стоимости (NPV).

Чистая – поскольку для расчета берется разность между доходами и расходами.

Приведенная – т.е. при расчете будущих прибылей учитывается необходимая ставка дисконтирования, приведенная к текущей дате.

Стоимость – как критерий отбора проекта. Если чистая приведенная стоимость положительна, то прибыль от проекта превысит затраты предприятия. Если отрицательна – то проект не обеспечит необходимую для покрытия вложений прибыль, а следовательно, такой проект не приемлем для внедрения.

Рассмотрим на примере, как можно определить стоимость денег в будущем.

Пример 3. Если положить на вклад 100 у.д.е. под 10% годовых, то через год можно получить 110 у.д.е. (110 = 100+ (100*0,1)).

Запишем это выражение формулами:

$$FV = PV + (PV * i) = PV * (1+i),$$

гдеPV– приведенная стоимость денег;

FV– стоимость этой же суммы денег в будущем;

i – процентная ставка вклада.

Если оставить полученную сумму денег в банке под те же проценты еще на год, то еще через год получим:

$FV = 110 * (1+0,1) = 100 *(1+0,1) * (1+0,1) = 100 * (1 + 0,1)^2$ и т.д.

Если преобразовать эту последовательность в формулу сложных процентов, то получим:

$$FV = PV* (1+i)^n,$$

где n – количество лет, на которое положены деньги в банк под данную процентную ставку.

Выразим из этой формулы приведенную стоимость:

$$PV = \frac{FV}{(1+i)^n}$$

Рассмотрим пример 4.

Пример 4. Необходимо узнать, какую сумму денег следует вложить в банк под 10% годовых, чтобы через два года получить 100 у.д.е.

Решение: Для того, чтобы узнать эквивалент этой суммы в настоящее время, надо найти приведенную стоимость – PV.

$$PV = \frac{100}{(1+0,1)^2} = 82,65 \text{ у.д.е.}$$

Если рассматривать проект, то его реализация предполагает первоначальные вложения с целью получения прибыли в будущем. Используя понятие приведенной стоимости, можно узнать истинную стоимость проекта. Проекты, приносящие высокую прибыль на ранних этапах их полезного использования, должны рассматриваться как наиболее выгодные по сравнению с теми, которые приносят тот же объем прибыли, но на более поздних этапах.

Приведенная стоимость ожидаемых потоков средств по проекту находится путем приведения доходов по каждому периоду времени к ценам сегодняшнего дня. Формула чистой приведенной стоимости для обоснования проекта следующая:

$$NPV = \sum \frac{CFt}{(1+r)^t} - I_0,$$

гдеr – стоимость капитала, зависящая от рискованности проекта.

Чистая приведенная стоимость – это сумма всех денежных потоков в проекте, рассчитанная по приведенной стоимости.

Пример 5. Выберите один из проектов для реализации, если первоначальные вложения средств в оба проекта одинаковы и составляют 100000 условных денежных единиц, процентная ставка займа денег – 7%. Ожидаемые доходы по проектам представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Ожидаемые чистые доходы по проекту

Проект	Годы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А	60000	50000	40000	30000	20000	20000	20000	20000	20000	20000
Б	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000

Решение:

Проведем расчеты приведенной и чистой приведенной стоимости проектов по годам и результаты представим в таблице 3.

В результате расчетов видно, что оба проекта имеют одинаковую суммарную прибыль за весь срок реализации проектов (300000 – 100000 = 200000 у.д.е.), но в проекте А быстрее происходит накопление большего объема прибыли, что делает общую приведенную стоимость денег выше:

$$228{,}013 > 210{,}707$$

При сравнении проектов по критерию NPV также необходимо учесть, что при разных ставках дисконтирования можно прийти к разным выводам.

Кроме того, если мы будем сравнивать мелкие проекты с небольшим объемом инвестирования с крупными проектами, но с относительно небольшими процентами прибыли, то показатель NPV не сможет дать нам достоверной картины. Рассмотрим это на примере 6.

Таблица 3 – Расчет чистой приведенной стоимости проектов, тыс. у.д.е.

Год	Проект А		Ставка 7%		Проект Б		Ставка 7%	
	Отток денежных средств	Приток денежных средств	Приведенная стоимость	Чистая приведенная стоимость	Отток денежных средств	Приток денежных средств	Приведенная стоимость	Чистая приведенная стоимость
0	-100			-100	-100			-100
1		60	56,075	-43,925		30	28,037	-71,963
2		50	43,672	-0,253		30	26,203	-45,759
3		40	32,652	32,399		30	24,489	-21,271
4		30	22,887	55,285		30	22,887	1,616
5		20	14,260	69,545		30	21,390	23,006
6		20	13,327	82,872		30	19,990	42,996
7		20	12,455	95,327		30	18,682	61,679
8		20	11,640	106,967		30	17,460	79,139
9		20	10,829	117,846		30	16,318	95,457
10		20	10,167	128,013		30	15,250	110,707
	Итого	300	228,013			300	210,707	

Пример 6. Выберите один из проектов, если первоначальные вложения в проект А – 100 у.д.е., в проект Б – 1000 у.д.е.; приведенная стоимость по проекту А – 150 у.д.е, по проекту Б – 1100 у.д.е.

Решение:

Найдем чистую приведенную стоимость по проектам.

По проекту А она равна: 150-100 = 50 у.д.е

По проекту Б: 1100-1000 = 100 у.д.е.

По критерию чистой приведенной стоимости следует выбрать второй проект, т.к. у него значение NPV больше (100 >50).

Однако если сравнить проекты по величине вложений, то можно увидеть, что проект Б требует в 10 раз больше инвестиций, а его чистая приведенная стоимость больше только в два раза. Если в таких случаях исходить только из критерия чистой приведенной стоимости, то выбор всегда будет падать на проекты, требующие большего объема первоначальных инвестиций. В этом случае возникает вопрос: если инвестировать проект А, то как можно распорядиться оставшимися 900 у.д.е?. Если эти средства можно прибыльно вложить, то стоит выбрать проект А.

4. Метод обоснования эффективности логистических нововведений поиндексу прибыльности

Данный метод показывает приведенную стоимость дохода в расчете на единицу затрат:

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^{N} \frac{CFt}{(1+r)^t}}{I_0},$$

где PI – индекс прибыльности.

Если индекс прибыльности больше 1, то проект достоин внимания, если он равен 1 (точка безубыточности), то он не интересен, а если меньше 1, то его следует отвергнуть.

Пример 7. Сравните проекты в примере 6 по индексу прибыльности.

Для проекта А: PI = 150/100 = 1,5

Для проекта Б: PI = 1100/1000 = 1,1

По критерию индекса прибыльности следует выбрать проект А.

5. Метод аннуитета для обоснования эффективности логистических нововведений с различными сроками реализации

Для взаимоисключающих проектов с разным сроком жизни не рекомендуется использовать традиционные техники обоснования проектов, основанные на расчете чистой приведенной стоимости будущих доходов, поскольку в длительной перспективе короткий проект можно чаще воспроизводить. Для сравнения коротких и длительных проектов необходимо предположить, что проекты в будущем будут воспроизводиться достаточно часто, либо выбирать для обоих проектов равный горизонт планирования. Рассмотрим это на примере 8.

Пример 8. В таблице 4 представлены годовые доходы по двум взаимоисключающим проектам с равной суммой первоначальных вложений.

Таблица 4 - Доходы по двум взаимоисключающим проектам, у.д.е.

Год	Проект А	Проект Б
0	-100	-100
1	75	25
2	75	30
3		35
4		60
5		70

При ставке дисконтирования 15% чистая приведенная стоимость составит 21,93 у.д.е. по проекту А и 36,54 у.д.е. – по проекту Б, что показывает выгодность второго проекта.

Однако продолжительность проектов несопоставима, поэтому при расчете NPV необходимо учесть множество повторений для того, чтобы можно было получить возможность сравнения данных проектов.

Вычисление NPV для бесконечного потока повторений проектов – это то же самое, что вычисление аннуитета, купленного в начале первого периода и обеспечивающего платежи в конце каждого из N лет.

Аннуитет – это особая форма потока доходов, когда через равные промежутки времени поступают равные суммы доходов.

NPV для аннуитета находится по формуле(для N-летнего проекта):

$$\text{NPV(N,}\infty) = \frac{NPV(N) * (1+r)^N}{(1+r)^N - 1}$$

Используем данную формулу обоснования для наших проектов:

Проект А: $\text{NPV}(2,\infty) = \frac{NPV(2) * (1+0{,}15)^2}{(1+0{,}15)^2 - 1} = 21{,}93 * \frac{1{,}3225}{0{,}3225} = 89{,}93$ у.д.е.

Проект Б: $\text{NPV}(5,\infty) = \frac{NPV(5) * (1+0{,}15)^5}{(1+0{,}15)^5 - 1} = 36{,}54 * \frac{2{,}01135}{0{,}01135} = 72{,}67$ у.д.е.

Следовательно, предпочтение необходимо отдать первому проекту, т.к. он в большей степени может увеличить стоимость предприятия.

6. Метод обоснования эффективности логистических нововведений по внутренней ставке доходности

Внутренняя ставка доходности проекта (IRR) – это процентная ставка, при дисконтировании по которой NPV=0.

Для оценки проекта по критерию IRR сравнивают внутреннюю ставку доходности проекта с требуемой инвесторами нормой прибыли, которую называют ставкой отсечения. Если IRR ниже, чем ставка отсечения, то проект отвергается, иначе – принимается.

Достоинство критерия IRR в том, что он не связан с какой-либо ставкой дисконтирования или с другой, внешней для проекта информацией. Этот критерий является внутренней характеристикой проекта. Кроме того, этот критерий не учитывает масштаб проекта.

Пример 9.Для внедрения логистического проекта необходимы первоначальные вложения в размере 100 тыс.руб. и на рекламную кампанию через год еще 100 тыс.руб. Во второй, третий и четвертый год данное технологическое нововведение принесет дополнительно 70, 180 и 90 тыс. руб. прибыли. В пятом году продукция станет не популярной и прибыль составит 10 тыс. руб. Затем проект закроют. Определите IRR.

Решение:

$$\frac{100}{(1+r)^1} + \frac{70}{(1+r)^2} + \frac{180}{(1+r)^3} + \frac{90}{(1+r)^4} + \frac{10}{(1+r)^5} - 100 = 0$$

Для решения данного уравнения воспользуемся функцией Электронной таблицеВСД.

В результате мы получим 24%. Если норма прибыли по проекту ниже, чем 24% то он принимается.

Вопросы для проверки знаний

1. Понятие производственной логистики
2. Задачи и функции производственной логистики
3. Воронкообразная модель логистической системы
4. Правила приоритетов в выполнении заказов
5. Выталкивающая и вытягивающая системы управления

6. Организация и управление материальными потоками
7. Пространственные и временные связи в процессе организации
8. Формы организации
9. Системы управления материальными потоками
10. Логистические концепции управления материальными потоками.
11. Производственный цикл: понятие, структура и факторы, определяющие его длительность.
12. Расчет длительности производственного цикла.
13. Пути сокращения длительности производственного цикла.
14. Методы обоснования эффективности логистических нововведений

Задания

1. Определить длительность технологического цикла обработки 4-х предметов труда, если длительность операций $t_1 = 4$ мин, $t_2 = 3$ мин, $t_3 = 2$ мин, $t_4 = 4$ мин, $t_5 = 2$ мин при последовательном, параллельном, смешанном (двумя способами) видах движения предметов труда.

2. Составьте модель предприятия с логистической и традиционной концепцией организации производства. Раскройте в чем их принципиальное отличие, и какие, на Ваш взгляд, преимущества той или другой концепции организации производства.

3. Предприятие производитель покупает комплектующие по всей Европе . Затем, с по-мощью транспортной фирмы привозит их в Москву, где уже производит из данных ком-плектующих готовую продукцию.

Является ли данная схема примером внутрипроизводственной логистической систе-мы? Если же нет, преобразуйте ее во внутрипроизводственную логистическую систему.

4. Начертите и объясните принципиальные схемы тянущей и толкающей систем управления материальными потоками в рамках внутрипроизводственных логистических систем.

5. Имея следующие данные по предприятию, определите длительность хранения про-изводственных запасов. Средние (помесячно за год) остатки производственных запасов – 1075000 руб. Себестоимость израсходованных материальных ценностей — 7882960 руб.

6. Имея следующие данные по предприятию, определите длительность этапа производства. Средняя (помесячно за год) величина незавершенного производства — 203000 руб. Фактическая себестоимость выпущенной продукции – 9014000 руб.

7. Имея следующие данные по предприятию, определите длительность хранения готовой продукции на складе. Средние остатки готовой продукции на складе – 292600 руб. Фактическая производственная себестоимость реализованной продук-ции – 8564000 руб.

Раздел 6. Распределительная логистика

Вопросы для проверки знаний

1. Понятие распределительной логистики
2. Сферы применения распределительной логистики
3. Каналы распределения товаров и его функции
4. Структура распределительных каналов
5. Формы доведения товара до потребителя
6. Размещение распределительного центра
7. Правовые основы транспортно-логистической деятельности.

Определение наилучшего месторасположения распределительных складов

Практические занятия по данной теме позволят студентам лучше понять роль и значение складского хозяйства на предприятиях АПК; осуществлять выбор между собственным складом и складом общего пользования; определять необходимое количество, размер и место расположения складов предприятий АПК; оптимальное количество подъемно-транспортного оборудования и их оптимальной загрузки.

Пример1. По карте расположения основных потребителей магазина (рис.1) определитьметодом центра тяжести грузопотоков место расположения распределительного склада.

Решение:

Координаты местонахождения склада определяются по формулам:

$$X_{склад} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Г_i * X_i}{\sum_{i=1}^{n} Г_i}, \qquad У_{склад} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Г_i * У_i}{\sum_{i=1}^{n} Г_i},$$

где $X_{склад}$, $У_{склад}$ - координаты центра тяжести грузовых потоков, т.е. точки, в окрестностях которой может быть размещен распределительный склад;

$Г_i$ – грузооборот i-того потребителя;

X_i, $У_i$ – координаты i-того потребителя;

n – число потребителей.

$$X_{склад} = \frac{26*20 + 46*10 + 77*20 + 88*15 + 96*10}{20+10+20+15+10} = 64(км),$$

$$У_{склад} = \frac{52*20 + 29*10 + 38*20 + 48*15 + 19*10}{20+10+20+15+10} = 40(км).$$

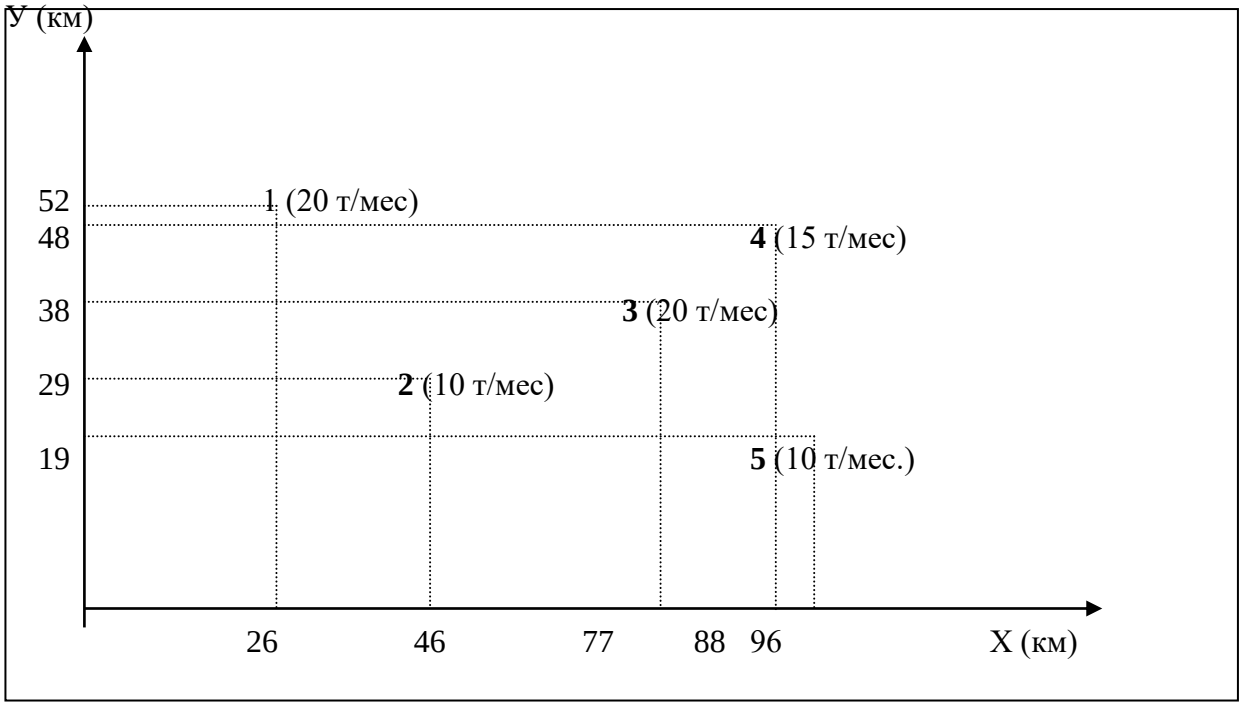


Рис.1 Карта расположения основных потребителей магазина (1, 2, 3, 4, 5 – магазины. В скобках дан грузооборот магазинов с грузами филиала горпищекомбината).

Метод минимизации грузооборота транспорта по доставке грузов потребителям

Этот метод применяется при наличии транспортной сети прямоугольной конфигурации. Решим вышеописанный пример данным методом. Для этого присваиваем ординатам и абсциссам потребителей соответствующие значения грузооборота (рис.2).

Суть метода состоит в последовательной проверке каждого отрезка обслуживаемого участка.

Введем понятие «пробной точки» отрезка, а также понятия левого и правого грузооборотов пробной точки.

Пробной точкой отрезка называется любая точка, находящаяся на этом отрезке и не принадлежащая его концам.

Левый грузооборот пробной точки – грузооборот потребителей, расположенных на всем участке обслуживания слева от пробной точки.

Правый грузооборот пробной точки – грузооборот потребителей, расположенных справа.

Участок обслуживания проверяют с крайнего левого конца. Сначала анализируют первый участок обслуживания АВ. На данном отрезке ставится пробная точка и подсчитывается сумма грузооборотов потребителей, находящихся слева и справа от поставленной точки.

Если грузооборот потребителей, находящихся справа, больше (в нашем примере: грузооборот слева 20 т, а справа – 55 т), то проверяется следующий отрезок – ВС (30 т: 45 т) и т.д. Если меньше (СД – 50 т: 25 т), то принимается решение о размещении склада в начале анализируемого отрезка. Аналогично отыскиваем пробную точку по оси ординат

(АВ – 10 т: 65 т); (ВС – 20 т: 55 т); (СД – 40 т: 35 т). Следовательно, искомые координаты склада будут располагаться вблизи третьего магазина.

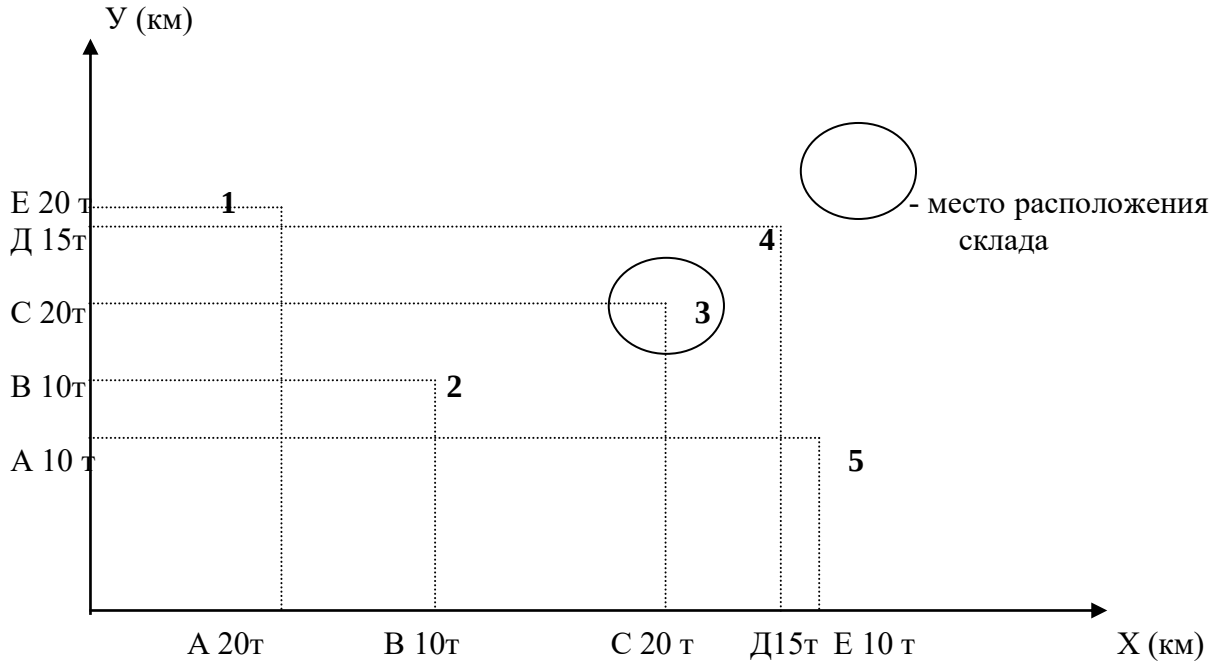


Рис.2 . **Определение места расположения производственного объекта методом минимизации грузооборота**

Метод частичного перебора

По результатам решения задачи рассмотренными методами мы получили 2 точки, где возможно разместить склад. Расчет производится в следующей последовательности. Выбирается узел транспортной сети, в котором возможно размещение склада. Затем по участкам транспортной сети определяются расстояния от этого узла (склада) до каждого из магазинов. В результате умножения величины расстояния на величину грузооборота магазина получим грузооборот транспорта по доставке продукции. Суммарный грузооборот транспорта по доставке продукции во все магазины из данного узла сравнивается с соответствующими показателями из других узлов. Узел транспортной сети, обеспечивающий минимальный грузооборот транспорта и будет искомым местом размещения склада.

Пусть вторая точка возможного размещения склада имеет координаты (x=77, y=38). Проведем расчет методом частичного перебора (таблица 1).

Таблица 1 - Расчет количества транспортной работыдля двух узлов транспортной сети

№ магазина	Грузооборот магазина	Количество транспортной работы			
		Для узла 1 с координатами x=64, y=40		Для узла 2 с координатами x=77, y=38	
		Расстояние от склада, км	Грузооборот транспорта, т-км/мес.	Расстояние от склада, км	Грузооборот транспорта, т-км/мес.
1	20	50	1000	65	1300
2	10	29	290	40	40
3	20	15	300	0	0
4	15	32	480	21	315
5	10	53	530	38	380
Итого:		-	2600	-	2395

Результаты расчета показывают, что субоптимальный вариант размещения склада – в районе магазина 3.

Задания

Задача 6.1.

В каких случаях компании выгодно нанять на постоянной основе транспортно-экспедиционную фирму для решения своих логистических задач.

Задача 6.2

В транспортно-экспедиционной фирме произошло ЧП: из легковой машины экспедитора был украден небольшой, но дорогостоящий груз, который он собирал один с нескольких складов.

Задача: найти недорогие, но существенные способы снижения рисков краж.

Задача 6.3

В целях улучшения обслуживания клиентов транспортно-экспедиционная компания решила предлагать клиентам новую услугу: доставка грузов «от двери до двери» по территории России (ранее организовывалась только доставка от склада-отправителя до склада ж/д станции или аэропорта).

Каким образом, не прибегая к дорогостоящему сопровождению, можно решить эту задачу?

Задача 6.4

Двух представителей фирмы надо послать в город «Н», находящийся в 1500 км от Москвы. Вам, необходимо, имея следующие данные, принять решение, на сколько быстрее и выгоднее для компании отправить представителей.

Легковым автомобилем.

Права на вождение транспортным средством есть у обоих, то есть едут без ночевок.

Скорость min – 40, max – 140 км/ч.

За сутки необходимо сделать 3 остановки по 40 – 60 мин. каждая.

Питание на остановках по 50 руб. на человека.

Расход топлива 9 л. на 100 км. 92 бензина 7,95 руб. за

литр. Железной дорогой.

Время в поезде 27 часов, затем такси до места проживания 1 час.

Железнодорожный билет 950 руб. на человека.

Обслуживание в вагоне 24 руб. на человека.
Питание 150 руб. в сутки на человека.
Такси от вокзала до места жительства 250 руб. за двоих.

Задача 6.5

Трех представителей фирмы надо послать в город «Ч», находящийся 1300 км от Москвы. Вам необходимо, имея следующие данные, принять решение, как быстрее и на сколько выгоднее для компании отправить представителей.

Легковым автомобилем.
Права на вождение транспортным средством есть у двоих, то есть едут без ночевок.
Скорость min – 40, max – 140 км/ч.
За сутки необходимо сделать 3 остановки по 40 – 60 мин. каждая.
Питание на остановках по 50 руб. на человека.
Расход топлива 9 л. на 100 км. 92 бензина 7,95 руб. за
литр. Железная дорога.
Время в поезде 24 часа, затем такси до места проживания 1 час.
Железнодорожный билет 750 руб. на человека. Обслуживание в вагоне 24 руб. на человека. Питание 150 руб. в сутки на человека.
Такси от вокзала до места жительства 250 руб. за двоих.

Тестовые задания

1. Договор перевозки грузов обычно заключается путем:
   а) подписания единого документа;
   б) составления квитанций,
   в) составлением накладных,
   г) иных документов, предусмотренных транспортным законодательством
   д) все выше перечисленное
2. Верно ли утверждение, что «договор перевозки грузов является односторонним и безвозмездным
   а) верно
   б) неверно
3. Верно ли утверждение, что «договор перевозки грузов является реальным, т.е. он считается заключенным с момента передачи груза перевозчику»
   а) верно
   б) неверно
4. Верно ли утверждение, что «согласно ст.785 Гражданского Кодекса Российской Федерации по договору перевозки груза перевозчик обязуется доставить вверенный ему груз в пункт назначения и выдать его управомоченному на получение груза лицу (получателю), а отправитель обязуется уплатить за перевозку груза установленную плату.
   а) верно
   б) неверно
5. Верно ли утверждение, что «Перевозка грузов, пассажиров и багажа в соответствии с Гражданским Кодексом Российской Федерации осуществляется на основании договора перевозки»
   а) верно
   б) неверно

6. Верно ли утверждение, что «Общие условия перевозки определяются транспортными уставами и кодексами, иными законами и издаваемыми в соответствии с ними правилами»

а) верно

б) неверно

7. Верно ли утверждение, что «Плата за перевозку грузов, пассажиров и багажа транспортом общего пользования определяется на основании тарифов, утверждаемых в порядке, установленном транспортными уставами и кодексами»

а) верно

б) неверно

8. Кем оформляется путевой лист, если транспортное средство предоставлено во временное владение и пользование за плату по договору аренды транспортного средства с экипажем?

РАЗДЕЛ 7. СКЛАДСКАЯ ЛОГИСТИКА

Вопросы для проверки знаний

1. Роль складов в логистике
2. Виды и функции складов
3. Классификация складов
4. Функции складов
5. Процесс складирования
6. Выбор формы складирования
7. Определение количества складов и размещение складской сети
8. Расчет складских площадей
9. Показатели интенсивности работы складов
10. Показатели эффективности использования площади склада
11. Показатели механизации складских работ

Расчет параметров работы склада

Расчет складских площадей при равномерном поступлении грузов.

Общая площадь складов ($S_{общ}$) включает:

- полезную грузовую площадь ($S_{пол}$), то есть площадь, непосредственно занятую хранимым материалом (стеллажами, штабелями и т.д.);
- вспомогательную или оперативную площадь ($S_{всп}$), занятую проездами и проходами;
- площадь, занятую приемочными и отпускными площадками ($S_{пр}$);
- служебную площадь, занятую заводскими и другими служебными помещениями ($S_{сл}$).

$$S_{общ} = S_{пол} + S_{всп} + S_{пр} + S_{сл},$$

$$S_{пол} = \frac{Q_{max}}{q_{доп}},$$

где Q_{max} – максимальная величина установленного запаса на складе, т,

$q_{доп}$ – допустимая нагрузка на 1 м^2 площади пола, т (табл.).

Количество продуктов, подлежащих хранению, можно определить на основе производственной программы предприятия по среднесуточной потребности сырья и продуктов и срокам хранения по формуле:

$$Q = Q_c * t,$$

где Q_c – среднесуточная потребность в сырье и продуктах, кг;
t - срок хранения или норма запасов в сутки.
Для сырья и материалов, хранящихся в ячейках, полезная площадь склада определяется через необходимое число ячеек ($N_{яч}$) и стеллажей:

$$N_{яч} = \frac{Q_{\max}}{V_{яч} * \gamma * K_{зап}},$$

где γ - удельный вес хранимого сырья (материала, т/м^3),
$V_{яч}$ – объем ячейки, м^3,
$K_{зап}$ – коэффициент заполнения ячейки.
Число необходимых стеллажей ($N_{ст}$) составит:

$$N_{ст} = \frac{N_{яч}}{n_{яч}},$$

где $n_{яч}$ – число ячеек в стеллаже.
Зная площадь, занимаемую одним стеллажом, определяется полезная площадь склада:

$$S_{пол} = S_{ст} * N_{ст},$$

где $S_{ст}$ – площадь, занимаемая одним стеллажом.
Общая площадь склада определяется:

$$S_{общ} = \frac{S_{пол}}{\alpha},$$

где α - удельный вес полезной площади в общей площади склада.
Формула расчета складской площади при штабельном хранении продуктов в таре прямоугольной формы следующая:

$$S_{пол} = \frac{Q_{\max} * a * b}{c * n},$$

где a – длина тары, м;
b – ширина тары, м;
c – емкость единицы тары, кг;
n – число единиц тары по высоте штабеля, шт.

$$S_{пол} = \frac{Q_{\max} * a * b * d}{c * h} * k,$$

где d – высота единицы тары, м;
h – высота укладки сырья, м;
k – коэффициент неплотности укладки штабеля
(для прямоугольных грузов – 1,05-1,15,
для цилиндрических – 1,2-1,35, для корытообразных – 1,4-1,7).
Для тары с круглым основанием эта формула имеет вид:

$$S_{пол} = \frac{Q_{\max} * d^2}{c * n},$$

где d – диаметр круглой тары в наиболее утолщенной части, м.

Расчет складских площадей при неравномерном

поступлении грузов

При неравномерном поступлении сырья и материалов на склад полезная площадь определяется по формуле минимума суммарных затрат:

$$S_{рез.}*S_1 + 365*P_к*S_2 \rightarrow \min,$$

где $S_{рез.}$ – резервная площадь, м^2;

S_1 – затраты на содержание 1 м^2 резервной площади, руб.;

$P_к$ – вероятность отказа в приемке материальных ресурсов;

S_2 – потери за каждый день отказа в приемке груза, руб.

Емкость склада определяется:

$$E=S_{пол}*q_{доп},$$

где $q_{доп}$ – удельная нагрузка на 1 м^2 площади, т/м^2.

Средний срок хранения грузов на складе

$$t^{ср}_{хр}=\frac{\sum t*q}{\sum Q},$$

где $\sum t*q$ - общее количество тонно-дней хранения за период;

$\sum Q$ - общее количество груза, прошедшего через склад.

Коэффициент использования емкости склада:

$$K_e=\frac{\sum t*q}{E*T},$$

где Е – емкость склада, т;

Т – период работы склада, дней.

Оборот склада ($О_{скл}$) определяется:

$$O_{скл}=\frac{T}{t^{ср}_{хр}} \text{ или } O_{скл}=\frac{\sum Q}{K_e*E} \text{ или } O_{скл}=\frac{\sum t*q}{t^{ср}_{хр}*E*K_e}$$

Пропускная способность склада ($П_{скл}$):

$П_{скл}=Е*О_{скл}$.

Для совершенствования деятельности материально-технического снабжения и складского хозяйства применяется теория массового обслуживания (ТМО). ТМО – раздел математики, изучающий системы, предназначенные для обслуживания массового потока требований случайного характера.

Введем обозначения:

Заявка (требование) – это обслуживаемый объект;

Обслуживающие устройства – это средства, обслуживающие требования;

Обслуживающая система – это совокупность обслуживающих устройств.

Основная задача ТМО – изучение режима функционирования обслуживающей системы и исследование явлений, возникающих в процессе обслуживания.

Одной из характеристик обслуживающей системы является время пребывания требований в очереди. Это время может быть уменьшено за счет увеличения дополнительного количества обслуживающих устройств, но на их установку (приобретение) нужны значительные финансовые вложения. Поэтому с помощью ТМО решаются задачи на экстремум: как достичь определенного уровня обслуживания

(максимальное сокращение очереди) при минимальных потерях, связанных с простоем обслуживающих устройств.

В области материально-технического снабжения ТМО используется при проектировании и эксплуатации крупных высокомеханизированных баз материально-технического снабжения. С помощью ТМО можно определить площадь складских помещений, которые рассматриваются как обслуживающие устройства, а прибытие транспортных средств (вагонов, автомашин и т.п.) под выгрузку – как требования.

Одним из основных элементов ТМО является входной поток требований, который изучается с целью установления его закономерностей и дальнейшего улучшения качества обслуживания. В большинстве случаев входной поток требований – случайная величина. Случайной величиной является и интервал времени между соседними поступлениями требований.

Наиболее полно разработан математический аппарат для простейшего потока заявок.

Поток заявок является простейшим, если он обладает следующими свойствами:

1. Стационарностью, т.е. вероятность появления того или иного числа заявок на отрезке времени t определяется только длиной этого отрезка (не зависит от того, где именно находится этот участок на оси времени);

2. Ординарностью, т.е. в каждый данный момент времени появляется только одна заявка;

3. Отсутствие последствий, т.е. все заявки приходят в систему независимо друг от друга.

Такой поток называется еще «пуассоновский», т.к. количество заявок m, приходящихся на отрезок времени t распределено по закону Пуассона:

$$P_m(t) = \frac{(\lambda^t)^m}{m!} e^{-\lambda t}, \quad e = 2{,}75.$$

где λ - плотность потока заявок, т.е. количество заявок в единицу времени;

e – основание натурального логарифма;

$P_m(t)$ – вероятность того, что в обслуживающую систему за время t поступит именно m требований.

Простейший (пуассоновский) поток показывает, что интервалы времени между событиями в потоках имеют показательное распределение с параметром, равным интенсивности потока.

Под потоком обслуживания понимается поток заявок, обслуживаемых одним непрерывно занятым обслуживающим устройством. Этот поток оказывается простейшим, только если время обслуживания заявки ($T_{обс}$) представляет собой случайную величину, имеющую показательное распределение. Параметр этого распределения – величина, обратная среднему времени обслуживания (интенсивность обслуживания в час - μ).

$$\mu = \frac{1}{T_{обс}},$$

где $T_{обс}$ – среднее время обслуживания одного требования одним обслуживающим устройством (ч).

При нескольких обслуживающих устройствах

$$Pt_{obc} = 1 - e^{-n\mu t},$$

где n – количество обслуживающих устройств.

Важным параметром складов и баз материально-технического снабжения является коэффициент загрузки α, который определяется как отношение интенсивности поступления требований λ к интенсивности обслуживания μ.

$$\alpha = \frac{\lambda}{\mu}; \text{ если } \mu = \frac{1}{T_{обс}}, \text{ то } \alpha = \lambda * T_{обс}.$$

Количество обслуживающих устройств n должно быть не менее α. В противном случае очередь будет непрерывно расти.

Вероятность того, что все обслуживающие устройства свободны:

$$P_0 = \left[\frac{\alpha^n}{(1-\frac{\alpha}{n}) * n!} + \sum_{k=0}^{n-1} \frac{\alpha^k}{k!} \right]^{-1}.$$

Вероятность того, что все обслуживающие устройства заняты:

$$P_3 = \frac{\alpha^n * P_0}{(1-\frac{\alpha}{n}) * n!}.$$

Формула Эрланга для расчета вероятности отказа:

$$P_k = \frac{\frac{1}{k!} * (\frac{\lambda}{\mu})^k}{1 + \frac{\lambda}{\mu} + \frac{1}{2!} * (\frac{\lambda}{\mu})^2 + ... + \frac{1}{n!} * (\frac{\lambda}{\mu})^n} = \frac{\frac{(\alpha)^k}{k!}}{\sum \frac{(\alpha)^n}{n!}},$$

где $P_к$ – вероятность состояния системы ($0 \le к \le n$);

P_0 – вероятность того, что все аппараты обслуживания свободны;

P_1 – вероятность того, что занят один аппарат;

P_2 – вероятность того, что заняты 2 аппарата;

$P_к$ – вероятность того, что заняты к аппаратов;

P_n – вероятность того, что занятые все n аппаратов.

Среднее число устройств, свободных от обслуживания:

$$N_0 = P_0 * \sum_{k=0}^{n-1} (\frac{n-k}{k!} * \alpha^k).$$

Коэффициент простоя обслуживающих устройств:

$$K_n = \frac{N_0}{n}.$$

Среднее число устройств, занятых обслуживанием:

$$N_3 = n - N_0.$$

Коэффициент загрузки системы:

$$K_3 = \frac{N_3}{n}.$$

Средняя длина очереди:

$$L = \frac{\alpha * P_3}{(1-\frac{\alpha}{n})^2}.$$

Среднее время ожидания требования в очереди:

$$t_{ож} = L * T_{обс}.$$

$$t_{ож} = \frac{\alpha * P_3}{n * \mu * (1 - \frac{\alpha}{n})^2}.$$

Пример 1.

Отгрузка продукции производится с четырех погрузочных площадок. Груз со склада выдается с 8 до 20 часов ежедневно. В день в среднем обслуживается 24 машины. Среднее время погрузки 30 мин. Определить характеристики обслуживания (λ, μ, $P_m(t)$, $P_к$).

Решение: В рассматриваемом примере склад является системой массового обслуживания; погрузочная площадка, оборудованная соответствующими средствами механизации – обслуживающее устройство; автомашины, прибывающие на склад за грузом – поток заявок; погрузка автомашин – обслуживание. Примем, что поток заявок является простейшим. Тогда:

1) *λ=24 машины/12 часов = 2 заявки в час;*

2) *μ=1/0,5 ч = 2 машины в час;*

3) *$\alpha = \lambda/\mu = 2/2 = 1$.*

Вероятность того, что в течение (t=1) часа на склад прибудут 0; 1; 2; 3; и т.д. автомашины составит:

$$P_m(t) = \frac{(\lambda^t)^m}{m!} e^{-\lambda t}.$$

$$P_0(t) = \frac{(2^1)^0}{0!} e^{-2*1} = 0{,}132; \qquad P_1(t) = \frac{(2^1)^1}{1!} e^{-2*1} = 0{,}264;$$

$$P_2(t) = \frac{(2^1)^2}{2!} e^{-2*1} = 0{,}264; \qquad P_3(t) = \frac{(2^1)^3}{3!} e^{-2*1} = 0{,}176;$$

$$P_4(t) = \frac{(2^1)^4}{4!} e^{-2*1} = 0{,}088; \qquad P_5(t) = \frac{(2^1)^5}{5!} e^{-2*1} = 0{,}035;$$

$$P_6(t) = \frac{(2^1)^6}{6!} e^{-2*1} = 0{,}012; \qquad P_7(t) = \frac{(2^1)^7}{7!} e^{-2*1} = 0{,}07.$$

Расчет показывает, что наиболее вероятен приход на склад 1 и 2 заявок в течение 1 часа; высока вероятность прихода 3 заявок, а вероятность прибытия на склад 4 и более заявок весьма низка; часто вообще отсутствуют заявки.

По формуле Эрланга определим вероятность состояния системы при наличии *n=0, 1, 2, 3, 4* площадок.

$$\sum \frac{\alpha^k}{k!} = \frac{1^0}{0!} + \frac{1^1}{1!} + \frac{1^2}{2!} + \frac{1^3}{3!} + \frac{1^4}{4!} = 2{,}71,$$

$$P_0 = \frac{\frac{1^0}{0!}}{2{,}71} = 0{,}369, \quad P_1 = \frac{\frac{1^1}{1!}}{2{,}71} = 0{,}369, \quad P_2 = \frac{\frac{1^2}{2!}}{2{,}71} = 0{,}184,$$

$$P_3 = \frac{\frac{1^3}{3!}}{2{,}71} = 0{,}063, \quad P_4 = \frac{\frac{1^4}{4!}}{2{,}71} = 0{,}015.$$

Из расчета видно, что вероятность получить отказ в системе обслуживания низка – всего 15 %. Однако в то же время все 4 площадки почти 37 % своего времени будут пустовать в ожидании автомашины.

Одна из основных задач логистики — управление затратами по доведению материального потока от первичного источника сырья до конечного потребителя. Однако управлять затратами можно лишь в том случае, если они точно измеримы. Поэтому системы учета издержек производства и обращения участников логистических процессов должны выделять затраты, возникающие в процессе реализации функций логистики, и формировать информацию о наиболее значимых затратах, а также о характере их взаимодействия друг с другом. При соблюдении названного условия появляется возможность использовать важный критерий выбора оптимального варианта логистической системы — минимум совокупных издержек на протяжении всей логистической цепи.

Практическое занятие знакомит обучающихся с возможностями, которые открывает применение логистического подхода к управлению материальными потоками на складе предприятия оптовой торговли. Однако следует отметить, что пооперационный учет логистических издержек позволит оптимизировать материальные потоки в любой логистической системе.

На складах предприятий оптовой торговли материальные потоки рассчитывают, как правило, для отдельных участков или по отдельным операциям (например, внутрискладское перемещение грузов, ручная переборка груза на участках приемки и комплектации и т. п.). При этом суммируют объемы работ по всем операциям на данном участке или в рамках данной операции.

Суммарный внутренний материальный поток (грузовой поток) склада определяется сложением материальных потоков, проходящих через его отдельные участки и между участками.

Величина суммарного материального потока на складе зависит от того, по какому пути пойдет груз на складе, будут или не будут выполняться с ним те или иные операции. В свою очередь, маршрут материального потока определяется значением факторов, перечисленных в таблице 1.

Таблица 1 - Факторы объема складской грузопереработки (факторы, влияющие на величину суммарного материального потока на складе)

Обозначение фактора	Наименование фактора	Значение фактора (по вариантам работы)[3], %		
		1	2	3 и т.д.
A_1	Доля товаров, поставляемых на склад в нерабочее время и проходящих через приемочную экспедицию	15		
A_2	Доля товаров, проходящих через участок приемки склада	20		
A_3	Доля товаров, подлежащих комплектованию на складе	70		

[3]Значения факторов для второго, третьего и последующих вариантов задаются преподавателем.

A_4	Уровень централизованной доставки, т. е. доля товаров, попадающих на участок погрузки из отправочной экспедиции	40		
A_5	Доля доставленных на склад товаров, не подлежащих механизированной выгрузке из транспортного средства и требующих ручной выгрузки с укладкой на поддоны	60		
A_6	Доля товаров, загружаемых в транспортное средство при отпуске со склада вручную (из-за неприспособленности транспортного средства покупателя к механизированной загрузке)	30		
A_7	Кратность обработки товаров на участке хранения (в разах)	2,0		

Величина суммарного материального потока на складе (Р) определяется сложением величин материальных потоков, сгруппированных по признаку выполняемой логистической операции.

Объем работ по отдельной операции, рассчитанный за определенный промежуток времени (месяц, квартал, год), представляет собой материальный поток по соответствующей операции

Далее при расчете величины суммарного материального потока будем использовать понятие "группа материального потока", содержание которого варьируется в зависимости от конкретных участков склада или операций.

Задание 1. Рассчитайте величину суммарного материального потока на складе по данным табл.1. Значение товарооборота (Т) принять равным 5000 т/год.

Для решения задачи необходимо разбить материальные потоки на группы.

1. Группа материальных потоков — грузы, рассматриваемые в процессе внутрискладского перемещения.

Перемещение грузов (в нашем случае — механизированное, в контейнерах или на поддонах) осуществляется с участка на участок, а суммарный материальный поток по данной группе ($Р_{пг}$) равен сумме выходных грузовых потоков всех участков, без последнего:
Т (с участка разгрузки)
+ $Т*А_1/100$ (из приемочной экспедиции)
+ $Т*А_2/100$ **(**с участка приемки)
+ Т (из зоны хранения)
+ $Т*А_3/100$ (с участка комплектования)
+ $Т*А_4/100$(из отправочной экспедиции)
= $Р_{пг}$

где Т — грузооборот склада, т/год; в скобках помечены соответствующие участки склада, из которых выходит поток.

2. Группа материальных потоков — грузы, рассматриваемые в процессе выполнения операций на участках разгрузки и погрузки.

Операции разгрузки и погрузки могут выполняться вручную или с применением машин и механизмов.

Ручная разгрузка необходима, если товар в транспортном средстве прибыл от поставщика, не будучи уложенным на поддоны. В этом случае, для того чтобы изъять товар из транспортного средства и затем переместить на один из последующих участков склада, его необходимо предварительно вручную уложить на поддоны.

Грузопоток при ручной разгрузке груза:

$Р_{рр} = Т*А_5/100$ (т/год).

Остальная разгрузка является механизированной. Грузопоток при механизированной разгрузке груза:

$Р_{мр}=Т*(1- А_5/100)$ (т/год)

Ручная погрузка будет необходима в том случае, если поданое транспортное средство нельзя загрузить с помощью средств механизации. Тогда товар будет подвезен электропогрузчиком к борту транспортного средства, а затем вручную в него погружен.

Грузопоток при ручной погрузке груза:

$Р_{рп}=Т* А_6/100$ (т/год).

Грузопоток при механизированной погрузке груза:

$Р_{мп}=Т*(1- А_6/100)$ (т/год).

3. Группа материальных потоков — грузы, рассматриваемые в процессе ручной переборки при приемке товаров:

$Р_{пр}=Т*А_2 /100$ (т/год).

4. Группа материальных потоков — грузы, рассматриваемые в процессе ручной переборки при комплектации заказов покупателей:

$Р_{км}=Т*А_3/100$ (т/год).

5. Группа материальных потоков — грузы, рассматриваемые в процессе выполнения операций в экспедициях.

Если груз поставлен в рабочее время, то он сразу по мере разгрузки поступает на участок приемки или в зону хранения. Если же груз прибыл в нерабочее время (например, в воскресный день), то он разгружается в экспедиционное помещение и лишь в ближайший рабочий день подается на участок приемки или в зону хранения. Следовательно, в приемочной экспедиции появляется новая операция, которая увеличивает совокупный материальный поток на величину

$Р_{пэ}= Т * А_1/100$ (т/год).

Если на предприятии оптовой торговли имеется отправочная экспедиция, то в ней появляется новая операция, которая увеличивает совокупный материальный поток на величину

$Р_{оэ} = Т * А_4/ 100$ (т/год).

Итого операции в экспедициях увеличивают совокупный материальный поток на

$Р_{эк} = Р_{пэ} + Р_{оэ}, = Т * (А_1 + А_4) /100$ (т/год).

6. Группа материальных потоков — операции в зоне хранения.

Весь поступивший на склад товар, так или иначе сосредоточивается в местах хранения, где выполняются следующие обязательные операции:

- укладка груза на хранение;
- выемка груза из мест хранения.

Объем работ за определенный период по каждой из этих операций равен грузообороту склада за этот же период (при условии сохранения запаса на одном уровне).

Таким образом, минимальный материальный поток в зоне хранения равен *2* х Т.

Если при хранении товара осуществляется перекладка запасов с верхних на нижние ярусы стеллажей, то к совокупному материальному потоку добавляется еще какая-то часть Т. В процессе отборки часть грузов может быть возвращена в места хранения, что также увеличивает совокупный материальный поток еще на некоторую долю Т[4].

В результате всех операций в зоне хранения возникает группа материальных потоков, величина которой равна $Р_{хр} = Т*А_7$ *(т/год)*[5].

Величина суммарного материального потока на складе (Р) определяется по следующей формуле:

$Р = Р_{пг} + Р_{рр} + Р_{мр} + Р_{рп} + Р_{мп} + Р_{пр} + Р_{км} + Р_{пэ} + Р_{оэ} + Р_{хр}$

Расчет величины суммарного материального потока на складе рекомендуется выполнить по форме, представленной в табл. 2 (заполняются гр. 3 и 4).

Таблица 2 - Расчет величины суммарного материального потока и стоимости грузопереработки на складе[6]

[4] Возврат в места хранения осуществляется при необходимости забрать часть хранимого в ячейке стеллажа пакета. Оставшуюся часть пакета при этом возвращают в ячейку.

[5] Напоминаем, что фактор $А_7$ (кратность отборки товаров на участке хранения) измеряется в разах. $А_7 \geq 2$.

[6] В табл. 2 приведено решение заданий 1 и 2 в соответствии с исходными данными первого варианта

Наименование группы материальных потоков	Группа	Значение фактора, %	Величина материального потока по данной группе, т/год	Удельная стоимость работ на потоке данной группы, у.д.е./т	Стоимость работ на потоке данной группы, у.д.е./год
1	2	3	4	5	6
Грузы, рассматриваемые в процессе внутрискладского перемещения	$Р_{пг}$	-	17250	0,6	10350
Грузы, рассматриваемые в процессе выполнения ручной разгрузки	$Р_{рр}$	60	3000	4,0	12000
Грузы, рассматриваемые в процессе выполнения механизированной разгрузки	$Р_{мр}$	40	2000	0,8	1600
Грузы, рассматриваемые в процессе выполнения ручной погрузки	$Р_{рп}$	30	1500	4,0	6000
Грузы, рассматриваемые в процессе выполнения механизированной погрузки	$Р_{мп}$	70	3500	0,8	2800
Грузы, рассматриваемые в процессе выполнения операций на участке приемки	$Р_{пр}$	20	1000	5,0	5000
Грузы, рассматриваемые в процессе выполнения операций на участке комплектования заказов	$Р_{км}$	70	3500	5,0	17500
Грузы, рассматриваемые в процессе выполнения операций в экспедициях	$Р_{эк}$	55	2750	2,0	5500
Грузы, рассматриваемые в процессе выполнения операций в зоне хранения	$Р_{хр}$	200	10000	1,0	10000
Суммарный внутренний материальный поток	Р	-	44500	-	70750

Задание 2. Рассчитайте стоимость грузопереработки[7] на складе, используя данные табл.3.

Стоимость грузопереработки определяется:

- ♦ объемом работ по той или иной операции;
- ♦ удельной стоимостью выполнения той или иной операции.

[7]Грузопереработка — один из основных показателей работы склада, отражающих общую массу подвергшихся складским операциям грузов. Определяется суммированием объемов работ по всем логистическим операциям на складе.

Пооперационные объемы работ определены при выполнении первого задания.

Удельные стоимости выполнения той или иной операции на складе представлены в табл. 3. Эти данные позволят представить общую стоимость грузопереработки на складе в виде суммы затрат на выполнение отдельных операций.

Таблица 3 – Удельная стоимость работ по группам материальных потоков

Наименование группы материальных потоков	Условное обозначение группы	Удельная стоимость работ на потоках данной группы	
		условное обозначение	величина, у.д.е./т
1	2	3	4
Внутрискладское перемещение грузов	$Р_{пг}$	S_1	0,6
Операции в экспедициях	$Р_{эк}$	S_2	2,0
Операции с товаром в процессе приемки и комплектации	$Р_{пр,}$ $Р_{км}$	S_3	5,0
Операции в зоне хранения	$Р_{хр}$	S_4	1,0
Ручная разгрузка и погрузка	$Р_{рр}$, $Р_{рп}$	S_5	4,0
Механизированные разгрузка и погрузка	$Р_{мр}$, $Р_{мп}$	S_6	0,8

Выбор состава операций с грузом на складе можно осуществить на основании критерия минимума затрат на грузопереработку.

Максимально снизить складские расходы можно, направляя товар из зоны хранения сразу в зону погрузки. Но это означает отказ от операций подбора ассортимента на участке комплектования, а также от доставки товаров покупателям (операции в отправочной экспедиции). Однако следует иметь в виду, что, отказываясь от предоставления услуг, предприятие сдает позиции на рынке, а это также сопряжено с экономическими потерями.

Поиск приемлемого компромисса возможен лишь при налаженной системе учета издержек.

Суммарная стоимость работ с материальными потоками (стоимость грузопереработки — $С_{груз}$) определяется по формуле

$$С_{груз} = S_1*Р_{пг}+S_2*Р_{эк}+S_3*(Р_{пр}+Р_{км})+S_4*Р_{хр}+S_5*(Р_{рр}+Р_{рп}) + S_6*(Р_{мр} + Р_{мп})$$

Расчет стоимости грузопереработки рекомендуется выполнить по форме, представленной в табл. 2 (заполняются гр. 5 и 6).

Задание 3. Ранжируйте факторы по степени влияния на стоимость складской грузопереработки.

В процессе выполнения предыдущих заданий было изучено влияние факторов на объем и стоимость грузопереработки на складе. В свою очередь, эти факторы зависят от условий договоров с контрагентами предприятия оптовой торговли, т. е. от принимаемых коммерческих решений. Следовательно, предприниматель должен знать, какой из факторов оказывает наибольшее влияние на стоимость грузопереработки, и учитывать это при заключении договора с поставщиком или покупателем.

При выполнении данного задания необходимо определить, как будет влиять на общую стоимость грузопереработки сокращение потока на том или ином участке на одну и ту же величину. Полученная информация позволит повысить обоснованность принимаемых решений, так как при заключении договоров с поставщиками коммерческая служба будет знать, что более существенно снижает стоимость грузопереработки[8]:

[8] Все операции с товарами на складах оптовой торговли с точки зрения полезности для покупателя можно разделить на две группы:

♦ снижение доли груза, поступающего в нерабочее время и проходящего через приемочную экспедицию (фактор A_1);

♦ снижение доли поступающего груза, который необходимо пропустить через участок приемки (факторA_2);

♦ снижение доли груза, поступающего в непакетированном виде и требующего ручной разгрузки (фактор A_5);

Данное задание выполняется путем поочередного снижения величины факторов на 10%, что в нашем случае соответствует снижению одноименных потоков на 500 т/год (в рамках данного задания предусмотрено проведение расчетов для факторов, зависящих от условий договора с поставщиками, т. е. для факторовA_1, A_2 и A_5).

Пример расчета для фактора*A_1*.

Входной материальный поток на склад равен 5000 т/год (данные берутся из предыдущих заданий в соответствии с номером варианта). Через приемочную экспедицию проходит 15% всех грузов (т. е. A_1 = 15%). При снижении доли проходящих через приемочную экспедицию грузов до 5% уменьшается объем и соответственно стоимость работ в самой экспедиции, а также объем и стоимость работ по ввозу грузов в экспедицию. Необходимо рассчитать суммарное снижение стоимости грузопереработки, для чего заполняем табл. 4. Начальное значение фактора $A_г$ = 15%, новое — 5%. Меняющиеся потоки — № 2 и № 4 (рис.1.).

Таблица 4 - Расчет влияния отдельных факторов на стоимость грузопереработки

Наименование фактора	Значение фактора, %		Номера меняющихся потоков	Изменение общей стоимости грузопереработки	
	начальное	новое		начальное	новое
1	2	3	4	5	6
Факторы, зависящие от условий договора с поставщиками					
А1 — доля товаров, поставленных на склад в нерабочее время	15	5	2,4	1300	1,8
A_2 — доля товаров, проходящих через участок приемки склада					
A_5 — доля доставленных на склад товаров, не подлежащих механизированной выгрузке из транспортного средства и требующих ручной выгрузки с укладкой на поддоны					

— операции, не влияющие либо слабо влияющие на уровень оказываемого покупателям сервиса (разгрузка прибывшего на склад товара, операции в приемочной экспедиции, входной контроль и др.);

— операции, оказывающие прямое влияние на уровень предоставляемого покупателям сервиса (подбор ассортимента по заказу покупателей, организация централизованной доставки заказа, погрузка транспорта покупателя и др.).

Критерием правильности коммерческого решения по первой группе операций может служить минимум затрат на внутрискладскую грузопереработку. Решение по второй группе принимается на основе маркетингового исследования рынка услуг. Критерием здесь является оптимальное значение уровня сервиса.

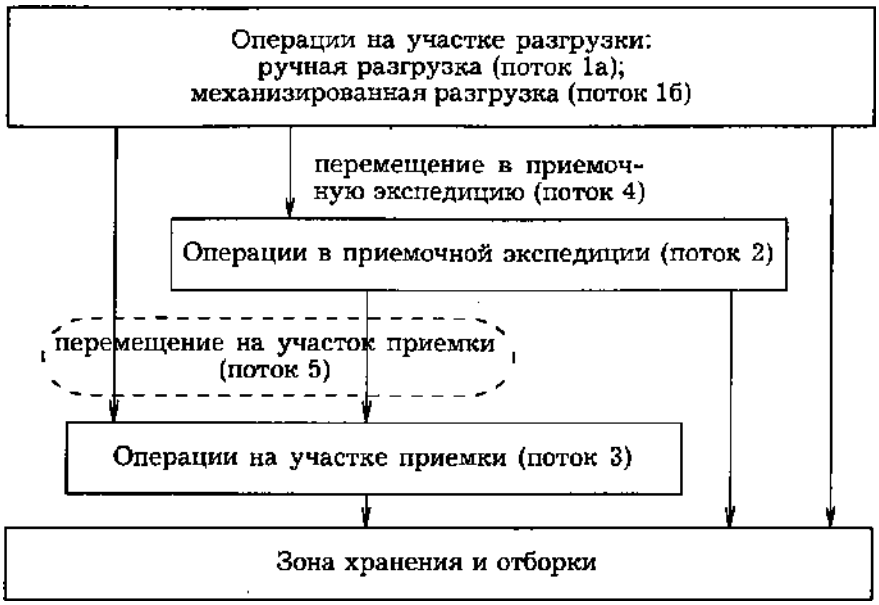


Рис.1. Движение материальных потоков от участка разгрузки до зоны хранения и отборки

Расчеты по потокам

Поток № 2:

ранее в приемочной экспедиции обрабатывалось 750 т/год; стало обрабатываться 250 т/год.

Стоимость работ на потоке:

до изменения фактора A_1 750 х2 = 1500 у.д.е./год;

после изменения 250 х 2 = 500 у.д.е./год.

Изменение стоимости работ на потоке 1500-500 = 1000 у.д.е./год.

Поток № 4:

ранее в приемочную экспедицию перевозилось 750 т/год; стало перевозиться 250 т/год.

Стоимость работ на потоке: до изменения фактора A_1 750 х 0,6 = 450 у.д.е./год;

после изменения 250 х 0,6 = 150 уд.е./год.

Изменение стоимости работ на потоке 450 - 150 = 300 у.д.е./год.

Общее изменение стоимости грузопереработки на складе в результате

уменьшения значения фактора A_1 1000 + 300 = 1300 у.д.е./год.

Изменение стоимости грузопереработки

в процентах к общему объему составит 1300/70750*100 = 1,8%.

В результате выполнения задания в гр. 6 табл. 4 факторы ранжируются по степени влияния на стоимость внутри- складской грузопереработки.

Задача 7.1.

Продифференцируйте факторы, определяющие объем складской грузопереработки.

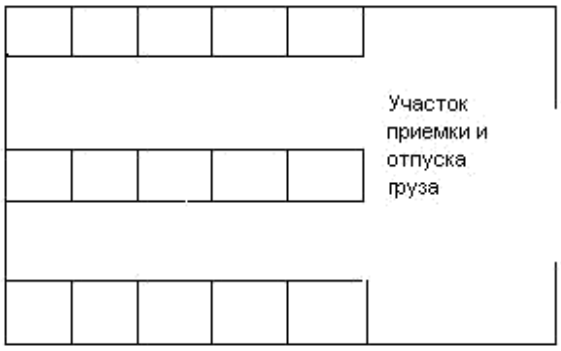
Методические указания.

В процессе выполнения задания необходимо проанализировать совокупность факторов, влияющих на интенсивность материального потока на том или ином участке склада, и определить, какие из них зависят, в основном, от условий договоров с поставщиками – группа А, а какие от условий договоров с покупателями – группа В. Результаты оформить в виде таблицы:

Группа А	Группа В

Задача 7.2.

Выделить значимый (с точки зрения внутрискладских перемещений) ассортимент склада и разместить его на «горячей» линии по исходным данным реализации за месяц:



Товар	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к	л	м	н	о
Кол-во	10	25	145	160	25	50	15	20	80	5	15	210	10	10

Результат внести в схему склада:

Задача 7.3.

Найдите оптимальный размер заказываемой партии при условии:
Оборот склада – 2 тыс. руб/день.
Затраты на 1 доставку – 9 тыс. руб.
Затраты на хранение запаса размером в одну тысячу рублей – 0.04 тыс. руб/день.
Варианты ответа, тыс.руб:
10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75.

Задача 7.4.

Какие из следующих операций проводят грузоперерабатывающие, а какие складские или транспортно-экспедиционные терминалы:

- согласование сроков прибытия и отправки грузов при перевалке их с одного вида транспорта на другой;
- таможенные операции;
- грузовые операции;
- переработка контейнеров;
- временное складирование грузов;
- приемка грузов на ответственное хранение;
- подсортировка и подкомплектовка;
- разукрупнение и укрупнение партий;
- переадресовка грузов;
- тарно-упаковочные операции;
- оформительские операции;
- страхование грузов.

Задача 7.5.

Проанализируйте возможность осуществления интегрированной организации товародвижения через места складирования различной принадлежности (посреднические складские предприятия, транспортные склады, производственные склады).

Задача 7.6

Оцените вероятность организации логистических посредников следующих специализаций:

- ориентирующихся на терминальные технологии и осуществляющих свою деятельность в режиме транспортного терминала;
- выполняющих функции транспортно-сбытовых центров (синоним —логистический или распределительный центр).

Задача 7.7.

Какие из ниже перечисленных логистических операций определяют уровень (1-й, 2-й, 3-й, 4 -й) логистического сервиса промышленной компании:

- закупка сырья и комплектующих;
- распределение готовой продукции;
- складирование готовой продукции;
- производство;
- складирование сырья и комплектующих.

РАЗДЕЛ 8. ИНФОРМАЦИОННАЯ ЛОГИСТИКА

Вопросы для проверки знаний

1. Значение и задачи информации в логистике
2. Информационные логистические системы
3. Построение и функционирование информационных логистических систем
4. Принципы прогнозирования и планирования в логистике

В настоящее время информация является одним из важнейших ресурсов сельскохозяйственных предприятий, не менее значимых, чем материальные, финансовые или трудовые[9].

*Объем воспринимаемой информации*характеризует полноту сведений о каком-либо объекте, используемых для принятия решения. Избыточность информации об объекте управления повышает качество решения, однако увеличивает время на принятие решения и повышает стоимость информации.

Достоверность информации - это реальность сведений (и их доля) в общем объеме информации. Она характеризуется тремя уровнями: абсолютным (100 %), доверительным (более 80 %), негативным (менее 80 %). Достоверность во многом зависит от методики документооборота. Чем меньше людей принимает участие в сборе, передаче и обработке информации, тем выше ее достоверность.

Ценность информации характеризуется снижением уровня затрат ресурсов (материалов, времени, денег) на принятие правильного решения.

[9] Источник: Информационное обеспечение системы управления в АПК [Электронный ресурс]– Режим доступа : http://allrefs.net/c42/4eydq/p25/

Насыщенность информации - это соотношение полезной и фоновой информации.

Открытость информации - это возможность предоставления ее различным контингентам людей.

Существуеттри уровня открытости:

1) секретная - отражает глобальные потребности общества и имеет ограничения на использование (например, информация об обороне страны);

2) конфиденциальная (для служебного пользования) - отражает интересы общества, потребности группы или коллектива людей (имущественное положение предприятий, сведения о партнерах и клиентах, способы производства продукции и структура цены, условия сделок и контрактов и т.д.);

3) публичная (открытая) - отражает интересы общества, потребности и интересы людей, не имеет ограничений на использование.

Информация в отличие от классического товара при передаче ее другому лицу остается и у продавца. Информация может быть получена законным (легитимным) или криминальным путем.

Информационное обеспечение системы управления предполагает наличие своевременной и достоверной информации, формулирование выводов и эффективное использование ее при принятии управленческих решений.

Базой информационной системы служат компьютерная техника и информационные технологии. Они позволяют экономично и рационально решать задачи информационного обеспечения, расширяют диапазон анализируемых факторов.

На современном этапе экономического развития информация является главным стратегическим ресурсом. В связи с этим поиск необходимой информации, своевременное ее предоставление потребителю в наиболее востребованной форме - первоочередная задача информационно-консультационной службы, которая должна решаться с применением современных компьютерных технологий, средств связи, телекоммуникаций, а также других способов доведения информации до потребителя.

Для развития логистичеких информационных систем в производствах АПК следует учитывать[10]:

- необходимость наличия в производствах АПК систем маркетинга, финансового менеджмента, операционного менеджмента;

- возможность расширения доступа к логистическим информационным системам внешних пользователей с соблюдениемпроцедур информационной безопасности и разграничения прав доступа;

- использование алгоритмических, аппаратных и программных процессов для совместимости информационных модулей;

- для возможности получать точную информацию необходима оперативность и поддержка в режиме on-line;

- внедрение и использование беспроводных технологий для связи с пользователями;

- необходимо создание единой базы данных клиентов, поставщиков и партнеров; - создание соответствующих функциональных компонентов (системы сбора и анализа

[10] Источник: Волошенюк Т.А., Наумова Л.Н. Информационное обеспечение логистической деятельности предприятий АПК, 2011 [Электронный ресурс]– Режим доступа :http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/67034/07-Voloshenyuk.pdf?sequence=1

информации, документооборота и управления проектами, хранилища документов и др.) для обеспечения целостности системы;

- в развитии функциональных возможностей и перспектив предприятия необходимо использовать фактор масштабности, что позволит добиться экономии ресурсов;

- возможность адаптации к функционально-техническим требованиям существующего программного обеспечения, а также совершенствование бизнес-процессов, документооборота.

Логистическую информационную систему производств АПК необходимо рассматривать не только как набор информационных технологий и программного обеспечения, а как взаимосвязь этих элементов с информационными потоками, идущими от всех участников системы. Информационная система будет эффективной в том случае, если предоставляется возможность контроля, регулирования и быстрого реагирования на изменения процессов как внутри, так и за ее пределами. Логистическая информация должна занимать первостепенное место во всей системе регулирования деятельности предприятий АПК. Преимуществом логистической информационной системы является то, что предприятия в зависимости от своей величины и потребностей могут выбирать такой набор составляющих, который в наилучшей степени обеспечит соотношение «затраты – выгоды».

Прогнозирование в логистике

В зависимости от того, к какой группе товаров относится исследуемый товар, можно применить следующие методы прогноза:

- для товаров группы X – статистические методы (наивного прогноза, долгосрочной средней, скользящей средней, взвешенной экспоненциальной средней);

- для товаров группы Y – показатель потребления и учет сезонного тренда;

- для товаров группы Z – учет обращений и запросов, скорректированное среднее потребление и экспертный метод.

Метод «наивного прогноза» можно использовать при прогнозе продаж товаров группы BX и CX, т.к. продажи по этим группам стабильны и имеют устойчивый тренд, а цена ошибки в прогнозе не велика. Для группы товаров AX тоже можно использовать данный метод, если у нас есть надежные поставщики и колебаний спроса по такому товару не предвидится. Метод «наивного прогноза» предполагает, что продажи в последующем периоде будут соответствовать продажам в предыдущем периоде (табл. 1).

Преимущества метода в том, что возможна моментальная реакция на изменение спроса. Недостаток – слишком большая чувствительность к случайным колебаниям.

Метод долгосрочной средней можно использовать при прогнозе продаж товаров группы BX, BY, CX, CY, по которым имеются колебания, но цена ошибки невелика. Данный метод предполагает, что продажи в последующем периоде будут равны среднему объему продаж за все предшествующие периоды (табл. 2).

Преимущества – сглаживает случайные колебания спроса. Недостаток – не отражает истинных изменений в тенденциях, всегда реагирует с запозданием на существенные изменения спроса.

Таблица 1. Пример прогноза продаж методом «наивного прогноза»

Печенье «Юбилейное»					
Год	Месяц	Реальные продажи, кг	Наивный прогноз, кг	Формула	Погрешность, %
2007	Ноябрь	218	-		
	Декабрь	205	218	= ноябрь	6
2008	Январь	219	205	= декабрь	-7
	Февраль	211	219	= январь	4
	Март	220	211	= март	-4
	Апрель	222	220	…	-1
	Май	209	222	…	6
	Июнь	216	209	…	-3
	Июль	218	216	…	-1
	Август	220	218	…	-1
	Сентябрь	228	220	…	-4
	Октябрь	219	228	…	4
	Ноябрь	213	219	…	3
	Декабрь	209	213	= ноябрь	2

Таблица 2. Пример прогноза продаж методом «долгосрочной средней»

Вафли «Артек»					
Год	Месяц	Реальные продажи, кг	Прогноз методом «долгосрочной средней», кг	Формула	Погрешность, %
2007	Ноябрь	115	-		
	Декабрь	127	121	(115+127)/2	-5
2008	Январь	143	128	(115+127+143)/3	-11
	Февраль	123	127	(115+127+143+123)/4	3
	Март	129	127	…	-1
	Апрель	135	129	…	-5
	Май	111	126	…	12
	Июнь	134	127	…	-5
	Июль	139	128	…	-8
	Август	118	127	…	7
	Сентябрь	145	129	…	-12
	Октябрь	137	130	…	-6
	Ноябрь	120	129	…	7
	Декабрь	122	128	(115+…+122)/14	5

Метод скользящей средней можно применять при прогнозе продаж товаров группы АХ, ВХ. В расчетах исходят из того, что продажи в следующем периоде будут равны средней арифметической от объема продаж за последние n- периодов (за 3, 5, 6 недель или месяцев). Этот метод – компромисс между двумя предыдущими (табл. 3). Недостаток метода в том, что он не учитывает сезонных колебаний.

Таблица 3. Пример прогноза продаж методом «скользящей средней»

Печенье «Юбилейное»					
Год	Месяц	Реальные продажи, кг	Скользящая средняя (3 месяца), кг	Формула	Погрешность, %
2007	Ноябрь	218	-		
	Декабрь	205	-		
2008	Январь	219	214	(218+205+219)/3	-2,3
	Февраль	211	212	(205+219+211)/3	0,3
	Март	220	217	(219+211+220)/3	-1,5
	Апрель	222	218	…	-2,0
	Май	209	217	…	3,8
	Июнь	216	216	…	-0,2
	Июль	218	214	…	-1,7
	Август	220	218	…	-0,9
	Сентябрь	228	222	…	-2,6
	Октябрь	219	222	…	1,5
	Ноябрь	213	220	…	3,3
	Декабрь	209	214	(219+213+209)/3	2,2

Метод экспоненциальной средней взвешенной (ЭСВ) похож на предыдущий, но к числу периодов прибавляется взвешивание периодов. Преимущество его в том, что при наличии тренда или тенденции он имеет явное преимущество. Недостаток – требует большого числа вычислений; все данные имеют один вес; конечный прогноз нельзя сделать пока не пройдет заданное число периодов; при значительных колебаниях спроса не успевает реагировать и не учитывает сезонность.

Формула вычисления экспоненциальной средней взвешенной (ЭСВ):

k*(фактический спрос) + (1-k)*(среднее значение предыдущего прогноза)

где k – постоянная величина, имеющая значение от 0 до 1. Чаще всего k = 0,1 и 0,2. Это означает, что тренд имеет плавное развитие. При высоком значении k=0,5 возникает слишком сильное реагирование, «нервозность», скачки. Данный метод лучше всего подходит для прогноза спроса на товары группы X и Y. Пример расчета приведен в таблице 4.

Таблица 4. Пример прогноза продаж ЭСВ методом

Печенье «Юбилейное»						
Год	Месяц	Реальные продажи, кг	Скользящая средняя (3 месяца), кг	ЭСВ метод прогноза, кг	Формула	Погрешность, %
2007	Ноябрь	218	-			
	Декабрь	205	-			
2008	Январь	219	214			
	Февраль	211	212	215	0,2*219+(1-0,2)*214	1.9
	Март	220	217	212	0,2*211+(1-0,2)*212	-3.7
	Апрель	222	218	218	...	-2.0
	Май	209	217	219	...	4.7

	Июнь	216	216	215	...	-0.3
	Июль	218	214	216	...	-0.9
	Август	220	218	215	...	-2.4
	Сентябрь	228	222	218	...	-4.2
	Октябрь	219	222	223	...	1.9
	Ноябрь	213	220	221	...	3.9
	Декабрь	209	214	219	0,2*213+(1-0,2)*220	4.6

Если исследуемый товар относится к товарам стабильного спроса (группы X), то разница в прогнозах невелика. Однако наилучший прогноз дает метод скользящей средней и ЭСВ. Если исследуемые товары относятся к группе Y, имеющей колебания спроса от 10 до 25%, то методы наивного прогноза и долгосрочной средней будут давать слишком большие погрешности (15-45%), а скользящая средняя – более или менее приемлемые результаты.

Если исследуемый товар относится к группе AZ и BZ, то спрос на них нерегулярен, а цена ошибки велика. В таком случае необходимо пользоваться только экспертными методами в сочетании со статистикой продаж за аналогичный период прошлого года (или двух-трех лет).

Для товаров, имеющих явный сезонный спрос (куличи к Пасхе и т.п.), лучшим способом является сравнение потребления с тем же периодом в прошлом году в сочетании с экспертной оценкой менеджера, ответственного за заказ.

Сравнивая периоды, необходимо учесть тенденцию, т.к. за год спрос на товар может упасть или увеличиться. Важно учитывать и жизненный цикл товара – находится ли этот товар на стадии роста или внедрения на рынок, или спрос на товар падает.

Прогнозируя изменение того или иного показателя, следует изучить факторы, оказывающие на него влияние, дать им оценку и выбрать те из них, влияние которых является наиболее существенным.

Для этого можно воспользоваться статистическими данными прошлых периодов, когда были зафиксированы значения анализируемого показателя при влиянии на него определенного набора факторов. Также можно провести исследования по данным о работе аналогичных предприятий или организовать сбор данных в результате специально проводимого эксперимента.

Собранную информацию удобнее всего оформить в табличном виде (табл.5).

Таблица 5. Исходные данные для анализа взаимосвязи между показателями

Периоды (дни, недели, декады, месяцы, кварталы, годы)	Значение анализируемого показателя	Значение факторов			
	y	x_1	x_2	…	x_n
1	y_1	x_{11}	x_{21}	…	x_{n1}
2	y_2	x_{12}	x_{22}	…	x_{n2}
…	…	…	…	…	…
N	y_n	x_{1N}	x_{2N}	…	x_{nN}

Исследование зависимости между двумя или несколькими переменными является одной из задач математической статистики.

Следует выделить два крайних случая:

1. Если изменение одной переменной не приводит к изменению другой переменной, то такие переменные называются ***независимыми***.

2. Если каждому значению переменной *x*или ряду из нескольких переменных x_1, $x_2, \ldots, x_n$соответствует только одно значение переменной *y*, то говорят о существовании ***функциональной связи*** между ними.

Если при изменении одной из величин изменяется среднее значение другой, то такую зависимость называют ***корреляционной***.

Статистические связи между переменными изучают методами корреляционного и регрессионного анализа. Термин «корреляция» означает «взаимосвязь». Корреляционный анализ используют для выявления связи между случайными величинами и оценки её тесноты. Более подробно вспомнить вопросы общей теории статистики можно обратившись к литературным источникам[11].

Когда закон распределения двумерной случайной величины неизвестен, для оценки тесноты связи используют выборочный коэффициент парной корреляции. Он принимает значения в диапазоне от -1 до +1. Чем он ближе по абсолютной величине к 1, тем теснее связь. Знак при коэффициенте показывает направление связи: знак «+» показывает прямую зависимость между переменными, а знак «-» - обратную. Если он равен нулю, то связи между переменными нет, а если единице, то между анализируемыми переменными существует функциональная связь.

Для вычисления данного коэффициента в электронной таблице применяется стандартная функция КОРРЕЛ (…). Рассмотрим пример его нахождения по данным таблицы 6.

Таблица 6. Статистические данные о влиянии изменения цен на изменение объема продаж товара

Цена на товар (x), руб.	Объем продаж (y), кг
13	504
15	458
17	425
18	387
20	295
24	286
25	285
26	272
27	276
28	251

Для этого скопируем данную таблицу в электронную таблицу. В ячейку A13 занесем название рассчитываемого коэффициента «Корреляция». Поставим курсор в ячейку B13 (или любую другую ячейку, где будет размещено значение данного

[11] Ефимова М.Р. Практикум по общей теории статистики: учеб.пособие /М.Р.Ефимова, О.И.Ганченко, Е.В.Петрова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2014. – 368 с.
Урубков А.Р. Статистические методы и модели в бизнесе: учеб.пособие/А.Р.Урубков. – М.: Издательский дом «Дело» РАНХ и ГС, 2011. – 324 с.

коэффициента).Вызываем «Мастер функций» Fx(см. предыдущие занятия). Выбираем функцию «КОРРЕЛ» (рис.1).

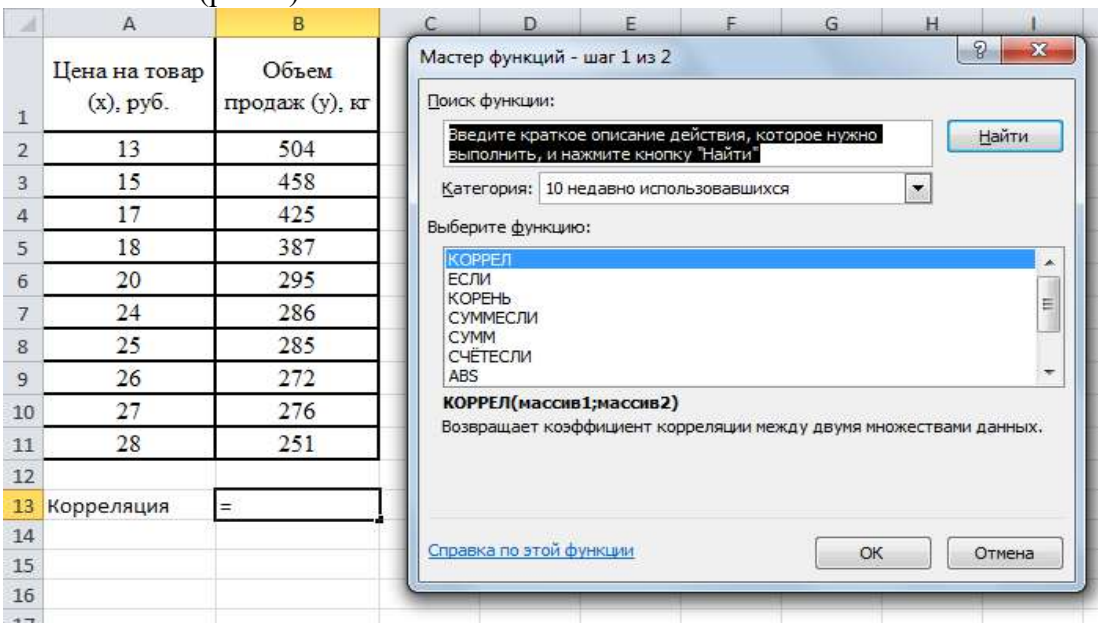


Рис.1

В открывшемся окне указываем два столбика наших данных (рис.2). Нажимаем на кнопку «ОК» и в ячейке B13 появляется значение коэффициента корреляции – 0,95. Это означает, что между исследованными статистическими данными существует достаточно тесная корреляционная зависимость. Отрицательный знак перед коэффициентом корреляции показывает, что зависимость обратно пропорциональная, т.е. при увеличении цены, объемы продаж товара снижаются.

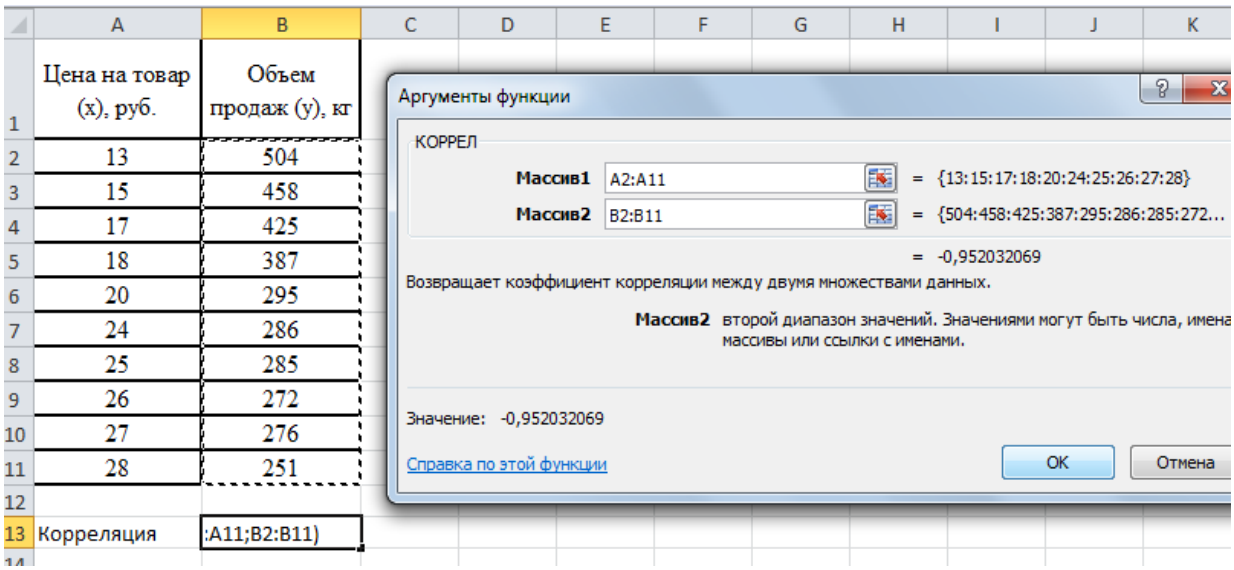


Рис. 2

Для наглядности построим точечный график. Для этого выделим статистический массив (A1:B11). Откроем вкладку «Вставка» в меню программы и выберем вставку диаграммы «Точечная» (рис 3). В результате мы получаем новое окно с диаграммой (рис. 4).

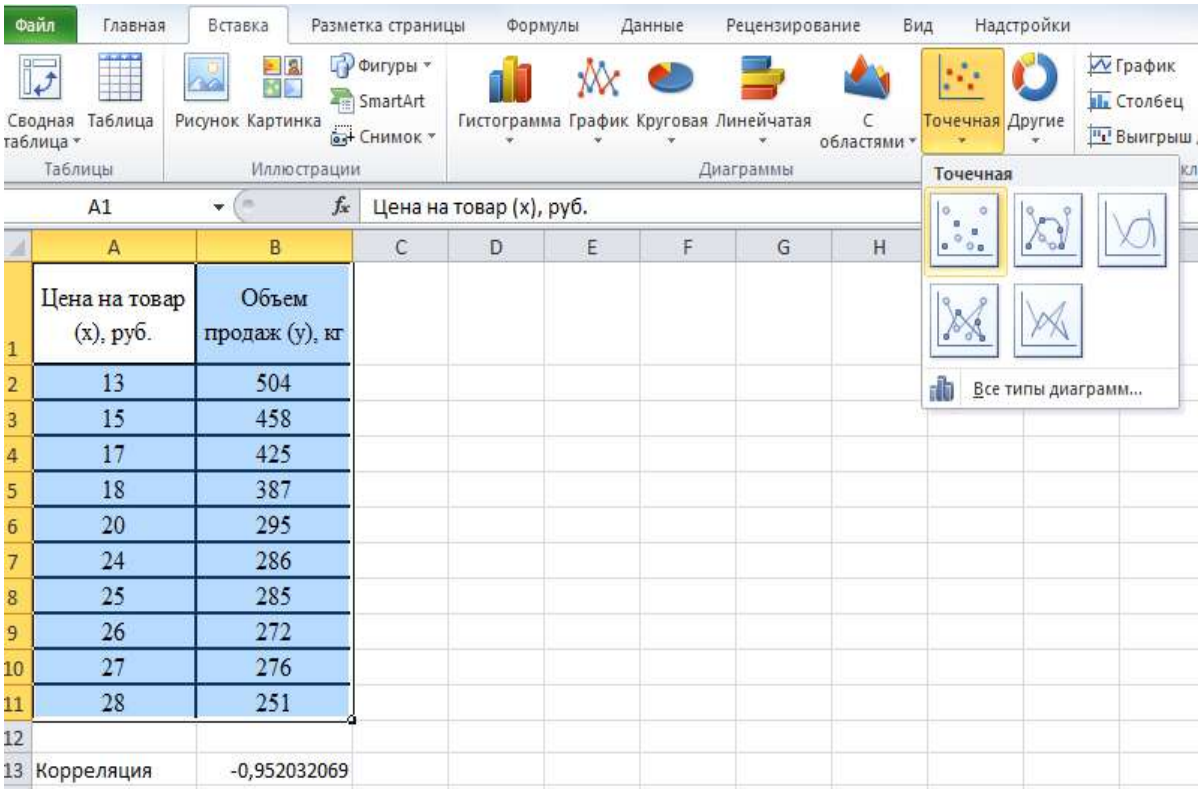


Рис.3

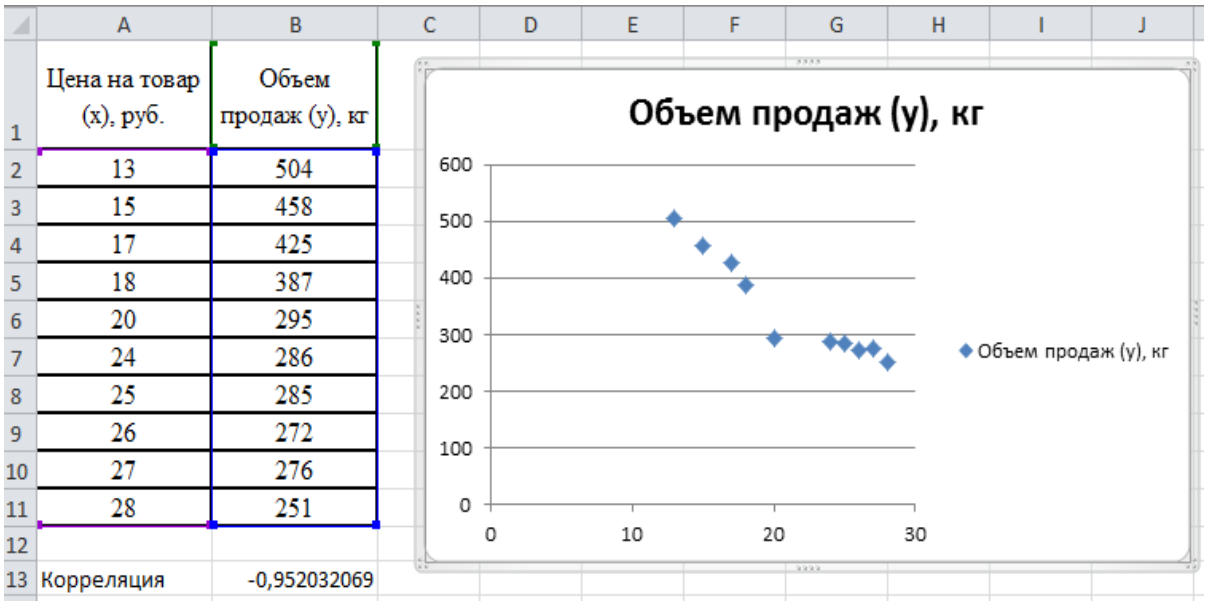


Рис. 4

Для того, чтобы осуществить подбор наиболее подходящих (аппроксимирующих) линий в Электронной таблице при работе с точечным графиком, необходимо выбрать вкладки «Макет» - «Линия тренда» - «Дополнительные параметры линии тренда» (рис.5).

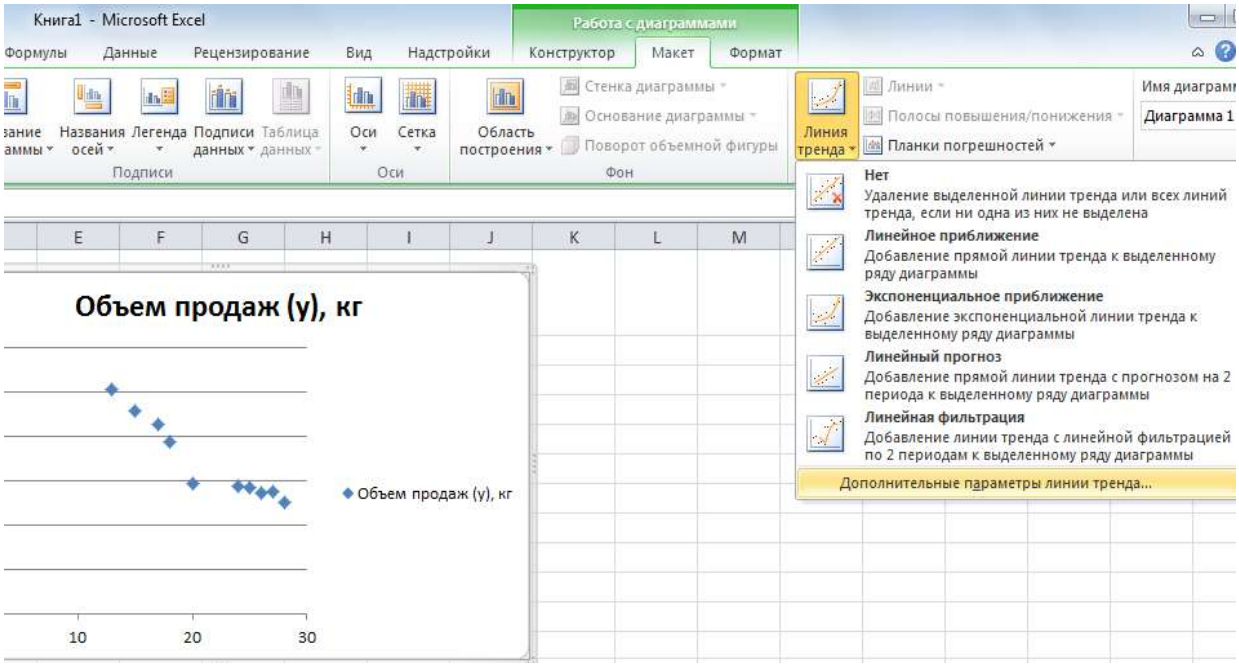


Рис.5

При этом откроется окно «Формат линии тренда». Воспользовавшись предлагаемыми параметрами линий тренда в данном окне, можно построить несколько различных линий и выбрать, в результате, ту, которая наиболее точно отражает выявленную зависимость.

Начнем построение с линейного тренда. Для его построения отмечаем мышкой параметр «Линейная», «прогноз вперед» укажем на 10 периодов, ставим указатели (галочки) на параметре «показывать уравнение на диаграмме» и «поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации R^2 и закрываем вкладку (рис.6). В результате данного действия мы получаем изображение прямой линии, проходящей рядом с точками, ранее построенного графика (рис.7).

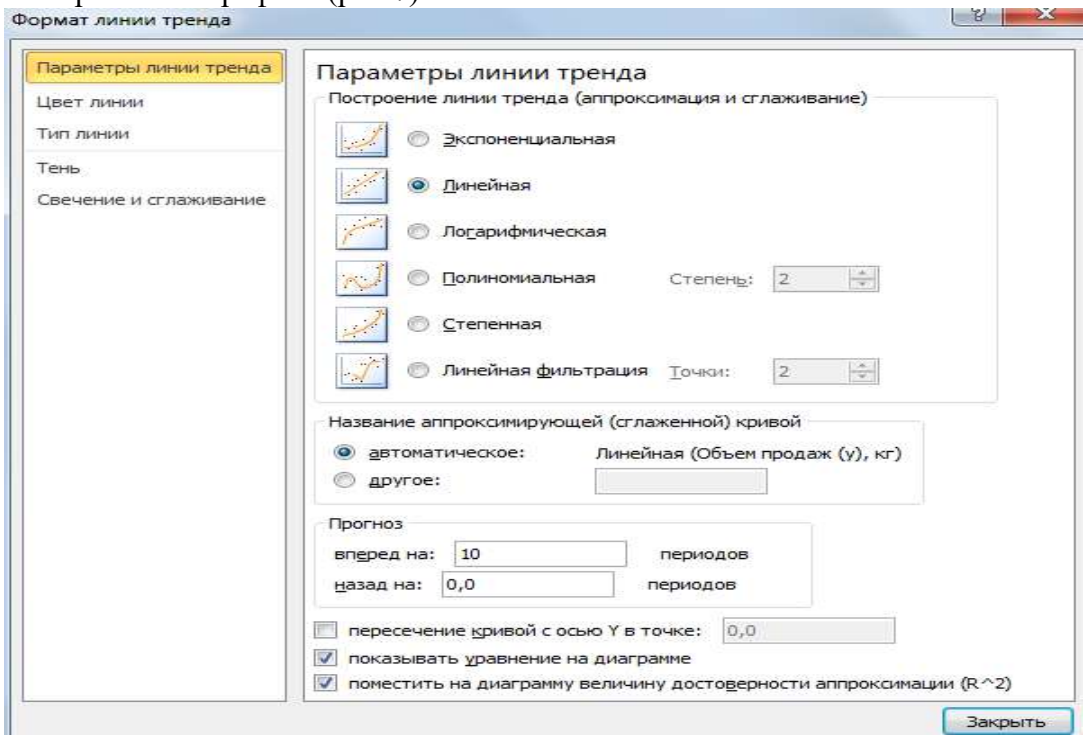


Рис. 6

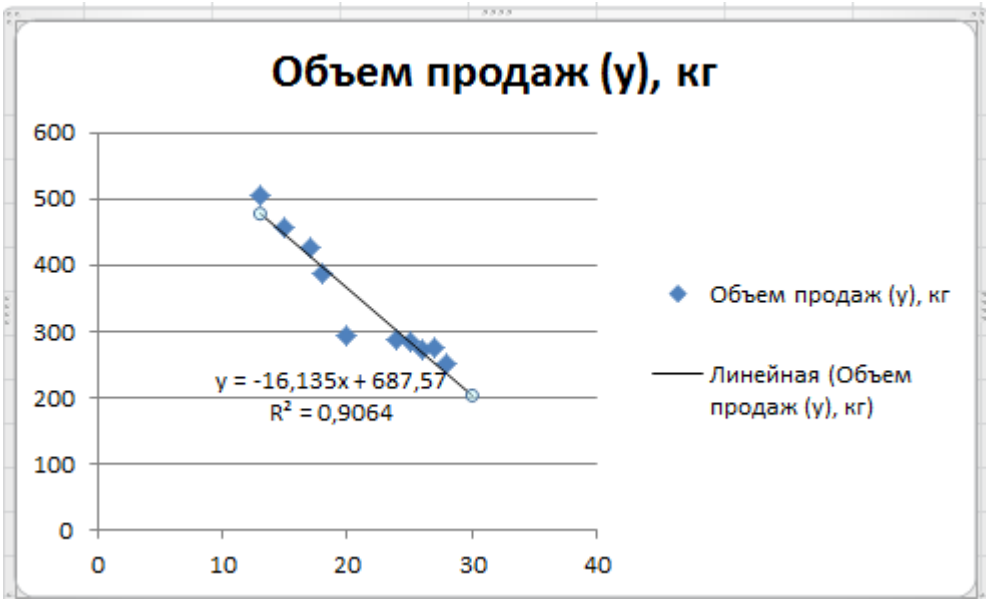


Рис.7

Кроме того, на график выведено уравнение, описывающее выбранную линейную зависимость и показатель R^2 (критерий детерминации), отражающий критерий качества подобранной аппроксимации (рис.7).

R^2 может принимать значение от 0 до 1. Чем ближе его значение к 1, тем теснее связь между переменными x и y. Данный критерий далеко не единственный, используемый для оценки качества построенной математической модели, но он получил достаточно широкое распространение. Суть его состоит в сравнении общей суммы квадратов отклонений (общий разброс от среднего показателя) с суммой квадратов отклонений относительно построенной линии.

В нашем примере его значение 0,90 означает, что на 90% изменение объемов продаж зависит от изменения цен и на 10% - другими неучтенными факторами.

Однако прежде чем делать выводы по качеству построенной линии, необходимо проверить логику её возможного использования для описания анализируемой зависимости. Так, если спрогнозировать достаточно большой рост цен, то полученная прямая линия пересечет ось абсцисс и значения результирующего показателя станут отрицательными. Поскольку данная ситуация с экономической точки зрения невозможна, то и доверять построенной модели не следует.

Рассмотрим другие линии тренда. Для этого нам необходимо проделать тот же путь: построить точечный график, выбрать полиномиальную линию (степень 2) с аналогичными параметрами. Итогом будет график (рис.8), намного точнее отражающий эмпирическое распределение, но прогнозные значения покажут опять невозможную экономическую зависимость (при увеличении цен – увеличение объема продаж).

Рассмотрим следующую линию тренда – экспоненциальную (рис.9). Она показывает высокий уровень качества и практическую значимость.

Следующим шагом будет построение степенной линии тренда (рис. 10), которая также может быть принята в качестве аппроксимирующей А затем – логарифмической (рис.11). Результаты её построения показывают остаточно высокую вероятность и её использования в качестве модели, описывающей взаимосвязь между исследуемыми переменными.

В результате проведенных построений мы видим, что из всех моделей 3 модели могут быть использованы для построения прогноза – экспоненциальная, степенная и логарифмическая. Для того, чтобы выбрать наиболее точную для наших экспериментальных данных, обратим внимание на критерии качества построенных моделей.

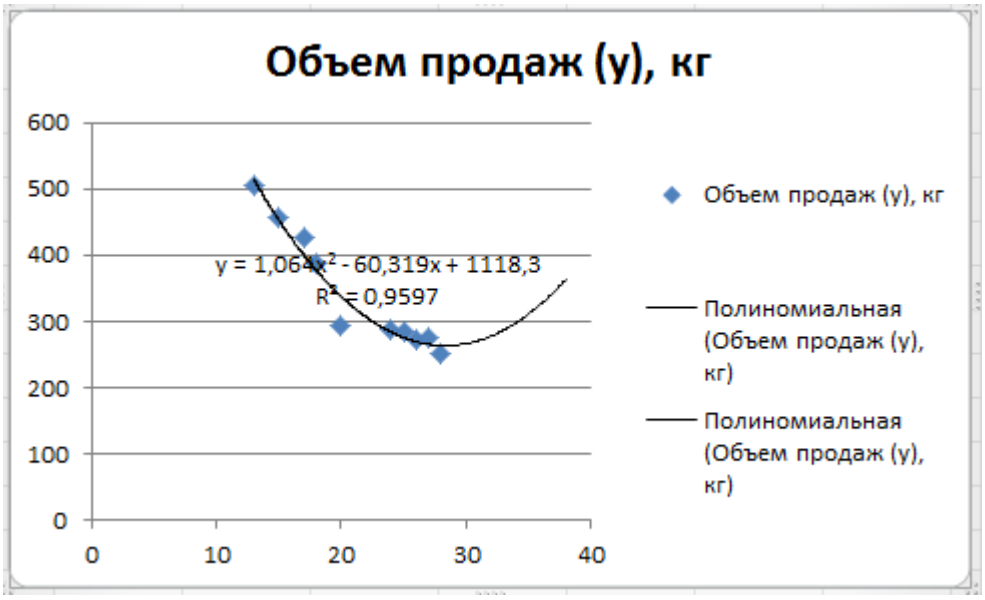


Рис.8

Анализ критериев детерминации показывает, что именно степенная модель является более приближенной к практическим данным.

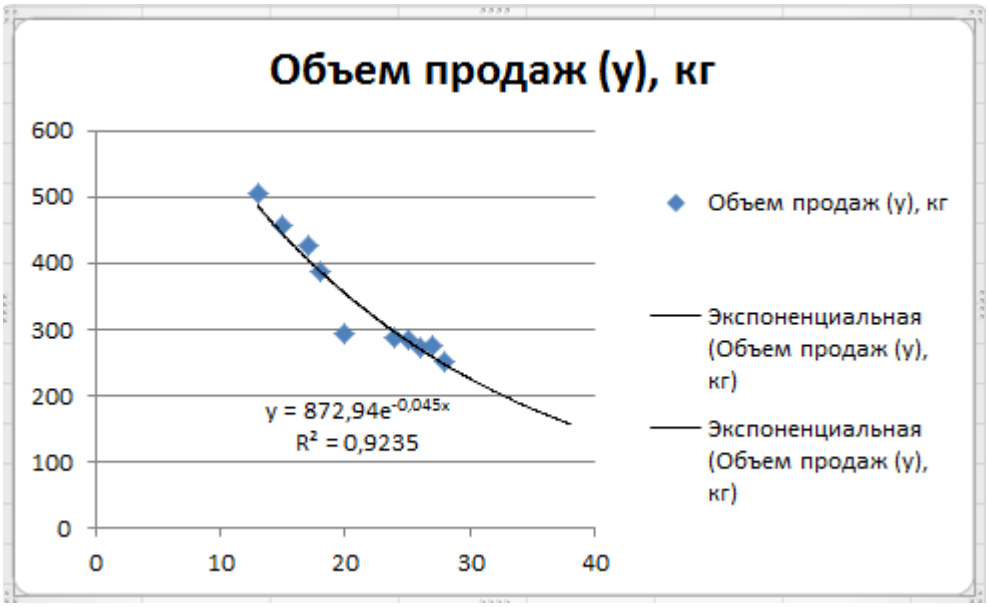


Рис. 9

Её мы и выберем для осуществления прогнозных расчетов.

Например, предприятие может узнать предполагаемый объем продаж при уровне цены на товар равной 19 руб. за 1 кг. Такого показателя не было в таблице. Чтобы определить объем продаж, соответствующий ему, необходимо подставить значение переменной x=19 в уравнение степенной функции, помещенной на рис. 11.

Данные расчеты можно провести, поставив знак «=» в любой ячейке электронной таблицы.

=5279,2/19^0,912

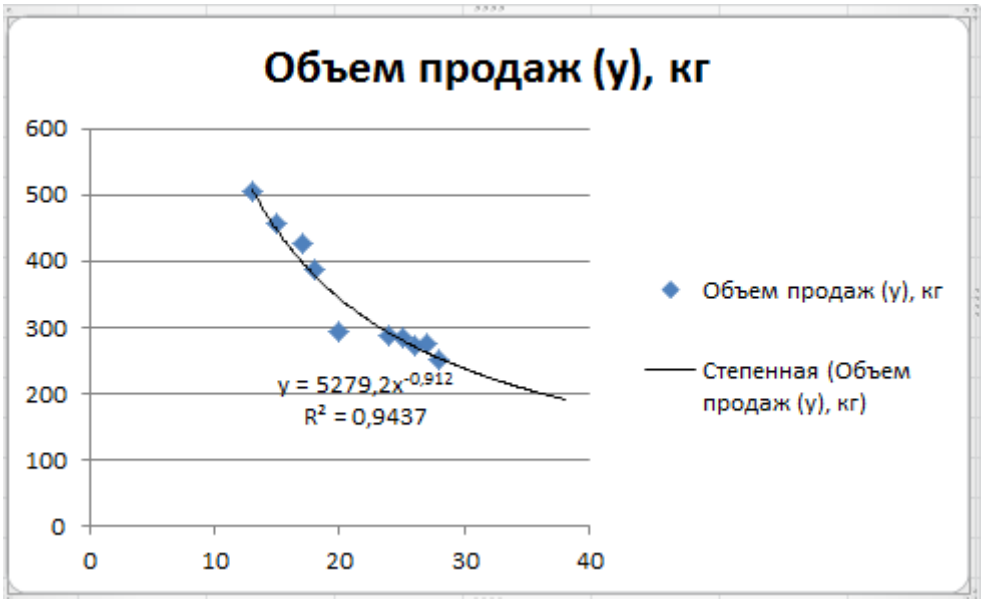


Рис.10

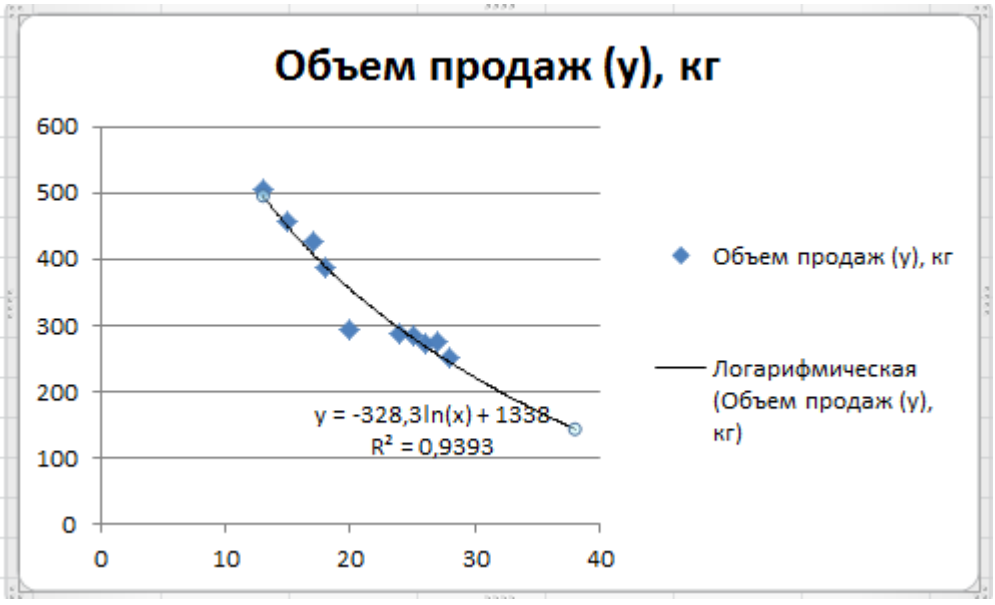


Рис.11

В результате расчетов мы получаем прогнозируемый объем продаж в размере 360 кг.

Тестовые вопросы

1. Какие элементы относятся к элементам прогноза?
   а) Базовый спрос
   б) Случайные колебания спроса
   в) Сезонный фактор
   г) Эффект стимулирования продаж

д) Все вышеперечисленные

2. Метод _____ предполагает, что продажи в последующем периоде будут равны среднему объему продаж за все предшествующие периоды

а) наивного прогноза

б) скользящей средней

в) экспоненциальной средней взвешенной

г) долгосрочной средней

д) средней за предшествующие периоды

3. Принцип ___ _____– выбираются такие управленческие решения, которые являются лучшими (оптимальными) по комплексу показателей для заданных условий

4. Принцип _____– предполагает исследование логистического объекта, с одной стороны, как единого целого, а с другой стороны, как части более крупной системы, в которой анализируемый объект находится в определенных отношениях с остальными системами

5. Какие показатели можно отнести к показателям результативности работы отдела логистики?

а) факт заключения договора

б) факт выполнения заказа

в) факт отказа от договора

г) своевременность выполнения заказа

д) своевременность выполнения этапа транспортировки

е) своевременность погрузо-разгрузочных работ

ж) своевременность оформления документов

2. Какие показатели можно отнести к показателям эффективности использования средств ?

а) средняя стоимость доставки единицы груза или места в транспортном средстве

б) расход ГСМ и других расходных материалов на единицу расстояния

в) количество раз возврата документов с таможни после проверки

г) соотношение стоимости доставки к продажам

д) все выше перечисленные

РАЗДЕЛ 9. ЛОГИСТИКА СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

1. Понятие сервиса в логистике
2. Система логистического сервиса
3. Формирование системы логистического сервиса
4. Уровень логистического обслуживания
5. Критерии качества логистического обслуживания
6. Послепродажное логистическое обслуживание
7. Порядок оказания логистической услуги
8. Организация мониторинга эффективности подрядчиков, переадресация им претензий клиента в случае некачественного сервиса со стороны подрядчика
9. Пути повышения качества транспортно-логистического обслуживания грузовладельцев

Задания[12]

1. Суммарная стоимость реализованного товара за период – 2 млн. руб., суммарная стоимость заказанного товара – 2400 тыс. руб. Определите показатель готовности предприятия к поставке за данный период.

2. Число выполненных заказов за период – 3020, а общее число поступивших заказов – 3400. Определите показатель готовности предприятия к поставке за данный период.

3. В таблице приведен общий список услуг, которые могут быть оказаны торговым предприятием в процессе поставки товаров, а также время, необходимое для оказания каждой отдельной услуги. Предприятие фактически оказывает услуги 2, 4, 5, 6, 8. Определите уровень сервиса данного предприятия.

Номер услуги	Время, необходимое для оказания услуги, чел.-час.
1	7,0
2	4,0
3	6,0
4	0,5
5	1,5
6	1,0
7	2,5
8	2,0
9	4,0
10	1,5

4. Предприятие оптовой торговли поэтапно повышало доступность товара для покупателя путем последовательного сокращения срока выполнения заказа. Максимальное время доставки заказа клиенту на отдельных этапах составляло:

I этап – три дня

II этап – два дня

III этап – на следующий день

IV этап – в течение 6 часов

Как, на ваш взгляд, изменялись затраты на повышение качества сервиса?

5. Предприятие оптовой торговли поэтапно повышало доступность товара для покупателя путем последовательного уменьшения минимального размера отпускаемой со склада партии товара. Размеры минимальных партий, отпускаемых со склада, на отдельных этапах составляли:

I этап – контейнер массой 5 т

II этап – грузовой пакет, сформированный на поддоне, массой 500 кг

III этап – отдельный ящик

IV этап – отдельная единица товара

Как, на ваш взгляд, изменялись затраты в связи с повышением качества сервиса?

6. Предприятие оптовой торговли поэтапно повышало готовность предприятия к поставке путем увеличения размера страховых запасов:

I этап – с 80 до 85%

[12] Источник: Гаджинский А.М. Практикум по логистике [Текст]/ А. М. Гаджинский. — 8-е изд. — М.: Издательско-торговая корпорация ≪Дашков и К°≫, 2012. — С.237-239

II этап – с 85 до 90%
III этап – с 90 до 95%
Как, на ваш взгляд, изменялись затраты в связи с повышением уровня сервиса?

7. Как изменится кривая зависимости затрат на содержание запасов от уровня сервиса при внедрении технологии «быстрого ответа»?

8. Как изменится кривая потерь предприятия, вызванных снижением уровня сервиса, при увеличении конкуренции на рынке?

Основным критерием, позволяющим оценить систему сервиса, как с позиции поставщика, так и с позиции получателя услуг, является уровень логистического обслуживания (рис.1).

При выборе поставщика потребитель принимает во внимание возможности производителя в области сервиса, то есть, с одной стороны, предприятие-производитель заинтересовано в расширении сферы услуг, но с другой – любое улучшение уровня сервисного обслуживания сопряжено с дополнительными затратами. Широкая номенклатура логистических услуг и значительный диапазон, в котором может меняться их качество, влияние комплекса предоставляемых услуг на конкурентоспособность предприятия и величину издержек подчеркивают необходимость определения четкой стратегии в области сервисного обслуживания потребителей.



Рис.1. График зависимости затрат на обслуживание от величины уровня обслуживания

Уровень логистического обслуживания характеризует степень совершенства методов и способов осуществления логистических услуг.

Данный показатель можно рассчитать:

- *по количеству оказываемых услуг*:

$$\eta = \frac{m}{M} \cdot 100\%,$$

где η– уровень логистического обслуживания;

m – количественная оценка фактически оказываемого объема логистических услуг;

M – количественная оценка теоретически возможного объема логистических услуг.

- *по времени выполнения услуг:*

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^{n} t_i}{\sum_{i=1}^{N} t_i} \cdot 100\%,$$

где n и N – соответственно фактическое и теоретически возможное количество оказываемых услуг; t_i – время на оказание i-й услуги.

Для оценки уровня логистического обслуживания выбираются наиболее значимые виды услуг, т.е. услуги, оказание которых сопряжено со значительными затратами, а неоказание с существенными потерями на рынке.

Уровень обслуживания потребителей определяется эффективностью логистики, слагаемые которой следующие:

- срок поставки – промежуток между датами выдачи и выполнения заказа. Выигрывает на рынке производитель, обеспечивающий меньший срок поставки;

- обязательность (точность) поставки – оценка верности поставщика согласованным срокам. Она является мерой надежности и доверия, которые клиент проявляет к изготовителю продукции;

- готовность к поставке – согласованность и подтверждение срока выполнения заказа поставщиком в соответствии с пожеланиями клиента;

- качество поставок – характеристика доли заказов, выполненных в соответствии с заказом (спецификацией) клиента;

- информационная готовность – готовность предприятия выдать всю запрашиваемую покупателем информацию относительно поставляемой ему продукции;

- гибкость – готовность предприятия выполнить вносимые клиентом изменения в ранее оформленный заказ.

Начиная с 70% и выше, затраты сервиса растут экспоненциально в зависимости от уровня обслуживания, а при уровне обслуживания 90% и выше сервис становится невыгодным. Специалисты подсчитали, что при повышении уровня обслуживания от 95 до 97% экономический эффект повышается на 2%, а расходы возрастают на 14%.

С другой стороны, снижение уровня обслуживания ведет к увеличению потерь, вызванных ухудшением качества сервиса. Эта зависимость также может быть представлена графиком (рис.2).

Таким образом, рост конкурентоспособности компании, вызванный ростом уровня обслуживания, сопровождается, с одной стороны, снижением потерь на рынке, а с другой – повышением расходов на сервис. Задача логистической службы заключается в поиске оптимальной величины уровня обслуживания.

Для определения оптимального уровня обслуживания осуществляется своеобразная балансировка расходов, доходов и прибыли, реализуется принцип компромиссного решения, при котором фирмы прилагают усилия, чтобы достигнуть наилучшего

соотношения между ценами и уровнем обслуживания, между расходами и доходами. По существу, эта процедура сводится к тому, что сопоставляются затраты, связанные с увеличением уровня обслуживания, с потерями доходов на рынке продаж, которые растут при уменьшении числа услуг. В итоге балансировки находится некоторый оптимум уровня обслуживания.



Рис. 2. График зависимости потерь, вызванных ухудшением обслуживания от величины уровня обслуживания.

Уровень сервисного обслуживания можно определить и комплексным показателем (*И*):

$$И = И_1^{к1} * И_2^{к2} * И_3^{к3} * И_4^{к4} * И_5^{к5},$$

где $И_{1.....}И_5$ – комплексные показатели, соответственно, уровня удовлетворения потребительского спроса, оказания услуг производственного назначения, послепродажного обслуживания; информационного обслуживания и финансово-кредитного обслуживания.

$к_{1.....}к_5$ – показатели степени, характеризующие весомость соответствующего показателя уровня сервиса.

Комплексный показатель уровня удовлетворения потребительского спроса можно описать следующими характеристиками: время, частота, безотказность и качество поставок, готовность обеспечения комплектности и проведения погрузочно-разгрузочных работ, метод заказа.

Время поставок определяется периодом времени между поступлением заказа в систему и получением потребителя готовой продукции.

Частота поставок определяется общим объемом производимой продукции на предприятии и минимальным размером заказываемой партии продукции покупателями.

Готовность поставок определяется долей поставляемой продукции за определенный период времени от общего объема заказа за аналогичный период времени.

Безотказность поставок определяется долей заказов, выполненных с требуемыми временными характеристиками за определенный период, в общем количестве заказов за тот же период.

Готовность обеспечения комплектности – вероятностная характеристика степени выполнения возможных требований к комплектности производимой продукции.

Готовность проведения погрузочно-разгрузочных работ – показатель, представляющий собой вероятностную характеристику степени выполнения возможных требований, предъявляемых к погрузочно-разгрузочным работам.

Метод заказа –показатель, включающий в себя следующие характеристики: минимальный объем заказа; предоставляемые для оплаты заказа время и возможность передачи заказа нарочным или по почте, факсу и т.д. Эти характеристики определяют

относительно соответствующих показателей ведущих конкурирующих предприятий аналогичного профиля.

Аналогично формируются и другие комплексные показатели ($И_{2 \ldots} И_5$).

Повышение уровня удовлетворения потребительского спроса также требует определенного увеличения затрат (S) предприятия. Характер взаимосвязи этих категорий можно описать гиперболической зависимостью (рис.3):

$$S = s + \frac{s_1}{1 - И_1},$$

где S_1 – переменные затраты, зависящие от уровня удовлетворения потребительского спроса ($S_1 > 0$);

S - постоянные затраты; $0 < И_1 < 1$.

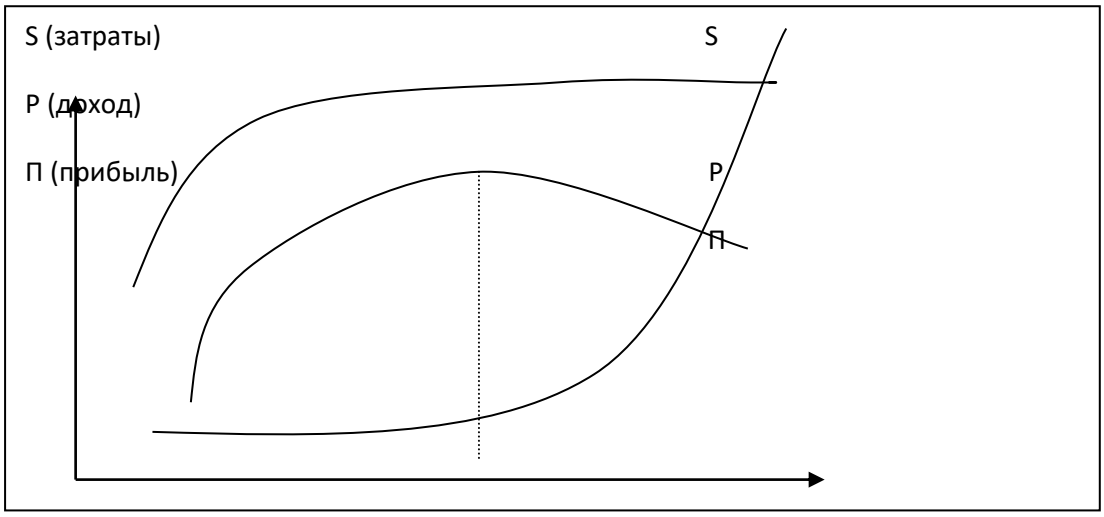


Рис. 3. Влияние уровня удовлетворения потребительского спроса на затраты и прибыль предприятия

Функция дохода в зависимости от уровня удовлетворения потребительского спроса имеет вид:

$$P = p_1 + aИ_1^b; \quad a>0; \qquad 0<b<1,$$

где p_1- доход предприятия от реализации продукции при условии, что уровень удовлетворения потребительского спроса не учитывается;

a, b – соответственно, коэффициент и степень, характеризующие влияние уровня сервиса удовлетворения потребительского спроса на объем реализации.

Пример[13].Небольшой продовольственный магазин продает свежие овощи и фрукты, которые он закупает у местного фермера. В сезон поспевания клубники спрос на нее приближен к нормальному распределению со средним значением 40 кварт в день и стандартным отклонением 6 кварт в день. Стоимость избыточного запаса – 35 центов за кварту. Ежедневно магазин заказывает 49 кварт свежей клубники.

а) Каковы будут возможные убытки от нехватки запасов (на одну кварту)?

б) Почему они находятся в разумных пределах?

Решение задачи

[13] Источник: Как определить убытки от нехватки запасов [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://log-lessons.ru/kak-opredelit-ubytki-ot-nexvatki-zapasov/#more-353

Оптимальный уровень запасов с учетом изменяющегося спроса и ежедневного пополнения запаса определяется по формуле:

$Qo = d + z \cdot s$,

где d – средний спрос в день;

z – число стандартных отклонений, определяемое уровнем обслуживания;

s – стандартное отклонение спроса.

Магазин ежедневно заказывает $Qo = 49$ кварт клубники, значит можно найти число стандартных отклонений z.

$z = (Qo – d)/s = (49 – 40)/6 = 1,5$.

По таблице значений функций стандартного нормального распределения найдем уровень обслуживания, соответствующий найденному значению z. Для z = 1,5 уровень обслуживания равен 93,32%. Можно также воспользоваться функцией =НОРМСТРАСП(1,5) в программе MS Электронной таблице.

С другой стороны **уровень обслуживания** может быть найден по формуле:

Уровень обслуживания (SL) = Снехв/(Снехв + Сизбыт),

где *Снехв* – убытки от нехватки запасов, на единицу запаса;

Сизбыт – издержки, связанные с избыточным запасом, на единицу запаса.

Выразим из последней формулы *Снехв*:

$Снехв = SL \cdot Сизбыт/(1 – SL) = 0,9332 \cdot 35/(1 – 0,9332) = 489$ центов за кварту.

Т.о., возможные **убытки от нехватки запасов** составят 489 центов на одну кварту. Другими словами, это нереализованная прибыль за кварту клубники. Эти убытки значительно больше издержек, связанных с избыточным запасом. Магазину не выгодна ситуация с нехваткой товара. Именно поэтому магазин ежедневно заказывает 49 кварт свежей клубники, что превышает средний ежедневный спрос на нее.

Тестовые вопросы

1. _____ - это материальный объект, принятый для перевозки в установленном порядке

2. _____- это физическое или юридическое лицо, которое по договору перевозки груза выступает от своего имени или от имени владельца груза и указывается в транспортной накладной

3. _____ - это документ, служащий для учета и контроля работы транспортного средства, водителя

4. _____ - это график, устанавливающий время или интервалы прибытия транспортных средств в остановочный пункт либо отправления транспортных средств от остановочного пункта

5. Какие данные содержит заявка на оказание логистической услуги

а) Наименование, полный адрес, режим работы и телефон грузополучателя/грузоотправителя.

б) Наименование груза/товара, количество мест, вес и объем, по желанию Заказчика объявляется стоимость груза.

в) Тара и маркировка груза/товара.

г) Желаемая дата отправки груза/товара.

д) Конкретные виды услуг, оказываемых Исполнителем в отношении данного груза/товара (сортировка, маркировка, упаковка, хранение, доставка и т.д.).

6. Ниже приведены пункты порядка оказания _____ _____

а) Заказчик по каждой конкретной партии груза/товара, передаваемой Исполнителю для оказания услуг направляет Исполнителю Заявку на оказание услуг

б) Заявка передается Исполнителю не позднее _____ (_____) календарных (вариант: рабочих) дней до предполагаемой даты поступления и/или отправки груза/товара

в) По принятым от Заказчика Заявкам Исполнитель формирует план перевозок, который может корректироваться во время исполнения Договора, как по предложению Заказчика, так и по предложению Исполнителя

г) Исполнитель после получения Заявки Заказчика выставляет счет на предварительную оплату стоимости услуг в размере _____% от предполагаемой стоимости подлежащих оказанию услуг в текущем месяце

д) В случае отказа от отправки партии груза/товара Заказчик не менее чем за _____ (_____) календарных (вариант: рабочих) дней до предстоящей отправки сообщает об этом Исполнителю приемлемым для Исполнителя способом

е) Оказание услуг по Договору подтверждается двухсторонними Актами об оказании услуг

ж) Исполнитель по окончании месяца, следующего за отчетным месяцем, в срок, установленный Договором, направляет Заказчику Акт об оказании услуг с приложением счета-фактуры на сумму оказанных услуг

з) В Акте об оказании услуг должны быть перечислены оказанные услуги и их фактическая стоимость, рассчитанная в соответствии с тарифами Исполнителя

и) Заказчик в течение _____ (_____) календарных (вариант: рабочих) дней с момента получения от Исполнителя документов, указанных в Договоре, обязан подписать Акт об оказании услуг или возвратить его Исполнителю с мотивированным отказом от приемки услуг

к) В случае мотивированного отказа Заказчика от приемки услуг Стороны согласовывают сроки устранения выявленных недостатков в оказанных услугах, а в случае невозможности устранения недостатков - определяют стоимость фактически оказанных Исполнителем услуг, подлежащих оплате

л) Стоимость оказанных услуг, согласованная Сторонами в подписанном Акте об оказании услуг, является основанием для проведения между Сторонами взаиморасчетов

РАЗДЕЛ 10. ГЛОБАЛЬНАЯ ЛОГИСТИКА

Вопросы для проверки знаний

1. Понятие глобальной логистики
2. Стратегия глобального размещения источников снабжения и производства
3. Альтернативы размещения производства
4. Выбор иностранных поставщиков
5. Региональные аспекты макрологистики

Темы докладов

1. Порядок оказания логистической услуги
2. Принципы прогнозирования и планирования в логистике
3. Правовые основы транспортно-логистической деятельности
4. Организация мониторинга эффективности подрядчиков
5. Пути улучшения качества оказания логистических услуг по перевозке грузов в цепи поставок
6. Пути повышения качества транспортно-логистического обслуживания грузовладельцев
7. Организация логистической деятельности по перевозке грузов в цепи поставок
8. Цели компании по организации логистической деятельности по перевозке грузов в цепи поставок, распределение обязанностей в подразделении

Тематика презентаций
(для выбора и последующего представления на занятиях с соответствующей тематикой)

1. Закупочная логистика
2. Логистическое управление запасами
3. Производственная логистика
4. Транспортная логистика
5. Складская логистика
6. Информационная логистика
7. Логистика сервисного обслуживания
8. Сбытовая (распределительная) логистика
9. Аутсорсинг в логистике
10. Эффективность внедрения принципов логистики на предприятие

Выполнение данного задания предполагает разделение студентов на мини- группы по 2-3 человека в каждой. Группа готовит презентацию, доклад к ней и рефлексию (где отражается ход проделанной работы обучающимися, сложности выполнения и по которой понятен вклад каждого участника мини-группы в полученный результат). Подготовленные доклады выносятся на защиту перед студентами на том практическом занятии, на котором изучается данная тема. В ходе представления доклада необходимо использовать средства графического представления данных. По завершении доклада студенты, присутствующие на практическом занятии, задают вопросы по существу представленного материала.

Критерии оценки презентаций, подготовленных в малых группах

Оценка	«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
Содержание	Работа полностью завершена. Тема полностью раскрыта.	Работа почти полностью завершена. Сделаны наиболее важные компоненты работы	Не все важнейшие компоненты работы выполнены	Работа сделана фрагментарно, с помощью преподавателя

Оценка	«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно
	Презентация убедительна и оригинальна. Содержание понятно, представлено логично и удобно для восприятия	Материал изложен логично, есть плавные переходы между его частями.	Материал не всегда дается логично. Непонятны отдельные вопросы. Нет оригинальности.	Материал подобран нелогично, отдельные слайды скопированы через Интернет с существующих презентаций.
	Работа демонстрирует глубокое понимание описываемых процессов	Работа демонстрирует понимание основных моментов, хотя некоторые детали не уточняются	Работа демонстрирует понимание, но не полное	Работа демонстрирует минимальное понимание
	Даны интересные, дискуссионные материалы. Грамотно используется научная лексика	Имеются некоторые материалы дискуссионного характера. Научная лексика используется, но иногда некорректно	Дискуссионные материалы есть в наличии, но не способствуют пониманию проблемы. Научная терминология или используется мало, или некорректно	Минимум дискуссионных материалов. Минимум научных терминов
	Указаны пути решения проблемы	Указаны не все пути решения проблемы	Пути решения проблемы указаны некорректно	Не указаны пути решения проблемы
	Графики, таблицы, фотографии, текст в презентации выстроены и размещены корректно.	Есть некоторые замечания по использованию в презентации графиков, таблиц, текста	Графики, таблицы, текст в презентации выстроены и размещены некорректно	Графики и таблицы в презентации отсутствуют
Информация	Информация из проверенных и самых новых источников	Информация из новых источников и частично проверена	Информация из новых и частично из старых источников, проверена	Информация из старых источников и не проверена
	Использовано более 3-х источников	Использовано 2-3 источника	Использовано менее 2-х источников	Источники информации не указаны
Рефлексия	Указано четкое планирование работы группы и каждого её	Указано четкое планирование работы группы, но не указана	Планирование работы группы сделано нечетко, не спланирована	Планирование отсутствует

Оценка	«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно
	участника	работа каждого её участника	работа каждого её участника	
Дизайн	Дизайн логичен и очевиден	Дизайн есть	Дизайн случайный	Дизайн не ясен
	Все параметры шрифта хорошо подобраны (текст хорошо читается)	Параметры шрифта подобраны. Шрифт читаем.	Параметры шрифта недостаточно хорошо подобраны, могут мешать восприятию	Параметры не подобраны. Делают текст трудночитаемым.
	Имеются постоянные элементы дизайна. Дизайн подчеркивает содержание.	Имеются постоянные элементы дизайна. Дизайн соответствует содержанию.	Нет постоянных элементов дизайна. Дизайн может и не соответствовать содержанию.	Элементы дизайна мешают содержанию, накладываясь на него.
Грамотность	Нет ошибок: ни грамматических, ни синтаксических, ни речевых	Минимальное количество ошибок	Есть ошибки, мешающие восприятию	Много ошибок, делающих материал трудночитаемым
Доклад	Речь громкая, четкая. Студент не читает, а рассказывает содержание слайдов, поддерживает контакт с аудиторией.	Речь громкая, четкая. Студент не читает, но подсматривает в текст доклада, сопровождающего слайды.	Студент читает доклад. Нет четкости в объяснении содержания слайдов.	Студент читает с ошибками информацию, представленную на слайдах.
Взаимодействие в группе	Работа равномерно распределена между всеми участниками группы. Конечный продукт является целостным.	Работа справедливо распределена между всеми участниками группы. Очевидна некоторая сплоченность команды.	Один или более членов команды не принял участие в работе. В проекте отсутствует сплоченность.	Взаимодействие в группе отсутствует.
Ответы на вопросы	Группа ответила в полном объеме на все поставленные вопросы	Группа ответила на большинство заданных вопросов	Ответы на вопросы даны не точные. Не все участники группы ориентируются в задаваемых вопросах.	Большее количество вопросов осталось без ответа. На некоторые вопросы даны неверные ответы.

71 - 80 баллов – «отлично»
61-70 балл – «хорошо»
45-60 баллов – «удовлетворительно»
ниже 45 баллов – «неудовлетворительно».

Тесты по курсу «Основы логистики»

1. Логистика - это...
а) организация перевозок;
б) предпринимательская деятельность;
в) наука и искусство управления материальным потоком;
г) искусство коммерции.

2. Объект исследования в логистике - это...
а) процессы, выполняемые торговлей;
б) материальные и соответствующие им информационные потоки;
в) рынки и конъюнктура конкретных товаров и услуг;
г) экономические отношения, возникающие в процессе товародвижения.

3. Задачей микрологистики является...
а) организация доставки грузов на Крайний Север сначала речным, а затем морским транспортом;
б) обеспечение согласованности в действиях поставщика, покупателя и транспортной организации;
в) организация грузопереработки в крупном морском порту.

4. Наиболее сильное влияние на развитие логистики оказывает…
а) компьютеризация управления процессами в сферах производства и обращения;
б) совершенствование производства отдельных видов товаров;
в) совершенствование налоговой системы;
г) увеличение численности населения в регионе.

5. Логистическая функция - это...
а) множество элементов, находящихся в отношениях связи друг с другом, образующих определенную целостность, единство;
б) совокупность различных видов деятельности с целью получения необходимого количества груза в нужном месте, в нужное время, с минимальными затратами;
в) укрупненная группа логистических операций, направленных на реализацию целей логистической системы;
г) система мероприятий по комплексному изучению рынка.

6. Единицей измерения материального потока является...
а) рубль;
б) кубический метр;
в) количество тонн, приходящихся на квадратный метр (т/м^2);
г) тонна;

д) штука;
е) количество тонн, проходящих через участок в единицу времени (т/год).

7. Материальный поток - это...
а) самостоятельная часть логистического процесса, выполняемая на одном рабочем месте и/или с помощью одного технического устройства;
б) упорядоченная на оси времени последовательность логистических операций, направленная на обеспечение потребителя продукцией соответствующего ассортимента и качества в нужном количестве в требуемое время и место;
в) имеющая вещественную форму продукция, рассматриваемая в процессе приложения к ней различных логистических операций в заданном интервале времени;
г) материальная продукция, ожидающая вступления в процесс производственного или личного потребления, или в процесс продажи

8. Логистическая операция — это...
а) самостоятельная часть логистического процесса, выполняемая на одном рабочем месте и/или с помощью одного технического устройства;
б) имеющая вещественную форму продукция, рассматриваемая в процессе приложения к ней различных логистических операций в заданном интервале времени;
в) материальная продукция, ожидающая вступления в процесс производственного или личного потребления или в процесс продажи.

9. Признаком классификации, на основе которого материальные потоки подразделяют на внешние, внутренние, входные и выходные, является...
а) отношение к логистической системе;
б) натурально-вещественный состав продвигающегося в потоке груза;
в) количество груза;
г) степень совместимости грузов;
д) консистенция груза.

10. Для службы логистики критерием выбора варианта организации товародвижения является...
а) оптимальный уровень обслуживания потребителей;
б) минимум издержек на закупки;
в) минимум издержек на содержание запасов;
г) минимум издержек на транспортирование.

11. Цель логистики можно выразить шестью правилами. Первые пять правил логистики формулируются так:
а) товар нужный товар
б) место в нужном месте
в) время в нужное время
г) количество в необходимом количестве
д) качество необходимого качества

Шестое правило логистики формулируется: …

а) цвет нужного цвета
б) затраты с минимальными затратами
в) транспорт правильным видом транспорта
г) тара в нужной таре
д) вес нужного веса

12. Ниже приведен ряд высказываний, из которых к производственной логистике относится следующее: ...
а) рациональное размещение распределительных центров в районе минимизирует сумму складских и транспортных затрат;
б) удельные издержки на хранение товаров тем ниже, чем быстрее оборачиваются запасы;
в) торгово-посредническая фирма производит 40-процентную наценку на стоимость товаров;
г) компания перешла к выпуску только той продукции, на которую имеется заказ.

13. Наиболее существенной предпосылкой применения логистики в хозяйственной практике является...
а) усиление конкуренции на товарном рынке;
б) совершенствование производства отдельных видов товаров;
в) совершенствование налоговой системы;
г) рост численности населения.

14. Тянущей системой в логистике называется...
а) система организации производства, в которой детали полуфабрикаты подаются с предыдущей технологической операции на последующую в соответствии с централизованно сформированным графиком производства;
б) система организации производства, в которой детали и полуфабрикаты подаются с предыдущей технологической операции на последующую по мере необходимости (жесткий график отсутствует);
в) система управления запасами в каналах сферы обращения, в которой решение о пополнении запасов на периферийных складах принимается централизованно;
г) стратегия сбыта, направленная на опережающее (по отношению к спросу) формирование товарных запасов на оптовых и розничных торговых предприятиях.

15. Толкающей системой в логистике называется...
а) система управления запасами в каналах сферы обращения с децентрализованным процессом принятия решений о пополнении запасов;
б) система организации производства, в которой детали и полуфабрикаты подаются с предыдущей технологической операции на последующую по мере необходимости (жесткий график отсутствует);
в) стратегия сбыта, направленная на опережающее (по отношению к спросу) формирование товарных запасов в оптовых и розничных торговых предприятиях;

16. Непрерывное отслеживание перемещения и изменения каждого объекта потока, а также оперативная корректировка его движения являются проявлением принципа … логистики

а) системности;
б) научности;
в) конструктивности;
г) конкретности.

17. Систему не образуют...
а) три незнакомых человека, проживающих в одном доме города;
б) три друга, проживающих в разных городах;
в) поставщик, транспортное предприятие и покупатель, связанные единым договором;
г) подразделения производственного предприятия.

18. К прямым функциям службы логистики на предприятии относят...
а) выбор транспорта;
б) рыночные исследования;
в) организацию складирования и хранения;
г) рекламу
д) определение оптимального размера поставляемой партии товаров
е) управление запасами

19. Предприятие создает запасы с целью снижения...
а) потерь от закупки мелких партий товаров по более высоким ценам;
б) потерь от омертвления в запасах отвлеченных финансовых средств;
в) риска порчи товаров;
г) расходов на оплату труда персонала, занятого хранением товаров.

20. К категории "производственный запас" следует отнести товары: …
а) на складах предприятий оптовой торговли;
б) на складах сырья предприятий промышленности;
в) в пути от поставщика к потребителю;
г) на складах готовой продукции предприятий изготовителей.

21. Расположите виды транспорта в порядке убывания способности доставлять груз непосредственно к складу потребителя:
А: воздушный
Б: железнодорожный
В: водный
Г: автомобильный

22. Расположите виды транспорта в порядке убывания способности надежно соблюдать график доставки:
А: воздушный
Б: автомобильный
В: водный
Г: железнодорожный

23. Последовательность этапов выбора перевозчика

А: Ранжирование критериев выбора перевозчика
Б: Принятие решения о выборе перевозчика
В: Вычисление рейтинга перевозчика по каждому критерию
Г: Оценка возможных перевозчиков в разрезе намеченных критериев
Д: Определение критериев выбора перевозчика
Е: Оценка суммарного рейтинга

24. Расположите виды транспорта в порядке убывания способности перевозить разные грузы
А: воздушный
Б: водный
В: автомобильный
Г: железнодорожный

25. Расположите виды транспорта в порядке убывания способности быстро доставлять грузы
А: железнодорожный
Б: воздушный
В: водный
Г: автомобильный

26. Расположите виды транспорта в порядке убывания стоимости перевозки
А: воздушный
Б; водный
В: железнодорожный
Г: автомобильный

27. Недостатком железнодорожного транспорта является...
а) низкая производительность;
б) ограниченное количество перевозчиков;
в) относительно высокая себестоимость перевозок на большие расстояния;
г) недостаточная экологическая чистота.

28. Недостатком автомобильного транспорта является...
а) малая грузоподъемность;
б) ограниченное количество перевозчиков;
в) большие капитальные вложения в производственно-техническую базу;
г) низкая скорость доставки.

29. Недостатком воздушного транспорта является...
а) низкая производительность;
б) недостаточно высокая сохранность грузов;
в) высокая себестоимость перевозок;
г) недостаточная экологическая чистота.

30. Недостатком морского транспорта является...

а) низкая производительность;
б) низкая скорость доставки;
в) относительно высокая стоимость перевозок на большие расстояния;
г) ограниченность видов транспортируемых грузов.

31. Принцип пропорциональности складского процесса означает...
а) повторяемость всего цикла и отдельных операций в равные промежутки времени;
б) подчинение всех операций технологического цикла единому расчетному ритму;
в) устранение или сокращение всякого рода перерывов в технологическом процессе;
г) одновременное выполнение отдельных операций на всех стадиях складского процесса;
д) соответствие всех звеньев складского процесса по производительности, пропускной способности или скорости

32. Принцип параллельности складского процесса означает...
а) повторяемость всего цикла и отдельных операций в равные промежутки времени;
б) подчинение всех операций технологического цикла единому расчетному ритму;
в) устранение или сокращение всякого рода перерывов в технологическом процессе;
г) одновременное выполнение отдельных операций на всех стадиях складского процесса;
д) соответствие всех звеньев складского процесса по производительности, пропускной способности или скорости

33.Принцип непрерывности складского процесса означает...
а) повторяемость всего цикла и отдельных операций в равные промежутки времени;
б) подчинение всех операций технологического цикла единому расчетному ритму;
в) устранение или сокращение всякого рода перерывов в технологическом процессе;
г) одновременное выполнение отдельных операций на всех
стадиях складского процесса.

34. Принцип поточности складского процесса означает...
а) повторяемость всего цикла и отдельных операций в равные промежутки времени;
б) подчинение всех операций технологического цикла единому расчетному ритму;
в) устранение или сокращение всякого рода перерывов в
технологическом процессе;
г) одновременное выполнение отдельных операций на всех
стадиях складского процесса;

35. По признаку отношения к логистической системе информационные потоки подразделяют на...
а) бумажные, электронные, смешанные;
б) входные, выходные, внутренние, внешние;
в) первичные, производные;
г) однородные, неоднородные.

36. По методу образования информационные потоки подразделяют на...
а) бумажные, электронные, смешанные;
б) входные, выходные, внутренние, внешние;

в) первичные, производные;
г) однородные, неоднородные.

37. По структуре информационные потоки подразделяют на...
а) бумажные, электронные, смешанные;
б) входные, выходные, внутренние, внешние;
в) первичные, производные;
г) однородные, неоднородные.

38. Аббревиатура ЭДИФАКТ является условным сокращением развернутого названия...
а) штрихового кода, наносимого на групповую и транспортную упаковку;
б) ассоциации автоматической идентификации, действующей на территории Российской Федерации;
в) перспективной концепции, охватывающей все задачи автоматизации предприятия на базе систем управления знаниями и нейронных сетей;
г) стандарта электронного обмена данными в управлении, торговле и на транспорте.

39. В каналах распределения от чужого имени и за чужой счет могут вести операции...
а) дилеры;
б) агенты;
в) дистрибьюторы;
г) комиссионеры.

40. Последовательность этапов разработки логистической стратегии…
а) установление приоритетов
Б) анализ возможностей
В) разработка стратегического плана развития логистической системы
Г) оценка

41. К логистическим издержкам не относят…
а) затраты на рекламу
б) затраты транспортно-заготовительные ;
в) затраты на формирование и хранение запасов;
г) затраты на содержание административно-управленческого аппарата.

42. К переменным затратам на перевозку относят:
а) накладные расходы;
б) затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт подвижного состава;
в) затраты на содержание производственно-технической базы и инфраструктуры транспорта;
г) расходы на оплату труда административно-управленческого персонала.

43. К постоянным затратам на перевозку относят...
а) затраты на страхование транспортного средства;

б) затраты на содержание производственно-технической базы и инфраструктуры транспорта;
в) затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт подвижного состава, включая запасные части и материалы;
г) затраты на топливо, смазочные материалы, электроэнергию на движенческие операции.

44. Под логистикой обычно принято понимать:
а) управление материальными и связанными с ними информационными и финансовыми потоками с целью снижения общих затрат на продвижение товара от производителя к конечному потребителю;
б) логически обоснованные действия высших звеньев руководства по управлению предприятием и связанной с этим организацией информационного обмена и оборота финансовых средств;
в) логистически упорядоченные функции, составляющие алгоритм управления материальными потоками, а также связанными с ними информационными и финансовыми потоками с целью максимального удовлетворения потребностей клиента.

45. Материальный поток составляют:
а) автотранспортные средства, железнодорожные составы, морские и речные суда, авиатранспортные средства, трубопроводы;
б) материальные ресурсы (сырье, основные и вспомогательные материалы, полуфабрикаты, комплектующие, топливо, запасные части и т.д.), незавершенное производство и готовая продукция;
в) автомобильные дороги, железнодорожные пути сообщения, порты и пристани водного транспорта, аэропорты, сеть трубопроводов с перекачивающими станциями.

46. Ключевую роль в управлении материальными потоками играют:
а) транспортные и экспедиционные предприятия общего пользования;
б) предприятия оптовой торговли;
в) магазины и другие точки розничной торговли;
г) коммерческо-посреднические организации, оказывающие услуги по организации оптового оборота;
д) предприятия - изготовители.

47. Логистическая операция - это:
а) действия логистического оператора по управлению материальным потоком, который не подлежит дальнейшему дроблению;
б) не подлежащие дальнейшему дроблению действия, связанные с управлением материальными, информационными или финансовыми потоками;
в) логистически упорядоченные операции, составляющие целостный алгоритм информационной модели управления.

48. Логистическая функция - это:
а) совокупность логистических операций, связанных решением задачи управления материальными, информационными и финансовым потоками;
б) функции, содержащиеся в должностной инструкции логистического оператора;

в) функции, предусмотренные взаимными договорами предприятий - участников логистической цепи.

49. К базисным логистическим функциям относятся:
а) снабжение;
б) хранение;
в) производство;
г) сбыт;
д) грузопереработка;
е) информационная поддержка.

50. К вспомогательным логистическим функциям относятся:
а) складирование, грузопереработка, упаковка, послепродажный сервис, информационная поддержка;
б) снабжение, складирование, распределение, транспортировка.

51. Логистические системы обладают такими свойствами, как:
а) способность к адаптации, наличие обратной связи, организация;
б) целенаправленность, взаимный обмен с внешней средой;
в) закрытость от воздействия внешних факторов, устойчивость функциональных параметров.

52. Макрологические системы формируются на уровне:
а) предприятия, организации, фирмы.
б) государства, межгосударственных, межрайонных, межреспубликанских связей;

53. Цель логистики заключается в:
а) минимизации затрат на прохождение продукта в каждом звене логистической цепи;
б) оптимизация затрат в звеньях логистической цепи с целью уменьшения общих издержек;
в) увеличение количества товара, проходящего по логистической цепи.

54. Логистика является:
а) средством улучшения имиджа компании;
б) стратегическим фактором достижения конкурентных преимуществ;
в) эффективным способом согласования различных направлений маркетинговой политики.

55. Управление заказами (обработка заказов) - это деятельность в период:
а) между моментом получения заказа и до момента отгрузки готового продукта потребителю;
б) между моментом получения заказа и до момента передачи складу указания отгрузить готовый продукт потребителю;
в) между моментом получения заказа и до момента завершения жизненного цикла готового продукта, переданного потребителю.

56. Закупка в себя включает:
а) выбор поставщиков; проведение переговоров об условиях поставки; заключение договора; приемку товаров от поставщика; транспортно-складские работы;
б) маркетинговые исследования потребительского спроса; изучение конъюнктуры потребительского рынка; проведение рекламных акций;
в) контроль качества путем проведения контрольной закупки; составление акта приемки товара; предъявление претензий; обмен некачественного товара.

57. К основным задачам транспортного обеспечения логистики относят:
а) управление материальными и связанными с ними информационными и финансовыми потоками с целью снижения общих затрат на продвижение товара от производителя к конечному потребителю;
б) выбор транспортно - технологической схемы доставки;
в) согласование транспортного процесса с работой склада;
г) выбор перевозчика, включающий в себя определение вида транспорта, оператора перевозки и типа транспортного средства;
д) заключение договора на закупку необходимых материальных ресурсов;
е) маршрутизация перевозок и контроль движения груза в пути.

58. Задачи закупочной логистики включают:
а) исследование рынка закупок и выбор поставщика;
б) подготовка бюджета закупок;
в) организация отгрузки товара;
г) организация послереализационного обслуживания;
д) координация и системная взаимосвязь закупок с производством, сбытом и складированием.

59. Задачи распределительной логистики включают:
а) заключение договора на закупку необходимых материальных ресурсов;
б) контроль поставок;
в) определение оптимального количества распределительных центров на обслуживаемой территории;
г) организация послереализационного обслуживания;
д) выбор вида упаковки.

60. Посредник, работающий от чужого имени и за свой счет - это:
а) дилер;
б) брокер;
в) дистрибьютор;
г) комиссионер.

61. Роль транспорта в логистической цепи поставок определяется тем, что:
а) затраты на транспортировку сырья, материалов, готовой продукции являются преобладающими в структуре логистических издержек;
б) значительное количество компаний - производителей товаров являются владельцами транспортных средств и заинтересованы в их эффективном использовании;

в) транспорт оказывает значительное влияние на затраты в сфере основной деятельности компаний - заказчиков транспортных услуг.

62. В первую очередь принципы логистики применимы:
а) при доставке товаров народного потребления конечным потребителям;
б) при перевозке массовых грузов на технологических маршрутах;
в) при доставке ценных высокотехнологичных товаров.

63. По назначению выделяют следующие основные группы транспорта:
а) транспорт, принадлежащий владельцам грузов и обеспечивающий их потребности в перевозках;
б) транспорт, принадлежащий специализированным транспортно-экспедиторским компаниям;
в) транспорт общего пользования, оказывающий транспортные услуги владельцам грузов на коммерческой основе.

64. Маркетинг:
а) исследует рынки и конъюнктуру конкретных товаров и услуг;
б) оптимизирует рыночное поведение по реализации товаров и услуг;
в) исследует материальные потоки, циркулирующие на рынках;

65. Для перевозок грузов несколькими видами транспорта используют термины:
а) мультимодальная перевозка;
б) интермодальная перевозка;
в) смешанная перевозка;
г) унимодальная перевозка;

66. Под интермодальными перевозками понимается:
а) доставка груза несколькими видами транспорта;
б) доставка груза любым видом транспорта с обязательным участием автомобильного;
в) доставка груза несколькими видами транспорта с участием оператора перевозки, по единому провозному документу, в единой транспортной единице;
г) доставка груза с применением комплексных технологий перевалки и переработки.

67. Производственная себестоимость включает в себя следующие номенклатурные статьи:
а) топливо и энергия на технологические цели;
б) заработная плата;
в) общепроизводственные расходы предприятия;
г) коммерческие расходы.

68. Маржинальный доход - это:
а) сумма между прибылью и постоянными расходами на единицу продукции;
б) разница между ценой продукта и суммой постоянных затрат;
в) разница между постоянными и переменными затратами на единицу продукции.

69. Преимуществом унимодальных перевозок является:

а) удешевление доставки;
б) отсутствие перегрузочных операций;
в) простота в организации;

70. В цикл заказа входят следующие стадии:
а) проведение маркетинговых исследований; анализ сегментов рынка; выбор ценовой стратегии; продвижение товара;
б) планирование заказа; передача заказа; обработка заказа; подбор и комплектация заказа; доставка заказа;
в) выбор экспедитора; определение рациональных маршрутов доставки; согласование времени прибытия товара на склад; составление отчета о выполненном заказе.

71. Информационная логистика должна реализовывать следующие функции:
а) транспортировка грузов на дальние расстояния;
б) анализ информации и ее преобразование;
в) исследование рынка закупок и выбор поставщика;
г) передача информации;
д) управление информационным потоком.

72. Фрахт – это:
а) цена за транспортировку, установленная по согласованию между грузовладельцем и перевозчиком на каждую конкретную перевозку;
б) база расчетов за транспортные услуги.

73. Цепь снабжения должна строиться на основе современной концепции маркетинга:
а) сбыт-снабжение-производство;
б) снабжение-производство-сбыт;
в) производство-сбыт-снабжение;

74. Посредник, работающий от своего имени и за свой счет - это:
а) дилер;
б) брокер;
в) дистрибьютор;
г) комиссионер.

75. На уровне предприятия распределительная логистика решает следующие задачи:
а) выбор вида упаковки;
б) определение оптимального количества распределительных центров;
в) организация отгрузки товара;
г) выбор схемы распределения материального потока.

76. Каналы распределения выполняют ряд функций:
а) проводят исследовательскую работу по сбору информации, необходимой для планирования распределения продукции и услуг;
б) определяют оптимальное количество распределительных центров на обслуживаемой территории;

в) приспосабливают товар к требованиям покупателя;
г) принимают на себя риски, связанные с функционированием канала.

77. Толкающая система управления производством представляет собой:
а) систему организации производства, в которой предметы труда, поступающие на производственный участок, непосредственно этим участком у предыдущего технологического звена не заказываются;
б) систему организации производства, в которой детали и полуфабрикаты подаются на последующую технологическую операцию с предыдущей по мере необходимости.

78. Преимуществами тянущей системы управления являются:
а) отказ от избыточных запасов, информация о возможности быстрого приобретения материалов, или наличие резервных мощностей для быстрого реагирования на изменение спроса;
б) строгий контроль центральной системы управления за обменом материальными потоками между различными участками предприятия;
г) снижение партии обработки.

79. Маржинальный доход - это:
а) разница между ценой и переменными расходами на единицу продукции;
б) разница между ценой продукта и суммой постоянных затрат;
в) разница между постоянными и переменными затратами на единицу продукции.

80. Текущие запасы-это:
а) запасы готовой продукции у предприятий-изготовителей, запасы предприятий оптовой и розничной торговли, а также запасы в пути;
б) основная часть производственных запасов. Такие запасы обеспечивают непрерывность производственного и торгового процессов между очередными поставками;
в) это уровень запаса, экономически целесообразный в данной системе.

81. Объектом изучения логистики являются?
- материальные потоки
- материальные потоки и связанные с ними информационные потоки
- расходы на организацию передвижения материальных потоков

82. Размерность материального потока учитывает?
- единицу измерения (штук, тонн и т.д.)
- единицу измерения затрат на передвижение материального потока (руб. за тонну, руб. за кг. и т.д.)
- единицу измерения и временной период (штук в сутки, тонн в год и т.д.)

83. Укрупненная группа логистических операций, направленных на реализацию целей логистической системы – это?
- логистическая функция
- логистическая система
- центральная логистическая операция

84. Закупка, планирование и управление производством, сбыт могут являться элементами?

- микрологистической системы
- любой логистической системы
- макрологистической системы

85. Принципиальным отличием логистического подхода к управлению от традиционного является?

- рассмотрение в качестве объекта управления отдельного подразделения, предприятия
- рассмотрение в качестве объекта управления сквозного материального потока
- рассмотрение в качестве объекта управления взаимодействие предприятия с внешней средой при организации материального потока

86. В внешним материальным потокам в логистике относятся?

- протекающие во внешней для системы среде
- протекающие во внешней для системы среде, имеющие к системе непосредственное отношение
- материальные потоки, передающиеся во внешнюю для системы среду

87. Система, в которой на пути материального потока стоит, по крайней мере, один посредник, относится к системе?

- с прямыми связями
- эшелонированной
- с гибкими связями

88. Специальные компьютерные программы, помогающие специалистам принимать решения, связанные с управлением материальными потоками?

- экспертные системы
- макеты
- материальные модели

89. Задачи управления материальными потоками в процессе обеспечения предприятия материальными ресурсами решает?

- закупочная логистика
- производственная логистика
- распределительная логистика

90. Задача «сделать или купить» предполагает ответ?

- закупка товара у изготовителя или посредника
- определение выгодности самостоятельно произвести или закупить у изготовителя или посредника
- реализовывать товар самостоятельно или через посредника

91. При выборе поставщика незначительных с точки зрения производственного и

торгового процессов предметов труда определяющее значение имеет?

- цена (затраты на приобретение и доставку)
- надежность поставщика
- сроки выполнения заказа

92. Какие из перечисленных операций относятся к закупочной логистике?

- определение потребностей в предметах материально-технического снабжения
- оптимизация материальных потоков внутри предприятия
- организация доставки и контроль над транспортированием товаров

93. Система поставок "Точно в срок" в закупочной логистике – это система?

- производства и поставки комплектующих или товаров к месту производственного потребления или к моменту продажи в торговом предприятии в требуемом количестве и в нужное время
- производства товаров в требуемом количестве и в нужное время
- поставка комплектующих или товаров в требуемом количестве и в нужное время

94. Система, при которой детали и полуфабрикаты подаются на последующую технологическую операцию по мере необходимости, производственная программа последующего звена определятся размером заказа последующего звена, представляет собой?

- европейскую систему управления материальным потоком
- тянущую систему управления материальным потоком
- толкающую систему управления материальным потоком

95. Какие из перечисленных операций относятся к производственной логистике?

- определение потребностей в предметах материально-технического снабжения
- оптимизация материальных потоков внутри предприятия
- обеспечение взаимосвязи логистической системы с совокупным материальным потоком

96. Какие из перечисленных операций относятся к распределительной логистике?

- определение потребностей в предметах материально-технического снабжения
- организация доставки и контроль над транспортированием товаров
- обеспечение согласованности действий непосредственных участников транспортного процесса

97. Линейно упорядоченное множество участников логистического процесса, осуществляющих логистические операции по доведению внешнего материального потока от одной логистической системы до другой представляет собой?

- логистическую цепь
- логистический канал
- службу логистики

98. Выбор конкретного дистрибьютора, перевозчика, страховщика, экспедитора, банкира и т.д. осуществляется при выборе?

- логистического канала
- логистической цепи
- нет правильного варианта

99. Принципиальное отличие распределительной логистики от традиционной системы сбыта заключается в?

- подчинении процесса управления материальными и информационными потоками целям и задачам маркетинга
- системной взаимосвязи процесса распределения с процессами производства и закупок
- оба варианта

100. Распределительная логистика не решает вопросы?

- о канале движения продукции
- об упаковке продукции
- о маршруте движения товара
- об уровне обслуживания
- все ответы верны (не решает ни одной из перечисленных задач)
- нет верного ответа (решает все перечисленные задачи)

101. Движение товара от поставщика к потребителю минуя посредников носит название канала распределения?

- первого уровня
- нулевого уровня
- второго уровня

102. Какие из перечисленных операций относятся к транспортной логистике?

- оптимизация материальных потоков внутри предприятия
- организация доставки и контроль над транспортированием товаров
- обеспечение согласованности действий непосредственных участников транспортного процесса

103. Признаками интермодальной перевозки являются?

- использование нескольких видов транспорта
- использование нескольких видов транспорта и наличие единого оператора перевозки
- использование только воздушного или морского видов транспорта

104. Определите верную последовательность транспортных средств по признаку удорожания перевозки?

- трубопроводный, водный, железнодорожный, автомобильный, воздушный транспорт
- водный, железнодорожный, автомобильный, воздушный транспорт
- железнодорожный, водный, автомобильный, воздушный транспорт

105. Узкая номенклатура возможных к перевозке грузов является недостатком?
 водного транспорта
 автомобильного транспорта
 трубопроводного транспорта

106. Зависимость от метеоусловий является недостатком?
 водного и воздушного транспорта
 автомобильного и железнодорожного транспорта
 трубопроводного транспорта

107. Как называются тарифы, которые устанавливаются с отклонением от общих тарифов в виде специальных надбавок или скидок?
 исключительными
 льготными
 местными

108. Целью информационной логистики является?
 своевременное обеспечение лица, принимающего решение информацией о положении на рынке
 наличие нужной информации (для управления материальным потоком) в нужном месте, в нужное время, необходимого содержания (для лица, принимающего решение), с минимальными затратами
 создание информационной базы для последующего использования и обеспечение доступности любому пользователю

109. Пути, по которым движутся информационный и материальный поток?
 - могут не совпадать
 - всегда совпадают
- всегда находятся во встречном направлении

110. Договор морской перевозки называют "чартером", если:
- судно совершает попутный рейс на условиях фрахта
- судно совершает нерегулярный рейс на условиях фрахта

111. Что такое физическое распределение?
1. Доставка продукции от продавца к потребителю.
2. Распределение различных видов продукции.
3. Оказание услуг по сохранности продукции.

112. Какое определение для системы с фиксированным размером заказа в ответе правильное?
1. Пополнение запасов является величиной постоянной, а очередная поставка товара осуществляется при

уменьшении запасов до критического уровня (точка заказа).

2. Пополнение запаса осуществляется определенными фиксированными партиями.

3. Оба ответа верны.

113. По каким признакам классифицируются склады фирм?

1. По назначению, виду и характеру хранимых материалов.

2. По типу здания, месту расположения и масштабу действий.

3. По степени огнестойкости.

4. Все ответы верны.

114. Какие регулирующие параметры имеет система с фиксированным размером заказа?

1. Точку заказа (фиксированный уровень запаса).

2. Размер заказа (величина партии поставки).

3. Максимальный объем поставки.

4. Верны ответы 1 и 2.

115. Для чего служат запасы в логистической системе?

1. В качестве буфера между транспортом, производством и реализацией.

2. Для компенсации задержек, связанных с движением материалов.

3. Для изготовления продукции.

116. В чем выражаются концепция или принципы логистической системы?

1. В управлении материалами.

2. В управлении распределениями.

3. В функции предпринимательства.

4. Верны ответы 1 и 2.

117. Что такое маршрутизация перевозок?

1. Перевозки продукции автомобилем.

2. Наиболее совершенный способ организации материалопотоков грузов с предприятий оптовой торговли.

3. Рациональное использование подвижного состава.

118. Что такое склад?

1. Устройство, предназначенное для приемки, хранений и подготовки материальных ценностей к производственному потреблению и бесперебойному снабжению ими потребителей.

2. Устройство для складирования продукции.

3. Устройство для бесперебойного снабжения материальными ресурсами потребителей.

4. Все ответы верны.

119. В чем заключается основная задача управления логистикой?

1. В обеспечении механизма разработки задач и стратегий в области управления материалами и распределением.

2. В разработке транспортного обслуживания потребителей.

3. В управлении запасами.

120. В каком ответе правильное определение системы с фиксированной периодичностью заказа?

1. Заказы в этой системе на очередную поставку продукции повторяются через одинаковые промежутки времени (ежедневно, ежемесячно т.п.).

2. Заказы в этой системе поступают при уменьшении запасов.

3. Оба ответа верны.

Вопросы для контроля знаний

1. Какие функции хозяйствования логистика обслуживает?
2. На какие объекты хозяйствования направлено воздействие логистики?
3. Что является объектом управления в логистике?
4. Для каких целей используется логистика, в чем ее предназначение?
5. К чему приводит достижение целей логистики?
6. Перечислить примеры материальных потоков.
7. Когда началось использование логистики как рыночного понятия?
8. Логистика в военной среде и логистика в области экономики, что общего и в чем отличие?
9. По каким причинам только во второй половине XX века в экономике развитых стран наблюдается резкое возрастание интереса к логистике?
10. Почему широкомасштабное применение логистики в экономике появилось лишь во второй половине XX века?
11. Какие слова по смыслу близки логистике?
12. Как Вы можете охарактеризовать этапы развития логистического подхода к управлению материальными потоками в сферах производства и обращения?
13. Какие Вы знаете концепции логистики?
14. Какие Вы можете назвать задачи логистики?
15. Перечислите известных вам участников логистического процесса.
16. Что такое логистическая функция?
17. Какие Вы можете назвать функции логистики?
18. Назовите характерные особенности всех функций логистики
19. Дайте определение материального потока.
20. Назовите единицы измерения материального потока.
21. Составьте принципиальную схему материальных потоков на складе торговой базы.
22. Перечислите виды материальных потоков.
23. Дайте определение логистической операции.
24. Перечислите известные Вам логистические операции.
25. Приведите классификацию логистических операций.
26. Назовите функции логистических систем.
27. На базе каких отношений строится макрологистика?
28. Дайте определение понятию «система».
29. Охарактеризуйте свойства логистических систем в разрезе каждого из четырех свойств, присущих любой системе.
30. Дайте определение понятию «логистическая система».
31. Что такое макрологистическая система?
32. Что такое микрологистическая система?
33. Назовите элементы микрологистических систем.
34. Чем определяются границы логистической системы?
35. В чем заключается принципиальное отличие от характера связей между элементами макрологистических и микрологистических систем?

36. Без чего не может эффективно работать ни одна экспертная система?
37. Дайте сравнительную характеристику классического и системного подхода формированию систем.
38. Какие Вы можете привести примеры классического и системного подходов к формированию материалопроводящих систем?
39. Какие Вы знаете недостатки экспертных систем?
40. Что позволяет сделать системный подход?
41. Какая существует последовательность в формировании логистических систем?
42. Какие Вы знаете основные методы, применяемые для решения логистических задач?
43. Какие задачи можно решить, применяя эти методы?
44. Какие Вы знаете методы моделирования?
45. Какие Вы можете назвать цели моделирования?
46. Назовите основные процессы имитационного моделирования.
47. Что можно отнести к достоинствам имитационного моделирования?
48. Что можно отнести к недостаткам имитационного моделирования?
49. Чем определяются границы закупочной логистики?
50. Кто является непосредственным руководителем производственной логистики?
51. Какие вопросы решает распределительная логистика?
52. На какие два направления делится транспортная логистика?
53. Что является объектом исследования транспортной логистики?
54. Что является объектом исследования информационной логистики?
55. Где применяется финансовая логистика?
56. Чем определяются границы закупочной логистики?
57. Охарактеризуйте место и роль службы снабжения в логистических процессах.
58. Охарактеризуйте внешние для предприятия факторы, влияющие на принятие решений по задаче «сделать самим, или купить».
59. Как на решение задачи «сделать самим, или купить» влияют производственные условия предприятия?
60. Какие Вы можете назвать методы поиска потенциальных поставщиков?
61. По каким критериям может оцениваться потенциальный поставщик при принятии решения о заключении с ним договора поставки?
62. Какой порядок расчета рейтинга поставщика?
63. На какие составляющие делится общественное производство?
64. Чем может обеспечиваться качественная и количественная гибкость?
65. Какие варианты толкающих систем реализованы на практике?
66. Как ведет себя центральная система управления в тянущей логистической системе?
67. Что такое производственная логистика?
68. Какие задачи решаются производственной логистикой?
69. Какие Вы знаете элементы, входящие в состав внутрипроизводственных логистических систем?
70. Что такое система «Канбан», и где в мире она впервые появилась?
71. Чего позволяет добиться система «Канбан»?

72. Дайте определение понятий «логистика» и «распределительная логистика».
73. Что общего и в чем отличие?
74. Перечислите задачи, решаемые распределительной логистикой.
75. Назовите и охарактеризуйте методы решения задачи оптимизации расположения распределительного центра на обслуживаемой территории.
76. Охарактеризуйте зависимость транспортных расходов системы распределения от количества входящих в нее складов.
77. Как меняются затраты на содержание запасов в системе распределения с изменением количества складов на обслуживаемой территории?
78. Дайте определение логистическому каналу, логистической цепи. В результате каких действий логистический канал преобразуется в логистическую цепь?
79. Дайте определение понятию «инфраструктура товарного рынка».
80. Перечислите подсистемы, образующие «инфраструктуру товарного рынка».
81. Каким образом развитие инфраструктуры товарного рынка влияет на величину логистических издержек?
82. Что общего и в чем отличие распределительной логистики и маркетинга?
83. Какие Вы можете назвать задачи, решаемые транспортной логистикой?
84. Охарактеризуйте основные преимущества и недостатки автомобильного, железнодорожного, водного и воздушного транспорта.
85. Какие факторы могут повлиять на выбор вида транспорта? Назовите наиболее значимые из них?
86. Назовите основные разделы, которые включают в себя транспортные тарифы.
87. От чего зависит стоимость перевозки грузов: а) железнодорожным транспортом, б) автомобильным транспортом?
88. Охарактеризуйте общие, исключительные, льготные и местные тарифы, применяемые на железнодорожном транспорте.
89. Дайте определение понятию «материального запаса».
90. Перечислите расходы, связанные с необходимостью содержания материальных запасов.
91. Назовите основные причины, которые вынуждают предпринимателей создавать материальные запасы.
92. Какие Вы знаете виды материальных запасов?
93. Охарактеризуйте методы нормирования материальных запасов.
94. Опишите систему контроля за состоянием запасов с фиксированной периодичностью заказа.
95. Приведите и объясните формулу для расчета оптимального размера заказываемой партии товара.
96. Приведите классификацию складов по признаку места в общем процессе движения материального потока от первичного источника сырья до конечного потребителя готовой продукции.
97. Кратко охарактеризуйте функции различных складов, которые проходит материальный поток на пути от первичного источника сырья до конечного потребителя.
98. Назовите основные логистические операции, выполняемые на складах с материальным потоком. Дайте краткую характеристику каждой операции.

99. Дайте определению понятию «грузовая единица».
100. Что такое базовый модуль, его размеры?
101. Как размеры базового модуля влияют на размеры транспортной тары?
102. Перечислите методы пакетирования грузовых единиц.
103. Назовите преимущества пакетирования грузов с помощью термоусадочной пленки.
104. Раскройте понятие логистического сервиса.
105. Назовите причины необходимости выработки стратегии фирмы в области логистического обслуживания потребителей.
106. Проведите последовательность действий, позволяющую сформировать систему логистического сервиса.
107. Охарактеризуйте метод количественной оценки уровня логистического обслуживания.
108. Покажите зависимость экономических показателей деятельности предприятия от уровня оказываемого им логистического сервиса.
109. Перечислите качественные показатели уровня логистического обслуживания. Назовите наиболее значимые из них.
110. Что вы понимаете под управлением цепями поставок?
111. Каков порядок оказания логистической услуги?
112. Организация мониторинга эффективности подрядчиков, переадресация им претензий клиента в случае некачественного сервиса со стороны подрядчика
113. Пути повышения качества транспортно-логистического обслуживания грузовладельцев.
114. Принципы прогнозирования и планирования в логистике.
115. Правовые основы транспортно-логистической деятельности.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

ФАКУЛЬТЕТ ЭКОНОМИКИ И МЕНЕДЖМЕНТА

КАФЕДРА ОРГАНИЗАЦИИ АГРОБИЗНЕСА

Методические рекомендации по выполнению практических работ по дисциплине

«Управление в транспортной отрасли»

для студентов по направлению

23.03.01 Технология транспортных процессов

Рязань 2024

Методические рекомендации по выполнению практических работ по дисциплине «Управление в транспортной отрасли» для студентов по направлению 23.03.01 Технология транспортных процессов разработаны с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 23.03.01 Технология транспортных процессов, утвержденного _07.08.2020_№911

Разработчик: к.э.н., доцент кафедры организации агробизнеса



М. А. Чихман

Методические рекомендации по выполнению практических работ по «Управление в транспортной отрасли» рассмотрены и утверждены на заседании кафедры организации агробизнеса

«20» марта 2024 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой организации агробизнеса



В.С. Конкина

Содержание

Введение…….....3

Раздел 1. Транспортные системы в экономике и логистике…….3
Тема1. Транспортная отрасль: основные понятия…….3
Тема 2. Основные характеристики транспортных систем……4

Раздел 2. Особенности управления в транспортной отрасли……7
Тема 3. Функции управления и их реализация на транспорте……..7
Тема 4. Элементы экономики транспортных систем…….8
Тема 5. Транспортные тарифы…….10
Тема 6. Договоры и документы, связанные с транспортировкой……15
Тема 7. Страхование в транспортной отрасли……18
Тема 8. Государственное регулирование транспортной деятельности……...21

Раздел 3. Понятие управленческого учета и бюджетирования
в транспортной компании……21
Тема 9.Понятие управленческого учета и бюджетирования
в транспортной компании

Библиографический список…….24

Введение

Целью освоения дисциплины «Управление в транспортной отрасли» является формирование у будущих специалистов современных фундаментальных знаний в области теории управления в транспортной отрасли.

Задачами дисциплины являются: 1.формирование основных понятий организации управления в транспортной отрасли 2. изучение особенностей управления в транспортной отрасли 3. обучение основам организации рационального взаимодействия логистических посредников при перевозках пассажиров и грузов 4. обучение основам организации рационального взаимодействия различных видов транспорта в единой транспортной системе. 5 формирование навыков организации работы с нормативно-правовыми актами и технической документацией

Раздел 1. Транспортные системы в экономике и логистике
Тема1. Транспортная отрасль: основные понятия

Задание 1. Изучить основные понятия и термины транспортной отрасли. Провести собеседование в группе.

Вопросы для собеседования.

1. Классификация видов транспорта
2. Особенности автомобильного транспорта
3. Особенности воздушного транспорта
4. Особенности железнодорожного транспорта
5. Особенности трубопроводного транспорта
6. Классификация перевозок.
7. Транспортная сеть.
8. Транспортные узлы, порталы и хабы.
9. Транспортное предприятие и терминалы.
10. Транспортное пространство.
11. Транспортная продукция.

Задание 2. Сделать доклад на тему: Мировые тенденции развития различных видов транспорта

Тема 2. Основные характеристики транспортных систем

Задание 3

Проанализировать как изменился грузооборот транспортной системы РФ, осуществляемый различными видами транспорта, за 2011-2018 гг. Для этого определить структуру грузооборота по базисному (2011) и отчетному году (2018), абсолютные и процентные изменения статистических показателей, представленных в таблице 1.

Таблица 1 - Грузооборот транспортной системы РФ, млрд. тонно-км.

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Транспорт - всего	**4 915**	**5 056**	**5 084**	**5 080**	**5 108**	**5 198**	**5 488**	**5644**
в том числе:								
Железнодорожный	2 128	2 222	2 196	2 301	2 306	2 344	2 493	2598
Автомобильный	223	249	250	247	247	248	255	259
Трубопроводный	2 422	2 453	2 513	2 423	2 444	2 489	2 615	2668
в том числе:								
Газопроводный	1 302	1 265	1 289	1 203	1 176	1 181	1 300	1336
Нефтепроводный	1 083	1 152	1 182	1 178	1 226	1 262	1 265	1276
Нефтепродуктовый	38	36	42	42	42	46	50	55
Морской	78	45	40	32	42	43	50	45
Внутренний водный	59	81	80	72	64	67	67	66
Воздушный	5,0	5,1	5,0	5,2	5,6	6,6	7,9	7,8

Методика решения

1. Записать в тетрадь определение:
   Грузооборо́т — экономический показатель работы транспорта (показатель объёма перевозок грузов), равный произведению массы перевозимого за определённое время груза на расстояние перевозки. **Грузооборот** зависит от дальности перевозки и массы груза, он измеряется в тонно-километрах.
2. Построить таблицу 2, в которой провести расчет показателей структуры грузооборота и сравнение абсолютных и относительных изменений за исследуемый период. Последняя графа дает возможность определить за счет каких видов транспорта произошли изменения грузопотоков. Сделать выводы.

Таблица 2 - Анализ грузооборота транспортной системы РФ за 2011-2018 гг.

Транспорт	2011 г.		2018 г.		2018 г. к 2011 г.	2018 г. к 2011 г.	Удельный вес изменений в общей сумме изменений
	млрд. тонно-км.	%	млрд. тонно-км.	%	млрд. тонно-км (+;-)	(в %)	
1	2	3	4	5	6 (=4-2)	7(4/2x100)	8*
Транспорт, всего	4915	100	5644	100	+729	114,83	1,0
в т. ч.							
Железнодорожный	2128	43,29					
…							
…							

*8 графа считается по данным 6 графы:

Изменения по каждому виду транспорта делятся на величину грузооборота, выполненного всеми видами транспорта (первая строка).

Задание 4. Проанализировать как изменились объемы пассажирских перевозок в РФ за 2000-2018 гг. Для этого определить структуру пассажирских перевозок по видам транспорта по отчетному и базисному году, абсолютные и процентные изменения статистических показателей, представленных в таблице 3. Решение провести аналогично заданию 1. Сделать выводы.

Таблица 3

Перевозки пассажиров по видам транспорта общего пользования, млн чел.

	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018
Транспорт - всего	**44 854**	**30 128**	**22 065**	**19 122**	**18 689**	**18 483**	**18 144**
из него по видам:							
железнодорожный	1 419	1 339	947	1 025	1 040	1 121	1 160
автобусный	23 001	16 374	13 434	11 523	11 296	11 185	10 912
легковое такси	15,5	6,4	30,2	26,8	43,7	43,7	30,1
трамвайный	7 421	4 123	2 079	1 478	1 397	1 327	1 259
троллейбусный	8 759	4 653	2 206	1 616	1 483	1 376	1 263
метрополитен	4 186	3 574	3 294	3 336	3 312	3 298	3 381
морской	1	1	2	10	13	12	8
водный	28	21	16	14	13	13	12
воздушный	23	37	59	94	91	108	118

Задание 5. На основании данных таблицы 1 рассчитать показатели густоты транспортных сетей отдельных регионов мира и сделать выводы о транспортной обеспеченности территорий.

Таблица 1. Показатели транспортной обеспеченности территорий

Показатели	Евросоюз - 27	США	Китай	Россия
1.Протяженность транспортных сетей, **тыс. км. (включает показатели по строкам 1.1+1.2+1.3)**				
1.1 А/м дороги с твердым	5000	4400	3056	776

покрытием				
1.2 Ж/д общего пользования	212,7	202,4	85,5	86,0
1.3 Внутренние водные пути	41,0	40,7	123,7	102,0
2.Площадь территорий, **тыс. км^2**	4 324, 782	9 826, 675	9 596, 961	17 151, 442
3.Густота транспортных сетей, км/км^2				
3.1 А/м транспорта				
3.2 Ж/д транспорта				
3.3 Внутреннего водного транспорта				

Задание 6. Проанализировать показатели транспортной работы компании А, определить как изменился грузооборот за исследуемый период, рассчитать среднее расстояние перевозки одной тонны груза за каждый год и сделать выводы.

Таблица 1 - Показатели транспортной работы компании А

Показатели	**Направления перевозок**							
	А-Б		**А-В**		**А-Г**		**Итого по всем направлениям**	
	2018	**2019**	**2018**	**2019**	**2018**	**2019**	**2018**	**2019**
1.Объемы перевозок, тонн	**358**	**560**	**415**	**379**	**520**	**835**		
2.Расстояние перевозок, км.	**350**	**350**	**271**	**271**	**803**	**803**		
3.Грузооборот, тонно-км.								
4.Среднее расстояние перевозки 1 тонны груза, км.	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**		

Раздел 2. Особенности управления в транспортной отрасли
Тема 3. Функции управления и их реализация на транспорте

Задание 7. Ответить на следующие вопросы

1. Основные типы и характеристика транспортных систем
2. Управление транспортно-логистической системой
3. Критерии выбора вида транспорта и транспортного средства

Задание 8. Раскрыть понятие транспортной логистики и ее роли в сфере управления

транспортной отраслью.

Задание 9. Изучить концепцию управления закупками и ответить на следующие вопросы:
1. В чем заключается традиционная концепция методологии управления закупками?
2. Какие этапы включает управление закупками ресурсов на транспортном предприятии?
3. Сущность логистического инструментария выбора оптимального поставщика.
4. Приведите основные методы закупок.
5. Какие функции выполняет логистического менеджер по закупкам?
6. Опишите последовательность действий логистического менеджера при оценке надежности поставок.

Тема 4. Элементы экономики транспортных систем

Задание 10. Раскрыть содержание показателей экономической эффективности и финансовых показателей. Изучить и раскрыть методику их расчета.

Задание 11.

Определить порог рентабельности перевозок автотранспортного предприятия и показатель запаса финансовой прочности, если транспортный тариф составляет 350 руб. за 1 т-км. постоянные затраты 60 млн. руб. в год, переменные 250 руб. на 1 т-км.

Методика решения

1. Повторить формулы порога рентабельности и запаса финансовой прочности

   Порог рентабельности (руб) = Постоянные затраты / ((Выручка – Переменные затраты) / Выручка)

   Или

   Порог рентабельности (т-км) = Постоянные затраты/ (Тариф 1 т-км – Переменные затраты на 1 т-км.)

   Запас финансовой прочности (руб) = Выручка – Порог рентабельности (руб)

2. Рассчитать эти показатели в стоимостном выражении и сделать выводы.

Задание 12.

Определить грузооборот транспортного предприятия, который необходимо осуществить, чтобы получить прибыль 5600 тыс. руб. Тариф 1 т-км. = 450 руб. постоянные затраты 6,5 млн.руб. в год, переменные затраты 310 руб. на 1 т-км. Сделать выводы.

Методика решения

Целевой объем продаж (грузооборот) (т-км) = Постоянные затраты + Целевая прибыль / (Тариф 1 т-км – Переменные затраты на 1 т-км.)

Задание 13.

Решить задачу и показать ход решения.

Грузооборот автотранспортного предприятия в отчетном году составил 80 тыс. т.-км. Транспортный тариф 1 т-км. 720 руб. Получена прибыль за год 8 млн.руб. В плановом периоде грузооборот возрастет на 15%, постоянные издержки составят 21 млн. руб. Определить на сколько снизится в плановом году себестоимость 1 т-км.

Методика решения

1. Повторить определение постоянных и переменных затрат

Переменные издержки (variable costs) – затраты, которые зависят от объема деятельности предприятия прямо пропорционально

Постоянные издержки (fixed costs) — это расходы, величина которых в текущем периоде **не зависит** от объема произведенных услуг , т.е при изменении объема производства постоянные затраты не меняются.

2. Повторить взаимосвязь следующих экономических показателей

Себестоимость = Постоянные затраты + Переменные затраты

Выручка = Себестоимость + Прибыль

Валовая маржа = Выручка – Постоянные затраты = Переменные затраты + Прибыль

3. На основе пунктов 1. и 2. определить себестоимость 1 т-км. в отчетном году, себестоимость 1 т-км. в плановом году.
4. Вычесть из себестоимости 1 т-км. отчетного года себестоимость 1 т-км. планового года.
5. Правильный ответ: 34,24 руб.
6. Сделать краткие выводы о причинах снижения себестоимости 1 т-км.

Задание 14
Определить количество автомобилей для перевозки 500 т груза, если известно, что для перевозки используется автомобиль грузоподъемностью 5 т, время в наряде 8 час., а время, затраченное на одну ездку, равно 2 час.
Задание 15
Автомобиль-самосвал работал на маятником маршруте с пробегом в обоих на-правлениях: $q = 3,5$ т; $l_{ег} = 5$ км; $l_{н} = 5$ км; $t_{пр} = 12$ мин; $\gamma_{ст} = 1,0$; $\nu_{t} = 25$ км/ч;
$T_{м} = 8$ ч.
Определить количество автомобилей.
Задание 16
Необходимо перевести 600 т груза, используются автомобили грузоподъемностью 15 т, время работы автомобиля 8 час, а время, которое затрачивается на одну ездку, равно 1 час. Определить количество автомобилей для перевозки груза.
Задание 17

Автомобиль работал на маятниковом маршруте с груженным пробегом в обоих направлениях. Грузоподъемность автомобиля 4,2 т; расстояние в двух на-правлениях (туда и обратно) равно 12 км, время погрузки и разгрузки составляет 10 мин, статистический коэффициент использования грузоподъемности равен 1. Автомобиль двигался со скоростью 40 км/ч, время работы автомобиля 8 час.
Необходимо определить количество автомобилей при перевозки 450 т и коэффициент использования пробега за день.

Задание 18

Определить среднестатистическую скорость v_t автомобиля и количества ез-док n_e, если известно, что время в наряде $T_Н$=10 час, время в движении $t_{дв}$ - 2 час, время простоя под погрузкой $t_{пр}$ - 0,5 час, общий пробег $L_{об}$ - 240 км.

Задание 19

Рассчитать интервал времени между заказами, если потребность в ДВП составляет 3000 $м^2$, а оптимальный размер заказа - 110 $м^2$. Количество рабочих дней - 250.

Задание 20

Рассчитайте количество автопогрузчиков, если за сутки необходимо переработать 550 т груза, производительность автопогрузчиков 50 т/ч, коэффициент неравномерности поступления груза k = 1,5, продолжительность смены 8 час

Тема 5. Транспортные тарифы

Изучите приведенный ниже пример транспортного тарифа

Пример транспортного тарифа

Структура и способы построения тарифов различных видов транспорта и транспортных операторов чрезвычайно многообразны.

Ниже приведен фрагмент тарифа транспортной компании "Транспорт-2010" (название условное), выполняющей перевозки мелкопартионных грузов но России.

Тариф построен по принципу "от пункта к пункту" и предполагает предоставление трех основных видов перевозочных услуг:

- 1) от двери отправителя до двери получателя;
- 2) от двери отправителя до терминала региона получателя:
- 3) от терминала региона отправителя до терминала региона получателя.

Для расчета цены перевозки сначала определяется соответствующая пункту назначения тарифная зона (табл. 1), а затем — цена выбранной клиентом транспортной услуги (табл. 2).

Тариф учитывает удельный погрузочный объем груза и содержит надбавки за предъявление крупногабаритных грузовых мест.

Тариф содержит также правила обслуживания, установленные компанией, относящиеся к выполнению погрузки-разгрузки, страхованию грузов и т.д.

Компания "Транспорт-2010"

Тариф на доставку сборных грузов по территории России (цены на доставку из Москвы до указанных пунктов) Действителен с 01.01. 2021 по 31.05.2021

Таблица 1. Тарифные зоны и сроки доставки

Пункт назначения	Тарифная зона	Срок доставки, рабочих дней	Пункт назначения	Тарифная зона	Срок доставки, рабочих дней
Абакан	8	7—9	Нижний Новгород	1	1—2
Архангельск	6	2—3	Новгород (Великий)	4	1—3
Астрахань	3	3—5	Новокузнецк	6	6—8
Барнаул	8	5—7	Новосибирск	5	4—6
Белгород	4	1—3	Ноябрьск	5	6—9
Благовещенск	10	9—11	Орел	3	1—3
Братск	9	6—8	Оренбург	4	3—7
Брянск	3	2—3	Пенза	4	2—4
Владивосток	11	8—10	Пермь	3	3—5

Таблица 2. Цена доставки для различных видов услуг

Тарифная зона	Дверь-Дверь		Дверь-Терминал		Терминал-Терминал	
	Фиксированная часть тарифа, руб.	+ Цена за 1 кг расчетного веса, руб.	Фиксированная часть тарифа, руб.	+ Цена за 1 кг расчетного веса, руб.	Фиксированная часть тарифа, руб.	+ Цена за 1 кг расчетного веса, руб.
1	1560	9,20	950	6,90	340	4,60
2	1560	10,30	950	8,00	340	5,70
3	1560	12,10	950	9,80	340	7,55
4	1560	14,65	950	12,35	340	10,10
5	1560	17,95	950	15,65	340	13,35
6	1560	21,95	950	19,65	340	17,35
7	1560	26,65	950	24,35	340	22,10
8	1560	32,10	950	29,80	340	27,55
9	1560	38,30	950	36,00	340	33,70
10	1560	45,20	950	42,90	340	40,60
11	1560	52,85	950	50,55	340	48,25
12	1560	61,20	950	58,90	340	56,60

Определение расчетного веса груза

Расчетный вес груза определяется как большее значение из объемного и физическою веса груза. Объемный вес в килограммах определяется умножением объема, занимаемого грузовой партией (в кубических метрах), на коэффициент 200.

Негабаритные грузовые места

Стоимость перевозки при наличии в партии негабаритных мест увеличивается на 20%. Грузовое место считается негабаритным, если;

- — сумма измерений 1рузового места но длине, высоте и ширине превышает 4 м, или
- — вес грузового места превышает 1000 кг, или
- — высота грузового места превышает 2 м, или
- — длина грузового места превышает 5 м.

Погрузка и выгрузка

Погрузка и выгрузка в начальном и конечном пунктах производятся силами отправителя и получателя соответственно.

Нормативное время погрузки (выгрузки) составляет:

- — при расчетном весе груза менее 5 тыс. кг — 40 мин;
- — при расчетном весе груза 5 тыс. кг и более — 1 час 30 мин.

Плата за превышение нормативного времени погрузки (выгрузки) составляет:

- — при расчетном весе груза менее 5 тыс. кг — 250 руб. за каждые 30 мин превышения;
- — при расчетном весе груза 5 тыс. кг и более — 500 руб. за каждые 30 мин превышения.

Страхование грузов

Грузы без указания страховой стоимости к перевозке не принимаются. Стоимость страхования грузов составляет 0,2%. Страхование грузов, у которых страховая стоимость не превышает 300 руб. за кг, осуществляется за счет компании.

Дополнительные услуги и их стоимость

- 1. Возврат сопроводительных документов. Отправителю возвращаются подписанные сопроводительные документы (товарные накладные, акты приемки-передачи и др.). Стоимость услуги — 500 руб. за каждый комплект документов.
- 2. Подача автомобиля к точному времени. Осуществляется подача автомобиля под загрузку или выгрузку точно к заданному времени, при этом норматив времени на погрузку/выгрузку увеличивается на 6 ч. Стоимость услуги — 2500 руб. Для оказания услуги при заказе и заполнении накладной необходимо указать максимально полную информацию в поле "особые отметки".
- 3. Погрузка и разгрузка силами компании. Компания может обеспечить погрузку или выгрузку в начальном и конечном пунктах маршрута. Стоимость услуги — 7,5 руб. за 1 кг при условии, что вес одного места не превышает 100 кг. Стоимость услуги для грузов с местами более 100 кг согласовывается дополнительно.
- 4. Хранение груза на складе. Компания может организовать временное хранение груза на своих терминалах. Стоимость услуги — 0,25 руб/кг в сутки.

Задание 21.

Рассчитайте стоимость доставки груза с учетом его страхования на основе тарифа, представленного в примере, для следующих исходных данных:

- Перевозка выполняется из Москвы в Нижний Новгород по схеме от «двери до двери»;
- Масса партии – 2 тонны;
- Объем партии груза – 4,5 $м^3$;
- Партия содержит 20 грузовых мест размером 0,5х1х1м.
- Страховая стоимость груза составляет 220 руб. за кг.
- Требуется услуга погрузки и разгрузки.

Задание 22.

1. Необходимо оценить эффективность применения автомобиля-самопогрузчика для условий, указанных в таблице.

Таблица

Эксплуатационные условия для оценки эффективности применения самопогрузчика

Показатель	Единица измерения	Значение	
		Базовый	Самопогрузчик
Грузоподъемность	т	10	9
Время погрузки и разгрузки	ч	1	0,25
Время смены	ч	8	
Техническая скорость автомобиля	км/ч	40	
Коэффициент использования пробега	–	0,5	
Длина груженой части ездки	км	30	

2.Определить какое количество автомобилей потребуется при использовании обычных автомобилей и автомобилей с автопогрузчиком, если коэффициент технической готовности парка 0,9 ; коэффициент использования грузоподъемности автомобилей 0,85; объем перевозок 1400 тонн.

Задание 23.

Решить задачу и показать ход решения.

Автотранспортное предприятие планирует увеличить грузооборот с 80 до 90 тыс.т-км в год. Тариф 1 т-км не меняется и составляет 950 руб. Переменные затраты 350 руб. на 1 т-км. Постоянные затраты 30 млн. руб. в год. Определите увеличение прибыли в планируемом году.

Задание 24

Автомобиль грузоподъемностью 5 т совершил три ездки: за первую он перевез 5 т на 20 км, за вторую - 4 т на расстояние 25 км, и за третью ездку - 2,5 т на расстояние 10 км. Определить статический коэффициент по каждой ездке; статический и динамичный коэффициенты за смену.

Задание 25

Определить количество автомобилей для перевозки 500 т груза, если известно, что для перевозки используется автомобиль грузоподъемностью 5 т, время в наряде 8 час., а время, затраченное на одну ездку, равно 2 час.

Задание 26
Автомобиль-самосвал работал на маятником маршруте с пробегом в обоих на-правлениях: $q = 3,5$ т; $l_{ег} = 5$ км; $l_{н} = 5$ км; $t_{пр} = 12$ мин; $\gamma_{ст} = 1,0$; $v_{t} = 25$ км/ч;
$T_{м} = 8$ ч.
Определить количество автомобилей.

Задание 27
Необходимо перевести 600 т груза, используются автомобили грузоподъемностью 15 т, время работы автомобиля 8 час, а время, которое затрачивается на одну ездку, равно 1 час. Определить количество автомобилей для перевозки груза.

Задание 28
Автомобиль работал на маятниковом маршруте с груженным пробегом в обоих направлениях. Грузоподъемность автомобиля 4,2 т; расстояние в двух на-правлениях (туда и обратно) равно 12 км, время погрузки и разгрузки составляет 10 мин, статистический коэффициент использования грузоподъемности равен 1. Автомобиль двигался со скоростью 40 км/ч, время работы автомобиля 8 час.
Необходимо определить количество автомобилей при перевозки 450 т и коэффициент использования пробега за день.

Задание 29
Определить среднестатистическую скорость v_{t} автомобиля и количества ездок n_{e}, если известно, что время в наряде $T_{Н}$=10 час, время в движении $t_{дв}$ - 2 час, время простоя под погрузкой $t_{пр}$ - 0,5 час, общий пробег $L_{об}$ - 240 км.

Задание 30

Решить задачу и показать ход решения.

Определить запас финансовой прочности автотранспортного предприятия, если известно, что годовой грузооборот 710 тыс. т-км; выручка 25 300 тыс. руб.; переменные затраты 15 200 тыс. руб., постоянные затраты 6 440 тыс.руб.

Задание 31

Эффект операционного рычага автотранспортного предприятия в текущем году составил 2,4. Прибыль 10 млн. руб. Насколько изменится прибыль в следующем году, если:

1) Выручка возрастет на 3%;
2) Выручка снизится на 5%.

Задание 32

Определить ЭОР и показать рассчитать прогнозные значения прибыли в следующем году при следующих условиях.

Грузооборот автотранспортного предприятия в текущем году 18500 тыс. т-км. В следующем году планируется его увеличение на 15%. Тариф 1 т-км = 75 руб. Постоянные затраты 7 500 тыс. руб. Прибыль отчетного года 2500 тыс. руб.

Задание 33

Необходимо оценить эффективность применения автомобиля-самопогрузчика для условий, указанных в таблице.

Таблица

Эксплуатационные условия для оценки эффективности применения самопогрузчика

Показатель	Единица измерения	Значение	
		Базовый	Самопогрузчик
Грузоподъемность	т	8	6
Время погрузки и разгрузки	ч	3	0,75
Время смены	ч	8	
Техническая скорость автомобиля	км/ч	30	
Коэффициент использования пробега	–	0,7	
Длина груженой части ездки	км	30	

Тема 6. Договоры и документы, связанные с транспортировкой

Трансфинплан –это развернутая программа производственно-финансовой деятельности предприятия на предстоящий период. Он направлен на успешное выполнение заданий при наиболее полном использовании транспортных средств и всей совокупности производственных фондов, неуклонное повышение эффективности перевозоки получение максимальных результатов при минимальных издержках. В трансфинплане предусматривается комплексное развитие и совершенствование техники, экономики и организации транспортного производства, намечаются пути реализации установленных заданий. Трансфинплан автотранспортного предприятия включает следующие разделы:

1. Основные показатели.
2. План перевозок грузов и пассажиров.
3. План эксплуатации подвижного состава.
4. План технического обслуживания и ремонта подвижного состава.
5. План по труду и заработной плате.
6. План по себестоимости.
7. Финансовый план.

Каждому разделу трансфинплана присущи свои показатели, которые раскрывают его содержание.
План перевозок грузов и пассажиров является важнейшим разделом трансфинплана. Он является основой производственной деятельности автотранспортного предприятия, на базе которой разрабатываются все остальные разделы и показатели.
Методика планирования предусматривает систему способов и приемов расчета показателей плана, обеспечивающую их техническую обоснованность и взаимоувязанность. При этом главное внимание обращено на обеспечение возможности технико-экономического обоснования каждого устанавливаемого показателя исходя из данных, характеризующих наличие и состояние подвижного состава, структуры и организации перевозок, плана совершенствования техники. Снижение себестоимости на основе оптимизации затрат на производство и реализацию продукции является первоосновой экономического роста предприятия –способом его выживания.

Расчет характеристик автомобильно-железнодорожного терминала

Задание 34. Необходимо определить, какой из факторов (емкость склада, мощность погрузочно-разгрузочных механизмов или пропускная способность железнодорожных путей) является для терминала лимитирующим фактором. Характеристики терминала приведены в таблице .

Таблица

Характеристики железнодорожно-автомобильного контейнерного терминала

Показатель	Единица измерения	Значение
Емкость терминала	TEU	450
Среднее время хранения	сут.	5
Количество козловых кранов	шт.	2
Производительность крана	количество операций в час	27
Число контейнеро-операций на один контейнер	-	3,5
Количество составов, подаваемых ежесуточно на терминал	ед.	5
Максимальное количество контейнерных вагонов в подаваемом составе	ед.	35
Количество контейнеро-мест на один вагон	ед.	2
Время подачи и уборки состава	ч	0,8
Коэффициент обработки состава	-	0,75
Число часов работы терминала в сутки	ч	20
Коэффициент использования оборудования	-	0,8
Коэффициент неравномерности потока	-	1,5

Число рабочих дней терминала в году	дней	365

Задание 35

Торговая компания осуществляет регулярные поставки товаров для реализации их в сети магазинов города N. Четыре магазина получают по 5 тонн груза ежедневно. Доставка осуществляется с базового склада, находящегося в удаленном населенном пункте крупнотоннажным автопоездом грузоподъемностью 20 тонн. Автопоезд объезжает магазины поочередно и возвращается на склад.

Власти N ввели плату за въезд крупнотоннажных грузовых автомобилей в черту города. В связи с этим, компания изучает возможность доставки товаров через размещенный рядом с N терминал с последующим развозом малотоннажным автофургоном.

Определите целесообразность этого решения для следующих исходных данных:

Расстояние от склада до N 160 км
Длина маршрута при объезде всех магазинов 34 км
Затраты на 1 км пробега автопоезда 35 руб.
1 тонна товара занимает 1 кв.м.складской площади

Оплата услуг терминала:
хранение груза на складе 1 кв.м = 10 руб. в сутки
ручная погрузка-выгрузка 1тонна = 270 руб.

Стоимость услуг развозочного фургона с грузчиками 600 руб. час
среднее время выгрузки в 1 магазине 1 час
техническая скорость движения по улично-дорожной сети 35 км/час
стоимость разрешения на въезд в N на сутки 1200 руб.

Задание 36

Торговая компания организует доставку товаров со склада в магазины собственным автопарком. Оцените необходимое для этого количество автомобилей, если известно

Исходные данные для расчета количества автомобилей

Показатель	Единица измерения	Значение
Объем перевозок со склада в магазины	т/смена	1400
Грузоподъемность автомобиля	т	10
Среднее расстояние между складом и магазинами	км	10
Интервал времени, когда возможен вывоз товаров со склада	ч	С 15.00 до 19.00
Коэффициент использования грузоподъемности	–	0,6
Коэффициент использования пробега	–	0,75
Техническая скорость автомобиля	км/ч	40
Время погрузки и разгрузки	ч	2
Коэффициент технической готовности парка	–	0,9

Задание 37. Изучить и раскрыть сущность процессов планирования транспортных

процессов. Ответить на следующие вопросы:

1. Планирование транспортных процессов
2. Методы оперативного планирования и управления производством на транспорте
3. Применение сравнительного анализа видов транспорта в процессе планирования транспортировки
4. Выбор типа и марки транспортного средства
5. Возможности сокращения цикла выполнения транспортных работ.
6. Маршрутизация транспортировки
7. Содержание трансфинплана автотранспортного предприятия

Тема 7. Страхование в транспортной отрасли

Задача 38

Владелец автомобиля Nissan Primera (1996 года выпуска, мощность двигателя – 90 л.с.), проживающий в Санкт-Петербурге, ежегодно оформляет договор обязательного страхования автогражданской ответственности. Автомобиль находится в собственности 3 года. За время эксплуатации автомобиля дорожно-транспортных происшествий не происходило. Кроме владельца, к управлению автомобилем никто не допущен. Автомобиль эксплуатируется круглый год. Владелец автомобиля имеет право на вождение автотранспортных средств с 1991 года. Возраст автовладельца – 53 года.

За безаварийное вождение, страховой компанией предоставляется скидка 10 % от уплачиваемой премии.

С использованием таблиц, приведенных в приложении 1, рассчитайте страховую премию, подлежащую к уплате при продлении договора страхования еще на один год в 2007 году.

Задача 39

Гражданин приобрел для осуществления частных грузовых перевозок бортовой грузовой автомобиль Камаз-5320, грузоподъемностью 8 т. При регистрации автомобиля в органах ГИБДД он одновременно оформляет договор обязательного страхования гражданской ответственности владельца транспортных средств. Возраст автовладельца 30 лет, стаж вождения – 5 лет. Предполагается использовать автомобиль в период весна-осень (с марта по ноябрь).

Рассчитайте премию, которую необходимо уплатить автовладельцу при первичном заключении договора страхования. Автовладелец проживает на территории Ленинградской области.

Задача 40

В результате дорожно-транспортного происшествия владельцем автомашины (Kia Sorento, 2005 года выпуска, мощность двигателя – 150 л.с.; стаж вождения – 1,5 лет; возраст автовладельца – 27 лет; до настоящего происшествия в ДТП не участвовал), был причинен ущерб другому автомобилю (Lada Kalina, 2006 года выпуска, мощность двигателя 80 л.с.; стаж вождения – 10 лет; возраст автовладельца – 36 лет; до настоящего происшествия в ДТП не участвовал). По результатам проведенной экспертизы, ущерб, причиненный имуществу пострадавшего автовладельца, был оценен в 100000 руб., а вред нанесенный пострадавшему в результате ДТП, оценивается в размере 25000 руб.

Определите:

- размеры страховых премий, уплаченных страхователями при заключении договора обязательного страхования гражданской ответственности владельцев транспортных средств (проживают в Нижнем Новгороде, автомобили эксплуатируются круглый год);
- размер выплаченной суммы потерпевшему при ДТП.
- в каких пределах осуществляются данные выплаты?

Методические указания по решению задач

Расчет тарифных ставок по обязательному страхованию гражданской ответственности владельцев транспортных средств производится в соответствии с базовыми ставками и коэффициентами (см. Приложение 1), установленными gостановлением Правительства РФ № 264 от 07.05.03 г. «Об утверждении страховых тарифов по обязательному страхованию гражданской ответственности владельцев транспортных средств, их структуры и порядка применения страховщиками при определении страховой премии».

Например, рассчитаем минимальный и максимальный страховой тариф, установленный на момент введения закона об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств.

Базовый тариф для физических лиц установлен в размере 1980 руб. (см. приложение 1, п. 1).

При расчете индивидуальных тарифов для физических лиц используются повышающие коэффициенты, зависящие от:

- территории использования тарифа (КТ – этот коэффициент колеблется от 0,4 для населенных пунктов с численностью населения менее 10 тыс. чел. до 2 для Москвы, см. приложение 1, п. 2.);
- возраста и стажа водителя (КВС – коэффициент варьируется от 1 до 1,3, см. приложение 1, п. 4.);
- количества лиц, допущенных к управлению (КО – если, это количество ограничено и предусмотрено договором страхования, то коэффициент равен 1, в остальных случаях - 1,5);
- мощности двигателя (КМ – коэффициент изменяется от 0,5 при мощности двигателя до 50 л.с. до 1,9; при мощности двигателя свыше 200 л.с.);
- периода использования автомобиля (КС – коэффициент устанавливается от 0,7 при использовании автомобиля 6 месяцев в году до 1 при эксплуатации автомобиля более 9 месяцев).

Таким образом, **минимальный тариф** будет равен:

$$T = ТБ \times КТ \times КБМ \times КВС \times КО \times КМ \times КС \times КМ \times КП \times КН =$$
$$= 1980 \times 0,4 \times 1 \times 1 \times 0,5 \times 0,7 = 277,2 \text{ руб.}$$

Для находящегося в собственности у Санкт-Петербургского предприятия грузового автомобиля, грузоподъемностью 5 т и используемого круглый год, безаварийная работа, возраст водителя автомобиля 45 лет и стаж вождения 20 лет, тарифная ставка будет рассчитана следующим образом:

ТБ = 2025 руб.;

КТ = 1,8; КВС = 1; КО = 1; КС = 1, тогда:

$$Т = ТБ \times КТ \times КБМ \times КВС \times КО \times КС \times КМ \times КП \times КН =$$
$$= 2025 \times 1,8 \times 1 \times 1 \times 1 = 3645 \text{ руб.}$$

максимальный тариф (например, для молодого москвича со стажем вождения до 2 лет, с неограниченным количеством лиц, допущенных к управлению его транспортным средством, который разъезжает на автомобиле с мощностью двигателя свыше 200 л.с. более 9 месяцев в году):

$$Т = ТБ \times КТ \times КБМ \times КВС \times КО \times КМ \times КС \times КМ \times КП \times КН =$$
$$= 1980 \times 2 \times 1,3 \times 1,5 \times 1,9 \times 1 = 14671,8 \text{ руб.}$$

При заключении договора обязательного страхования гражданской ответственности автовладельцы они получают страховой полис по форме, приведенной в приложении 4.

Страховое возмещение выплачивается третьему лицу (потерпевшему) в случае дорожно-транспортного происшествия (ДТП) на основании проведенной экспертизы (оценки ущерба).

Страховое возмещение выплачивается третьему лицу в пределах, законодательно установленного лимита ответственности страховщика, равного 400 тыс. руб., причем:

- 240 тыс. руб. в части возмещения вреда, причиненного жизни или здоровью нескольких потерпевших, и не более 160 тыс. руб. при причинении вреда жизни или здоровью одного потерпевшего;
- 160 тыс. руб. в части возмещения вреда, причиненного имуществу нескольких потерпевших и не более 120 тыс. руб. при причинении вреда имуществу одного потерпевшего.

Задача 41

Определите страховой взнос транспортной организации на год при страховании гражданской ответственности водителей транспортных средств. Стаж водителей:

- до 1 года – 6 человек;
- от 1 года до 5 лет – 2 человека;
- от 5 до 10 лет – 3 человека;
- свыше 10 лет – 1 человек.

Страховая сумма гражданской ответственности на каждого водителя составляет 100 тыс. руб.

Тарифные ставки, зависящие от стажа водителя, следующие (в % от страховой суммы):

до 1 года – 5,6%; от 1 до 5 лет – 3,4%; от 5 до 10 лет – 2,8%; свыше 10 лет – 2,2%.

Задача 42

В результате ДТП нанесен вред нескольким пешеходам:

первому – на сумму 55 тыс. руб.; второму – на сумму 15 тыс. руб.; третьему – на сумму 45 тыс. руб.

В договоре добровольного страхования ответственности предусмотрен лимит ответственности страховщика на один страховой случай в сумме 80 тыс. рублей.

Определите, какую сумму выплатит страховщик каждому потерпевшему.

Задача 43

При добровольном страховании условиями договора гражданской ответственности владельца автомашины предусмотрен лимит ответственности на один страховой случай – 100 тыс. руб. и лимит ответственности на весь срок договора – 200 тыс. руб.

В период действия договора произошло три страховых случая.

Ущерб по первому составил 80 тыс. руб.; по второму – 120 тыс. руб.; по третьему – 50 тыс. руб.

Определить страховые возмещения, выплаченные страховщиком по каждому страховому случаю.

Тема 8. Государственное регулирование транспортной деятельности

Задание 44. Изучить и раскрыть сущность государственного регулирования транспортной деятельности. Ответить на следующие вопросы:

1. Государственное регулирование транспортной деятельности
2. Предпосылки и механизмы регулирования транспортной деятельности
3. Ассоциации и союзы в системе управления транспортом
4. Государственно-частное партнерство на транспорте
5. Принципы устойчивого развития в управлении транспортными системами
6. Система государственного управления транспортом в РФ

Раздел 3. Понятие управленческого учета и бюджетирования в транспортной компании

Тема 9.Понятие управленческого учета и бюджетирования в транспортной компании

Выбор системы управленческого учета на предприятии зависит от специфики его технологического процесса и организационной структуры. Так, технологические особенности определяют две основные составляющие учета: направление сбора информации; метод учета затрат и калькулирования себестоимости. Особенности организации учета на предприятиях, занимающихся доставкой, обусловлены в первую очередь тем, что оказываемая ими услуга – перемещение – не имеет вещественной формы. Она потребляется в момент производства и не может быть объектом хранения. Рассматривая конечный продукт – доставку – как общий производственный процесс, можно выделить его части. Ими являются технологические процессы, представляющие собой заранее спланированные операции. Предприятию важно определить, какие бизнес-процессы будут являться объектами планово-учетной деятельности. Это позволит выделить центры ответственности, в разрезе которых и ведется сбор информации.

Задание 45

Составление бюджета денежных средств автотранспортного предприятия

Составить бюджет денежных средств на второй квартал текущего года. Определить потребность в краткосрочном финансировании производства.

Цель задания. Освоить методику составления бюджета денежных средств предприятия и научиться определять потребность в дополнительном финансировании.

Исходные данные.

80% оказываемых услуг по перевозке грузов предприятие реализует в кредит, 20% за наличный расчет. Покупателям, как правило, предоставляется 30-дневный кредит. 70% платежей оплачивается покупателями вовремя (т.е. в течение 30 дней); 30% - в течение следующего месяца. Объем реализации на второй квартал текущего года составит (млн. руб.): в апреле – 35, в мае – 37, в июне – 42 млн. руб.. Выручка в феврале равна 30 млн. руб., в марте – 32 млн. руб.. В течение второго квартала планируется поступление

денежных средств в виде процентов за выданный заем в сумме 10,1 млн. руб.; в апреле – 28,7%, в мае – 13,9% от указанной суммы.

В течение второго квартала планируется погасить кредиторскую задолженность поставщикам: в апреле – 29,6 млн. руб., в мае – 34,5; в июне – 39,5 млн. руб.; выплатить заработную плату в сумме 3,8; 4,2; 5,8 млн. руб. соответственно. Минимальный остаток денежных средств на расчетном счете для данного предприятия составляет 3 млн. руб.

Дебиторская задолженность на конец марта составила 15 млн. руб.

Методика решения.

1. Составление графика денежных поступлений от оказанных услуг по перевозке и изменение дебиторской задолженности за второй квартал (провести в таблице).

Таблица – График денежных поступлений и изменение дебиторской задолженности предприятия за второй квартал текущего года, млн. руб.

Показатели	апрель	май	июнь
1	а	б	в
1.Дебиторская задолженность (на начало периода)			
2. Выручка от реализации, всего			
3. В том числе реализация в кредит (80% от выручки от реализации)			
4. Поступление денежных средств, всего (сумма 4.1, 4.2, 4.3)			
В том числе			
4.1 от реализации текущего месяца за наличный расчет (20%)	$2а \times 0,2$	$2б \times 0,2$	$2в \times 0,2$
4.2 от реализации в кредит прошлого месяца (70%)	$32 \times 0,8 \times 0,7$	$3а \times 0,7$	$3б \times 0,7$
4.3 от реализации в кредит позапрошлого месяца (30%)	$30 \times 0,8 \times 0,3$	$32 \times 0,8 \times 0,3$	$3а \times 0,3$
5. Дебиторская задолженность (на конец периода), (1+2-4)			

2. Составление бюджета денежных средств на второй квартал текущего года, млн. руб. (провести в таблице).

Таблица - Бюджет денежных средств на второй квартал, млн. руб.

Показатели	апрель	май	июнь
1	а	б	в
1. Поступление денежных средств, всего			
В том числе:			
1.1 от реализации продукции			
1.2 прочие поступления			
2. Выплаты денежных средств, всего			
В том числе:			
2.1 погашение кредиторской задолженности			
2.2 прочие платежи			
3. Излишек (недостаток) денежных средств, (1-2)			
4. Остаток денежных средств на р/с на начало периода	2,0		

5. Остаток денежных средств на р/с на конец периода (3+4)			
6. Требуемый минимум на р/с	3,0	3,0	3,0
7. Потребность в дополнительном финансировании			

3. Сделать выводы по результатам расчетов, проведенных в таблицах 1 и 2.

Задание 46
Прогноз реализации и денежных поступлений
Программа сбыта торговой компании на второй квартал, млн. руб.

Показатели	апрель	май	июнь	Всего
Программа сбыта	50	60	60	170

Поступление денежных средств от продажи в кредит составляет 70% в месяц продажи, 20% в следующий месяц, 8% в третьем месяце и 2% составляют неплатежи. Остаток дебиторской задолженности в начале второго квартала равен 20 млн. руб., из которых 5 млн. руб. - за февральские продажи, а 15 млн. руб. – за продажи в марте
Вычислите:
Объем реализации за февраль и март; планируемое получение наличных от продаж за каждый месяц с февраля по июнь.
При этом, не учитывая ответ на вопрос 1, предположим, что объем февральских продаж равен 40, а мартовских – 60 млн. руб.

Ответ:
1.Объем реализации в феврале 50 млн. руб.
Объем реализации в марте 50 млн. руб.
2. Поступления в апреле 50,2; в мае 56,8; в июне 58 млн. руб.

Задание 47
Прогноз денежных поступлений и дебиторской задолженности
Имеются следующие данные по продажам, млн. руб.

Показатели	Сентябрь (факт)	Октябрь (факт)	Ноябрь (факт)	Декабрь (оценка)
Продажа за наличные	14	11	7,5	5
Продажа в кредит	100	90	60	70
Всего продано	114	101	67,5	75

Предыдущий опыт показывает, что получение наличных обычно происходит следующим образом: денежные средства в месяц продажи не поступают, 85% денег за продажи поступают в следующем месяце, 14% собирается во втором месяце после продажи и 1% денег составляют безнадежные долги.
Вычислите:
Поступление наличных денег в ноябре и декабре;
дебиторскую задолженность на 30 ноября, если на 31 октября ее сумма составляла 50 млн. руб.Ответ:
получение наличных, млн. руб.: ноябрь 98; декабрь 68.6 ;
дебиторская задолженность (30 ноября) = 19,5

Библиографический список

Основная литература

1. Герами, В. Д. Управление транспортными системами. Транспортное обеспечение логистики : учебник и практикум для вузов / В. Д. Герами, А. В. Колик. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 533 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12806-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/489316

2. Бочкарев, А. А. Логистика городских транспортных систем : учебное пособие для вузов / А. А. Бочкарев, П. А. Бочкарев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 150 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04733-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/492795

Дополнительная литература

1. Солодкий, А. И. Транспортная инфраструктура : учебник и практикум для вузов / А. И. Солодкий, А. Э. Горев, Э. Д. Бондарева ; под редакцией А. И. Солодкого. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 290 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00634-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/489560

2. Неруш, Ю. М. Транспортная логистика : учебник для вузов / Ю. М. Неруш, С. В. Саркисов. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 351 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02617-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/469192

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

Кафедра бизнес-информатики и прикладной математики

А.Ф. Владимиров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

по разделам 1-10 дисциплины «Математика» для студентов направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Электронная библиотека РГАТУ
Режим доступа: http://bibl.rgatu.ru/web

Рязань 2024

УДК 519.2(075.8)
ББК 22.17
В 573

Автор: Владимиров А.Ф.

Рецензент:
доцент кафедры «Бизнес-информатики
сои прикладной математики»,
кандидат технических наук, доцент  Н.А. Костенко

Методические указания для практических занятий по разделам 1-10 дисциплины «Математика» для студентов направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» [Электронный ресурс] – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2024. – 135 с.

Методические указания составлены с учётом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» (уровень бакалавриата), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07.08.2020 №911, и в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины Б1.О.17 «Математика».

© ФГБОУ ВО РГАТУ, 2024
© А.Ф. Владимиров, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

	С.
ПРЕДИСЛОВИЕ……..……	4
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	5
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 1 «ОПРЕДЕЛИТЕЛИ, МАТРИЦЫ, СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ»…….	5
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 1 ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА…….....	13
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 2 «ВЕКТОРНАЯ АЛГЕБРА»……	18
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 2 ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА…….....	23
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 3 «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ»……..	33
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 3 ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА…….....	37
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 4 «ПРЕДЕЛ И НЕПРЕРЫВНОСТЬ ФУНКЦИИ»……..	46
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 4 ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА…….....	51
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 5 «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИИ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ»…….	55
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 5 ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА…….....	59
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 6 «ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ФУНКЦИЙ И ПОСТРОЕНИЕ ИХ ГРАФИКОВ»……	66
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 6 ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА…….....	71
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 7 «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИИ НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ»…….	78
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 7 ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА…….....	80
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 8 «ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИИ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ» С ИДИВИДУАЛЬНЫМИ ЗАДАНИЯМИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ…….	86
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 9 «КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА» С ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ ЗАДАНИЯМИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ…….	107
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 10 «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ» С ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ ЗАДАНИЯМИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ……..	118

ПРЕДИСЛОВИЕ

Методические указания предназначены для практических занятий со студентами ФГБОУ ВО РГАТУ по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» (уровень бакалавриата) очной и заочной форм обучения, изучающих дисциплину Б1.О.17 «Математика» в объёме 288 часов на первом курсе в соответствии с ФГОС ВО 3++, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 07.08.2020 №911. Они содержат примеры выполнения заданий первого курса по разделам 1 «Определители, матрицы, системы линейных алгебраических уравнений», 2 «Векторная алгебра», 3 «Аналитическая геометрия», 4 «Предел инепрерывность функции», 5 «Дифференциальное исчисление функции одной переменной», 6 «Исследование поведения функций и построение их графиков», 7 «Дифференциальное исчисление функции нескольких переменных», 8 «Интегральное исчисление функции одной переменной», 9 «Комплексные числа», 10 «Дифференциальные уравнения» дисциплины «Математика» с сопутствующими методическими указаниями, а также задания для самостоятельной работы на практических занятиях и дома.

Вся информация об учебном процессе и учебно-методических материалах дана на сайте А.Ф. Владимирова:

Сайт А.Ф. Владимирова – Режим доступа: https://vlaf53.wixsite.com/vlaf

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

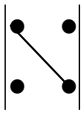
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 1 «ОПРЕДЕЛИТЕЛИ, МАТРИЦЫ, СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ»

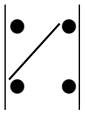
Следует предварительно изучить теорию с примерами из рекомендованных учебников или учебных пособий. В частности, нужно научиться *складывать* и *перемножать матрицы*, умножать матрицу на число, *вычислять определители матриц разными способами*, знать, что такое *минор* и *алгебраическое дополнение* элемента матрицы, уметь находить *обратную матрицу*, уметь приводить *расширенную матрицу* к треугольной и диагональной форме с помощь *элементарных преобразований* над строками этой матрицы. Напомним здесь некоторые из упомянутых положений.

Произведением матрицы A размеров $m \times k$ на матрицу B размеров $k \times n$ называется матрица C размеров $m \times n$, каждый элемент c_{ij} которой равен сумме парных произведений элементов i-й строки матрицы A на соответствующие элементы j-го столбца матрицы B. Например, умножая матрицу размеров 3×3 на матрицу размеров 3×1, получаем матрицу размеров 3×1:

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ -2 & 4 & 1 \\ 5 & -3 & 4 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 4 \\ 5 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1\cdot 4 + 2\cdot 5 + 3\cdot 1 \\ (-2)\cdot 4 + 4\cdot 5 + 1\cdot 1 \\ 5\cdot 4 + (-3)\cdot 5 + 4\cdot 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4+10+3 \\ -8+20+1 \\ 20-15+1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 17 \\ 13 \\ 6 \end{pmatrix}.$$

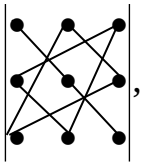
Определитель квадратной матрицы второго порядка находим по *правилу диагоналей*: произведение элементов главной диагонали берём с внешним знаком «плюс», произведение элементов побочной диагонали берём с внешним знаком «минус», как показано на двух схемах и примере:

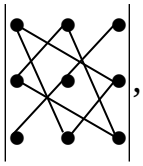

+


–

$$\begin{vmatrix} -2 & 3 \\ 4 & 5 \end{vmatrix} = (-2)\cdot 5 - 3\cdot 4 = -10 - 12 = -22.$$

Определитель квадратной матрицы третьего порядка находим по *правилу диагоналей и треугольников*. Здесь произведение элементов главной диагонали и произведение элементов в вершинах треугольников с основаниями, параллельными главной диагонали, берём с внешним знаком «плюс»; а произведение элементов побочной диагонали и произведение элементов в вершинах треугольников с основаниями, параллельными побочной диагонали, берём с внешним знаком «минус», как показано на двух схемах и примере:


+


–

$$\begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & -6 \\ 7 & 8 & 9 \end{vmatrix} = 1\cdot 5\cdot 9 + 2\cdot(-6)\cdot 7 + 3\cdot 4\cdot 8 - 3\cdot 5\cdot 7 -$$

$$-2\cdot 4\cdot 9 - 1\cdot(-6)\cdot 8 = 45 - 84 + 96 - 105 - 72 + 48 = -72.$$

Минором элемента a_{ij} матрицы A называется определитель матрицы меньшего порядка, которая остаётся после вычёркивания строки и столбца

исходной матрицы, на пересечении которых находится данный элемент; минор обозначается символом M_{ij}. Например,

$$M_{21}=\begin{vmatrix}1 & 2 & 3\\ 4 & 5 & 6\\ 7 & 8 & 9\end{vmatrix}=\begin{vmatrix}2 & 3\\ 8 & 9\end{vmatrix}=2\cdot 9-3\cdot 8=18-24=-6.$$

Алгебраическим дополнением элемента a_{ij} матрицы A, обозначаемым символом A_{ij}, называется минор этого элемента, умноженный на $(-1)^{i+j}$, т.е. $A_{ij}=(-1)^{i+j}\cdot M_{ij}$.

Теорема Лапласа. *Определитель квадратной матрицы любого порядка равен сумме парных произведений элементов некоторой строки (некоторого столбца) матрицы на алгебраические дополнения этих элементов*.

Например, разложим ранее вычисленный определитель по первой строке матрицы:

$$\begin{vmatrix}1 & 2 & 3\\ 4 & 5 & -6\\ 7 & 8 & 9\end{vmatrix}=1\cdot(-1)^{1+1}\cdot\begin{vmatrix}5 & -6\\ 8 & 9\end{vmatrix}+2\cdot(-1)^{1+2}\cdot\begin{vmatrix}4 & -6\\ 7 & 9\end{vmatrix}+3\cdot(-1)^{1+3}\cdot\begin{vmatrix}4 & 5\\ 7 & 8\end{vmatrix}=$$

$$=1\cdot(45+48)-2\cdot(36+42)+3\cdot(32-35)=93-156-9=-72.$$

Удобно, если в некоторой строке или в некотором столбце много нулевых элементов. При этом предварительно можно эти нули получить, если воспользоваться свойством определителей: *определитель матрицы не изменится, если к элементам одной строки прибавить соответствующие элементы другой строки, умноженные на одно и то же число*. *Аналогично для столбцов*. Например, умножим первую строку матрицы для продолжающегося примера на (-4) и прибавим результат ко второй строке, затем умножим первую строку матрицы на (-7) и прибавим результат к третьей строке. Для выполняемых преобразований сделаем соответствующие пометки около первой строки со стрелками ко второй и третьей строке. Затем разложим определитель по первому столбцу матрицы:

$$\begin{vmatrix}1 & 2 & 3\\ 4 & 5 & -6\\ 7 & 8 & 9\end{vmatrix}\begin{matrix}\\ (-4)\\ (-7)\end{matrix}=\begin{vmatrix}1 & 2 & 3\\ 0 & -3 & -18\\ 0 & -6 & -12\end{vmatrix}=1\cdot(-1)^{1+1}\cdot\begin{vmatrix}-3 & -18\\ -6 & -12\end{vmatrix}=36-108=-72.$$

Приведём примеры решения типичных заданий по разделу 1.

Пример 1. Найти обратную матрицу для матрицы A и проверить, что $A^{-1}\cdot A=E$, если $A=\begin{pmatrix}2 & -3 & 1\\ 1 & 4 & 2\\ 1 & -4 & 0\end{pmatrix}$.

Решение. Если $A=\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}$, то $A^{-1}=\dfrac{1}{\Delta(A)}\begin{pmatrix} A_{11} & A_{21} & A_{31} \\ A_{12} & A_{22} & A_{32} \\ A_{13} & A_{23} & A_{33} \end{pmatrix}$, где A_{ij} – алгебраические дополнения элементов a_{ij} матрицы A.

Находим сначала определитель матрицы A по правилу треугольников и диагоналей:

$$\Delta(A)=\begin{vmatrix} 2 & -3 & 1 \\ 1 & 4 & 2 \\ 1 & -4 & 0 \end{vmatrix}=0+(-6)+(-4)-4-0-(-16)=2.$$

Поскольку $\Delta(A)\neq 0$, то обратная матрица A^{-1} существует. Для её нахождения вычисляем алгебраические дополнения:

$$A_{11}=\begin{vmatrix} 4 & 2 \\ -4 & 0 \end{vmatrix}=8; \qquad A_{21}=-\begin{vmatrix} -3 & 1 \\ -4 & 0 \end{vmatrix}=-4; \qquad A_{31}=\begin{vmatrix} -3 & 1 \\ 4 & 2 \end{vmatrix}=-10;$$

$$A_{12}=-\begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 0 \end{vmatrix}=2; \qquad A_{22}=\begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 0 \end{vmatrix}=-1; \qquad A_{32}=-\begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{vmatrix}=-3;$$

$$A_{13}=\begin{vmatrix} 1 & 4 \\ 1 & -4 \end{vmatrix}=-8; \qquad A_{23}=-\begin{vmatrix} 2 & -3 \\ 1 & -4 \end{vmatrix}=5; \qquad A_{33}=\begin{vmatrix} 2 & -3 \\ 1 & 4 \end{vmatrix}=11.$$

Таким образом, $A^{-1}=\dfrac{1}{2}\begin{pmatrix} 8 & -4 & -10 \\ 2 & -1 & -3 \\ -8 & 5 & 11 \end{pmatrix}$.

Проверяем равенство $A^{-1}\cdot A=E$:

$$A^{-1}\cdot A=\frac{1}{2}\begin{pmatrix} 8 & -4 & -10 \\ 2 & -1 & -3 \\ -8 & 5 & 11 \end{pmatrix}\cdot\begin{pmatrix} 2 & -3 & 1 \\ 1 & 4 & 2 \\ 1 & -4 & 0 \end{pmatrix}=$$

$$=\frac{1}{2}\begin{pmatrix} 16-4-10 & -24-16+40 & 8-8-0 \\ 4-1-3 & -6-4+12 & 2-2-0 \\ -16+5+11 & 24+20-44 & -8+10+0 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}=E.$$

Равенство выполнено. Пример завершён.

Рассмотрим формулу обратной матрицы второго порядка:

$$A=\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}, \quad A^{-1}=\frac{1}{\Delta(A)}\begin{pmatrix} A_{11} & A_{21} \\ A_{12} & A_{22} \end{pmatrix}=\frac{1}{\Delta(A)}\begin{pmatrix} a_{22} & -a_{12} \\ -a_{21} & a_{11} \end{pmatrix}.$$

Пример 2. Найти обратную матрицу для матрицы A и проверить, что $A^{-1}\cdot A=E$, если $A=\begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 4 \end{pmatrix}$.

Решение. Найдём определитель матрицы: $\Delta(A)=\begin{vmatrix}1 & 3\\ 2 & 4\end{vmatrix}=4-6=-2.$ Тогда по ранее полученной формуле находим:

$$A^{-1}=\frac{1}{\Delta(A)}\begin{pmatrix}a_{22} & -a_{12}\\ -a_{21} & a_{11}\end{pmatrix}=\frac{1}{-2}\begin{pmatrix}4 & -3\\ -2 & 1\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}-2 & 1{,}5\\ 1 & -0{,}5\end{pmatrix}.$$

Проверяем равенство $A^{-1}\cdot A=E$:

$$A^{-1}\cdot A=\begin{pmatrix}-2 & 1{,}5\\ 1 & -0{,}5\end{pmatrix}\cdot\begin{pmatrix}1 & 3\\ 2 & 4\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}-2+3 & -6+6\\ 1-1 & 3-2\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}1 & 0\\ 0 & 1\end{pmatrix}=E.$$

Равенство выполнено. Пример завершён.

Пример 3. Решить систему линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) матричным способом: $\begin{cases}2x-3y+z=-7,\\ x+4y+2z=-1,\\ x-4y=-5.\end{cases}$

Решение. Данной СЛАУ соответствуют три матрицы: матрица A системы, матрица-столбец переменных X и матрица-столбец свободных членов B:

$$A=\begin{pmatrix}2 & -3 & 1\\ 1 & 4 & 2\\ 1 & -4 & 0\end{pmatrix},\qquad X=\begin{pmatrix}x\\ y\\ z\end{pmatrix},\qquad B=\begin{pmatrix}-7\\ -1\\ -5\end{pmatrix}.$$

Система записывается в виде матричного уравнения $AX=B$. Если определитель матрицы $\Delta(A)\neq 0$, то матрица имеет обратную матрицу A^{-1}, и решение системы в матричной форме имеет вид $X=A^{-1}B$.

Если $A=\begin{pmatrix}a_{11} & a_{12} & a_{13}\\ a_{21} & a_{22} & a_{23}\\ a_{31} & a_{32} & a_{33}\end{pmatrix}$, то $A^{-1}=\frac{1}{\Delta(A)}\begin{pmatrix}A_{11} & A_{21} & A_{31}\\ A_{12} & A_{22} & A_{32}\\ A_{13} & A_{23} & A_{33}\end{pmatrix}$, где A_{ij} – алгебраические дополнения элементов a_{ij} матрицы A.

Для данной СЛАУ находим сначала определитель матрицы A по правилу диагоналей и треугольников:

$$\Delta(A)=\begin{vmatrix}2 & -3 & 1\\ 1 & 4 & 2\\ 1 & -4 & 0\end{vmatrix}=0+(-6)+(-4)-4-0-(-16)=2.$$

Поскольку $\Delta(A)\neq 0$, то обратная матрица A^{-1} существует. Для её нахождения вычисляем алгебраические дополнения:

$$A_{11}=\begin{vmatrix}4 & 2\\ -4 & 0\end{vmatrix}=8;\qquad A_{21}=-\begin{vmatrix}-3 & 1\\ -4 & 0\end{vmatrix}=-4;\qquad A_{31}=\begin{vmatrix}-3 & 1\\ 4 & 2\end{vmatrix}=-10;$$

$$A_{12}=-\begin{vmatrix}1 & 2\\ 1 & 0\end{vmatrix}=2; \qquad A_{22}=\begin{vmatrix}2 & 1\\ 1 & 0\end{vmatrix}=-1; \qquad A_{32}=-\begin{vmatrix}2 & 1\\ 1 & 2\end{vmatrix}=-3;$$

$$A_{13}=\begin{vmatrix}1 & 4\\ 1 & -4\end{vmatrix}=-8; \qquad A_{23}=-\begin{vmatrix}2 & -3\\ 1 & -4\end{vmatrix}=5; \qquad A_{33}=\begin{vmatrix}2 & -3\\ 1 & 4\end{vmatrix}=11.$$

Таким образом, $A^{-1}=\frac{1}{2}\begin{pmatrix}8 & -4 & -10\\ 2 & -1 & -3\\ -8 & 5 & 11\end{pmatrix}$. Остаётся вычислить:

$$\begin{pmatrix}x\\ y\\ z\end{pmatrix}=X=A^{-1}\cdot B==\frac{1}{2}\begin{pmatrix}8 & -4 & -10\\ 2 & -1 & -3\\ -8 & 5 & 11\end{pmatrix}\cdot\begin{pmatrix}-7\\ -1\\ -5\end{pmatrix}=\frac{1}{2}\begin{pmatrix}-56+4+50\\ -14+1+15\\ 56-5-55\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}-1\\ 1\\ -2\end{pmatrix}.$$

Итак, система имеет единственное решение: $x=-1,\ y=1,\ z=-2$.

Пример 4. Решить систему линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) по формулам Крамера: $\begin{cases}2x-3y+z=-7,\\ x+4y+2z=-1,\\ x-4y\qquad=-5.\end{cases}$

Решение. Для данной СЛАУ в примере 3.1 был вычислен определитель матрицы A: $\Delta(A)=\begin{vmatrix}2 & -3 & 1\\ 1 & 4 & 2\\ 1 & -4 & 0\end{vmatrix}=2$.

Вычислим определители вспомогательных матриц разными способами:

$$\Delta(A_1)=\begin{vmatrix}-7 & -3 & 1\\ -1 & 4 & 2\\ -5 & -4 & 0\end{vmatrix}\begin{matrix}(-2)\\ \leftarrow\\ \end{matrix}=\begin{vmatrix}-7 & -1 & 1\\ 13 & 10 & 0\\ -5 & -4 & 0\end{vmatrix}=1\cdot\begin{vmatrix}13 & 10\\ -5 & -4\end{vmatrix}=-2;$$

$$\Delta(A_2)=\begin{vmatrix}2 & -7 & 1\\ 1 & -1 & 2\\ 1 & -5 & 0\end{vmatrix}\begin{matrix}(-2)\\ \leftarrow\\ \end{matrix}=\begin{vmatrix}2 & -7 & 1\\ -3 & 13 & 0\\ 1 & -5 & 0\end{vmatrix}=1\cdot\begin{vmatrix}-3 & 13\\ 1 & -5\end{vmatrix}=2;$$

$$\Delta(A_3)=\begin{vmatrix}2 & -3 & -7\\ 1 & 4 & -1\\ 1 & -4 & -5\end{vmatrix}=-40+3+28-(-28)-15-8=59-63=-4.$$

По формулам Крамера получаем:

$$x=\frac{\Delta(A_1)}{\Delta(A)}=\frac{-2}{2}=-1,\quad y=\frac{\Delta(A_2)}{\Delta(A)}=\frac{2}{2}=1,\quad z=\frac{\Delta(A_3)}{\Delta(A)}=\frac{-4}{2}=2.$$

Система имеет то же самое единственное решение: $x=-1,\ y=1,\ z=-2$.

Пример 5. Решить систему линейных алгебраических уравнений методом Гаусса: $\begin{cases} 2x-3y+z=-7, \\ x+4y+2z=-1, \\ x-4y=-5. \end{cases}$

Решение. Сначала осуществляем прямой ход метода Гаусса. Матрицу A^* элементарными преобразованиями приводим к равномерно-ступенчатому виду.

$$A^*=\left(\begin{array}{ccc|c} 2 & -3 & 1 & -7 \\ 1 & 4 & 2 & -1 \\ 1 & -4 & 0 & -5 \end{array}\right)\begin{array}{l}\leftarrow\\ \\ \leftarrow\end{array} \sim \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & -4 & 0 & -5 \\ 1 & 4 & 2 & -1 \\ 2 & -3 & 1 & -7 \end{array}\right)\begin{array}{l}(-1)\\ \leftarrow\\ \leftarrow\end{array}\begin{array}{l}(-2)\\ \\ \leftarrow\end{array} \sim \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & -4 & 0 & -5 \\ 0 & 8 & 2 & 4 \\ 0 & 5 & 1 & 3 \end{array}\right):2 \sim$$

$$\sim \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & -4 & 0 & -5 \\ 0 & 4 & 1 & 2 \\ 0 & 5 & 1 & 3 \end{array}\right)\begin{array}{l}\\ (-1)\\ \leftarrow\end{array} \sim \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & -4 & 0 & -5 \\ 0 & 4 & 1 & 2 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \end{array}\right)\begin{array}{l}\\ \leftarrow\\ \leftarrow\end{array} \sim \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & -4 & 0 & -5 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 4 & 1 & 2 \end{array}\right)\begin{array}{l}\\ \\ (-4)\\ \leftarrow\end{array} \sim$$

$$\sim \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & -4 & 0 & -5 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -2 \end{array}\right).$$

Итак, привели матрицу A^* к эквивалентной матрице ступенчатого вида. Обратный ход метода Гаусса «снизу вверх» также лучше осуществлять в матричной форме за несколько шагов. Нужно обнулить все элементы над главной диагональю. Здесь достаточно одного преобразования:

$$A^* \sim \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & -4 & 0 & -5 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -2 \end{array}\right)\begin{array}{l}\leftarrow\\ \\ (4)\end{array} \sim \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -2 \end{array}\right).$$

Снова система имеет то же самое решение: $x=-1,\quad y=1,\quad z=-2.$

Результат 2-й прямого хода. На некотором этапе прямого хода в расширенной матрице появляется строка с нулями до черты и ненулевым элементом после черты, что соответствует противоречивому уравнению $0\cdot x_1+0\cdot x_2+\cdots+0\cdot x_n=\gamma,\ \gamma\neq 0$. Система несовместна.

Пример 6. Решить СЛАУ методом Гаусса: $\begin{cases} 3x_1-5x_2+2x_3+4x_4=2, \\ 7x_1-4x_2+x_3+3x_4=5, \\ 5x_1+7x_2-4x_3-6x_4=3. \end{cases}$

Решение. Осуществляем прямой ход метода Гаусса над расширенной матрицей системы:

$$A^*=\left(\begin{array}{cccc|c} 3 & -5 & 2 & 4 & 2 \\ 7 & -4 & 1 & 3 & 5 \\ 5 & 7 & -4 & -6 & 3 \end{array}\right)\begin{array}{l}(-2)\\ \leftarrow\\ \\ \leftarrow\end{array}\begin{array}{l}(-1)\\ \\ \\ \leftarrow\end{array} \sim \left(\begin{array}{cccc|c} 3 & -5 & 2 & 4 & 2 \\ 1 & 6 & -3 & -5 & 1 \\ 2 & 12 & -6 & -10 & 1 \end{array}\right)\begin{array}{l}\\ (-2)\\ \leftarrow\end{array} \sim$$

$$\sim\left(\begin{array}{cccc|c} 3 & -5 & 2 & 4 & 2 \\ 1 & 6 & -3 & -5 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{array}\right).$$

Система несовместна, т.к. третья строка матрицы противоречива.

Результат 3-й прямого хода. На некотором этапе прямого хода в расширенной матрице появляется не одна ступенька, а *терраса* – сразу несколько ступеней рядом в одной строке, под которыми элементы обнулены. Таких террас может быть несколько. Расширенная матрица в конце прямого хода принимает *террасно-ступенчатый вид*. В этом случае переменные делятся на два вида – *базисные* и *свободные*. Базисными являются переменные одиночных ступенек и по одной переменной на каждой террасе. Остальные переменные всех террас объявляются свободными.

Если бы члены уравнений со свободными переменными были перенесены в правые части уравнений, то относительно базисных переменных изменённая таким образом расширенная матрица приобрела бы равномерно-ступенчатый вид. Применяя уже известную процедуру обратного хода, мы можем однозначно выразить базисные переменные через свободные коэффициенты и свободные переменные. Система имеет бесконечное множество решений, т.к. свободные переменные принимают любые значения.

Обычно обратный ход осуществляют без переноса свободных переменных вправо над столбцами базисных переменных, обнуляя элементы над единицами. И только после завершения обратного хода, переходя к уравнениям, переносят члены со свободными переменными в правые части уравнений и выражают через них базисные переменные.

Пример 7. Решить СЛАУ методом Гаусса: $\begin{cases} x_1 + 2x_2 - 4x_3 = 1, \\ 2x_1 + x_2 - 5x_3 = -1, \\ x_1 - x_2 - x_3 = -2. \end{cases}$

Решение. Осуществляем прямой ход метода Гаусса над расширенной матрицей системы в два этапа – за 2 шага и за 3 шага:

$$A^* = \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 2 & -4 & 1 \\ 2 & 1 & -5 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & -2 \end{array}\right)\begin{matrix} \\ (-2) \\ (-1) \end{matrix} \sim \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 2 & -4 & 1 \\ 0 & -3 & 3 & -3 \\ 0 & -3 & 3 & -3 \end{array}\right)\begin{matrix} \\ \\ (-1) \end{matrix} \sim$$

$$\sim \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 2 & -4 & 1 \\ 0 & -3 & 3 & -3 \\ \cancel{0} & \cancel{0} & \cancel{0} & \cancel{0} \end{array}\right) :(-3) \sim \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 2 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & -1 & 1 \end{array}\right).$$

В конце прямого хода во второй строке образовалась терраса из двух соединённых ступенек. Переменные x_1, x_2 объявляем базисными, а переменную x_3 объявляем свободной. Далее для второго столбца – столбца последней базисной переменной x_2 – осуществляем обратный ход:

$$\left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 2 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & -1 & 1 \end{array}\right)\begin{array}{l}\leftarrow \\ \cdot(-2)\end{array} \sim \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & -2 & -1 \\ 0 & 1 & -1 & 1 \end{array}\right).$$

Выражаем базисные переменные x_1, x_2 через свободную переменную x_3, не забывая переменить знаки коэффициентов перед нею при переносе вправо:

$$\begin{cases} x_1 = -1 + 2x_3, \\ x_2 = 1 + x_3. \end{cases}$$

Система имеет бесконечное множество решений.

Замечание. Выбор свободных и базисных переменных не является однозначным, но число свободных переменных и число базисных переменных однозначно для каждой совместной системы. В примере 5.3 можно было выбрать базисными переменными x_1, x_3, а свободной переменной была бы x_2.

$$\left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 2 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & -1 & 1 \end{array}\right)\cdot(-1) \sim \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 2 & -4 & 1 \\ 0 & -1 & 1 & -1 \end{array}\right)\begin{array}{l}\leftarrow \\ \cdot(4)\end{array} \sim \left(\begin{array}{ccc|c} 1 & -2 & 0 & -3 \\ 0 & -1 & 1 & -1 \end{array}\right)$$

Выражаем базисные переменные x_1, x_3 через свободную переменную x_2:

$$\begin{cases} x_1 = -3 + 2x_2, \\ x_3 = -1 + x_2. \end{cases}$$

Пример 8. Решить СЛАУ методом Гаусса:

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 + x_3 + 2x_4 + 3x_5 = 2, \\ 6x_1 - 3x_2 + 2x_3 + 4x_4 + 5x_5 = 3, \\ 6x_1 - 3x_2 + 4x_3 + 8x_4 + 13x_5 = 9, \\ 4x_1 - 2x_2 + x_3 + x_4 + 2x_5 = 1. \end{cases}$$

Решение. Осуществляем прямой ход метода Гаусса над расширенной матрицей системы:

$$A^* = \left(\begin{array}{ccccc|c} 2 & -1 & 1 & 2 & 3 & 2 \\ 6 & -3 & 2 & 4 & 5 & 3 \\ 6 & -3 & 4 & 8 & 13 & 9 \\ 4 & -2 & 1 & 1 & 2 & 1 \end{array}\right)\begin{array}{l}\cdot(-3) \\ \cdot(-3) \\ \cdot(-2) \\ \\ \end{array} \sim \left(\begin{array}{ccccc|c} 2 & -1 & 1 & 2 & 3 & 2 \\ 0 & 0 & -1 & -2 & -4 & -3 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 4 & 3 \\ 0 & 0 & -1 & -3 & -4 & -3 \end{array}\right)\begin{array}{l}\\ \\ \\ \cdot(1)\end{array} \sim$$

$$\sim \left(\begin{array}{ccccc|c} 2 & -1 & 1 & 2 & 3 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 4 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \end{array}\right)\begin{array}{l}\\ \\ \cdot(-1)\end{array} \sim \left(\begin{array}{ccccc|c} -2 & 1 & -1 & -2 & -3 & -2 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 4 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{array}\right).$$

Прямой ход метода Гаусса завершён. Расширенная матрица приняла террасно-ступенчатый вид с двумя террасами в первой и третьей строке и одной ступенькой во второй строке, что указано подчёркиванием в последней матрице. Выбираем базисными переменными x_2, x_3, x_4. Свободными будут переменные x_1, x_5. Начинаем обратный ход, обнуляя элементы над единицами в 4-м и 3-м столбце:

$$\left(\begin{array}{ccccc|c} -2 & 1 & -1 & -2 & -3 & -2 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 4 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{array}\right)\begin{array}{l}\leftarrow\\ \leftarrow\\ (-2)\end{array}\begin{array}{l}\\ \\ (2)\end{array} \sim \left(\begin{array}{ccccc|c} -2 & 1 & -1 & 0 & -3 & -2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 4 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{array}\right)\begin{array}{l}\leftarrow\\ \\ (1)\end{array} \sim$$

$$\sim \left(\begin{array}{ccccc|c} -2 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 4 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{array}\right). \quad \begin{cases} x_2 = 1 + 2x_1 - x_5, \\ x_3 = 3 - 4x_5, \\ x_4 = 0. \end{cases}$$

Совместная неопределённая система решена.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 1 ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА

Вариант 1.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 2x - 3y - 5z = 1 \\ 3x + y - 2z = -4 \\ x - 2y + z = 5 \end{cases}$$

Вариант 2.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 2x + 3y - z = 3 \\ x + y + 3z = -4 \\ 3x + 5y + z = 4 \end{cases}$$

Вариант 3.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 2x + 3y - z = 3 \\ x + y + 3z = -4 \\ 3x + 5y + z = 4 \end{cases}$$

Вариант 4.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 4x + 3y - 2z = -1 \\ 3x + y + z = 3 \\ x - 2y - 3z = 8 \end{cases}$$

Вариант 5.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 5x - 2y + z = -1 \\ 2x + y + 2z = 6 \\ x - 3y - z = -5 \end{cases}$$

Вариант 6.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 3x + 3y + 2z = -1 \\ 2x + y - z = 3 \\ x - 2y - 3z = 4 \end{cases}$$

Вариант 7.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 2x - y + 3z = 1 \\ x + 2y + z = 8 \\ 4x - 3y - 2z = -1 \end{cases}$$

Вариант 8.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} x - 2y + z = 4 \\ 2x + y + 3z = 5 \\ 3x + 4y + z = -2 \end{cases}$$

Вариант 9.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 2x - y + 3z = 3 \\ x + 2y + z = 2 \\ x - 3y + 4z = -1 \end{cases}$$

Вариант 10.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 3x + y - 2z = 1 \\ x - 2y + 3z = 5 \\ 2x + 3y - z = -4 \end{cases}$$

Вариант 11.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} x - 3y - z = 1 \\ 2x + y + z = -7 \\ 2x - y - 3z = 5 \end{cases}$$

Вариант 12.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 3x + y - 2z = -4 \\ x - 2y - z = -1 \\ 2x + 3y - 2z = 5 \end{cases}$$

Вариант 13.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 2x - 3y + z = 3 \\ x + y - 2z = 4 \\ 3x - 2y + 6z = 5 \end{cases}$$

Вариант 14.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 3x - 2y + 2z = 3 \\ 2x + y - z = -5 \\ 5x - y + 3z = 4 \end{cases}$$

Вариант 15.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} x + 5y - z = -1 \\ 2x + y - 2z = 7 \\ x - 4y + z = 0 \end{cases}$$

Вариант 16.

Задание 1. Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 2x-3y+3z=0 \\ x+y-2z=-7 \\ x-2y+3z=3 \end{cases}$$

Вариант 17.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 3x+2y-z=3 \\ x-y+2z=-4 \\ 2x+2y+z=4 \end{cases}$$

Вариант 18.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} x+y-2z=1 \\ 2x+3y+z=0 \\ x-2y-z=7 \end{cases}$$

Вариант 19.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 2x-3y+z=3 \\ x+y-2z=4 \\ 3x-2y+6z=0 \end{cases}$$

Вариант 20.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} x+2y-4z=0 \\ 3x+y-3z=-1 \\ 2x-y+5z=3 \end{cases}$$

Вариант 21.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 2x - y + 3z = -7 \\ x + 2y - z = 4 \\ 3x - 3y - 2z = 1 \end{cases}$$

Вариант 22.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} x + 2y + z = 1 \\ 2x - 3y - z = -8 \\ x + y + 2z = 1 \end{cases}$$

Вариант 23.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 2x + 2y - 3z = 0 \\ x - 2y + z = 6 \\ 2x + y + 2z = 2 \end{cases}$$

Вариант 24.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 3x + 2y + 2z = 1 \\ 2x - 3y - z = 3 \\ x + y + 3z = -2 \end{cases}$$

Вариант 25.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} x + 2y + z = 1 \\ 2x - 3y - 2z = -3 \\ 2x + y + z = 2 \end{cases}$$

Вариант 26.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} x - 2y + z = 8 \\ 2x + y - 3z = 1 \\ 3x + 2y - 2z = 0 \end{cases}$$

Вариант 27.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} x+2y+z=4 \\ 3x-5y+3z=1 \\ 2x+7y-z=8 \end{cases}$$

Вариант 28.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 3x+2y+z=5 \\ 2x+3y+z=1 \\ 2x+y+3z=11 \end{cases}$$

Вариант 29.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} x+2y+4z=31 \\ 5x+y+2z=29 \\ 3x-y+z=10 \end{cases}$$

Вариант 30.

Решить СЛАУ тремя способами: 1) с помощью обратной матрицы, 2) по формулам Крамера, 3) методом Гаусса.

$$\begin{cases} 4x-3y+2z=9 \\ 2x+5y-3z=4 \\ 5x+6y-2z=18 \end{cases}$$

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 2 «ВЕКТОРНАЯ АЛГЕБРА»

Свойства скалярного произведения векторов и векторного произведения векторов

Пример решения задания 1. а) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$. б) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$, если $\vec{a}=3\vec{p}-\vec{q}$, $\vec{b}=2\vec{p}+4\vec{q}$, $|\vec{p}|=2$, $|\vec{q}|=3$, $\left(\widehat{\vec{p},\vec{q}}\right)=\frac{\pi}{3}$.

Решение. а) Найдём скалярное произведение векторов $\vec{a}=3\vec{p}-\vec{q}$ и $\vec{b}=2\vec{p}+4\vec{q}$. Данные векторы выражены через линейные комбинации векторов

$\vec{p}$ и $\vec{q}$, поэтому произведём умножение, учитывая следующие свойства скалярного произведения:

1) $\vec{p}\cdot\vec{q}=\vec{q}\cdot\vec{p}$, 2) $(\lambda\vec{p})\cdot\vec{q}=\vec{p}\cdot(\lambda\vec{q})=\lambda(\vec{p}\cdot\vec{q})$, 3) $\vec{p}\cdot(\vec{q}+\vec{r})=\vec{p}\cdot\vec{q}+\vec{p}\cdot\vec{r}$, 4) $\vec{p}\cdot\vec{p}=|\vec{p}|^2$.

Поэтому: $\vec{a}\cdot\vec{b}=(3\vec{p}-\vec{q})\cdot(2\vec{p}+4\vec{q})=6\vec{p}\cdot\vec{p}+12\vec{p}\cdot\vec{q}-2\vec{q}\cdot\vec{p}-4\vec{q}\cdot\vec{q}=$

$=6|\vec{p}|^2+12\vec{p}\cdot\vec{q}-2\vec{p}\cdot\vec{q}-4|\vec{q}|^2=6|\vec{p}|^2+10\vec{p}\cdot\vec{q}-4|\vec{q}|^2$.

После приведения подобных членов получили: $\vec{a}\cdot\vec{b}=6|\vec{p}|^2+10\vec{p}\cdot\vec{q}-4|\vec{q}|^2$.

В нашей задаче $\vec{p}\cdot\vec{p}=|\vec{p}|^2=2^2=4$, $\vec{q}\cdot\vec{q}=|\vec{q}|^2=3^2=9$,

$\vec{p}\cdot\vec{q}=|\vec{p}|\cdot|\vec{q}|\cdot\cos(\hat{\vec{p}},\vec{q})=2\cdot3\cdot\cos\frac{\pi}{3}=2\cdot3\cdot\frac{1}{2}=3$,

поэтому $\vec{a}\cdot\vec{b}=6\cdot4+10\cdot3-4\cdot9=24+30-36=18$.

б) Из определения векторного произведения следует, что для вычисления площади параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$, необходимо найти модуль векторного произведения, т.е. $S_{пар}=|\vec{a}\times\vec{b}|$.

Вычислим векторное произведение векторов $\vec{a}=3\vec{p}-\vec{q}$ и $\vec{b}=2\vec{p}+4\vec{q}$.

При этом вновь учтём, что $\vec{a}$ и $\vec{b}$ выражены через векторы $\vec{p}$ и $\vec{q}$. Сначала выразим само векторное произведение, используя следующие его свойства:

1) $\vec{p}\times\vec{q}=-\vec{q}\times\vec{p}$, 2) $(\lambda\vec{p})\times\vec{q}=\vec{p}\times(\lambda\vec{q})=\lambda(\vec{p}\times\vec{q})$,

3) $\vec{p}\times(\vec{q}+\vec{r})=\vec{p}\times\vec{q}+\vec{p}\times\vec{r}$, 4) $\vec{p}\times\vec{p}=\vec{0}$.

Для нашей задачи получим:

$\vec{a}\times\vec{b}=(3\vec{p}-\vec{q})\times(2\vec{p}+4\vec{q})=6\vec{p}\times\vec{p}+12\vec{p}\times\vec{q}-2\vec{q}\times\vec{p}-4\vec{q}\times\vec{q}=$

$=\vec{0}+12\vec{p}\times\vec{q}+2\vec{p}\times\vec{q}-\vec{0}=14\vec{p}\times\vec{q}$.

Итак, $\vec{a}\times\vec{b}$ выразили через $\vec{p}\times\vec{q}$, а именно: $\vec{a}\times\vec{b}=14\vec{p}\times\vec{q}$.

Из определения модуля векторного произведения известно, что

$|\vec{p}\times\vec{q}|=|\vec{p}|\cdot|\vec{q}|\cdot\sin(\hat{\vec{p}},\vec{q})$.

Тогда в нашей задаче $|\vec{p}\times\vec{q}|=2\cdot3\cdot\sin\frac{\pi}{3}=2\cdot3\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}=3\sqrt{3}$.

И, наконец, находим $|\vec{a}\times\vec{b}|=|14\vec{p}\times\vec{q}|=|14|\cdot|\vec{p}\times\vec{q}|=14\cdot3\sqrt{3}=42\sqrt{3}$.

Таким образом, площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$, равна $S_{пар}=|\vec{a}\times\vec{b}|=42\sqrt{3}$ (кв. ед.).

Свойства скалярного, векторного и смешаннорго произведения векторов в координатной форме

Пример решения задания 2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(-5;-3;-5), *B*(-1;1;-7), *C*(-3;8;-15), *D*(-5;-1;-4). Требуется: 1) записать векторы

$\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно направленными отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$, $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$; 2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$; 3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$; 4) найти площадь грани *ABC*; 5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Решение. Для наглядности ниже сделан схематичный чертёж (Рис.1). При решении задачи будем использовать сведения из векторной алгебры и аналитической геометрии.

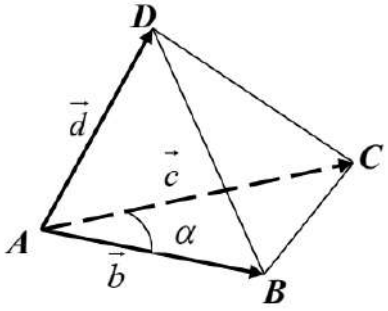


Рис.1. Пирамида *ABCD* для примера решения задания 2.

1) Найдем координаты векторов $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённых соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}, \overrightarrow{AC}, \overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$, вычитая из координат конца каждого отрезка координаты его начала. Например, $\vec{b} = \vec{b}\left(\overrightarrow{AB}\right) = (x_B - x_A)\vec{i} + (y_B - y_A)\vec{j} + (z_B - z_A)\vec{k}$. Подставляя данные задачи, получим:

$$\vec{b} = \vec{b}\left(\overrightarrow{AB}\right) = (-1-(-5))\vec{i} + (1-(-3))\vec{j} + (-7-(-5))\vec{k} = 4\vec{i} + 4\vec{j} - 2\vec{k},$$
$$\vec{c} = \vec{c}\left(\overrightarrow{AC}\right) = (-3-(-5))\vec{i} + (8-(-3))\vec{j} + (-15-(-5))\vec{k} = 2\vec{i} + 11\vec{j} - 10\vec{k},$$
$$\vec{d} = \vec{d}\left(\overrightarrow{AD}\right) = (-5-(-5))\vec{i} + (-1-(-3))\vec{j} + (-4-(-5))\vec{k} = 2\vec{j} + \vec{k}.$$

2) Косинус угла между векторами $\vec{b} = b_x\vec{i} + b_y\vec{j} + b_z\vec{k}$ и $\vec{c} = c_x\vec{i} + c_y\vec{j} + c_z\vec{k}$ находится по формуле:

$$\cos(\vec{b}\,\hat{}\,\vec{c}) = \frac{\vec{b}\cdot\vec{c}}{\left|\vec{b}\right|\cdot\left|\vec{c}\right|} = \frac{b_x c_x + b_y c_y + b_z c_z}{\sqrt{b_x^2 + b_y^2 + b_z^2}\cdot\sqrt{c_x^2 + c_y^2 + c_z^2}}.$$

Применяя эту формулу, находим:

$$\cos(\vec{b}\,\hat{}\,\vec{c}) = \frac{4\cdot 2 + 4\cdot 11 + (-2)\cdot(-10)}{\sqrt{4^2 + 4^2 + (-2)^2}\cdot\sqrt{2^2 + 11^2 + (-10)^2}} = \frac{8 + 44 + 20}{\sqrt{36}\cdot\sqrt{225}} = \frac{72}{6\cdot 15} = 0{,}8.$$

3) Проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$ можно найти по формуле:

$$np_{\vec{b}}\vec{d} = \frac{\vec{b}\cdot\vec{d}}{\left|\vec{b}\right|} = \frac{b_x d_x + b_y d_y + b_z d_z}{\sqrt{b_x^2 + b_y^2 + b_z^2}}.$$

Подставляя координаты векторов $\vec{d}$ и $\vec{b}$, находим:

$$np_{\vec{b}}\vec{d} = \frac{4\cdot 0 + 4\cdot 2 + (-2)\cdot 1}{\sqrt{4^2 + 4^2 + (-2)^2}} = \frac{6}{6} = 1.$$

4) Грань *ABC* пирамиды *ABCD* является треугольником, построенным на отрезках $\overrightarrow{AB}$ и $\overrightarrow{AC}$ соответственно векторов $\vec{b}$ и $\vec{c}$. Площадь грани *ABC* находим по формуле $S_{ABC} = \frac{1}{2}\left|\vec{b}\times\vec{c}\right|$. Векторное произведение векторов $\vec{b} = b_x\vec{i} + b_y\vec{j} + b_z\vec{k}$ и $\vec{c} = c_x\vec{i} + c_y\vec{j} + c_z\vec{k}$ представляет собой вектор, координаты которого находят по формуле с помощью определителя:

$$\vec{b}\times\vec{c} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ b_x & b_y & b_z \\ c_x & c_y & c_z \end{vmatrix} = \vec{i}\cdot\begin{vmatrix} b_y & b_z \\ c_y & c_z \end{vmatrix} - \vec{j}\cdot\begin{vmatrix} b_x & b_z \\ c_y & c_z \end{vmatrix} + \vec{k}\cdot\begin{vmatrix} b_x & b_y \\ c_x & c_y \end{vmatrix}.$$

В нашей задаче:

$$\vec{b}\times\vec{c} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 4 & 4 & -2 \\ 2 & 11 & -10 \end{vmatrix} = \vec{i}\cdot\begin{vmatrix} 4 & -2 \\ 11 & -10 \end{vmatrix} - \vec{j}\cdot\begin{vmatrix} 4 & -2 \\ 2 & -10 \end{vmatrix} + \vec{k}\cdot\begin{vmatrix} 4 & 4 \\ 2 & 11 \end{vmatrix} = \vec{i}(-40+22) -$$

$$-\vec{j}(-40+4) + \vec{k}(44-8) = -18\vec{i} + 36\vec{j} + 36\vec{k}.$$

Отсюда $\left|\vec{b}\times\vec{c}\right| = \sqrt{(-18)^2 + 36^2 + 36^2} = 18\cdot\sqrt{1+4+4} = 54$,

$$S_{ABC} = \frac{1}{2}\left|\vec{b}\times\vec{c}\right| = \frac{54}{2} = 27 \text{ (кв. ед.).}$$

5) Объём пирамиды *ABCD* вычисляется с помощью модуля смешанного произведения трёх векторов $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённых соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}, \overrightarrow{AC}, \overrightarrow{AD}$, а именно: $V_{ABCD} = \frac{1}{6}\left|\vec{b}\vec{c}\vec{d}\right|$ Известно, что смешанное произведение векторов $\vec{b} = b_x\vec{i} + b_y\vec{j} + b_z\vec{k}$, $\vec{c} = c_x\vec{i} + c_y\vec{j} + c_z\vec{k}$ и $\vec{d} = d_x\vec{i} + d_y\vec{j} + d_z\vec{k}$ вычисляется с помощью определителя матрицы, составленной из координат этих векторов:

$$\vec{b}\vec{c}\vec{d} = \begin{vmatrix} b_x & b_y & b_z \\ c_x & c_y & c_z \\ d_x & d_y & d_z \end{vmatrix}.$$

В нашей задаче координаты векторов определены в пункте первом:
$\vec{b} = 4\vec{i} + 4\vec{j} - 2\vec{k}$, $\vec{c} = 2\vec{i} + 11\vec{j} - 10\vec{k}$, $\vec{d} = 2\vec{j} + \vec{k}$.

Тогда $\vec{b}\vec{c}\vec{d} = \begin{vmatrix} 4 & 4 & -2 \\ 2 & 11 & -10 \\ 0 & 2 & 1 \end{vmatrix} = 44 + 0 + (-8) - 0 - 8 - (-80) = 108.$

Находим объём пирамиды $ABCD$: $V_{ABCD} = \frac{1}{6}\left|\vec{b}\vec{c}\vec{d}\right| = \frac{108}{6} = 18$ (куб. ед.).

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 2 ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА

Вариант 1.

1. Дано: $\vec{a} = \vec{p} + 2\vec{q}$, $\vec{b} = 3\vec{p} - \vec{q}$, $|\vec{p}|=1$, $|\vec{q}|=2$, $\left(\hat{\vec{p}, \vec{q}}\right) = \frac{\pi}{6}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(2;-3;1), *B*(6;1;-1), *C*(4;8;-9), *D*(2;-1;2). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 2.

1. Дано: $\vec{a} = 3\vec{p} + \vec{q}$, $\vec{b} = \vec{p} - 2\vec{q}$, $|\vec{p}|=4$, $|\vec{q}|=1$, $\left(\hat{\vec{p}, \vec{q}}\right) = \frac{\pi}{4}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(2;-3;1), *B*(6;1;-1), *C*(4;8;-9), *D*(2;-1;2). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 3.

1. Дано: $\vec{a} = \vec{p} - 3\vec{q}$, $\vec{b} = \vec{p} + 2\vec{q}$, $|\vec{p}| = \frac{1}{5}$, $|\vec{q}|=1$, $\left(\hat{\vec{p}, \vec{q}}\right) = \frac{\pi}{2}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(1;-4;0), *B*(5;0;-2), *C*(3;7;-10), *D*(1;-2;1). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 4.

1. Дано: $\vec{a}=3\vec{p}-2\vec{q}$, $\vec{b}=\vec{p}+5\vec{q}$, $|\vec{p}|=4$, $|\vec{q}|=\frac{1}{2}$, $\left(\hat{\vec{p},\vec{q}}\right)=\frac{5\pi}{6}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(-3;-6;2), *B*(1;-2;0), *C*(-1;5;-8), *D*(-3;-4;3). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 5.

1. Дано: $\vec{a}=\vec{p}-2\vec{q}$, $\vec{b}=2\vec{q}+\vec{p}$, $|\vec{p}|=2$, $|\vec{q}|=3$, $\left(\hat{\vec{p},\vec{q}}\right)=\frac{3\pi}{4}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(-1;1;-5), *B*(3;5;-7), *C*(1;12;-15), *D*(-1;3;-4). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 6.

1. Дано: $\vec{a}=\vec{p}+3\vec{q}$, $\vec{b}=\vec{p}-2\vec{q}$, $|\vec{p}|=2$, $|\vec{q}|=3$, $\left(\hat{\vec{p},\vec{q}}\right)=\frac{\pi}{3}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(-4;2;-1), *B*(0;6;-3), *C*(-2;13;-11), *D*(-4;4;0). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 7.

1. Дано: $\vec{a}=2\vec{p}-\vec{q}$, $\vec{b}=\vec{p}+3\vec{q}$, $|\vec{p}|=3$, $|\vec{q}|=2$, $\left(\hat{\vec{p}},\vec{q}\right)=\frac{\pi}{2}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(0;4;3), *B*(4;8;1), *C*(2;15;-7), *D*(0;6;4). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 8.

1. Дано: $\vec{a}=4\vec{p}+\vec{q}$, $\vec{b}=\vec{p}-\vec{q}$, $|\vec{p}|=7$, $|\vec{q}|=2$, $\left(\hat{\vec{p}},\vec{q}\right)=\frac{\pi}{4}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(-2;0;-2), *B*(2;4;-4), *C*(0;11;-12), *D*(-2;2;-1). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 9.

1. Дано: $\vec{a}=\vec{p}-4\vec{q}$, $\vec{b}=3\vec{p}+\vec{q}$, $|\vec{p}|=1$, $|\vec{q}|=2$, $\left(\hat{\vec{p}},\vec{q}\right)=\frac{\pi}{6}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(3;3;-3), *B*(7;7;-5), *C*(5;14;-13), *D*(3;5;-2). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 10.

1. Дано: $\vec{a} = \vec{p} + 4\vec{q}$, $\vec{b} = 2\vec{p} - \vec{q}$, $|\vec{p}| = 7$, $|\vec{q}| = 2$, $\left(\hat{\vec{p}, \vec{q}}\right) = \frac{\pi}{3}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(4;-2;5), *B*(8;2;3), *C*(6;9;-5), *D*(4;0;6). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 11.

1. Дано: $\vec{a} = 3\vec{p} + 2\vec{q}$, $\vec{b} = \vec{p} - \vec{q}$, $|\vec{p}| = 10$, $|\vec{q}| = 1$, $\left(\hat{\vec{p}, \vec{q}}\right) = \frac{\pi}{2}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(-5;0;1), *B*(-4;-2;3), *C*(6;2;11), *D*(3;4;9). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 12.

1. Дано: $\vec{a} = 4\vec{p} - \vec{q}$, $\vec{b} = \vec{p} + 2\vec{q}$, $|\vec{p}| = 5$, $|\vec{q}| = 4$, $\left(\hat{\vec{p}, \vec{q}}\right) = \frac{\pi}{4}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(1;-4;0), *B*(2;-6;2), *C*(12;-2;10), *D*(9;0;8). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 13.

1. Дано: $\vec{a}=3\vec{p}+\vec{q}$, $\vec{b}=\vec{p}-3\vec{q}$, $|\vec{p}|=7$, $|\vec{q}|=2$, $\left(\hat{\vec{p}},\vec{q}\right)=\frac{\pi}{4}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(3;3;-3), *B*(7;7;-5), *C*(5;14;-18), *D*(3;5;-2). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 14.

1. Дано: $\vec{a}=3\vec{p}-\vec{q}$, $\vec{b}=\vec{p}+2\vec{q}$, $|\vec{p}|=3, |\vec{q}|=4$, $\left(\hat{\vec{p}},\vec{q}\right)=\frac{\pi}{3}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(0;2;-10), *B*(1;0;-8), *C*(11;4;0), *D*(8;6;-2). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 15.

1. Дано: $\vec{a}=3\vec{p}+\vec{q}$, $\vec{b}=\vec{p}-3\vec{q}$, $|\vec{p}|=2$, $|\vec{q}|=3$, $\left(\hat{\vec{p}},\vec{q}\right)=\frac{\pi}{4}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(3;1;-2), *B*(4;-1;0), *C*(14;3;8), *D*(11;5;6). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 16.

1. Дано: $\vec{a} = 2\vec{p} - 3\vec{q}$, $\vec{b} = 3\vec{p} + \vec{q}$, $|\vec{p}| = 4$, $|\vec{q}| = 1$, $\left(\hat{\vec{p}, \vec{q}}\right) = \frac{\pi}{6}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(-8;3;-1), *B*(-7;1;1), *C*(3;5;9), *D*(0;7;7). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 17.

1. Дано: $\vec{a} = 5\vec{p} + \vec{q}$, $\vec{b} = \vec{p} - 3\vec{q}$, $|\vec{p}| = 1$, $|\vec{q}| = 2$, $\left(\hat{\vec{p}, \vec{q}}\right) = \frac{\pi}{3}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(2;-1;-4), *B*(3;-3;-2), *C*(13;1;6), *D*(10;3;4). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 18.

1. Дано: $\vec{a} = 7\vec{p} - 2\vec{q}$, $\vec{b} = \vec{p} + 3\vec{q}$, $|\vec{p}| = \frac{1}{2}$, $|\vec{q}| = 2$, $\left(\hat{\vec{p}, \vec{q}}\right) = \frac{\pi}{2}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(-4;5;-5), *B*(-3;3;-3), *C*(7;7;5), *D*(4;9;3). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 19.

1. Дано: $\vec{a} = 6\vec{p} - \vec{q}$, $\vec{b} = \vec{p} + \vec{q}$, $|\vec{p}| = 3$, $|\vec{q}| = 4$, $\left(\hat{\vec{p}, \vec{q}}\right) = \frac{\pi}{4}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(-2;-3;2), *B*(-1;-5;4), *C*(9;-1;12), *D*(6;1;10). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 20.

1. Дано: $\vec{a} = 10\vec{p} + \vec{q}$, $\vec{b} = 3\vec{p} - 2\vec{q}$, $|\vec{p}| = 4$, $|\vec{q}| = 1$, $\left(\hat{\vec{p}, \vec{q}}\right) = \frac{\pi}{6}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(-3;4;-3), *B*(-2;2;-1), *C*(8;6;7), *D*(5;8;5). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 21.

1. Дано: $\vec{a} = 6\vec{p} - \vec{q}$, $\vec{b} = \vec{p} + 2\vec{q}$, $|\vec{p}| = 8$, $|\vec{q}| = \frac{1}{2}$, $\left(\hat{\vec{p}, \vec{q}}\right) = \frac{\pi}{3}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(1;-3;1), *B*(5;1;-1), *C*(3;8;-9), *D*(1;-1;2). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 22.

1. Дано: $\vec{a} = 3\vec{p} + 4\vec{q}$, $\vec{b} = \vec{q} - \vec{p}$, $|\vec{p}| = \frac{5}{2}$, $|\vec{q}| = 2$, $\left(\hat{\vec{p}, \vec{q}}\right) = \frac{\pi}{2}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(3;0;-4), *B*(7;4;-6), *C*(5;11;-14), *D*(3;2;-3). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 23.

1. Дано: $\vec{a} = 7\vec{p} + \vec{q}$, $\vec{b} = \vec{p} - 3\vec{q}$, $|\vec{p}| = 3$, $|\vec{q}| = 1$, $\left(\hat{\vec{p}, \vec{q}}\right) = \frac{3\pi}{4}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(2;-4;1), *B*(6;0;-1), *C*(4;7;-9), *D*(2;-2;2). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 24.

1. Дано: $\vec{a} = \vec{p} + 3\vec{q}$, $\vec{b} = 3\vec{p} - \vec{q}$, $|\vec{p}| = 3$, $|\vec{q}| = 5$, $\left(\hat{\vec{p}, \vec{q}}\right) = \frac{2\pi}{3}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(-2;-5;3), *B*(2;-1;1), *C*(0;6;-7), *D*(0;4;-3). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 25.

1. Дано: $\vec{a}=3\vec{p}+\vec{q}$, $\vec{b}=\vec{p}-3\vec{q}$, $|\vec{p}|=7$, $|\vec{q}|=2$, $\left(\hat{\vec{p}},\vec{q}\right)=\frac{\pi}{4}$

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(0;2;-4), *B*(4;6;-6), *C*(2;13;-14), *D*(0;4;-3). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 26.

1. Дано: $\vec{a}=5\vec{p}-\vec{q}$, $\vec{b}=\vec{p}+\vec{q}$, $|\vec{p}|=5$, $|\vec{q}|=3$, $\left(\hat{\vec{p}},\vec{q}\right)=\frac{5\pi}{6}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(-3;3;0), *B*(1;7;-2), *C*(-1;14;-10), *D*(-3;5;1). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 27.

1. Дано: $\vec{a}=3\vec{p}-4\vec{q}$, $\vec{b}=\vec{p}+3\vec{q}$, $|\vec{p}|=2$, $|\vec{q}|=3$, $\left(\hat{\vec{p}},\vec{q}\right)=\frac{\pi}{4}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(1;2;0), *B*(-1;5;0), *C*(-1;2;6), *D*(1;5;8). Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 28.

1. Дано: $\vec{a} = 6\vec{p} - \vec{q}$, $\vec{b} = \vec{p} + 5\vec{q}$, $|\vec{p}| = \frac{1}{2}$, $|\vec{q}| = 4$, $\left(\hat{\vec{p}, \vec{q}}\right) = \frac{5\pi}{6}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(0;1;0), *B*(-2;4;0), *C*(-2;1;6), *D*(0;4;8).
Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 29.

1. Дано: $\vec{a} = 2\vec{p} + 3\vec{q}$, $\vec{b} = \vec{p} - 2\vec{q}$, $|\vec{p}| = 2$, $|\vec{q}| = 1$, $\left(\hat{\vec{p}, \vec{q}}\right) = \frac{\pi}{3}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(0;1;1), *B*(-2;4;1), *C*(-2;1;7), *D*(0;4;9).
Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

Вариант 30.

1. Дано: $\vec{a} = 2\vec{p} - 3\vec{q}$, $\vec{b} = 5\vec{p} + \vec{q}$, $|\vec{p}| = 2$, $|\vec{q}| = 3$, $\left(\hat{\vec{p}, \vec{q}}\right) = \frac{\pi}{2}$.

1) Найти скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2) Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

2. Даны координаты вершин пирамиды *ABCD*: *A*(0;2;0), *B*(-2;5;0), *C*(-2;2;6), *D*(0;5;8).
Требуется:

1) записать векторы $\vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$, порождённые соответственно отрезками $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, в декартовом базисе $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$;

2) найти косинус угла между векторами $\vec{b}$ и $\vec{c}$;

3) найти проекцию вектора $\vec{d}$ на вектор $\vec{b}$;

4) найти площадь грани *ABC*;

5) найти объём пирамиды *ABCD*.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 3 «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ»

3.1. Прямая линия на плоскости

Пример решения задания 1. Даны координаты вершин треугольника *ABC*: *A*(0;3), *B*(12;-6), *C*(10;8). Сделать чертёж к задаче и найти: 1) длину стороны *AB*; 2) уравнения сторон *AB.* и *AC* и их угловые коэффициенты; 3) тангенс угла *A*; 4) уравнение высоты *CD*; 5) координаты точки *D*; 6) длину высоты *CD*, 7) уравнение медианы *AE*.

Решение. Сразу делаем чертёж (Рис.1).

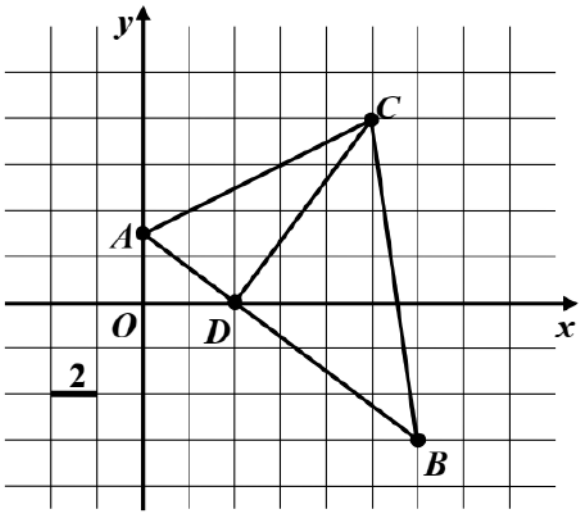


Рис.1. Треугольник *ABC* для примера решения задания 2. Сторона квадратной клетки равна 2 единицам длины.

1) Длину стороны *AB* находим по формуле расстояния между двумя точками на плоскости:

$$\left|\overrightarrow{AB}\right| = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2} = \sqrt{(12-0)^2 + (-6-3)^2} = \sqrt{144+81} = 15.$$

2) Уравнения сторон находим как уравнения прямых, проходящих через две точки с координатами (x_1, y_1) и (x_2, y_2): $\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1}$. Поэтому уравнение прямой *AB* имеет вид: $\frac{x-0}{12-0} = \frac{y-3}{-6-3}$, упрощая которое получаем общее уравнение прямой линии $px + qy + r = 0$, т.е. в нашем случае общее уравнение прямой *AB* получим в виде: $\frac{x}{4} = \frac{y-3}{-3} \Leftrightarrow -3x = 4y - 12 \Leftrightarrow 3x + 4y - 12 = 0.$

Выражая из этого уравнения переменную *y,* т.е. записывая уравнение в виде $y = kx + b$, получаем уравнение прямой линии с угловым коэффициентом

k. Для уравнения *AB* имеем после упрощений: $y=-\frac{3}{4}x+3$. Отсюда находим угловой коэффициент прямой *AB*: $k_{AB}=-\frac{3}{4}$

Уравнение прямой *AC* имеет вид: $\frac{x-0}{10-0}=\frac{y-3}{8-3}$, упрощая которое получаем общее уравнение: $\frac{x}{10}=\frac{y-3}{5}\Leftrightarrow x=2y-6\Leftrightarrow x-2y+6=0$. Отсюда $y=\frac{1}{2}x+3,\quad k_{AC}=\frac{1}{2}$.

3) Угол *A* – это внутренний угол треугольника *ABC,* образованный прямыми *AB* и *AC,* которые заданы своими уравнениями с угловыми коэффициентами: $k_{AB}=-\frac{3}{4}$, $k_{AC}=\frac{1}{2}$.

По Рис.2 видим, что угол *A* острый, поэтому должно получиться *tg A*>0 (если угол *A* тупой, то *tg A*<0). В нашем примере чертежу соответствует формула: $tg\ A=\frac{k_{AC}-k_{AB}}{1+k_{AB}\cdot k_{AC}}$. Итак, получаем $tg\ A=\frac{\frac{1}{2}-\left(-\frac{3}{4}\right)}{1+\frac{1}{2}\cdot\left(-\frac{3}{4}\right)}=\frac{\frac{10}{8}}{\frac{5}{8}}=2$.

4) Уравнение высоты *CD* будем искать в виде уравнения прямой, проходящей через данную точку $C(x_C,y_C)$ с данным угловым коэффициентом k_{CD}: $y-y_C=k_{CD}\cdot(x-x_C)$. При этом воспользуемся условием перпендикулярности прямых линий *AB* и *CD*: $k_{CD}=-\frac{1}{k_{AB}}$. Отсюда: $k_{CD}=-\frac{1}{k_{AB}}=\frac{4}{3}$. Подставляем в уравнение координаты точки *C* и угловой коэффициент k_{CD} и преобразуем уравнение *CD* к общей форме:

$$y-8=\frac{4}{3}(x-10)\Leftrightarrow 3y-24=4x-40\Leftrightarrow 4x-3y-16=0.$$

5) Точка *D* является точкой пересечения прямых *AB* и. *CD*. Поэтому её координаты должны удовлетворить и уравнению прямой *AB*, и уравнению прямой *CD*, т.е. должны являться решением системы этих уравнений:

$$\begin{cases}3x+4y-12=0,\\4x-3y-16=0.\end{cases}\Leftrightarrow\begin{cases}3x+4y=12,\\4x-3y=16.\end{cases}$$

Решим систему по формулам Крамера. Находим главный определитель системы: $\Delta=\begin{vmatrix}3 & 4\\4 & -3\end{vmatrix}=-25$. Находим вспомогательные определители:

$$\Delta_x = \begin{vmatrix} 12 & 4 \\ 16 & -3 \end{vmatrix} = -36 - 64 = -100,\ \Delta_y = \begin{vmatrix} 3 & 12 \\ 4 & 16 \end{vmatrix} = 48 - 48 = 0.$$

Находим координаты точки D: $x = \frac{\Delta_x}{\Delta} = \frac{-100}{-25} = 4,\ y = \frac{\Delta_y}{\Delta} = \frac{0}{-25} = 0.$

Значит, точка имеет координаты $D(4;0)$. Видим, что расчётные координаты совпали с координатами точки D на чертеже!

6) Длину высоты CD можно найти как длину отрезка $\overrightarrow{CD}$:

$$\left|\overrightarrow{CD}\right| = \sqrt{(x_D - x_C)^2 + (y_D - y_C)^2} = \sqrt{(4-10)^2 + (0-8)^2} = \sqrt{36+64} = 10.$$

Длину высоты CD можно найти также как расстояние от точки $C(x_C, y_C)$ до прямой линии AB, заданной общим уравнением $px + qy + r = 0$, по формуле: $\left|\overrightarrow{CD}\right| = \frac{|px_C + qy_C + r|}{\sqrt{p^2 + q^2}}.$

В нашем примере: $\left|\overrightarrow{CD}\right| = \frac{|3 \cdot 10 + 4 \cdot 8 - 12|}{\sqrt{3^2 + 4^2}} = \frac{50}{5} = 10.$ Видим, что результаты расчётов совпали.

7) Уравнение медианы AE найдём как уравнение прямой линии, проходящей через две данные точки: $\frac{x - x_A}{x_E - x_A} = \frac{y - y_A}{y_E - y_A}$. Найдём координаты точки E как середины отрезка AE:

$$x_E = \frac{x_B + x_C}{2} = \frac{12+10}{2} = 11,\ y_E = \frac{y_B + y_C}{2} = \frac{-6+8}{2} = 1.$$

Получаем уравнение медианы AE и преобразуем его к форме общего уравнения прямой линии:

$$\frac{x-0}{11-0} = \frac{y-3}{1-3},\ \frac{x}{11} = \frac{y-3}{-2},\ -2x = 11y - 33,\ 2x + 11y - 33 = 0.$$

3.2. Прямая линия и плоскость в пространстве

Пример решения задания 2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(1;5;-7)$, $M_2(-3;6;3)$, $M_3(-2;7;3)$, $M_0(1;-1;2)$.

Решение. Уравнение плоскости, проходящей через три данные точки $M_1(x_1, y_1, z_1)$, $M_2(x_2, y_2, z_2)$, $M_3(x_3, y_3, z_3)$ можно записать с помощью определителя

$$\begin{vmatrix} x-x_1 & y-y_1 & z-z_1 \\ x_2-x_1 & y_2-y_1 & z_2-z_1 \\ x_3-x_1 & y_3-y_1 & z_3-z_1 \end{vmatrix} = 0.$$

Подставляя в выражение для него координаты точек M_1, M_2, M_3, получим

$$\begin{vmatrix} x-1 & y-5 & z+7 \\ -3-1 & 6-5 & 3+7 \\ -2-1 & 7-5 & 3+7 \end{vmatrix} = 0, \quad \begin{vmatrix} x-1 & y-5 & z+7 \\ -4 & 1 & 10 \\ -3 & 2 & 10 \end{vmatrix} = 0.$$

Разложим определитель по первой строке матрицы:

$$(x-1)\begin{vmatrix} 1 & 10 \\ 2 & 10 \end{vmatrix} - (y-5)\begin{vmatrix} -4 & 10 \\ -3 & 10 \end{vmatrix} + (z+7)\begin{vmatrix} -4 & 1 \\ -3 & 2 \end{vmatrix} = 0.$$

Вычисляя определители матриц второго порядка, получаем:

$$-10(x-1)+10(y-5)-5(z+7)=0.$$

Сокращая слагаемые на (-5) и раскрывая скобки, приводим уравнение плоскости к общему виду $Ax+By+Cz+D=0$:

$$2x-2y+z+15=0. \qquad (1)$$

При составлении канонических уравнений прямой, проходящей через точку $M_0(x_0, y_0, z_0)$ перпендикулярно найденной плоскости, учтём, что в качестве направляющего вектора прямой можно взять вектор нормали к плоскости $\vec{n}$ (*A, B, C*), как показано на Рис.4.

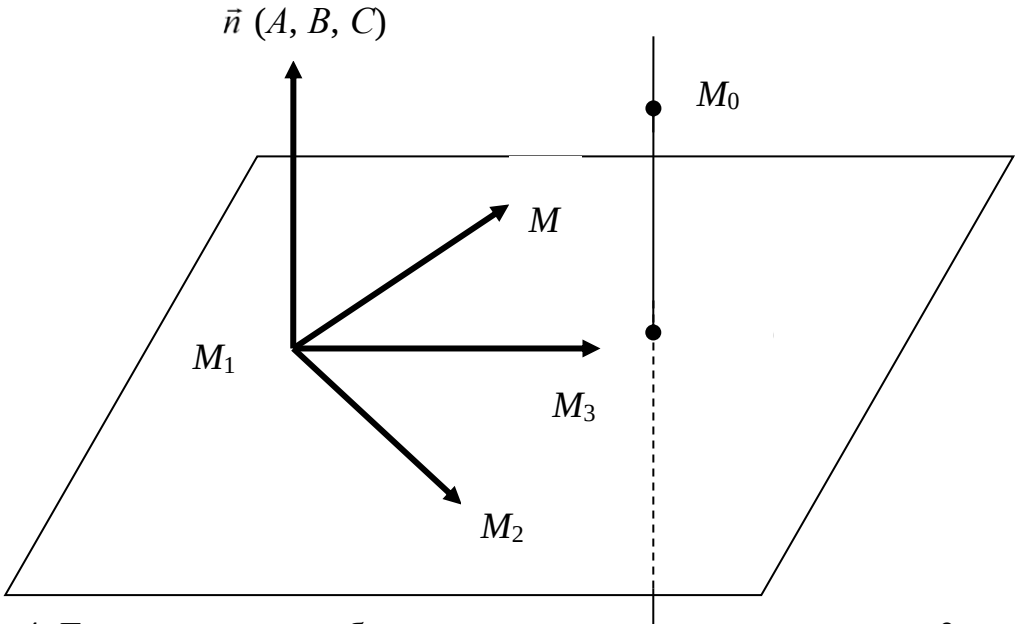


Рис.4. Геометрические образы для примера решения задания 3.

Тогда канонические уравнения прямой линии запишутся в виде

$$\frac{x-x_0}{A} = \frac{y-y_0}{B} = \frac{z-z_0}{C}.$$

Подставляя в эти уравнения координаты точки M_0 и координаты вектора $\vec{n}$, получаем:

$$\frac{x-1}{2}=\frac{y+1}{-2}=\frac{z-2}{1}. \qquad (2)$$

Чтобы найти координаты точки $Q(x, y, z)$ пересечения прямой и плоскости, составим систему из уравнения плоскости (1) и из канонических уравнений прямой (2), введя в них параметр t:

$$\begin{cases} \dfrac{x-1}{2}=\dfrac{y+1}{-2}=\dfrac{z-2}{1}=t, \\ 2x-2y+z+15=0. \end{cases} \qquad (3)$$

Выразим x, y, z через t из первого уравнения системы (3), т.е. получим параметрические уравнения прямой:

$$x=2t+1, \quad y=-2t-1, \quad z=t+2. \qquad (4)$$

Подставляем уравнения (4) в уравнение плоскости системы (3), чтобы далее разрешить полученное уравнение относительно t:

$$2(2t+1)-2(-2t-1)+t+2+15=0.$$

Раскрываем скобки и упрощаем: $9t+21=0$. Находим $t=-\frac{7}{3}$.

Подставим найденное значение t в уравнения (4), получая тем самым координаты точки Q: $x=-\frac{11}{3}$, $y=\frac{11}{3}$, $z=-\frac{1}{3}$.

Итак, найдены уравнение искомой плоскости $2x-2y+z+15=0$, уравнения искомой прямой $\frac{x-1}{2}=\frac{y+1}{-2}=\frac{z-2}{1}$, координаты точки их пересечения $Q\left(-\frac{11}{3};\frac{11}{3};-\frac{1}{3}\right)$.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 3 ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА

Вариант 1.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: A(-8;-3), B(4;-12), C(8;10). Найти:
   1) длину стороны AB;
   2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
   3) тангенс угла A;
   4) уравнение высоты CD;
   5) координаты точки D;
   6) длину высоты CD;
   7) уравнение медианы AE;
   8) сделать чертёж.
2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

M_1(-3;4;-7), M_2(1;5;-4), M_3(-5;-2;0), M_0(-12;7;-1).

Вариант 2.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(-8;-3)$, $B(4;-12)$, $C(8;10)$. Найти:
   1) длину стороны AB;
   2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
   3) тангенс угла A;
   4) уравнение высоты CD;
   5) координаты точки D;
   6) длину высоты CD;
   7) уравнение медианы AE;
   8) сделать чертёж.
2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(-3;4;-7)$, $M_2(1;5;-4)$, $M_3(-5;-2;0)$, $M_0(-12;7;-1)$.

Вариант 3.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(-12;-1)$, $B(0;-10)$, $C(4;12)$. Найти:
   1) длину стороны AB;
   2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
   3) тангенс угла A;
   4) уравнение высоты CD;
   5) координаты точки D;
   6) длину высоты CD;
   7) уравнение медианы AE;
   8) сделать чертёж.
2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(-3;-1;1)$, $M_2(-9;1;-2)$, $M_3(3;-5;4)$, $M_0(-7;0;-1)$.

Вариант 4.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(-10;9)$, $B(2;0)$, $C(6;22)$. Найти:
   1) длину стороны AB;
   2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
   3) тангенс угла A;
   4) уравнение высоты CD;
   5) координаты точки D;
   6) длину высоты CD;
   7) уравнение медианы AE;
   8) сделать чертёж.
2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(1;-1;1)$, $M_2(-2;0;3)$, $M_3(2;1;-1)$, $M_0(-2;4;2)$.

Вариант 5.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(0;2)$, $B(12;-7)$, $C(16;15)$. Найти:
   1) длину стороны AB;
   2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
   3) тангенс угла A;
   4) уравнение высоты CD;

5) координаты точки D;
6) длину высоты CD;
7) уравнение медианы AE;
8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(1;2;0)$, $M_2(1;-1;2)$, $M_3(0;1;-1)$, $M_0(2;-1;4)$.

Вариант 6.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(-9;6)$, $B(3;-3)$, $C(7;19)$. Найти:
1) длину стороны AB;
2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
3) тангенс угла A;
4) уравнение высоты CD;
5) координаты точки D;
6) длину высоты CD;
7) уравнение медианы AE;
8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(1;0;2)$, $M_2(1;2;-1)$, $M_3(2;-2;1)$, $M_0(-5;-9;1)$.

Вариант 7.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(1;0)$, $B(13;-9)$, $C(17;13)$. Найти:
1) длину стороны AB;
2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
3) тангенс угла A;
4) уравнение высоты CD;
5) координаты точки D;
6) длину высоты CD;
7) уравнение медианы AE;
8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(1;2;-3)$, $M_2(1;0;1)$, $M_3(-2;-1;6)$, $M_0(3;-2;-9)$.

Вариант 8.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(-4;10)$, $B(8;1)$, $C(12;23)$. Найти:
1) длину стороны AB;
2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
3) тангенс угла A;
4) уравнение высоты CD;
5) координаты точки D;
6) длину высоты CD;
7) уравнение медианы AE;
8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(3;10;-1)$, $M_2(-2;3;-5)$, $M_3(-6;0;-3)$, $M_0(-6;7;-10)$.

Вариант 9.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(2;5)$, $B(14;-4)$, $C(18;18)$. Найти:
   1) длину стороны AB;
   2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
   3) тангенс угла A;
   4) уравнение высоты CD;
   5) координаты точки D;
   6) длину высоты CD;
   7) уравнение медианы AE;
   8) сделать чертёж.
2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(-1;2;4)$, $M_2(-1;-2;-4)$, $M_3(3;0;-1)$, $M_0(-2;3;5)$.

Вариант 10.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(-1;4)$, $B(11;-5)$, $C(15;17)$. Найти:
   1) длину стороны AB;
   2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
   3) тангенс угла A;
   4) уравнение высоты CD;
   5) координаты точки D;
   6) длину высоты CD;
   7) уравнение медианы AE;
   8) сделать чертёж.
2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(0;-3;1)$, $M_2(-4;1;2)$, $M_3(2;-1;5)$, $M_0(-3;4;-5)$.

Вариант 11.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(-2;7)$, $B(10;-2)$, $C(8;12)$. Найти:
   1) длину стороны AB;
   2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
   3) тангенс угла A;
   4) уравнение высоты CD;
   5) координаты точки D;
   6) длину высоты CD;
   7) уравнение медианы AE;
   8) сделать чертёж.
2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(1;3;0)$, $M_2(4;-1;2)$, $M_3(3;0;1)$, $M_0(4;3;0)$.

Вариант 12.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(-6;8)$, $B(6;-1)$, $C(4;13)$. Найти:

1) длину стороны AB;
2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
3) тангенс угла A;
4) уравнение высоты CD;
5) координаты точки D;
6) длину высоты CD;
7) уравнение медианы AE;
8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(-2;-1;-1)$, $M_2(0;3;2)$, $M_3(3;1;-4)$, $M_0(-21;20;-16)$.

Вариант 13.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(-5;7)$, $B(7;-2)$, $C(11;20)$. Найти:
1) длину стороны AB;
2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
3) тангенс угла A;
4) уравнение высоты CD;
5) координаты точки D;
6) длину высоты CD;
7) уравнение медианы AE;
8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(2;-1;-2)$, $M_2(1;2;1)$, $M_3(5;0;-6)$, $M_0(14;-3;7)$.

Вариант 14.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(-10;5)$, $B(2;-4)$, $C(0;10)$. Найти:
1) длину стороны AB;
2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
3) тангенс угла A;
4) уравнение высоты CD;
5) координаты точки D;
6) длину высоты CD;
7) уравнение медианы AE;
8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(2;-4;-3)$, $M_2(5;-6;0)$, $M_3(-1;3;-3)$, $M_0(2;-10;8)$.

Вариант 15.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(-4;12)$, $B(8;3)$, $C(6;17)$. Найти:
1) длину стороны AB;
2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
3) тангенс угла A;
4) уравнение высоты CD;
5) координаты точки D;
6) длину высоты CD;
7) уравнение медианы AE;

8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(1;-1;2)$, $M_2(2;1;2)$, $M_3(1;1;4)$, $M_0(-3;2;7)$.

Вариант 16.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(-3;10)$, $B(9;1)$, $C(7;15)$. Найти:

1) длину стороны AB;
2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
3) тангенс угла A;
4) уравнение высоты CD;
5) координаты точки D;
6) длину высоты CD;
7) уравнение медианы AE;
8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(1;3;6)$, $M_2(2;2;1)$, $M_3(-1;0;1)$, $M_0(5;-4;5)$.

Вариант 17.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(4;1)$, $B(16;-8)$, $C(14;6)$. Найти:

1) длину стороны AB;
2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
3) тангенс угла A;
4) уравнение высоты CD;
5) координаты точки D;
6) длину высоты CD;
7) уравнение медианы AE;
8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(-4;2;6)$, $M_2(2;-3;0)$, $M_3(-10;5;8)$, $M_0(-12;1;8)$.

Вариант 18.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(-7;4)$, $B(5;-5)$, $C(3;9)$. Найти:

1) длину стороны AB;
2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
3) тангенс угла A;
4) уравнение высоты CD;
5) координаты точки D;
6) длину высоты CD;
7) уравнение медианы AE;
8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(7;2;4)$, $M_2(7;-1;-2)$, $M_3(-5;-2;-1)$, $M_0(10;1;8)$.

Вариант 19.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(0;3)$, $B(12;-6)$, $C(10;8)$. Найти:
   1) длину стороны AB;
   2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
   3) тангенс угла A;
   4) уравнение высоты CD;
   5) координаты точки D;
   6) длину высоты CD;
   7) уравнение медианы AE;
   8) сделать чертёж.
2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(2;1;4)$, $M_2(3;5;-2)$, $M_3(-7;-3;2)$, $M_0(-3;1;8)$.

Вариант 20.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(-5;9)$, $B(7;0)$, $C(5;14)$. Найти:
   1) длину стороны AB;
   2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
   3) тангенс угла A;
   4) уравнение высоты CD;
   5) координаты точки D;
   6) длину высоты CD;
   7) уравнение медианы AE;
   8) сделать чертёж.
2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(-1;-5;2)$, $M_2(-6;0;-3)$, $M_3(3;6;-3)$, $M_0(10;-8;-7)$.

Вариант 21.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(-7;6)$, $B(2;-6)$, $C(7;4)$. Найти:
   1) длину стороны AB;
   2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
   3) тангенс угла A;
   4) уравнение высоты CD;
   5) координаты точки D;
   6) длину высоты CD;
   7) уравнение медианы AE;
   8) сделать чертёж.
2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(0;-1;-1)$, $M_2(-2;3;5)$, $M_3(1;-5;-9)$, $M_0(-4;-13;6)$.

Вариант 22.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(-5;7)$, $B(4;-5)$, $C(9;5)$. Найти:
   1) длину стороны AB;
   2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
   3) тангенс угла A;
   4) уравнение высоты CD;

5) координаты точки D;
6) длину высоты CD;
7) уравнение медианы AE;
8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(5;2;0)$, $M_2(2;5;0)$, $M_3(1;2;4)$, $M_0(-3;-6;-8)$.

Вариант 23.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(-3;5)$, $B(6;-7)$, $C(11;3)$. Найти:
1) длину стороны AB;
2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
3) тангенс угла A;
4) уравнение высоты CD;
5) координаты точки D;
6) длину высоты CD;
7) уравнение медианы AE;
8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(2;-1;-2)$, $M_2(1;2;1)$, $M_3(5;0;-6)$, $M_0(14;-3;7)$.

Вариант 24.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(-6;10)$, $B(3;-2)$, $C(8;8)$. Найти:
1) длину стороны AB;
2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
3) тангенс угла A;
4) уравнение высоты CD;
5) координаты точки D;
6) длину высоты CD;
7) уравнение медианы AE;
8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(-2;0;-4)$, $M_2(-1;7;1)$, $M_3(4;-8;-4)$, $M_0(-6;5;5)$.

Вариант 25.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(-4;8)$, $B(5;-4)$, $C(10;6)$. Найти:
1) длину стороны AB;
2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
3) тангенс угла A;
4) уравнение высоты CD;
5) координаты точки D;
6) длину высоты CD;
7) уравнение медианы AE;
8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(14;4;5)$, $M_2(-5;-3;2)$, $M_3(-2;-6;-3)$, $M_0(-1;-8;7)$.

Вариант 26.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(-8;9)$, $B(1;-3)$, $C(6;7)$. Найти:
   1) длину стороны AB;
   2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
   3) тангенс угла A;
   4) уравнение высоты CD;
   5) координаты точки D;
   6) длину высоты CD;
   7) уравнение медианы AE;
   8) сделать чертёж.
2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(1;2;0)$, $M_2(3;0;-3)$, $M_3(5;2;6)$, $M_0(-13;-8;16)$.

Вариант 27.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(-9;12)$, $B(0;0)$, $C(5;10)$. Найти:
   1) длину стороны AB;
   2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
   3) тангенс угла A;
   4) уравнение высоты CD;
   5) координаты точки D;
   6) длину высоты CD;
   7) уравнение медианы AE;
   8) сделать чертёж.
2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(2;-1;2)$, $M_2(1;2;-1)$, $M_3(3;2;1)$, $M_0(-5;3;7)$.

Вариант 28.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(-2;11)$, $B(7;-1)$, $C(12;9)$. Найти:
   1) длину стороны AB;
   2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;
   3) тангенс угла A;
   4) уравнение высоты CD;
   5) координаты точки D;
   6) длину высоты CD;
   7) уравнение медианы AE;
   8) сделать чертёж.
2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(1;1;2)$, $M_2(-1;1;3)$, $M_3(2;-2;4)$, $M_0(2;3;8)$.

Вариант 29.

1. Даны координаты вершин треугольника ABC: $A(-1;4)$, $B(8;-8)$, $C(13;2)$. Найти:
   1) длину стороны AB;
   2) уравнения сторон AB. и AC и их угловые коэффициенты;

3) тангенс угла *A*;
4) уравнение высоты *CD*;
5) координаты точки *D*;
6) длину высоты *CD*;
7) уравнение медианы *AE*;
8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(2;3;1)$, $M_2(4;1;-2)$, $M_3(6;3;7)$, $M_0(-5; -4; 3)$.

Вариант 30.

1. Даны координаты вершин треугольника *ABC*: *A*(1;3), *B*(10;-9), *C*(15;1). Найти:
1) длину стороны *AB*;
2) уравнения сторон *AB*. и *AC* и их угловые коэффициенты;
3) тангенс угла *A*;
4) уравнение высоты *CD*;
5) координаты точки *D*;
6) длину высоты *CD*;
7) уравнение медианы *AE*;
8) сделать чертёж.

2. Даны четыре точки M_1, M_2, M_3, M_0. Составить уравнение плоскости, проходящей через три точки M_1, M_2, M_3. Составить канонические уравнения прямой, проходящей через точку M_0 перпендикулярно найденной плоскости. Найти точку пересечения прямой и плоскости.

$M_1(1;1;-1)$, $M_2(2;3;1)$, $M_3(3;2;1)$, $M_0(-3;-7;6)$.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 4 «ПРЕДЕЛ И НЕПРЕРЫВНОСТЬ ФУНКЦИИ»

4.1. Доказательство пределов по определению

Пусть дана числовая функция $f(x)$ с областью определения $D(f)$. Пусть точка κ является предельной точкой области определения функции. Точка κ либо не принадлежит, либо принадлежит $D(f)$. При этом $\kappa \in \mathrm{K}$, $\mathrm{K} = \{a, a-0, a+0, -\infty, +\infty, \infty\}$. Пусть также $\lambda \in \Lambda$, где $\Lambda = \{b, -\infty, +\infty, \infty\}$. Введём определение новой функции «предел функции $f(x)$ в предельной точке … её области определения», понимаемой с точки зрения алгоритмики как операция предельного перехода.

Определение. Обычное или несобственное число λ называют *пределом функции* $f(x)$ *в предельной точке* κ *её области определения* $D(f)$ и пишут $\lim\limits_{x\to\kappa} f(x) = \lambda$, если для любого положительного числа ε найдётся такое положительное число δ, что для всех x, удовлетворяющих условиям $x \in D(f)$ и $x \in \dot{U}_\delta(\kappa)$, выполняется заключение $f(x) \in U_\varepsilon(\lambda)$.

Это определение можно записать кратко (здесь 24 определения в одном):

$\lim\limits_{x\to\kappa} f(x) = \lambda$, если $(\forall \varepsilon > 0)(\exists \delta > 0)(\forall x)\big(x \in D(f) \wedge x \in \dot{U}_\delta(\kappa) \to f(x) \in U_\varepsilon(\lambda)\big)$.

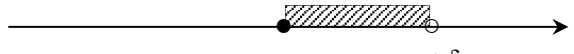
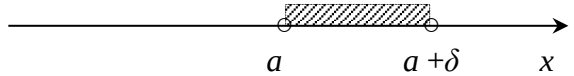
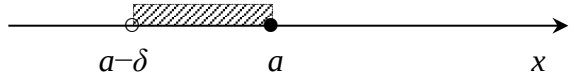
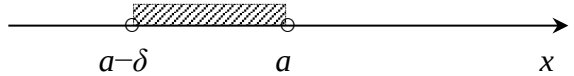
Замечание к определению. Смысл определения состоит в том, что если число κ является предельной точкой области определения функции, то число λ является точкой прикосновения для значений функции $f(x)$, т.е. число λ будет либо предельной точкой значений функции $f(x)$, либо изолированной точкой значений функции $f(x)$, если $f(x)=const=\lambda$.

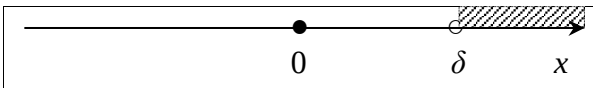
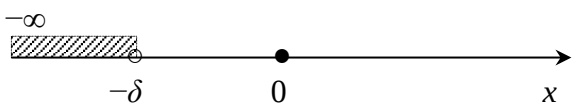
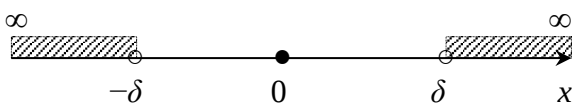
Для доказательства пределов удобно истинность предложения $(\forall x)\left(x\in D(f)\wedge x\in\dot{U}_\delta(\kappa)\to f(x)\in U_\varepsilon(\lambda)\right)$ выражать с помощью логического следования $x\in D(f)\wedge x\in\dot{U}_\delta(\kappa)\Rightarrow f(x)\in U_\varepsilon(\lambda)$. Для элементарных функций выколотая δ-окрестность точки κ является частью области определения функции. Поэтому определение предела можно записать так:

$\lim\limits_{x\to\kappa} f(x)=\lambda$, если $(\forall\varepsilon>0)(\exists\delta>0)\left(x\in\dot{U}_\delta(\kappa)\Rightarrow f(x)\in U_\varepsilon(\lambda)\right)$.

Кроме того, принадлежность точек (чисел) окрестности лучше выражать неравенством для этих чисел, руководствуясь таблицей 1.

Таблица 1 – Окрестности и выколотые δ-окрестности обычных и несобственных чисел

Окрестности точек (чисел) выделены штриховкой; $\delta\in R$, $\delta>0$, R – множество действительных чисел. Выколотые точки изображены как «○», выделенные не выколотые точки изображены как «●».	Обозначения окрестностей, их представление в виде числовых промежутков (выкалывание отмечено точкой сверху над U)	Неравенства для значений переменных x для соответствующих окрестностей
	$U_\delta(a)=(a-\delta,a+\delta)$	$a-\delta<x<a+\delta$, т.е. $\lvert x-a\rvert<\delta$
	$\dot{U}_\delta(a)=$ $=(a-\delta,a)\cup(a,a+\delta)$	$a-\delta<x<a$ или $a<x<a+\delta$, т.е. $0<\lvert x-a\rvert<\delta$
	$U_\delta(a+0)=[a,a+\delta)$	$a\le x<a+\delta$
	$\dot{U}_\delta(a+0)=(a,a+\delta)$	$a<x<a+\delta$
	$U_\delta(a-0)=(a-\delta,a]$	$a-\delta<x\le a$
	$\dot{U}_\delta(a-0)=(a-\delta,a)$	$a-\delta<x<a$
+∞		

	$U_\delta(+\infty)=\dot{U}_\delta(+\infty)=$ $=(\delta,+\infty)$	$x>\delta$
	$U_\delta(-\infty)=\dot{U}_\delta(-\infty)=$ $=(-\infty,-\delta)$	$x<-\delta$
	$U_\delta(\infty)=\dot{U}_\delta(\infty)=$ $=(-\infty,-\delta)\cup(\delta,+\infty)$	$\lvert x\rvert>\delta$

Приведём несколько примеров записи определений в указанном стиле.

$\lim\limits_{x\to a} f(x)=b$, если $(\forall\varepsilon>0)(\exists\delta>0)(0<|x-a|<\delta\Rightarrow|f(x)-b|<\varepsilon)$.

$\lim\limits_{x\to a-0} f(x)=b$, если $(\forall\varepsilon>0)(\exists\delta>0)(a-\delta<x<a\Rightarrow|f(x)-b|<\varepsilon)$.

$\lim\limits_{x\to a+0} f(x)=b$, если $(\forall\varepsilon>0)(\exists\delta>0)(a<x<a+\delta\Rightarrow|f(x)-b|<\varepsilon)$.

$\lim\limits_{x\to -\infty} f(x)=b$, если $(\forall\varepsilon>0)(\exists\delta>0)(x<-\delta\Rightarrow|f(x)-b|<\varepsilon)$.

$\lim\limits_{x\to +\infty} f(x)=b$, если $(\forall\varepsilon>0)(\exists\delta>0)(x>\delta\Rightarrow|f(x)-b|<\varepsilon)$.

$\lim\limits_{x\to \infty} f(x)=b$, если $(\forall\varepsilon>0)(\exists\delta>0)(|x|>\delta\Rightarrow|f(x)-b|<\varepsilon)$.

$\lim\limits_{x\to a} f(x)=-\infty$, если $(\forall\varepsilon>0)(\exists\delta>0)(0<|x-a|<\delta\Rightarrow f(x)<-\varepsilon)$.

$\lim\limits_{x\to a} f(x)=+\infty$, если $(\forall\varepsilon>0)(\exists\delta>0)(0<|x-a|<\delta\Rightarrow f(x)>\varepsilon)$.

$\lim\limits_{x\to a} f(x)=\infty$, если $(\forall\varepsilon>0)(\exists\delta>0)(0<|x-a|<\delta\Rightarrow|f(x)|>\varepsilon)$.

Остальные определения составляются по аналогии с приведёнными выше определениями. Рассмотрим несколько примеров.

Пример 1. Доказать, что $\lim\limits_{x\to 1}\left(\frac{1}{2}x+1\right)=\frac{3}{2}$.

Вообще, доказать, что $\lim\limits_{x\to a} f(x)=b$ означает, что для любого положительного числа ε нужно найти такое положительное число δ, что из неравенства $0<|x-a|<\delta$ следует неравенство $|f(x)-b|<\varepsilon$.

Вернёмся к начальной задаче.

Возьмём любое положительное число ε. Составим заключительное неравенство и рассмотрим цепочку равносильных неравенств:

$$\left|\left(\frac{1}{2}x+1\right)-\frac{3}{2}\right|<\varepsilon\Leftrightarrow\left|\frac{1}{2}x-\frac{1}{2}\right|<\varepsilon\Leftrightarrow|x-1|<2\varepsilon. \quad (1)$$

Возьмём $\delta=2\varepsilon$. Тогда по цепочке (1) выполняется также следование:

$$|x-1|<\delta=2\varepsilon\Rightarrow\left|\left(\frac{1}{2}x+1\right)-\frac{3}{2}\right|<\varepsilon.$$

Кроме этого, очевидно, что выполнено следование $0<|x-1|<\delta \Rightarrow |x-1|<\delta$.

Поэтому доказано, что для любого положительного числа ε найдено такое положительное число $\delta=2\varepsilon$, что из неравенства $0<|x-1|<\delta$ следует неравенство $\left|\left(\frac{1}{2}x+1\right)-\frac{3}{2}\right|<\varepsilon$. Это и значит, что $\lim\limits_{x\to 1}\left(\frac{1}{2}x+1\right)=\frac{3}{2}$. Доказано.

Пример 2. Доказать, что $\lim\limits_{x\to -0}\frac{1}{x^3}=-\infty$.

Распишем определение для этого случая.

$\lim\limits_{x\to -0}\frac{1}{x^3}=-\infty$, если $(\forall\varepsilon>0)(\exists\delta>0)\left(-\delta<x<0\Rightarrow\frac{1}{x^3}<-\varepsilon\right)$.

Возьмём любое положительное число ε. Составим заключительное неравенство и рассмотрим цепочку равносильных неравенств:

$$\frac{1}{x^3}<-\varepsilon \Leftrightarrow \frac{1}{x}<-\sqrt[3]{\varepsilon} \Leftrightarrow -\frac{1}{\sqrt[3]{\varepsilon}x}>1 \Leftrightarrow \begin{cases} x<0, \\ -\frac{1}{\sqrt[3]{\varepsilon}}<x, \end{cases} \Leftrightarrow -\frac{1}{\sqrt[3]{\varepsilon}}<x<0. \quad (2)$$

Возьмём $\delta=\frac{1}{\sqrt[3]{\varepsilon}}$. Тогда по цепочке (2) выполняется также следование:

$-\delta=-\frac{1}{\sqrt[3]{\varepsilon}}<x<0\Rightarrow\frac{1}{x^3}<-\varepsilon$.

Поэтому доказано, что для любого положительного числа ε найдено такое положительное число $\delta=\frac{1}{\sqrt[3]{\varepsilon}}$, что из неравенства $-\delta<x<0$ следует неравенство $\frac{1}{x^3}<-\varepsilon$. Это и значит, что $\lim\limits_{x\to -0}\frac{1}{x^3}=-\infty$. Доказано.

Пример 3. Доказать, что $\lim\limits_{x\to\infty}\frac{2x-1}{x+1}=2$.

Распишем определение для этого случая.

$\lim\limits_{x\to\infty}\frac{2x-1}{x+1}=2$, если $(\forall\varepsilon>0)(\exists\delta>0)\left(|x|>\delta\Rightarrow\left|\frac{2x-1}{x+1}-2\right|<\varepsilon\right)$.

Возьмём любое положительное число ε. Составим заключительное неравенство и рассмотрим цепочку равносильных неравенств и следований:

$$\left|\frac{2x-1}{x+1}-2\right|<\varepsilon \Leftrightarrow \left|\frac{2x-1-2x-2}{x+1}\right|<\varepsilon \Leftrightarrow \left|\frac{-3}{x+1}\right|<\varepsilon \Leftrightarrow \frac{3}{|x+1|}<\varepsilon \Leftarrow$$

$$\Leftarrow \begin{cases} |x|>1, \\ |x+1|\geq |x|-1, \\ \dfrac{3}{|x+1|}\leq \dfrac{3}{|x|-1}, \\ \dfrac{3}{|x|-1}<\varepsilon, \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} |x|>1, \\ \dfrac{3}{|x|-1}<\varepsilon, \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} |x|>1, \\ \dfrac{3}{\varepsilon}<|x|-1, \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} |x|>1, \\ \dfrac{3}{\varepsilon}+1<|x|, \end{cases} \Leftrightarrow |x|>1+\frac{3}{\varepsilon}. \quad (3)$$

Возьмём $\delta = 1+\dfrac{3}{\varepsilon}$. Тогда по цепочке (3) выполняется также следование:

$$|x|>\delta = 1+\frac{3}{\varepsilon} \Rightarrow \left|\frac{2x-1}{x+1}-2\right|<\varepsilon .$$

Поэтому доказано, что для любого положительного числа ε найдено такое положительное число $\delta = 1+\dfrac{3}{\varepsilon}$, что из неравенства $|x|>\delta$ следует неравенство $\left|\dfrac{2x-1}{x+1}-2\right|<\varepsilon$. Это и значит, что $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{2x-1}{x+1}=2$. Доказано.

4.2. Техника вычисления пределов значений функций

Пример решения задания 2. Найти указанные пределы:

$$а)\lim_{x\to 1}\frac{4x^2-7x+3}{2x^2-x-1};\ б)\lim_{x\to\infty}\frac{3-2x-3x^2}{x^2+4x+1};\ в)\lim_{x\to 0}\frac{\arcsin 6x}{3x};\ г)\lim_{x\to\infty}\left(\frac{-2x+3}{-2x-1}\right)^{5x-3}.$$

Решение. *а*) Непосредственная подстановка значения $x=1$ даёт неопределенность вида $\dfrac{0}{0}$: $\dfrac{4\cdot 1^2-7\cdot 1+3}{2\cdot 1^2-1-1}=\dfrac{0}{0}$. Разложим числитель и знаменатель дроби на множители. Ясно, что одним из множителей будет $(x-1)$. Второй множитель можно получить либо пользуясь формулой разложения квадратного трехчлена на множители, найдя его корни x_1, x_2, $ax^2+bx+c=a(x-x_1)(x-x_2)$, либо делением уголком квадратного трёхчлена на $(x-1)$. Применим для числителя первый способ, для знаменателя – второй. Решим уравнение $4x^2-7x+3=0$: $D=b^2-4ac$, $D=7^2-4\cdot 4\cdot 3=1$, $\sqrt{D}=1$, $x_{1,2}=\dfrac{-b\pm\sqrt{D}}{2a}$, $x_{1,2}=\dfrac{7\pm 1}{8}$, $x_1=\dfrac{3}{4}$, $x_2=1$. Получаем разложение числителя:

$$4x^2-7x+3=4\left(x-\frac{3}{4}\right)(x-1)=(4x-3)(x-1).$$

Для знаменателя осуществим деление уголком:

$$\begin{array}{r|l} -2x^2 - x - 1 & \dfrac{x-1}{2x+1} \\ \underline{2x^2 - 2x} & \\ -x - 1 & \\ \underline{x - 1} & \\ 0 & \end{array}$$

В итоге находим предел:

$$\lim_{x\to 1}\frac{4x^2-7x+3}{2x^2-x-1}=\lim_{x\to 1}\frac{(4x-3)(x-1)}{(2x+1)(x-1)}=\lim_{x\to 1}\frac{(4x-3)}{(2x+1)}=\frac{4\cdot 1-3}{2\cdot 1+1}=\frac{1}{3}.$$

б) Здесь имеется неопределённость вида $\frac{\infty}{\infty}$. Для её раскрытия поделим числитель и знаменатель на x в старшей степени, т.е. на x^2, и учтём, что выражения вида $\frac{k}{x^\alpha}$ имеют своим пределом число 0 при условии, что $x\to\infty$ и $\alpha>0$:

$$\lim_{x\to\infty}\frac{3-2x-3x^2}{x^2+4x+1}=\lim_{x\to\infty}\frac{\frac{3}{x^2}-\frac{2x}{x^2}-\frac{3x^2}{x^2}}{\frac{x^2}{x^2}+\frac{4x}{x^2}+\frac{1}{x^2}}=\lim_{x\to\infty}\frac{\frac{3}{x^2}-\frac{2}{x}-3}{1+\frac{4}{x}+\frac{1}{x^2}}=\frac{0-0-3}{1+0+0}=-3.$$

в) Непосредственная подстановка значения $x=0$ даёт неопределенность вида $\frac{0}{0}$. Здесь воспользуемся первым замечательным пределом в форме $\lim_{t\to 0}\frac{\sin t}{t}=1$, после замены переменной $t=\arcsin 6x$, $t\to 0$ при $x\to 0$, $x=\frac{1}{6}\sin t$:

$$\lim_{x\to 0}\frac{\arcsin 6x}{3x}=\lim_{t\to 0}\frac{t}{\frac{1}{2}\sin t}=2\lim_{t\to 0}\left(\frac{\sin t}{t}\right)^{-1}=2\left(\lim_{t\to 0}\frac{\sin t}{t}\right)^{-1}=2\cdot 1^{-1}=2.$$ Здесь также воспользовались тем, что можно проникать знаком предела под знак непрерывной функции.

г) Имеем неопределённость 1^∞, для раскрытия которой применим второй замечательный предел в форме $\lim\limits_{\substack{x\to\infty\\(A(x)\to\infty)}}\left(1+\frac{1}{A(x)}\right)^{A(x)}=e$, полагая здесь, что $A(x)=\frac{-2x-1}{4}$. Найдём предел, осуществляя тождественные преобразования и пользуясь обычными свойствами пределов:

$$\lim_{x\to\infty}\left(\frac{-2x+3}{-2x-1}\right)^{5x-3}=\lim_{x\to\infty}\left(\frac{-2x-1+4}{-2x-1}\right)^{5x-3}=\lim_{x\to\infty}\left(1+\frac{1}{\frac{-2x-1}{4}}\right)^{\frac{-2x-1}{4}\cdot\frac{4}{-2x-1}\cdot(5x-3)}=$$

$$= \lim_{x\to\infty}\left(\left(1+\frac{1}{\frac{-2x-1}{4}}\right)^{\frac{-2x-1}{4}}\right)^{\frac{20x-12}{-2x-1}} = \left(\lim_{\substack{x\to\infty \\ \left(\frac{-2x-1}{4}\to\infty\right)}}\left(1+\frac{1}{\frac{-2x-1}{4}}\right)^{\frac{-2x-1}{4}}\right)^{\lim\limits_{x\to\infty}\frac{20x-12}{-2x-1}} = e^{-10}.$$

При этом учтено, что $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{20x-12}{-2x-1} = \lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{20-\frac{12}{x}}{-2-\frac{1}{x}} = \dfrac{20}{-2} = -10$.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 4 ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА

Вариант 1	**Вариант 2**
1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to\infty} x^2 = +\infty$. 2. Вычислить пределы: *а)* $\lim\limits_{x\to 2}\dfrac{3x^2-5x-2}{2x^2-x-6}$; *б)* $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{2x^2-3x+1}{3x^2+x+4}$; *в)* $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{arctg\,2x}{4x}$; *г)* $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{2x-3}{2x+5}\right)^{x-1}$.	1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to+\infty}\sqrt{x} = +\infty$. 2. Вычислить пределы: *а)* $\lim\limits_{x\to -5}\dfrac{2x^2+15x+25}{5-4x-x^2}$; *б)* $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{5x^2-2x+1}{2x^2+x-3}$; *в)* $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{1-\cos 4x}{2\arcsin^2 2x}$; *г)* $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{3x+2}{3x-4}\right)^{2-x}$.

Вариант 3	**Вариант 4**
1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{1}{x^2} = 0$. 2. Вычислить пределы: *а)* $\lim\limits_{x\to -1}\dfrac{4x^2+7x+3}{2x^2+x-1}$; *б)* $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{3-2x-x^2}{x^2+4x+1}$; *в)* $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{\arcsin 2x}{4x}$; *г)* $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{4x+3}{4x-1}\right)^{2x-3}$.	1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to+\infty}\dfrac{1}{\sqrt{x}} = 0$. 2. Вычислить пределы: *а)* $\lim\limits_{x\to 3}\dfrac{2x^2-9x+9}{x^2-5x+6}$; *б)* $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{3x^2-5x+4}{x^3-x+1}$; *в)* $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{\sin 3x}{tg5x}$; *г)* $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{2x+5}{2x-1}\right)^{3-x}$.

Вариант 5	**Вариант 6**
1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{1}{x^2} = +\infty$. 2. Вычислить пределы:	1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to+0}\dfrac{1}{\sqrt{x}} = +\infty$. 2. Вычислить пределы:

$а)\lim\limits_{x\to 4}\dfrac{5x-x^2-4}{x^2-2x-8};\quad б)\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{2x^2+x-4}{3+x-4x^2};$ $в)\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{tg^2x}{x\sin 2x};\quad г)\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{5x-1}{5x+4}\right)^{2x+1}.$	$а)\lim\limits_{x\to -2}\dfrac{x^2-2x-8}{2x^2+5x+2};\quad б)\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{tgx-\sin x}{x^3};$ $в)\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{x^2-7x+1}{3x^2+x+3};\quad г)\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{3x-1}{3x-4}\right)^{2x}.$

Вариант 7	**Вариант 8**
1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{1}{\sqrt[3]{x}}=\infty$. 2. Вычислить пределы: $а)\lim\limits_{x\to 1}\dfrac{3x^2-2x-1}{x^2-4x+3};\quad б)\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{3x^2+5x+4}{2x^2-x+1};$ $в)\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{\sin^2 3x}{tg^2 2x};\quad г)\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{2x-7}{2x-3}\right)^{4x+1}.$	1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to +0}\dfrac{1}{x^3}=+\infty$. 2. Вычислить пределы: $а)\lim\limits_{x\to -3}\dfrac{6-x-x^2}{3x^2+8x-3};\quad б)\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{2x^3-2x+1}{3x^2+4x+2};$ $в)\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{3x}{\arcsin 6x};\quad г)\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{4x+1}{4x-3}\right)^{1-2x}$

Вариант 9

1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to+\infty} 2^x = +\infty$.

2. Вычислить пределы:

$$а)\lim_{x\to1}\frac{x^3-1}{5x^2-4x-1};\quad б)\lim_{x\to\infty}\frac{5-2x-3x^2}{x^2+x+3};$$

$$в)\lim_{x\to0}\frac{1-\cos6x}{x\sin3x};\quad г)\lim_{x\to\infty}\left(\frac{5x-2}{5x+3}\right)^{3-2x}.$$

Вариант 10

1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to-\infty} 2^x = 0$.

2. Вычислить пределы:

$$а)\lim_{x\to2}\frac{x^2+2x-8}{8-x^3};\quad б)\lim_{x\to\infty}\frac{x^2-3x+4}{2x^3+5x-1};$$

$$в)\lim_{x\to0}\sin3x\cdot ctg5x;\quad г)\lim_{x\to\infty}\left(\frac{x-2}{x+3}\right)^{4-x}.$$

Вариант 11

1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to+\infty}\left(\frac{1}{2}\right)^x = 0$.

2. Вычислить пределы:

$$а)\lim_{x\to3}\frac{x^2-x-6}{x^2-6x+9};\quad б)\lim_{x\to-2}\frac{x^2-4}{\sqrt{1-4x}-3};$$

$$в)\lim_{x\to0}\frac{xtgx}{1-\cos4x};\quad г)\lim_{x\to\infty}\left(1-\frac{3}{x+4}\right)^{1-2x}.$$

Вариант 12

1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to-\infty}\left(\frac{1}{2}\right)^x = +\infty$.

2. Вычислить пределы:

$$а)\lim_{x\to2}\frac{x^2-4x+4}{x^2-4};\quad б)\lim_{x\to3}\frac{\sqrt{2x+3}-3}{x^2-9};$$

$$в)\lim_{x\to0}\frac{arctg3x}{6x};\quad г)\lim_{x\to\infty}\left(1-\frac{2}{4x-3}\right)^{4x+1}.$$

Вариант 13

1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to+\infty}\log_2 x = +\infty$.

2. Вычислить пределы:

$$а)\lim_{x\to-2}\frac{x^3+8}{x^2+x-2};\quad б)\lim_{x\to4}\frac{\sqrt{x}-2}{x^2-6x+8};$$

$$в)\lim_{x\to0}\frac{tg^2x}{5x^2};\quad г)\lim_{x\to\infty}\left(1-\frac{2}{2x+5}\right)^{1-3x}.$$

Вариант 14

1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to+0}\log_2 x = -\infty$

2. Вычислить пределы:

$$а)\lim_{x\to5}\frac{x^2-7x+10}{x^2-10x+25};\quad б)\lim_{x\to-1}\frac{x+1}{\sqrt{3x+7}-2};$$

$$в)\lim_{x\to0}xctg4x;\quad г)\lim_{x\to\infty}\left(1+\frac{4}{4x+1}\right)^{2x-3}.$$

Вариант 15

1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to+\infty}\log_{\frac{1}{2}} x = -\infty$.

2. Вычислить пределы:

$$а)\lim_{x\to5}\frac{(x-5)^2}{x^2-3x-10};\quad б)\lim_{x\to1}\frac{\sqrt{x+3}-2}{\sqrt{x}-1};$$

$$в)\lim_{x\to0}\frac{\sin4x}{tgx};\quad г)\lim_{x\to\infty}\left(1-\frac{2}{3x-2}\right)^{6x+1}.$$

Вариант 16

1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to+0}\log_{\frac{1}{2}} x = +\infty$.

2. Вычислить пределы:

$$а)\lim_{x\to3}\frac{x^2-6x+9}{x^3-27};\quad б)\lim_{x\to2}\frac{x^2-x-2}{\sqrt{4x+1}-3};$$

$$в)\lim_{x\to0}\frac{1-\cos x}{x^2};\quad г)\lim_{x\to1}(4-3x)^{\frac{x}{x-1}}.$$

Вариант 17

1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to 1}(2x+3)=5$.

2. Вычислить пределы:

а) $\lim\limits_{x\to 1}\dfrac{2x^2+x-3}{x^2-2x+1}$; *б)* $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\sqrt{9x^2+4x}-3x\right)$;

в) $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{1-\cos 6x}{3x}$; *г)* $\lim\limits_{x\to 2}(5-2x)^{\frac{x}{x-2}}$.

Вариант 18

1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to 1}(3x+2)=5$.

2. Вычислить пределы:

а) $\lim\limits_{x\to -3}\dfrac{2x^2+5x-3}{3x^2+11x+6}$; *б)* $\lim\limits_{x\to 5}\dfrac{x^2-25}{\sqrt{2x-1}-3}$;

в) $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{tg3x}{\sin 5x}$; *г)* $\lim\limits_{x\to 3}(7-2x)^{\frac{2}{x-3}}$.

Вариант 19

1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to\infty}x^4=+\infty$.

2. Вычислить пределы:

а) $\lim\limits_{x\to -2}\dfrac{2x^2+3x-2}{(x+2)^2}$, *б)* $\lim\limits_{x\to\infty}(2x-\sqrt{4x^2+3x})$,

в) $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{4x}{arctg2x}$, *г)* $\lim\limits_{x\to -1}(2x+3)^{\frac{1}{1+x}}$.

Вариант 20

1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to 3}(2x+1)=7$.

2. Вычислить пределы:

а) $\lim\limits_{x\to 1}\dfrac{(x-1)^2}{4x^2+x-5}$; *б)* $\lim\limits_{x\to -3}\dfrac{\sqrt{1-x}-2}{4-\sqrt{1-5x}}$;

в) $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{\sin^2 2x}{x^2}$; *г)* $\lim\limits_{x\to -2}(2x+5)^{\frac{3}{x+2}}$.

Вариант 21

1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to 3}(3x+1)=10$.

2. Вычислить пределы:

а) $\lim\limits_{x\to 2}\dfrac{3x^2-5x-2}{2x^2-x-6}$; *б)* $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{5x^2-2x+1}{2x^2+x-3}$;

в) $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{\arcsin 2x}{4x}$; *г)* $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{4x+3}{4x-1}\right)^{2x-3}$.

Вариант 22

1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to 2}(2x-1)=3$.

2. Вычислить пределы:

а) $\lim\limits_{x\to -5}\dfrac{2x^2+15x+25}{5-4x-x^2}$; *б)* $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{2x^2-3x+1}{3x^2+x+4}$;

в) $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{arctg2x}{4x}$; *г)* $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{2x+5}{2x-1}\right)^{3-x}$.

Вариант 23

1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to 3}(-2x+1)=-5$.

2. Вычислить пределы:

а) $\lim\limits_{x\to 4}\dfrac{5x-x^2-4}{x^2-2x-8}$; *б)* $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{2x^3-2x+1}{3x^3+4x+2}$;

в) $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{\sin^2 3x}{tg^2 2x}$; *г)* $\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{4x+1}{4x-1}\right)^{1-2x}$.

Вариант 24

1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to 1}(2x+1)=3$.

2. Вычислить пределы:

а) $\lim\limits_{x\to 1}\dfrac{x^3-1}{5x^2-4x-1}$; *б)* $\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{x^2-3x+4}{2x^3+5x-1}$;

в) $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{x\cdot tgx}{1-cos4x}$; *г)* $\lim\limits_{x\to\infty}\left(1-\dfrac{2}{4x-3}\right)^{4x+1}$.

Вариант 25

1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to+\infty}\log_3 x=+\infty$.

2. Вычислить пределы:

$а)\lim\limits_{x\to2}\dfrac{x^2+2x-8}{8-x^3}$; $б)\lim\limits_{x\to-2}\dfrac{x^2-4}{\sqrt{1-4x}-3}$;

$в)\lim\limits_{x\to0}\dfrac{arctg3x}{6x}$; $г)\lim\limits_{x\to3}(7-2x)^{\frac{2}{x-3}}$.

Вариант 26

1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to+0}\log_3 x=-\infty$.

2. Вычислить пределы:

$а)\lim\limits_{x\to-2}\dfrac{2x^2+3x-2}{(x+2)^2}$; $б)\lim\limits_{x\to\infty}\left(\sqrt{9x^2+4x}-3x\right)$;

$в)\lim\limits_{x\to0}x\cdot ctg4x$; $г)\lim\limits_{x\to\infty}\left(1-\dfrac{2}{3x-2}\right)^{6x+1}$.

Вариант 27

1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to+\infty}4^x=+\infty$.

2. Вычислить пределы:

$а)\lim\limits_{x\to5}\dfrac{x^2-7x+10}{x^2-10x+25}$; $б)\lim\limits_{x\to1}\dfrac{\sqrt{x+3}-2}{\sqrt{x}-1}$;

$в)\lim\limits_{x\to0}\dfrac{1-\cos x}{x^2}$; $г)\lim\limits_{x\to-1}(2x+3)^{\frac{1}{x+1}}$.

Вариант 28

1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to-\infty}4^x=0$.

2. Вычислить пределы:

$а)\lim\limits_{x\to1}\dfrac{3x^2-2x-1}{x^2-4x+3}$; $б)\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{1-6x+x^2}{5x^2+2x-1}$;

$в)\lim\limits_{x\to0}\dfrac{tg^2x}{x\cdot\sin2x}$; $г)\lim\limits_{x\to\infty}\left(1-\dfrac{3}{x+4}\right)^{1-2x}$.

Вариант 29

1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to\infty}x^3=\infty$.

2. Вычислить пределы:

$а)\lim\limits_{x\to2}\dfrac{x^2-4x+4}{x^2-4}$; $б)\lim\limits_{x\to-3}\dfrac{\sqrt{1-x}-2}{4-\sqrt{1-5x}}$;

$в)\lim\limits_{x\to0}\dfrac{1-\cos6x}{3x}$; $г)\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{2x-3}{2x+5}\right)^{x-1}$.

Вариант 30

1. Доказать по определению, что $\lim\limits_{x\to\infty}\sqrt[3]{x}=\infty$.

2. Вычислить пределы:

$а)\lim\limits_{x\to-2}\dfrac{x^3+8}{x^2+x-2}$; $б)\lim\limits_{x\to1}\dfrac{\sqrt{x+3}-2}{\sqrt{x}-1}$;

$в)\lim\limits_{x\to0}\dfrac{xtgx}{1-\cos4x}$; $г)\lim\limits_{x\to\infty}\left(\dfrac{x-2}{x+3}\right)^{4-x}$.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 5 «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИИ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ»

Для нахождения производной элементарной функции (элементарного отношения функциональной зависимости) достаточно воспользоваться следующей информацией:

1. Таблицей производных основных элементарных функций.
2. Таблицей производных сложных основных элементарных функций.
3. Правилами дифференцирования суммы, произведения, частного с частыми случаями этих правил.
4. Формулой логарифмического дифференцирования для показательно-степенных функций и громоздких произведений и частных со степенями и корнями.

Ниже даны эти таблицы, правила и формулы.

Таблица производных основных элементарных функций:

Таблица производных сложных элементарных функций, где $u=\varphi(x)$**:**

1. $C' = 0$	1. $C' = 0$
2. $x' = 1$	2. $x' = 1$
3. $\left(x^n\right)' = n \cdot x^{n-1}$	3. $\left(u^n\right)' = n \cdot u^{n-1} \cdot u'$
4. $\left(\sqrt{x}\right)' = \frac{1}{2\sqrt{x}}$	4. $\left(\sqrt{u}\right)' = \frac{1}{2\sqrt{u}} \cdot u'$
5. $\left(\frac{1}{x}\right)' = -\frac{1}{x^2}$	5. $\left(\frac{1}{u}\right)' = -\frac{1}{u^2} \cdot u'$
6. $\left(a^x\right)' = a^x \cdot \ln a$	6. $\left(a^u\right)' = a^u \cdot \ln a \cdot u'$
7. $\left(e^x\right)' = e^x$	7. $\left(e^u\right)' = e^u \cdot u'$
8. $\left(\log_a \lvert x\rvert\right)' = \frac{1}{x \cdot \ln a}$	8. $\left(\log_a \lvert u\rvert\right)' = \frac{1}{u \cdot \ln a} \cdot u'$
9. $\left(\ln \lvert x\rvert\right)' = \frac{1}{x}$	9. $\left(\ln \lvert u\rvert\right)' = \frac{1}{u} \cdot u'$
10. $\left(\sin x\right)' = \cos x$	10. $\left(\sin u\right)' = \cos u \cdot u'$
11. $\left(\cos x\right)' = -\sin x$	11. $\left(\cos u\right)' = -\sin u \cdot u'$
12. $\left(tg\, x\right)' = \frac{1}{\cos^2 x}$	12. $\left(tg\, u\right)' = \frac{1}{\cos^2 u} \cdot u'$
13. $\left(ctg\, x\right)' = -\frac{1}{\sin^2 x}$	13. $\left(ctg\, u\right)' = -\frac{1}{\sin^2 u} \cdot u'$
14. $\left(\arcsin x\right)' = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$	14. $\left(\arcsin u\right)' = \frac{1}{\sqrt{1-u^2}} \cdot u'$
15. $\left(\arccos x\right)' = -\frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$	15. $\left(\arccos u\right)' = -\frac{1}{\sqrt{1-u^2}} \cdot u'$
16. $\left(arctg\, x\right)' = \frac{1}{1+x^2}$	16. $\left(arctg\, u\right)' = \frac{1}{1+u^2} \cdot u'$
17. $\left(arcctg\, x\right)' = -\frac{1}{1+x^2}$	17. $\left(arcctg\, u\right)' = -\frac{1}{1+u^2} \cdot u'$

Правила дифференцирования, где $u = \varphi(x), v = \psi(x)$**:**

$\left(u \pm v\right)' = u' \pm v'$, в частности, $\left(u \pm C\right)' = u'$

$\left(u \cdot v\right)' = u' \cdot v + u \cdot v'$, в частности, $\left(C \cdot v\right)' = C \cdot v'$

$\left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{u' \cdot v - u \cdot v'}{v^2}$, в частности, $\left(\frac{C}{v}\right)' = -\frac{C \cdot v'}{v^2}$, $\left(\frac{u}{C}\right)' = \frac{u'}{C}$

Формула логарифмического дифференцирования:

$y' = y \cdot \left(\ln y\right)'$, *но сначала логарифмировать, лишь после этого дифференцировать!*

Применяется для дифференцирования показательно-степенных функций $y = \left(\varphi(x)\right)^{\psi(x)}$ и громоздких произведений и частных со степенями и корнями $y = \frac{u_1^{\alpha_1} \cdot u_2^{\alpha_2} \cdot \ldots \cdot u_m^{\alpha_m}}{v_1^{\beta_1} \cdot v_2^{\beta_2} \cdot \ldots \cdot v_n^{\beta_n}}$.

Примеры. Найти производные данных функциональных зависимостей, пользуясь правилами дифференцирования:

$а) y = \dfrac{3x+4}{\sqrt{x^2+6x-6}}$; $б) y = (4^{\cos^2 x} - \cos 2x)^4$;

$в) y = \ln\cos\sqrt{x}$; $г) y = \ln\sqrt[6]{\dfrac{x^6-2}{x^6+2}}$; $д) y = (1+x^2)^{\arccos x}$.

Решение. *а*) Применим формулу производной частного $\left(\dfrac{u}{v}\right)' = \dfrac{u'\cdot v - u\cdot v'}{v^2}$ и формулу производной сложной функции $\left(\sqrt{u}\right)' = \dfrac{1}{2\sqrt{u}}\cdot u'$, правило дифференцирования суммы, правило вынесения постоянного множителя за знак производной, табличные производные:

$$\left(\frac{3x+4}{\sqrt{x^2+6x-6}}\right)' = \frac{(3x+4)'\sqrt{x^2+6x-6} - (3x+4)\dfrac{\left(x^2+6x-6\right)'}{2\sqrt{x^2+6x-6}}}{x^2+6x-6} =$$

$$= \frac{3\cdot\sqrt{x^2+6x-6} - (3x+4)\dfrac{2x+6}{2\sqrt{x^2+6x-6}}}{x^2+6x-6} = \frac{3\cdot\sqrt{x^2+6x-6} - \dfrac{(3x+4)(x+3)}{\sqrt{x^2+6x-6}}}{x^2+6x-6} =$$

$$\frac{3x^2+18x-18-3x^2-13x-12}{\sqrt{x^2+6x-6}\cdot\left(x^2+6x-6\right)} = \frac{5x-30}{\sqrt{x^2+6x-6}\cdot\left(x^2+6x-6\right)}.$$

б) Здесь применяем формулы $\left(u^n\right)' = n\cdot u^{n-1}\cdot u'$, $\left(a^u\right)' = a^u\cdot\ln a\cdot u'$, а также табличные производные:

$$\left((4^{\cos^2 x} - \cos 2x)^4\right)' = 4(4^{\cos^2 x} - \cos 2x)^3(4^{\cos^2 x} - \cos 2x)' =$$

$$= 4(4^{\cos^2 x} - \cos 2x)^3\left(4^{\cos^2 x}\ln 4\cdot\left(\cos^2 x\right)' + \sin 2x\cdot(2x)'\right) =$$

$$= 4(4^{\cos^2 x} - \cos 2x)^3\left(4^{\cos^2 x}\ln 4\cdot 2\cos x\cdot(-\sin x) + \sin 2x\cdot 2\right) =$$

$$= 4(4^{\cos^2 x} - \cos 2x)^3\left(-4^{\cos^2 x}\cdot 2\ln 2\cdot\sin 2x\cdot + \sin 2x\cdot 2\right) =$$

$$= 8\sin 2x\cdot(4^{\cos^2 x} - \cos 2x)^3\left(-4^{\cos^2 x}\cdot\ln 2 + 1\right).$$

в) Здесь применяем формулы $(\ln|u|)' = \frac{1}{u}\cdot u'$, $(\cos u)' = -\sin u\cdot u'$, $\left(\sqrt{x}\right)' = \frac{1}{2\sqrt{x}}$:

$$y' = \frac{1}{\cos\sqrt{x}}\cdot\left(\cos\sqrt{x}\right)' = \frac{1}{\cos\sqrt{x}}\cdot\left(-\sin\sqrt{x}\right)\cdot\left(\sqrt{x}\right)' = -\frac{tg\sqrt{x}}{2\sqrt{x}}.$$

г) Здесь удобно предварительно воспользоваться свойствами логарифмов: $y=\frac{1}{6}\left(\ln\left(x^6-2\right)-\ln\left(x^6-2\right)\right)$. Теперь дифференцируем, применяя, в частности, формулу $\left(\ln|u|\right)'=\frac{1}{u}\cdot u'$:

$$y'=\frac{1}{6}\left(\ln\left(x^6-2\right)-\ln\left(x^6+2\right)\right)'=\frac{1}{6}\left(\left(\ln\left(x^6-2\right)\right)'-\left(\ln\left(x^6+2\right)\right)'\right)=$$

$$\frac{1}{6}\left(\frac{1}{x^6-2}\left(x^6-2\right)'-\frac{1}{x^6+2}\left(x^6+2\right)'\right)=\frac{1}{6}\left(\frac{6x^5}{x^6-2}-\frac{6x^5}{x^6+2}\right)=$$

$$=x^5\cdot\frac{x^6+2-x^6+2}{\left(x^6-2\right)\left(x^6+2\right)}=\frac{4x^5}{x^{12}-4}.$$

д) Производную от показательно-степенной функции находят с помощью формулы логарифмического дифференцирования $y'=y\cdot\left(\ln y\right)'$:

$$\left((1+x^2)^{\arccos x}\right)'=(1+x^2)^{\arccos x}\cdot\left(\ln(1+x^2)^{\arccos x}\right)'=$$

$$=(1+x^2)^{\arccos x}\cdot\left(\arccos x\cdot\ln\left(1+x^2\right)\right)'=$$

$$=(1+x^2)^{\arccos x}\cdot\left(\left(\arccos x\right)'\cdot\ln\left(1+x^2\right)+\arccos x\cdot\left(\ln\left(1+x^2\right)\right)'\right)=$$

$$=(1+x^2)^{\arccos x}\cdot\left(-\frac{1}{\sqrt{1-x^2}}\cdot\ln\left(1+x^2\right)+\arccos x\cdot\frac{1}{1+x^2}\cdot 2x\right)=$$

$$=(1+x^2)^{\arccos x}\cdot\left(-\frac{\ln\left(1+x^2\right)}{\sqrt{1-x^2}}+\frac{2x\cdot\arccos x}{1+x^2}\right).$$

Ответы: *а*) $y'=\frac{5x-30}{\sqrt{x^2+6x-6}\cdot\left(x^2+6x-6\right)}$;

б) $y'=8\sin 2x\cdot(4^{\cos^2 x}-\cos 2x)^3\left(-4^{\cos^2 x}\cdot\ln 2+1\right)$;

в) $y'=-\frac{tg\sqrt{x}}{2\sqrt{x}}$;

г) $y'=\frac{4x^5}{x^{12}-4}$;

д) $y'=(1+x^2)^{\arccos x}\cdot\left(-\frac{\ln\left(1+x^2\right)}{\sqrt{1-x^2}}+\frac{2x\cdot\arccos x}{1+x^2}\right)$.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 5 ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА

Вариант 1.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$а)y=\frac{3x-4}{\sqrt{x^3+3x-2}};\quad б)y=\left(3^{\sin 2x}-\cos^2 2x\right)^3;$$

$$в)y=\ln\arcsin\sqrt{1-x^2};\ г)y=\ln\sqrt[3]{\frac{2-x^2}{x^3-6x}};\ \ д)y=(2x+3)^{tgx}.$$

Вариант 2.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a)y=\frac{x+3}{\sqrt{x^3-6x-9}};\quad b)y=\left[2^{arctgx}+\ln\left(1+x^2\right)\right]^4;$$

$$в)y=\ln tgx^3;\quad г)y=\ln\sqrt[4]{\frac{3x^2+2}{x^3+2x}};\quad д)y=(1+\cos x)^{x^2}.$$

Вариант 3.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a)y=\frac{2x}{\sqrt{x^3-5x^2+3}};\quad b)y=\left(3^{\cos 3x}+\sin^2 3x\right)^3;$$

$$в)y=arctg\frac{2x+1}{2x-1};\quad г)y=\ln\sqrt[3]{\frac{x^2+3}{x^3+9x}};\ д)y=\left(x^3+2\right)^{\sin x}.$$

Вариант 4.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$a)y=\frac{3x}{\sqrt{x^3-4x^2+1}};\quad b)y=\left(2^{\arcsin x}+\arccos x\right)^4;$$

$$в)y=\ln arcctg\sqrt{x-1};\quad г)y=\ln\sqrt[3]{\frac{2x^2-2}{x^3-3x}};\ д)y=\left(x^2+1\right)^{arctgx}.$$

Вариант 5.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$а)\ y=\frac{3x-8}{\sqrt{x^2+3x-4}};\quad b)\ y=\left(2^{\cos^2 x}+\sin^2 x\right)^3;$$

$$в)\ y=e^{\arcsin\sqrt{1-x}};\quad г)\ y=\ln\sqrt[4]{\frac{5-x^2}{x^3-15x}};\quad д)\ y=(x+1)^{arctg\sqrt{x}}.$$

Вариант 6.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$а)\ y=\frac{4x}{\sqrt{x^3+5x^2-2}};\quad b)\ y=\ln\sqrt[4]{\frac{x^2+4}{x^3+12x}};$$

$$в)\ y=\left(5^{tg2x}-x^2\right)^3;\quad г)\ y=e^{arctg^2\sqrt{2x-1}};\quad д)\ y=(\arcsin x)^{\sqrt{1-x^2}}.$$

Вариант 7.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$а)\ y=\frac{4x+1}{\sqrt{x^2-16x-2}};\quad б)\ y=\left(4^{tg\sqrt{x}}+\sqrt{x}\right)^3;$$

$$в)\ y=\arcsin\ x\sqrt{1-4x^2};\quad г)\ y=\ln\sqrt[3]{\frac{3-x^2}{x^3-9x}};\ д)\ y=(\cos x)^{\cos x}.$$

Вариант 8.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$а)\ y=\frac{2x-3}{\sqrt{x^2+4x-3}};\quad b)\ y=\left(3^{arctg2x}-\ln(1+4x^2)\right)^4;$$

$$в)\ y=\ln\sin(2x^2);\quad г)\ y=\ln\sqrt[5]{\frac{4-3x^2}{x^3-4x}};\quad д)\ y=(tg2x)^{tg2x}.$$

Вариант 9.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$а)\ y=\frac{2x^3+5}{\sqrt{x^4+2x}};\quad b)\ y=\left(4^{\arccos 2x}-\sqrt{1-4x^2}\right)^3;$$

$$в)\ y=\ln\arcsin\frac{2}{\sqrt{x}};\quad г)\ y=\ln\sqrt{\frac{1-x^2}{x^3-3x}};\ д)\ y=(ctgx)^{\sin x}.$$

Вариант 10.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$а)y=\frac{x^3-10}{\sqrt{x^4-8x}};\quad b)y=\left(6^{arcctg3x}+arcctg3x\right)^4;$$

$$в)y=\ln tg\frac{1}{\sqrt{x}};\quad г)y=\ln\sqrt[3]{\frac{10-3x^2}{x^3-10x}};\ д)y=(x+\ln x)^{\frac{1}{x}}.$$

Вариант 11.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$а)y=\frac{3x+2}{\sqrt{x^2+3x+1}};\quad b)y=(2^{tg3x}-\sec 3x)^5;$$

$$в)y=arctg\frac{2\sqrt{x}}{1-x};\quad г)y=\ln\sqrt[4]{\frac{2x-3}{x^2-4x+6}};\quad д)y=\left(1+\frac{1}{x}\right)^{x^2}.$$

Вариант 12.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$а)y=\frac{5x-2}{\sqrt{x^2+5x-1}};\quad b)y=\left(3^{\cos 2x}+\cos^2 x\right)^4;$$

$$в)y=e^{arctg\sqrt{x^4-1}};\quad г)y=\ln\sqrt{\frac{5-4x}{x^2+8x-10}};\quad д)y=(\arcsin\sqrt{x})^{2\sqrt{x}}.$$

Вариант 13.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$а)y=\frac{2x-7}{\sqrt{x^2+8x-14}},\quad б)y=(5^{ctg2x}+\operatorname{cosec}2x)^3;$$

$$в)y=\ln\arccos\frac{1}{x};\quad г)y=\ln\sqrt[8]{\frac{4x^2-1}{4x^2+1}};\quad д)y=(tg2x)^{\cos 2x}.$$

Вариант 14.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$а)y=\frac{3x-4}{\sqrt{x^2+9x-6}};\quad ,)y=(5^{\sin^2 x}-\cos 2x)^3;$$

$$в)y=\ln\cos e^{-4x};\quad г)y=\ln\sqrt[3]{\frac{x^3-2}{x^3+2}};\quad д)y=(1-x^2)^{\arcsin x}.$$

Вариант 15.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$а) y = \frac{5x+4}{\sqrt{x^2-5x-2}}; \quad b) y = (2^{\arcsin x} - \sqrt{1-x^2})^5;$$

$$в) y = e^{arctg^3\sqrt{x^2-1}}; \quad г) y = \ln\sqrt[3]{\frac{3x^2-2}{3x^2+2}}; \quad д) y = (ctg\,4x)^{\sin 4x}.$$

Вариант 16.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$а)\ y = \frac{4x+3}{\sqrt[3]{x^3-4x-1}}; \quad б)\ y = \left(2^{\arccos\sqrt{x}} - \sqrt{1-x}\right)^4;$$

$$в)\ y = \ln tg\, e^{2\sqrt{x}}; \quad г)\ y = \ln\sqrt[4]{\frac{2x^2-3}{2x^2+3}}; \quad д)\ y = (ctg\ x)^{\sin^2 x}.$$

Вариант 17.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$а)\ y = \frac{5x-6}{\sqrt[3]{x^3+5x-2}}; \quad б)\ y = \left(3^{ctg^2 x} + \ln\sin x\right)^3;$$

$$в)\ y = e^{arcctg\sqrt{4x-1}}; \quad г)\ y = \ln\sqrt[3]{\frac{2x^3+1}{2x^3-1}}; \quad д) y = (\sin x)^{\cos x}.$$

Вариант 18.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$а)\ y = \frac{2x+1}{\sqrt[3]{x^3+6x+1}}; \quad б) y = (5^{tg^2 x} + \sec^2 x)^3;$$

$$в)\ y = e^{arc\cos\sqrt{1-x^2}}; \quad г)\ y = \ln\sqrt[3]{\frac{3x+1}{3x-1}}; \quad д) y = (2+x)^x.$$

Вариант 19.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

а) $y=\dfrac{3x-1}{\sqrt[3]{x^3+9x-1}}$; *б)* $y=\left[3^{arctg2x}+\ln(1+2x^2)\right]^4$;

в) $y=\ln \arccos\dfrac{1}{\sqrt{2x}}$; *г)* $y=\ln\sqrt{\dfrac{3x^2-4}{3x^2+4}}$; *д)* $y=(\sin 2x)^{tg2x}$.

Вариант 20.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

а) $y=\dfrac{2x-3}{\sqrt[3]{x^3-8x+4}}$; *б)* $y=(4^{tg2x}-tg2x)^5$;

в) $y=\ln\ arcctg\dfrac{1}{x}$; *г)* $y=\ln\sqrt[4]{\dfrac{x^4-3}{x^4+3}}$; *д)* $y=(x^4+1)^{1/x}$.

Вариант 21.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

а) $y=\dfrac{x^3-10}{\sqrt{x^4-8x}}$; *б)* $y=\left(6^{arcctg3x}+arcctg3x\right)^4$;

в) $y=\ln \arcsin\dfrac{2}{\sqrt{x}}$; *г)* $y=\ln\sqrt{\dfrac{1-x^2}{x^3-3x}}$; *д)* $y=(ctg\ x)^{\sec x}$.

Вариант 22.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

а) $y=\dfrac{3x}{\sqrt{x^3-4x^2+1}}$; *б)* $y=\left(2^{\arcsin x}+\arccos x\right)^4$;

в) $y=arctg\dfrac{2x+1}{2x-1}$; *г)* $y=\ln\sqrt{\dfrac{x^2+3}{x^3+9x}}$; *д)* $y=(x^3+2)^{\sin x}$.

Вариант 23.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

а) $y=\dfrac{5x-2}{\sqrt{x^2+5x-1}}$; *б)* $y=\left(3^{\cos 2x}+\cos^2 x\right)^4$;

в) $y=\ln tg\dfrac{1}{\sqrt{x}}$; *г)* $y=\ln\sqrt[3]{\dfrac{10-3x^2}{x^3-10x}}$; *д)* $y=\left(x+\ln x\right)^{1/x}$.

Вариант 24.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$а)\ y=\frac{3x+2}{\sqrt{x^2+3x+1}};\quad б)\ y=\left(2^{tg3x}-\sec 3x\right)^5;$$

$$в)\ y=\ln arctg\sqrt{x-1};\quad г)\ y=\ln\sqrt[3]{\frac{2x^2-2}{x^3-3x}};\quad д)\ y=\left(x^2+1\right)^{arctg\,x}.$$

Вариант 25.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$а)\ y=\frac{3x-4}{\sqrt{x^2+9x-6}};\quad б)\ y=\left(5^{\sin^2 x}-\cos 2x\right)^3;$$

$$в)\ y=e^{\arccos\sqrt{1-x^2}};\quad г)\ y=\ln\sqrt[3]{\frac{3x+1}{3x-1}};\quad д)\ y=\left(\cos 2x\right)^{tg\,2x}.$$

Вариант 26.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$а)\ y=\frac{2x-7}{\sqrt{x^2+8x-14}};\quad б)\ y=\left(5^{ctg\,2x}+\cos 2x\right)^3;$$

$$в)\ y=arctg\frac{2\sqrt{x}}{1-x};\quad г)\ y=\ln\sqrt[4]{\frac{2x-3}{x^2-4x+6}};\quad д)\ y=\left(1+\frac{1}{x}\right)^{x^2}.$$

Вариант 27.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

$$а)\ y=\frac{3x-4}{\sqrt{x^3+3x-2}};\quad б)\ y=\left(3^{\sin 2x}-\cos^2 2x\right)^3;$$

$$в)\ y=\ln\arccos\frac{1}{x};\quad г)y=\ln\sqrt[8]{\frac{4x^2-1}{4x^2+1}};\quad д)\ y=\left(tg\,2x\right)^{\cos 2x}.$$

Вариант 28.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

а) $y = \dfrac{5x+4}{\sqrt{x^2-5x-2}}$; *б)* $y = \left(2^{\arcsin x} - \sqrt{1-x^2}\right)^5$;

в) $y = \ln\cos e^{-4x}$; *г)* $y = \ln\sqrt[3]{\dfrac{x^3-2}{x^3+2}}$; *д)* $y = \left(1-x^2\right)^{\arcsin x}$.

Вариант 29.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

а) $y = \dfrac{3x-8}{\sqrt{x^2+3x-4}}$; *б)* $y = \left(2^{\cos^2 x} + \sin^2 x\right)^3$;

в) $y = e^{arctg^2\sqrt{2x-1}}$; *г)* $y = \ln\sqrt[3]{\dfrac{3x^2-2}{3x^2+2}}$; *д)* $y = (\cos 2x)^{tg\,2x}$.

Вариант 30.

Найти производные функциональные зависимости для данных функциональных зависимостей.

а) $y = \dfrac{3x+2}{\sqrt{x^2+3x+1}}$; *б)* $y = \left(2^{tg3x} - \sec 3x\right)^5$;

в) $y = e^{arctg\sqrt{x^4-1}}$; *г)* $y = \ln\sqrt{\dfrac{5-4x}{x^2+8x-10}}$; *д)* $y = (tg\,2x)^{\cos 2x}$.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 6 «ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ФУНКЦИЙ И ПОСТРОЕНИЕ ИХ ГРАФИКОВ»

Пример решения задания 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график: $y=\dfrac{x^3}{2(x+1)^2}$.

Решение. Полное исследование функции осуществим по плану:

1) Исследование функции средствами элементарной математики.

2) Исследование функции на наличие асимптот её графика.

3) Исследование функции на возрастание, убывание, максимум, минимум с помощью первой производной.

4) Исследование функции на выпуклость и вогнутость её графика, точки перегиба с помощью второй производной.

5) Построение графика функции по результатам проделанного исследования.

Выполним намеченный план для функции $f(x)=\dfrac{x^3}{2(x+1)^2}$.

1) Область определения функции $D(f)=(-\infty;-1)\cup(-1;+\infty)$. Точка разрыва (т.р.) функции: $x=-1$. График пересекает оси координат только в начале координат $(0;0)$.

2) В точке разрыва $x=-1$ может быть вертикальная асимптота $x=-1$, если предел функции слева или справа в этой точке бесконечен. Найдём пределы слева и справа: $\lim\limits_{x\to-1-0}\dfrac{x^3}{2(x+1)^2}=\dfrac{(-1-0)^3}{2(-1-0+1)^2}=\dfrac{-1}{+0}=-\infty$,

$\lim\limits_{x\to-1+0}\dfrac{x^3}{2(x+1)^2}=\dfrac{(-1+0)^3}{2(-1+0+1)^2}=\dfrac{-1}{+0}=-\infty$. Значит, прямая линия $x=-1$ является вертикальной асимптотой. При этом точка разрыва уже не может быть далее точкой максимума, минимума или точкой перегиба.

Исследуем функцию на наличие наклонной асимптоты $y=kx+b$, существование которой обусловлено наличием конечных пределов $k=\lim\limits_{x\to\infty}\dfrac{f(x)}{x}$, $b=\lim\limits_{x\to\infty}\left(f(x)-kx\right)$. Находим эти пределы:

$$k=\lim_{x\to\infty}\frac{x^3}{2(x+1)^2}\Big/x=\lim_{x\to\infty}\frac{x^2}{2(x+1)^2}=\frac{1}{2}\lim_{x\to\infty}\frac{x^2}{x^2+2x+1}=$$

$$=\frac{1}{2}\lim_{x\to\infty}\frac{1}{1+\dfrac{2}{x}+\dfrac{1}{x^2}}=\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{1+0+0}=\frac{1}{2};$$

$$b=\lim_{x\to\infty}\left(\frac{x^3}{2(x+1)^2}-\frac{1}{2}x\right)=\frac{1}{2}\lim_{x\to\infty}\frac{x^3-x\cdot(x+1)^2}{(x+1)^2}=\frac{1}{2}\lim_{x\to\infty}\frac{x^3-x^3-2x^2-x}{(x+1)^2}=$$

$$=\frac{1}{2}\lim_{x\to\infty}\frac{-2x^2-x}{x^2+2x+1}=\frac{1}{2}\lim_{x\to\infty}\frac{-2-\frac{1}{x}}{1+\frac{2}{x}+\frac{1}{x^2}}=\frac{1}{2}\cdot\frac{-2-0}{1+0+0}=-1.$$

Итак, существует наклонная асимптота $y=\frac{1}{2}x-1$.

3) Находим первую производную функции:

$$f'(x)=\frac{1}{2}\left(\frac{x^3}{(x+1)^2}\right)'=\frac{1}{2}\cdot\frac{\left(x^3\right)'(x+1)^2-x^3\left((x+1)^2\right)'}{(x+1)^4}=$$

$$=\frac{1}{2}\cdot\frac{3x^2\cdot(x+1)^2-x^3\cdot2(x+1)}{(x+1)^4}=\frac{1}{2}\cdot\frac{3x^2\cdot(x+1)-x^3\cdot2}{(x+1)^3}=$$

$$=\frac{1}{2}\cdot\frac{3x^3+3x^2-2x^3}{(x+1)^3}=\frac{1}{2}\cdot\frac{x^3+3x^2}{(x+1)^3}.$$

Приравниваем первую производную нулю и решаем уравнение $\frac{1}{2}\cdot\frac{x^3+3x^2}{(x+1)^3}=0\Leftrightarrow\begin{cases}x^3+3x^2=0,\\(x+1)^3\neq0;\end{cases}\Leftrightarrow\begin{cases}x=0\quad или\quad x=-3,\\x\neq-1.\end{cases}$

Замечание. Критических точек, где $f'(x)$ не существует, в $D(f)$ нет.

Изобразим полученные точки и интервалы между ними на числовой оси (Рис.1), отметим знаки первой производной в этих интервалах и поведение функции – возрастание или убывание.

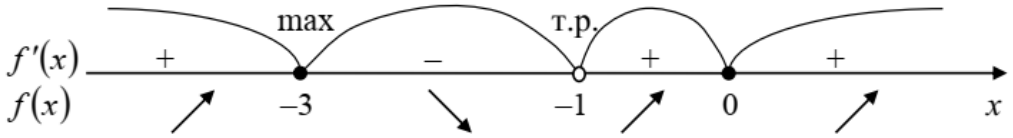


Рис.1. Знаки первой производной и поведение функции в примере задания 1.

Находим $y_{\max}=f(-3)=-\frac{27}{8}=-3\frac{3}{8}$.

4) Находим вторую производную функции:

$$f''(x)=\left(f'(x)\right)'=\frac{1}{2}\left(\frac{x^3+3x^2}{(x+1)^3}\right)'=\frac{1}{2}\frac{\left(x^3+3x^2\right)'(x+1)^3-\left(x^3+3x^2\right)\left((x+1)^3\right)'}{(x+1)^6}=$$

$$=\frac{1}{2}\frac{\left(3x^2+6x\right)(x+1)^3-\left(x^3+3x^2\right)3(x+1)^2}{(x+1)^6}=\frac{1}{2}\frac{\left(3x^2+6x\right)(x+1)-\left(x^3+3x^2\right)\cdot3}{(x+1)^4}=$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{3x^3 + 3x^2 + 6x^2 + 6x - 3x^3 - 9x^2}{(x+1)^4} = \frac{3x}{(x+1)^4}.$$

Приравниваем вторую производную нулю и решаем уравнение

$$\frac{3x}{(x+1)^4} = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} 3x = 0, \\ (x+1)^4 \neq 0; \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = 0, \\ x \neq -1. \end{cases}$$

Замечание. Критических точек, где $f''(x)$ не существует, в $D(f)$ нет.

Изобразим полученные точки и интервалы между ними на числовой оси (рис.2), отметим знаки второй производной в этих интервалах и свойство графика функции – выпуклость или вогнутость.



Рис.2. Знаки второй производной и поведение графика функции в примере задания 1. При $x = 0$ имеем точку перегиба. Находим $y_{\text{т.п.}} = f(0) = 0$.

5) Построим график функции по результатам проделанного исследования (рис.3).

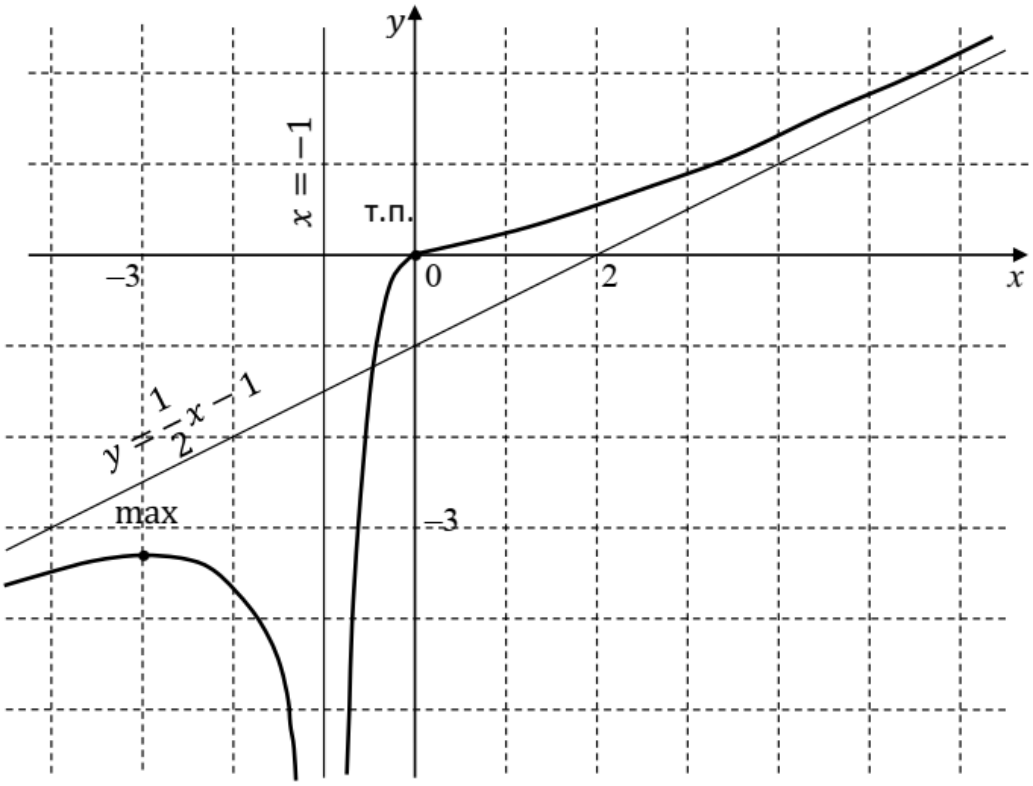


Рис.3. График исследованной функции $y = \dfrac{x^3}{2(x+1)^2}$ в примере задания 1.

Пример решения задания 2. На эллипсе $2x^2 + y^2 = 18$ даны две точки $A(1;\ 4)$, $B(3;\ 0)$. Найти на данном эллипсе третью точку C, такую, чтобы площадь треугольника ABC была наибольшей.

Решение. Приведём уравнение эллипса к канонической форме: $\frac{x^2}{3^2} + \frac{y^2}{\left(3\sqrt{2}\right)^2} = 1$. Полуоси эллипса – малая $a = 3$ и большая $b = 3\sqrt{2} \approx 4{,}24$ (его фокусы расположены на оси Oy). Построим эллипс, три точки на нём $A(1;\ 4)$, $B(3;\ 0)$ и $C(x;\ y)$, и треугольник ABC (рис.4).

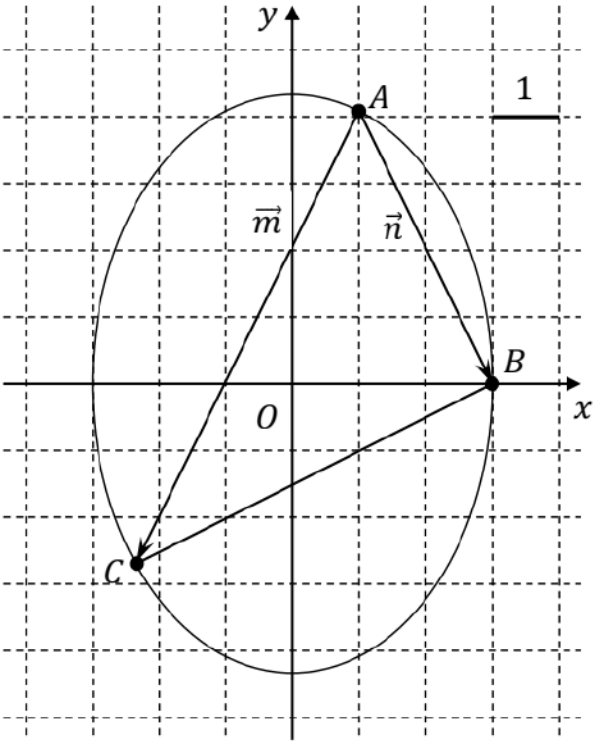


Рис.3. Эллипс, треугольник ABC и векторы $\vec{m}$ и $\vec{n}$ в примере задания 6.

Площадь треугольника ABC найдём по формуле $S = \frac{1}{2}\left|\vec{m} \times \vec{n}\right|$, где $\vec{m}$ и $\vec{n}$ – векторы, порождённые направленными отрезками $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AB}$. Составим эти векторы, найдём их векторное произведение и его модуль:

$$\vec{m} = (x_C - x_A)\vec{i} + (y_C - y_A)\vec{j} = (x-1)\vec{i} + (y-4)\vec{j},$$

$$\vec{n} = (x_B - x_A)\vec{i} + (y_B - y_A)\vec{j} = (3-1)\vec{i} + (0-4)\vec{j} = 2\vec{i} - 4\vec{j},$$

$$\vec{m} \times \vec{n} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ x-1 & y-4 & 0 \\ 2 & -4 & 0 \end{vmatrix} = \vec{k}(-4x - 2y + 12),$$

$$\left|\vec{m} \times \vec{n}\right| = \left|-4x - 2y + 12\right| = \left|4x + 2y - 12\right|.$$

Тогда $S = \left|2x + y - 6\right|$. Далее удобнее исследовать на максимум функцию $z = S^2$, т.е. $z = (2x + y - 6)^2$, при условии, что $2x^2 + y^2 = 18$. Если z имеет

максимум, то и S имеет максимум, и наоборот. Итак, получаем задачу на максимум функции двух переменных с уравнением связи:

$$\begin{cases} z=(2x+y-6)^2 \to \max, & (1) \\ 2x^2+y^2=18. & (2) \end{cases}$$

Выразим x через y из уравнения (2) и подставим в уравнение (1), учитывая, что максимум функции может быть достигнут только для отрицательных значений x, чтобы высота треугольника *ABC* была максимальной:

$$x=-\sqrt{\frac{18-y^2}{2}}, \quad z=\left(-\sqrt{\frac{18-y^2}{2}}+y-6\right)^2, \quad y\in\left[-3\sqrt{2};3\sqrt{2}\right]\approx[-4{,}24;4{,}24]$$

Находим производную z по y и приравниваем её нулю:

$$z'=2\left(-\sqrt{\frac{18-y^2}{2}}+y-6\right)\cdot\left(-\sqrt{\frac{18-y^2}{2}}+y-6\right)'=$$

$$=2\left(-\sqrt{\frac{18-y^2}{2}}+y-6\right)\cdot\left(\frac{y}{\sqrt{36-2y^2}}+1\right);$$

$$z'=0, \quad 2\left(-\sqrt{\frac{18-y^2}{2}}+y-6\right)\cdot\left(\frac{y}{\sqrt{36-2y^2}}+1\right)=0.$$

Выражение в первой скобке последнего уравнения пропорционально площади S, потому при максимальном значении S оно не должно равняться нулю. Поэтому нулю равен второй множитель в левой части последнего уравнения:

$$\frac{y}{\sqrt{36-2y^2}}+1=0 \Leftrightarrow y=-\sqrt{36-2y^2} \Leftrightarrow \begin{cases} y\le 0, \\ y^2=36-2y^2 \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} y\le 0, \\ y=\pm 2\sqrt{3} \end{cases} \Leftrightarrow y=-2\sqrt{3}\approx -3{,}46.$$

Отсюда $x=-\sqrt{\frac{18-\left(-2\sqrt{3}\right)^2}{2}}=-\sqrt{3}$. Заметим, что при $y=-4$ имеем:

$$z'=2\left(-\sqrt{\frac{18-(-4)^2}{2}}-4-6\right)\cdot\left(\frac{-4}{\sqrt{36-2(-4)^2}}+1\right)=-22\cdot(-1)=22>0.$$

При $y=0$ имеем: $z'=2\left(-\sqrt{\frac{18}{2}}-0-6\right)\cdot\left(\frac{0}{\sqrt{36}}+1\right)=-18<0$. Так как производная меняет знак с плюса на минус при переходе через точку $y=-2\sqrt{3}\approx -3{,}46$ слева направо, то исследуемая функция имеет максимум в этой точке.

Таким образом, площадь треугольника *ABC* будет максимальной для точки $C\left(-\sqrt{3};-2\sqrt{3}\right)$.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 6 ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА

Вариант 1

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y=\frac{x^3+4}{x^2}.$$

Задание 2. Требуется изготовить открытый сверху цилиндрический сосуд максимальной вместимости. Каковы должны быть размеры сосуда (радиус основания *R* и высота *H*), если на его изготовление имеется *S*=84,82 *дм*^{2} материала (*S*≈27π)?

Вариант 2

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y=\frac{x^2}{(x-1)^2}.$$

Задание 2. Требуется поставить палатку в форме правильной четырёхугольной пирамиды заданной боковой поверхности *S*=4$\sqrt{3}$ *м*^{2}. Каковы должны быть размеры палатки (сторона основания a и высота *H*), чтобы вместимость палатки была наибольшей?

Вариант 3

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y=\frac{12-3x^2}{x^2+12}.$$

Задание 2. Равнобедренный треугольник, периметр которого $p=12$, вращается вокруг основания. Найти основание a, при котором полученное тело вращение имеет наибольший объём.

Вариант 4

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y=\frac{4-x^3}{x^2}.$$

Задание 2. В эллипс $\frac{x^2}{128}+\frac{y^2}{32}=1$ вписать прямоугольник наибольшей площади. Найти стороны этого прямоугольника, если они параллельны осям эллипса.

Вариант 5

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y=\frac{x^2-x+1}{x-1}.$$

Задание 2. Требуется изготовить закрытый цилиндрический бак максимальной вместимости. Каковы должны быть размеры бака (радиус R и высоты H), если на его изготовление имеется S=18,84 $м^2$ материала (S≈6π).

Вариант 6

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y=\frac{4x^2}{3+x^2}.$$

Задание 2. В прямоугольной системе координат через точку $M(2;3)$ проведена прямая, которая вместе с осями координат образует треугольник, расположенный в первом квадранте. Каковы должны быть отрезки, отсекаемые прямой на осях координат, чтобы площадь треугольника была наименьшей?

Вариант 7

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y=\frac{x^2-3x+3}{x-1}.$$

Задание 2. Резервуар, открытый сверху, имеет форму прямоугольного параллелепипеда с квадратным основанием. Каковы должны быть размеры резервуара, чтобы на его изготовление пошло наименьшее количество материала, если он должен вмещать 256 *л* воды?

Вариант 8

Задание 6. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y=\frac{x^2-3x+3}{x-1}.$$

Задание 7. Требуется вырыть яму цилиндрической формы с круглым основанием и вертикальной боковой поверхностью заданного объёма V=25 $м^3$ (V≈8π). Каковы должны быть линейные размеры ямы (радиус R высота H), чтобы на облицовку её дна и боковой поверхности пошло наименьшее количество материала.

Вариант 9

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{2x^3 + 1}{x^2}.$$

Задание 2. Из круглого бревна радиуса $R = 2\sqrt{3}$ требуется вырезать балку прямоугольного сечения с основанием b и высотой h. Прочность балки пропорциональна bh^2. При каких значениях b и h прочность балки будет наибольшей?

Вариант 10

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \left(\frac{x-1}{x}\right)^2.$$

Задание 2. Требуется изготовить закрытый цилиндрический бак заданного объёма V=50 *м*^{3} ($V \approx 16\pi$). Каковы должны быть размеры бака (радиус R и высота H), чтобы на его изготовление пошло наименьшее количество материала?

Вариант 11

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{x^2}{(x-1)^2}.$$

Задание 2. Из бревна, имеющего форму усеченного конуса, надо вырезать балку, поперечное сечение которой представляет собой квадрат, а ось совпадает с осью бревна. Найти размеры балки (сторону квадрата a и длину b), при которых объём балки будет наибольшим. Диаметр большего основания бревна равен 2 *м*, диаметр меньшего основания бревна равен 1 *м*, а длина бревна (считая по оси) равна 10 *м*.

Вариант 12

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \left(1 + \frac{1}{x}\right)^2.$$

Задание 2. Требуется поставить палатку в форме правильной четырёхугольной пирамиды заданной боковой поверхности S=4$\sqrt{3}$ *м*^{2}. Каковы должны быть размеры палатки (сторона основания a и высота H), чтобы вместимость палатки была наибольшей?

Вариант 13

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{12 - 3x^2}{x^2 + 12}.$$

Задание 2. Равнобедренный треугольник, периметр которого $p = 12$, вращается вокруг основания. Найти основание a, при котором полученное тело вращение имеет наибольший объём.

Вариант 14

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{x^3}{2(x-1)^2}.$$

Задание 2. Цистерна имеет форму прямого кругового цилиндра, завершённого с одной стороны полушарием. Вместимость цистерны V=41,89 *м*^{3} ($V \approx \frac{40}{3}\pi$). Найти радиус цилиндра, при котором цистерна будет иметь наименьшую полную поверхность.

Вариант 15

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = -\frac{8x}{x^2 + 4}.$$

Задание 2. Сечение оросительного канала имеет форму равнобокой трапеции, боковые стороны которой равны меньшему основанию. При каком угле наклона боковых сторон сечение канала будет иметь наибольшую площадь?

Вариант 16

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{3x^4 + 1}{x^3}.$$

Задание 2. Сечение тоннеля имеет форму прямоугольника, завершённого сверху полукругом. Периметр сечения P=35,7 *м* ($P \approx 20+5\pi$). При каком радиусе полукруга площадь сечения будет наибольшей?

Вариант 17

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \left(\frac{x-1}{x+1}\right)^2.$$

Задание 2. Требуется изготовить полотняный шатёр, имеющий форму прямого кругового конуса заданной вместимости V=14,14 $м^3$ ($V \approx \frac{9}{2}\pi$). Каковы должны быть размеры конуса (высота H и радиус основания R), чтобы на шатёр ушло наименьшее количество полотна?

Вариант 18

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{4x}{(x+1)^2}.$$

Задание 2. Из прямоугольного листа жести размером $24 \times 9\, см^2$ требуется изготовить открытую сверху коробку, вырезая по углам листа равные квадраты и загибая оставшиеся боковые полосы под прямым углом. Каковы должны быть стороны вырезаемых квадратов, чтобы вместимость коробки была наибольшей?

Вариант 19

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{1-2x^3}{x^2}.$$

Задание 2. Найти высоту конуса наибольшего объёма, который можно вписать в шар радиуса R.

Вариант 20

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{8(x-1)}{(x+1)^2}.$$

Задание 2. Равнобедренный треугольник, вписанный в окружность радиуса R=3, вращается вокруг основания. Найти высоту треугольника h, при котором полученное тело вращения имеет наибольший объём.

Вариант 21

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{8x}{(x-2)^2}.$$

Задание 2. Чтобы по возможности уменьшить трение жидкости о стенки канала, площадь, смачиваемая водой, должна быть возможно меньшей. Показать, что лучшей формой открытого прямоугольного канала с заданной площадью поперечного сечения является такая, при которой ширина канала превышает вдвое его высоту.

Вариант 22

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{x^2}{2(x-1)}.$$

Задание 2. Резервуар должен иметь квадратное дно и быть открытым сверху. Его нужно выложить внутри свинцом. Каковы должны быть размеры резервуара ёмкостью 0,32 кубических единиц, чтобы выкладка требовала наименьшего количества свинца?

Вариант 23

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = x - 2 + \frac{4}{x-2}.$$

Задание 2. Требуется поставить палатку в форме правильной четырёхугольной пирамиды заданной боковой поверхности $S = 4\sqrt{3}\ м^2$. Каковы должны быть размеры палатки (сторона основания a и высота H), чтобы вместимость палатки была наибольшей?

Вариант 24

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{4x^3}{3(x^2+1)}.$$

Задание 2. Кровельщик желает сделать открытый жёлоб наибольший вместимости, у которого дно и бока были бы шириной 10 *см* и бока были бы одинаково наклонены ко дну. Какова должна быть ширина жёлоба наверху?

Вариант 25

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{x^3 - 32}{x^2}.$$

Задание 2. Требуется изготовить закрытый цилиндрический бак заданного объёма V=50 $м^3$ ($V \approx 16\pi$). Каковы должны быть размеры бака (радиус R и

высота *H*), чтобы на его изготовление пошло наименьшее количество материала?

Вариант 26

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \left(\frac{x}{x+2} \right)^2 .$$

Задание 2. Из бревна, имеющего форму усечённого конуса (диаметр большего основания равен 2 *дм*, меньшего 1 *дм*, длина бревна, считая по оси, равна 18 *дм*), надо вырезать балку, поперечное сечение которой есть квадрат, а ось совпадает с осью бревна. Найти размеры балки (сторону квадрата a и длину балки b), при которых объём балки будет наибольшим.

Вариант 27

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{x^3 - 27x + 54}{x^3} .$$

Задание 2. Цистерна имеет форму кругового цилиндра, завершённого с одной стороны полушарием. Вместимость цистерны V=41,89 *м*^{3} ($V \approx \frac{40}{3}\pi$). Найти радиус цилиндра *R*, при котором цистерна имеет наименьшую полную поверхность.

Вариант 28

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{3x - 2}{x^3} .$$

Задание 2. Из круглого бревна радиуса $R = 2\sqrt{3}$ требуется вырезать балку прямоугольного сечения с основанием b и высотой h. Прочность балки пропорциональна bh^2. При каких значениях b и h прочность балки будет наибольшей?

Вариант 29

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{2x^2}{2x - 1} .$$

Задание 2. Сечение оросительного канала имеет форму равнобокой трапеции, боковые стороны которой равны меньшему основанию. При каком угле наклона боковых сторон сечение канала будет иметь наибольшую площадь?

Вариант 30

Задание 1. Провести полное исследование функциональной зависимости и построить её график:

$$y = \frac{x^3 - 4}{x^2}.$$

Задание 2. Равнобедренный треугольник, периметр которого $P = 12$, вращается вокруг основания. Найти основание a, при котором полученное тело вращения имеет наибольший объём.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 7 «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИИ НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ»

7.1. Вычисление приближённых значений с использованием функции нескольких переменных

Пусть требуется вычислить приближенно число A как значение функции $f(x, y)$ в некоторой точке (x_1, y_1), т. е. $A = f(x_1, y_1)$. Предполагается, что без применения вычислительных средств этого сделать нельзя для точки (x_1, y_1), но можно сделать для некоторой близкой к ней точке (x_0, y_0) (ее назовем "удобной" точкой).

В этом случае справедлива следующая формула:

$$A = f(x_1, y_1) = f(x_0 + \Delta x, y_0 + \Delta y) \approx f(x_0, y_0) + f_x'(x_0, y_0)\Delta x + f_y'(x_0, y_0)\Delta y, \quad (1)$$

где $\Delta x = x_1 - x_0$, $\Delta y = y_1 - y_0$ – приращения аргументов, $f_x'(x_0, y_0), f_y'(x_0, y_0)$ – значения частных производных от функции $f(x, y)$ в точке (x_0, y_0).

Пример 1. Вычислить приближенно число $A = \sqrt[5]{(2{,}97)^3 + (2{,}02)^2 + 1}$, используя функцию нескольких переменных.

Решение: Возьмем функцию $f(x, y) = \sqrt[5]{x^3 + y^2 + 1}$. Тогда $A = \sqrt[5]{(2{,}97)^3 + (2{,}02)^2 + 1} = f(2{,}97;\ 2{,}02)$, $x_1 = 2{,}97$, $y_1 = 2{,}02$. Выбираем два числа 3 и 2, близкие к числам 2,97 и 2,02, следовательно "удобная" точка $(x_0, y_0) = (3,\ 2)$, так как в этой точке точно вычисляется значение нашей функции: $f(x_0, y_0) = f(3,\ 2) = \sqrt[5]{3^3 + 2^2 + 1} = 2$. Тогда приращения $\Delta x, \Delta y$ равны $\Delta x = x_1 - x_0 = 2{,}97 - 3 = -0{,}03;\ \Delta y = y_1 - y_0 = 2{,}02 - 2 = 0{,}02$.

Чтобы применить формулу (1), необходимо найти значения частных производных от функции $f(x, y)$ по каждому аргументу в точке (x_0, y_0). Сначала ищем частные производные $f_x'(x, y)$, $f_y'(x, y)$:

$$f_x'(x, y) = \left(\sqrt[5]{x^3 + y^2 + 1}\right)_x' = \left(\left(x^3 + y^2 + 1\right)^{1/5}\right)_x' = \frac{1}{5}\left(x^3 + y^2 + 1\right)^{-4/5} \cdot \left(x^3 + y^2 + 1\right)_x' =$$

$$= \frac{1}{5}\frac{1}{\sqrt[5]{\left(x^3+y^2+1\right)^4}}\cdot 3x^2,\ f'_y(x,y) =$$

$$= \left(\sqrt[5]{x^3+y^2+1}\right)'_y = \left(\left(x^3+y^2+1\right)^{1/5}\right)'_y = \frac{1}{5}\left(x^3+y^2+1\right)^{-4/5}\cdot\left(x^3+y^2+1\right)'_y =$$

$$= \frac{1}{5}\frac{1}{\sqrt[5]{\left(x^3+y^2+1\right)^4}}\cdot 2y\,.$$

Тогда формула (1) примет вид

$$A = f(x_1, y_1) = f(x_0+\Delta x,\ y_0+\Delta y) \approx \sqrt[5]{x_0^3+y_0^2+1} +$$

$$+\frac{1}{5}\frac{1}{\sqrt[5]{\left(x_0^3+y_0^2+1\right)^4}}\cdot 3x_0^2\cdot\Delta x + \frac{1}{5}\frac{1}{\sqrt[5]{\left(x_0^3+y_0^2+1\right)^4}}\cdot 2y_0\cdot\Delta y\,. \qquad (2)$$

Подставляем в $f'_x(x,y)$, $f'_y(x,y)$ вместо (x,y) точку (x_0, y_0):

$$f'_x(x_0,y_0) = f'_x(3,\ 2) = \frac{1}{5}\frac{1}{\sqrt[5]{\left(3^3+2^2+1\right)^4}}\cdot 3(3)^2 = \frac{27}{5\cdot 16} = \frac{27}{80},$$

$$f'_y(x_0,y_0) = f'_y(3,\ 2) = \frac{1}{5}\frac{1}{\sqrt[5]{\left(3^3+2^2+1\right)^4}}\cdot 2\cdot 2 = \frac{4}{5\cdot 16} = \frac{1}{20}\cdot$$

Окончательно, подставляя в равенство (2), все необходимые данные, получим $A = \sqrt[5]{(2{,}97)^3+(2{,}02)^2+1} \approx 2+\frac{27}{80}\cdot(-0{,}03)+\frac{1}{20}\cdot 0{,}02 = 1{,}9909.$

7.2. Экстремум функции нескольких переменных

Пример решения задания. Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x,y) = 2x^2 + xy + y^2 - 4x - y + 5\,.$$

Решение. Приведём сначала теоретические сведения.

Необходимое условие экстремума. Дифференцируемая функция двух переменных в функциональной зависимости $z = f(x,y)$ может иметь экстремум только в *стационарных точках*, в которых ее частные производные f'_x, f'_y обращаются в нуль. Все точки, подозрительные на экстремум, находятся из условия:

$$\begin{cases} f'_x(x,y) = 0, \\ f'_y(x,y) = 0. \end{cases} \qquad (1)$$

Достаточное условие экстремума. Чтобы ответить на вопрос о том, является ли точка $M_0(x_0, y_0)$, найденная из условия (1), точкой экстремума,

проверяется достаточный признак наличия или отсутствия экстремума. А именно, вычисляются значения вторых производных в этой точке $A = f''_{xx}(x_0, y_0)$, $B = f''_{xy}(x_0, y_0)$, $C = f''_{yy}(x_0, y_0)$, $\Delta = AC - B^2$. Тогда, если:

$\Delta > 0, A > 0$, то $M_0(x_0, y_0)$ – точка минимума,

$\Delta > 0, A < 0$, то $M_0(x_0, y_0)$ – точка максимума,

$\Delta < 0$, то $M_0(x_0, y_0)$ – не является точкой экстремума, (2)

$\Delta = 0$, то требуется дополнительное исследование.

Исследуем на экстремум функциональную зависимость

$$z = f(x, y) = 2x^2 + xy + y^2 - 4x - y + 5.$$

Сначала найдем стационарные точки для данной функции. Частные производные равны $f'_x(x, y) = 4x + y - 4$, $f'_y(x, y) = 2y + x - 1$. Решая систему (1), которая для нашей задачи примет вид $\begin{cases} f'_x(x, y) = 4x + y - 4 = 0, \\ f'_y(x, y) = 2y + x - 1 = 0, \end{cases}$ получим:

$$\begin{cases} 4x + y - 4 = 0, \\ 2y + x - 1 = 0, \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} y = 4 - 4x, \\ 2(4 - 4x) + x - 1 = 0, \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} y = 4 - 4x, \\ -7x = -7, \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = 1, \\ y = 0. \end{cases}$$

Итак, точка $M_0(1, 0)$ – подозрительная на экстремум. Проверим для точки $M_0(1, 0)$ выполнимость достаточного признака экстремума (выполнимость одного из условий 1–4 из (2)). В нашем случае имеем:

$A = f''_{xx}(1, 0) = 4$, $B = f''_{xy}(1, 0) = 1$, $C = f''_{yy}(1, 0) = 2$,

$\Delta = AC - B^2 = 4 \cdot 2 - 1 = 7 > 0$, $A = 4 > 0$. Значит, точка $M_0(1, 0)$ является точкой минимума для функции $z = 2x^2 + xy + y^2 - 4x - y + 5$. При этом

$$z_{\min} = f(1, 0) = 2 \cdot 1^2 + 1 \cdot 0 + 0^2 - 4 \cdot 1 - 0 + 5 = 3.$$

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 7 ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В АУДИТОРИИ И ДОМА

Задание 1. Вычислить приближенно число A, предварительно представив его в форме

$$A = f(x + \Delta x, y + \Delta y) \approx f(x, y) + f'_x(x, y)\Delta x + f'_y(x, y)\Delta y$$

для конкретной функции $f(x, y)$ и для любых $x, y, \Delta x, \Delta y$. Затем в полученную формулу подставить удобные числовые значения для $x, y, \Delta x, \Delta y$.

1. $A = arctg\dfrac{1{,}92}{2{,}12}$.

2. $A = \sqrt[3]{2 \cdot (6{,}14)^2 - (3{,}16)^2 + 1}$.

3. $A = \ln\sqrt{5 \cdot (1{,}02)^2 - (1{,}85)^2}$.

4. $A = (1{,}05)^{\sqrt{3{,}94}}$.

5. $A = \sqrt[4]{4 \cdot (1{,}96)^2 - (4{,}16)^2 + 4 \cdot 4{,}16}$.

6. $A = (1{,}04)^{2{,}01}$.

7. $A = \sqrt{(0{,}9)^2 + (2{,}1)^2 - 1}$.

8. $A = (0{,}97)^2 + \sqrt{1{,}07}$.

9. $A = arctg\left(1{,}8 - \sqrt{0{,}9}\right)$.

10. $A = \dfrac{2{,}05}{(2{,}91)^2 + (2{,}05)^2}$.

11. $A = arctg\dfrac{1{,}04}{(0{,}98)^2}$.

12. $A = arcctg\dfrac{(1{,}05)^2}{0{,}99}$.

13. $A = \sqrt{(1{,}03)^3 + (1{,}95)^3}$.

14. $A = \sqrt{3{,}9} \cdot (1{,}1)^{3{,}9}$.

15. $A = 0{,}97 + (0{,}97)^{2{,}02}$.

16. $A = \sqrt{(4{,}06)^2 + (2{,}92)^2}$.

17. $A = \ln\left(\sqrt[3]{1{,}03} + \sqrt{3{,}98} - 2\right)$.

18. $A = \sin\dfrac{11\pi}{30} tg\dfrac{13\pi}{40}$.

19. $A = \sqrt{14{,}1 + 2 \cdot (1{,}05)^2}$.

20. $A = \sqrt[5]{(2{,}95)^3 + (2{,}05)^2 + 1}$.

21. $A = \arcsin\dfrac{0{,}05}{\sqrt{1{,}02}}$.

22. $A = (1{,}98)^3 + (2{,}03)^3 - 7 \cdot 1{,}98$.

23. $A = 2 \cdot (0{,}96)^2 + 3 \cdot 0{,}96 \cdot (1{,}95)^2$.

24. $A = arctg\dfrac{2{,}06}{1{,}98}$.

25. $A = (0{,}98)^2 \cdot \sqrt{1{,}04}$.

26. $A = \sqrt{(0{,}9)^2 + (2{,}1)^2 - 1}$.

27. $A = \ln\left((0{,}1)^2 + 1{,}15\right)$.

28. $A = \arcsin\dfrac{0{,}015}{0{,}95}$.

29. $A = \dfrac{1{,}06}{2{,}07} + \dfrac{2{,}07}{1{,}06}$.

30. $A = \sqrt{(2{,}1)^2 + (3{,}9)^2 + 5}$.

Задание 2

Вариант 1

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = xy - x^2 - 2y^2 + x + 10y - 8.$$

Вариант 2

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 3x^2 + 3xy + y^2 - 6x - 2y + 1.$$

Вариант 3

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 3xy - x^2 - 4y^2 + 4x - 6y\,.$$

Вариант 4

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 3x^2 + 3y^2 + 5xy + 4x + 7y + 5\,.$$

Вариант 5

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 3xy - x^2 - 3y^2 - 6x + 9y - 4\,.$$

Вариант 6

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = x^2 + y^2 + 3xy - x - 4y + 1\,.$$

Вариант 7

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = x^2 + y^2 - xy + x + y + 2\,.$$

Вариант 8

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 3x^2 + 3y^2 + 5xy + x - y + 5\,.$$

Вариант 9

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = x^2 + 2xy - y^2 + 6x - 10y\,.$$

Вариант 10

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 4 - 5x^2 - y^2 - 4xy - 4x - 2y.$$

Вариант 11

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = x^2 + xy + y^2 - 3x - 6y - 2.$$

Вариант 12

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 2x^2 - xy + y^2 - 3x - y + 1.$$

Вариант 13

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 3x^2 - 2xy + y^2 - 2x - 2y + 3.$$

Вариант 14

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 2x^2 + xy - y^2 - 7x + 5y + 2.$$

Вариант 15

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = x^2 - 3xy - y^2 - 2x + 6y + 1.$$

Вариант 16

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 3x^2 + xy - 6y^2 - 6x - y + 9.$$

Вариант 17

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = x^2 - 3xy + 2y^2 - 4x + 6y\,.$$

Вариант 18

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 4x^2 - 2xy + y^2 - 2x - 4y + 1.$$

Вариант 19

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 0{,}5x^2 + xy + y^2 - x - 2y + 8\,.$$

Вариант 20

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 8x^2 - xy + 2y^2 - 16x + y - 1.$$

Вариант 21

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 2x^2 + 3y^2 - 2xy + 2x - 16y\,.$$

Вариант 22

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 6xy - 2x^2 - y^2 - 14x + 5.$$

Вариант 23

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 2x^2 - y^2 + 3xy - 2x + 7y + 6\,.$$

Вариант 24

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 10xy - 3x^2 - 2y^2 - 26x + 18y - 1.$$

Вариант 25

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 3x^2 + 2y^2 - 2xy + 18x + 8y.$$

Вариант 26

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 3 - 3x^2 + 5y^2 - 8xy + 4x + 26y.$$

Вариант 27

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 2x^2 - 3y^2 - 2xy + 8x + 10y.$$

Вариант 28

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 5x^2 - 3y^2 + 2xy - 18x - 10y + 4.$$

Вариант 29

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 5 - 7x^2 - 5y^2 + 2xy - 34x + 34y.$$

Вариант 30

Исследовать на экстремум функциональную зависимость от двух переменных и найти максимальное или минимальное значение этой функции, либо указать, что такого значения функция не имеет:

$$z = f(x, y) = 2x^2 - 3y^2 + 2xy - 10x + 16y - 7.$$

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 8 «ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИИ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ»С ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ ЗАДАНИЯМИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

8.1. Таблица неопределенных интегралов. Метод замены переменной

Определение 1. Функция $F(x)$ называется *первообразной* для функции $f(x)$ на интервале $(a;b)$, если $F'(x)=f(x)$ при всех $x\in(a;\ b)$.

Определение 2. Пусть $F(x)$ – первообразная для функции $f(x)$ на интервале $(a;b)$. Совокупность всех первообразных вида $F(x)+C$, где C – произвольная постоянная, называется *неопределенным интегралом* от функции $f(x)$ на интервале $(a;b)$ и обозначается $\int f(x)dx=F(x)+C$.

Функцию $f(x)$ называют подынтегральной функцией, выражение $f(x)dx$ – подынтегральным выражением, символ $\int$ – операцией интегрирования (знаком интеграла).

Свойства неопределенного интеграла. Пусть $F(x)$ –первообразная для функции $f(x)$ на интервале $(a;b)$. Тогда

1) $\int dF(x)=\int F'(x)dx=F(x)+C$;

2) $\left(\int f(x)dx\right)'=f(x)$;

3) постоянный множитель можно выносить из-под знака интеграла:
$\int af(x)dx=a\int f(x)dx$;

4) неопределенный интеграл от суммы функций равен сумме неопределенных интегралов:
$\int\left(f_1(x)+f_2(x)\right)dx=\int f_1(x)dx+\int f_2(x)dx$;

5) $\int f\left(ax+b\right)dx=\frac{1}{a}F\left(ax+b\right)+C,\ a,b=const,a\neq 0$.

Приведем таблицу основных неопределенных интегралов.

1. $\int dx=x+C$	10. $\int\frac{dx}{\cos^2 x}=tgx+C$
2. $\int x^n dx=\frac{x^{n+1}}{n+1}+C,\ n\neq -1$	11. $\int\frac{dx}{\sin^2 x}=-ctgx+C$
3. $\int x^{-1}dx=\int\frac{dx}{x}=\ln\lvert x\rvert+C$	12. $\int tgxdx=-\ln\lvert\cos x\rvert+C$
4. $\int\frac{dx}{x^2}=-\frac{1}{x}+C$	13. $\int ctgxdx=\ln\lvert\sin x\rvert+C$
5. $\int\frac{dx}{\sqrt{x}}=2\sqrt{x}+C$	14. $\int\frac{dx}{a^2+x^2}=\frac{1}{a}arctg\frac{x}{a}+C,\ a\neq 0$
6. $\int a^x dx=\frac{a^x}{\ln a}+C$	15. $\int\frac{dx}{\sqrt{a^2-x^2}}=\arcsin\frac{x}{a}+C,\ a>0$
7. $\int e^x dx=e^x+C$	16. $\int\frac{dx}{a^2-x^2}=\frac{1}{2a}\ln\left\lvert\frac{a+x}{a-x}\right\rvert+C,\ a\neq 0$

8. $\int \cos x dx = \sin x + C$	17. $\int \frac{dx}{\sqrt{x^2 \pm a^2}} = \ln\left\|x + \sqrt{x^2 \pm a^2}\right\| + C$
9. $\int \sin x dx = -\cos x + C$	

Существует два варианта вычисления неопределенного интеграла *методом замены переменной*: *метод подстановки* и *метод подведения под знак дифференциала*, в которых одна и та же формула используется слева направо и справа налево.

Метод подстановки. Пусть требуется вычислить неопределенный интеграл $\int f(x)dx$. Введем новую переменную t путем замены $x = \varphi(t)$ таким образом, чтобы функция φ была дифференцируемой и имела обратную функцию $t = \varphi^{-1}(x)$. Далее, справедливой оказывается следующая формула:

$$\int f(x)dx = \left| \begin{array}{c} x = \varphi(t), \\ dx = \varphi'(t)dt, \\ t = \varphi^{-1}(x) \end{array} \right| = \int f(\varphi(t))\varphi'(t)dt, \qquad (1)$$

где интеграл справа может оказаться проще исходного интеграла. После вычисления интеграла справа следует вернуться к исходной переменной x.

Пример 1. Найти $\int \frac{e^{2x}dx}{e^x + 1}$.

Решение. Обозначим знаменатель подынтегральной функции буквой t, т.е. введем сначала обратную функцию $t = e^x + 1$. Тогда $e^x = t - 1$, $x = \ln(t-1)$, $dx = \frac{dt}{t-1}$. Заметим, что $e^{2x} = (t-1)^2$. Применяем формулу (1) и вычисляем полученный интеграл:

$$\int \frac{e^{2x}dx}{e^x + 1} = \left| \begin{array}{c} t = e^x + 1, \\ x = \ln(t-1), \\ dx = \frac{dt}{t-1} \end{array} \right| = \int \frac{(t-1)^2}{t} \cdot \frac{dt}{t-1} = \int \frac{(t-1)dt}{t} = \int dt - \int \frac{dt}{t} =$$

$$= t - \ln t + C_1 = e^x + 1 - \ln(e^x + 1) + C_1 = e^x - \ln(e^x + 1) + C,$$

где $C = C_1 + 1$ (введена новая произвольная постоянная).

Заметим, что новую переменную t в формуле (1) можно было бы обозначить и другой буквой: u, y, ξ, z и т.д.

Метод подведения под знак дифференциала. Пусть подынтегральная функция может быть представлена в виде $f(\varphi(x))\varphi'(x)$. Применим формулу (1) справа налево и при этом переименуем переменные: x поместим вместо t, u вместо x. В результате получим формулу:

$$\int f(\varphi(x))\varphi'(x)dx = \left| \begin{array}{c} u = \varphi(x), \\ du = \varphi'(x)dx \end{array} \right| = \int f(u)du, \qquad (2)$$

где не требуется выражать x через u. Свое название метод получил потому, что в процедуре преобразования $\varphi'(x)dx = d\varphi(x) = du$ функция $\varphi(x)$ подводится под знак дифференциала. Причем, при достаточном опыте применения этого метода функцию $\varphi(x)$ воспринимают как единую переменную мысленно и на бумаге ее уже не заменяют буквой u.

Пример 2. Найти $\int \frac{\sin(\ln x)}{x} dx$.

Решение. Замечая, что $\frac{1}{x} = (\ln x)'$, применим формулу (2):

$$\int \frac{\sin(\ln x)}{x} dx = \left| \begin{matrix} u = \ln x, \\ du = \frac{dx}{x} \end{matrix} \right| = \int \sin u du = -\cos u + C = -\cos(\ln x) + C,$$

или же, обозначая $\ln x$ буквой u только мысленно, получаем то же самое:

$$\int \frac{\sin(\ln x)}{x} dx = \int \sin(\ln x)(\ln x)' dx = \int \sin(\ln x) d\ln x = -\cos(\ln x) + C.$$

Формула (2) успешно применяется и в том случае, если для представления подынтегральной функции в форме $f(\varphi(x))\varphi'(x)$ не хватает всего лишь постоянного множителя, на который подынтегральную функцию следует умножить, а интеграл – разделить на такое же число.

Пример 3. Найти $\int \frac{ctg(\sqrt{x})}{\sqrt{x}} dx$.

Решение. Замечаем, что $(\sqrt{x})' = \frac{1}{2\sqrt{x}}$, т.е. в подынтегральном выражении не хватает множителя $\frac{1}{2}$. В связи с этим в прямых скобках сделаем дополнительные преобразования:

$$\int \frac{ctg(\sqrt{x})}{\sqrt{x}} dx = \left| \begin{matrix} u = \sqrt{x}, \\ du = \frac{dx}{2\sqrt{x}}, \frac{dx}{\sqrt{x}} = 2du \end{matrix} \right| = \int ctg(u) \cdot 2du = 2\int ctg(u) du =$$

$$= 2\ln|\sin u| + C = 2\ln|\sin\sqrt{x}| + C,$$

где применили табличный интеграл № **13**.

Пример 4. Найти $\int \sin x\sqrt{2\cos x + 3} dx$.

Решение. $\int \sin x\sqrt{2\cos x + 3} dx = \left| \begin{matrix} u = 2\cos x + 3, \\ du = -2\sin x dx, \sin x dx = -\frac{du}{2} \end{matrix} \right| =$

$$= \int u^{\frac{1}{2}} \cdot \left(-\frac{du}{2}\right) = -\frac{1}{2}\int u^{\frac{1}{2}} du = -\frac{1}{2} \cdot \frac{u^{\frac{3}{2}}}{\frac{3}{2}} + C = -\frac{1}{3}(2\cos x + 3)^{\frac{3}{2}} + C.$$

Задание 2. Найти интегралы методом подведения под знак дифференциала.

1. $\int \frac{dx}{\arcsin(x)\sqrt{1-x^2}}; \int \frac{x^3 dx}{\sqrt{4-x^8}}; \int e^{\sin^2 x} \cdot \sin(2x) dx.$

2. $\int \frac{dx}{x\sqrt{1-\ln^2 x}}; \quad \int \frac{xdx}{1+x^4}; \quad \int \frac{\sin 2x}{\sqrt{1+\cos^2 x}} dx.$

3. $\int \frac{dx}{tgx \cdot \cos^2 x}; \quad \int \frac{arctg^3 x dx}{1+x^2}; \quad \int e^{x^5} \cdot x^4 dx.$

4. $\int \frac{\cos x dx}{\sin^4 x}; \quad \int e^{\frac{1}{x}} \cdot \frac{dx}{x^2}; \quad \int e^x \cdot ctge^x dx.$

5. $\int e^{x^2} \cdot x dx; \quad \int \frac{e^x dx}{9+e^{2x}}; \quad \int \frac{\sin x dx}{\sqrt{\cos x}}.$

6. $\int tgx \cdot \frac{dx}{\cos^2 x}; \quad \int \frac{\ln x dx}{x}; \quad \int e^{\cos x} \cdot \sin x dx.$

7. $\int \frac{\arccos^2 x dx}{\sqrt{1-x^2}}; \quad \int \frac{x^2 dx}{\sqrt{x^3+1}}; \quad \int \frac{dx}{x\sqrt{1+\ln^2 x}}.$

8. $\int \frac{\cos x dx}{\sqrt{\sin x}}; \int \sin(\ln x) \frac{dx}{x}; \int \frac{(x+1)dx}{x^2+2x+3}.$

9. $\int \frac{\cos x dx}{4+\sin^2 x}; \quad \int x \cdot 3^{x^2} dx; \quad \int \frac{dx}{x \cdot \left(1-\ln^2 x\right)}.$

10. $\int \frac{\sqrt{tgx} dx}{\cos^2 x}; \quad \int \cos\left(\frac{1}{x}\right) \frac{dx}{x^2}; \quad \int x \cdot \left(x^2+1\right)^4 dx.$

11. $\int \cos\left(\sqrt{x}\right) \frac{dx}{2\sqrt{x}}; \quad \int \frac{e^x dx}{\sqrt{4+e^{2x}}}; \quad \int \frac{dx}{x \ln^3 x}.$

12. $\int \frac{\sqrt{\ln x} dx}{x}; \quad \int \cos\left(x^3\right) x^2 dx; \quad \int \frac{dx}{\sin^2 x \cdot ctgx}.$

13. $\int \sin^3 x \cdot \cos x dx; \quad \int \frac{xdx}{\left(2+x^2\right)^2}; \quad \int \frac{dx}{x \ln x}.$

14. $\int \sin(\sin x) \cdot \cos x dx; \quad \int \frac{x^2 dx}{x^3+2}; \quad \int \frac{e^x dx}{1+e^{2x}}.$

15. $\int \frac{e^{\sqrt{x}} dx}{\sqrt{x}}; \quad \int \frac{\ln^3 x dx}{x}; \quad \int x \cdot tg\left(x^2\right) dx.$

16. $\int \frac{tg\left(\sqrt{x}\right) dx}{\sqrt{x}}; \quad \int \frac{e^{arctgx} dx}{1+x^2}; \quad \int x \cdot 2^{x^2} dx.$

17. $\int 2^{\sin x} \cdot \cos x dx; \quad \int x\left(2+x^2\right)^5 dx; \quad \int \frac{x^4 dx}{3+x^5}.$

18. $\int \frac{\ln x dx}{x}$; $\int e^{-x^2+1} x dx$; $\int \frac{dx}{\sqrt{\left(1+x^2\right)\ln\left(x+\sqrt{1+x^2}\right)}}$.

19. $\int \frac{dx}{\left(1+x^2\right)arctgx}$; $\int \frac{x^3 dx}{\sqrt{2+x^4}}$; $\int 3^{\sin^2 x} \cdot \sin(2x) dx$.

20. $\int \frac{dx}{\left(\arcsin x\right)^2 \sqrt{1-x^2}}$; $\int \frac{dx}{x\sqrt{\ln x}}$; $\int \sin^5 x \cos x dx$.

21. $\int x e^{-x^2} dx$; $\int \frac{\cos x dx}{\sqrt{\sin^2 x + 5}}$; $\int \frac{\sqrt[3]{\ln x}}{x} dx$.

22. $\int \sqrt{\cos x} \cdot \sin x dx$; $\int \frac{e^{\arcsin x} dx}{\sqrt{1-x^2}}$; $\int \frac{x^2 dx}{\sqrt{x^6-2}}$.

23. $\int \frac{\cos x dx}{\sin^5 x}$; $\int \frac{2^{\sqrt{x}}}{\sqrt{x}} dx$; $\int \frac{x^3 dx}{x^8+4}$. **24.**

$\int \cos\left(\frac{1}{x}\right)\frac{dx}{x^2}$; $\int \frac{dx}{\cos^2 x\left(1+tgx\right)}$; $\int tg\left(\sqrt{x}\right)\frac{dx}{\sqrt{x}}$.

25. $\int 4x^3 \cdot \cos\left(x^4\right) dx$; $\int x\sqrt[4]{x^2+9} dx$; $\int \frac{dx}{x\sqrt{\ln^2 x + 4}}$.

26. $\int e^{tgx} \frac{dx}{\cos^2 x}$; $\int x \sin(x^2+1) dx$; $\int \frac{\sin(2x)}{1+\sin^2 x} dx$.

27. $\int \frac{\arccos^3 x dx}{\sqrt{1-x^2}}$; $\int \frac{x^3 dx}{\sqrt{1-x^4}}$; $\int \frac{\ln x + 1}{x \ln^2 x} dx$.

28. $\int \frac{\sin x dx}{\sqrt{1+3\cos x}}$; $\int \left(x^2+1\right)^{17} x dx$; $\int \cos\left(\sqrt{x}\right)\frac{dx}{\sqrt{x}}$.

29. $\int \frac{\sin x dx}{1+\cos^2 x}$; $\int \frac{\left(1+\ln x\right)^3 dx}{x}$; $\int \frac{\left(x+1\right)dx}{x^2+2x-3}$.

30. $\int \frac{\cos x dx}{\sqrt{\sin x}}$; $\int \frac{\sqrt{arctgx}}{1+x^2} dx$; $\int \frac{x^3 dx}{3+x^8}$.

8.2. Метод интегрирования по частям в неопределенном интеграле

Формула интегрирования по частям неопределенного интеграла имеет вид:

$$\int u dv = uv - \int v du, \quad (1)$$

или, учитывая, что $u = \varphi(x), v = \psi(x), du = \varphi'(x)dx, dv = \psi'(x)dx$,

$$\int \varphi(x)\psi'(x)dx = \varphi(x)\psi(x) - \int \psi(x)\varphi'(x)dx. \quad (2)$$

Интегрирование по частям состоит в том, что подынтегральное выражение представляется в виде произведения двух множителей: $\varphi(x)$ и $\psi'(x)dx = dv$, а затем выполняются два интегрирования:

1) сначала отыскивается функциональная зависимость $v=\psi(x),\ v=\int dv=\int\psi'(x)dx$ (постоянная C принимается равной нулю);

2) затем находится интеграл $\int\psi(x)\varphi'(x)dx$, который возможно, находится легче, чем исходный.

При этом следует учитывать, что обычно к функции $\varphi(x)$ следует относить множители, которые упрощаются при дифференцировании, а все остальные множители – к $dv=\psi'(x)dx$.

Укажем некоторые виды интегралов, которые можно вычислить, используя метод интегрирования по частям ($P_n(x)$ – многочлен степени n).

$\int P_n(x)\cdot\begin{Bmatrix}\sin\alpha x,\\ \cos\alpha x,\\ e^{\alpha x}\end{Bmatrix}dx$	$u=P_n(x)$, применять метод интегрирования по частям n-раз, обозначая через u очередную производную от $P_n(x)$
$\int\begin{Bmatrix}\arcsin\alpha x,\\ \arccos\alpha x,\\ arctg\,\alpha x,\\ arcctg\,\alpha x,\\ \ln\alpha x\end{Bmatrix}\cdot P_n(x)dx$	$\begin{Bmatrix}u=\arcsin\alpha x,\ dv=P_n(x)dx,\\ u=\arccos\alpha x,\ dv=P_n(x)dx,\\ u=arctg\,\alpha x,\ dv=P_n(x)dx,\\ u=arcctg\,\alpha x,\ dv=P_n(x)dx,\\ u=\ln\alpha x,\ dv=P_n(x)dx\end{Bmatrix}$

Пример 1. Найти $\int(2x+3)\sin 2xdx$.

Решение: Примем $u=(2x+3),\ dv=\sin 2xdx$. Имеем

$$\int(2x+3)\sin 2xdx=\left|\begin{array}{l}u=2x+3,\ dv=\sin 2xdx,\\ du=2dx,\ \ v=\int dv=\\ =\int\sin 2xdx=-\dfrac{\cos 2x}{2},\end{array}\right|=(2x+3)\left(-\frac{\cos 2x}{2}\right)-\int\left(-\frac{\cos 2x}{2}\right)2dx=$$

$$=(2x+3)\left(-\frac{\cos 2x}{2}\right)+\int\cos(2x)dx=(2x+3)\left(-\frac{\cos 2x}{2}\right)+\frac{\sin 2x}{2}+C.$$

В некоторых случаях приходится несколько раз применять метод интегрирования по частям.

Пример 2. Найти $\int\left(x^2+x\right)e^x dx$.

Решение: Представленный интеграл вычисляем два раза интегрированием по частям:

$$\int\left(x^2+x\right)e^x dx=\left|\begin{array}{l}u=x^2+x,\ dv=e^x dx,\\ du=(2x+1)dx,\ v=\int dv=\\ =\int e^x dx=e^x\end{array}\right|=\left(x^2+x\right)e^x-\int(2x+1)e^x dx=$$

$$= \left| \begin{array}{l} u = 2x+1,\ dv = e^x dx, \\ du = 2dx,\ v = \int dv = \\ = \int e^x dx = e^x \end{array} \right| = \left(x^2 + x\right)e^x - \left(\left(2x+1\right)e^x - \int 2e^x dx\right) = \left(x^2 + x\right)e^x -$$

$$- \left(\left(2x+1\right)e^x - 2e^x + C\right) = \left(x^2 + x\right)e^x - \left(2x+1\right)e^x + 2e^x + C = e^x\left(x^2 - x + 1\right) + C.$$

Пример 3. Найти $\int \arccos(3x-2)dx$.

Решение: Пусть $u = \arccos(3x-2)$, $dv = dx$. Тогда

$$\int \arccos(3x-2)dx = \left| \begin{array}{l} u = \arccos(3x-2), \quad dv = dx, \\ du = -\dfrac{3dx}{\sqrt{1-(3x-2)^2}},\ v = x, \end{array} \right| = x \cdot \arccos(3x-2) - \int x \cdot \left(-\frac{3dx}{\sqrt{1-(3x-2)^2}}\right) =$$

$$= x \cdot \arccos(3x-2) + 3\int \frac{xdx}{\sqrt{1-(3x-2)^2}} = x \cdot \arccos(3x-2) + 3J_1, \qquad \text{где}$$

$$J_1 = \int \frac{xdx}{\sqrt{1-(3x-2)^2}}.$$

Интеграл J_1 найдём методом замены переменной. Примем $t = 3x-2$, тогда $dt = 3dx$, $dx = dt/3$, $x = (t+2)/3$. Имеем

$$J_1 = \int \frac{xdx}{\sqrt{1-(3x-2)^2}} = \int \frac{1}{\sqrt{1-t^2}} \cdot \frac{t+2}{3} \cdot \frac{dt}{3} = \frac{1}{9}\int \frac{(t+2)dt}{\sqrt{1-t^2}} = \frac{1}{9}\int \frac{tdt}{\sqrt{1-t^2}} + \frac{2}{9}\int \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}} =$$

$$= \frac{1}{18}\int \frac{(2t)dt}{\sqrt{1-t^2}} + \frac{2}{9}\arcsin t = \left| \begin{array}{l} z = 1-t^2, \\ dz = -2tdt, \\ 2tdt = -dz \end{array} \right| = \frac{1}{18}\int \frac{-dz}{\sqrt{z}} + \frac{2}{9}\arcsin t = -\frac{1}{9}\sqrt{z} + \frac{2}{9}\arcsin t + C =$$

$$= -\frac{1}{9}\sqrt{1-t^2} + \frac{2}{9}\arcsin t + C = -\frac{1}{9}\sqrt{1-(3x-2)^2} + \frac{2}{9}\arcsin(3x-2) + C.$$

Итак, окончательно имеем $\int \arccos(3x-2)dx = x \cdot \arccos(3x-2) + 3J_1$

$$= x \cdot \arccos(3x-2) + \ + \frac{1}{3}\sqrt{1-(3x-2)^2} + \frac{2}{3}\arcsin(3x-2) + C.$$

Задание 3. Найти интегралы методом интегрирования по частям.

1. $\int (4-16x)\sin(4x)dx$; $\int \arcsin x dx$.

2. $\int (3x+4)e^{3x}dx$; $\int \ln(x+1)dx$.

3. $\int x^2 e^{2x}dx$; $\int arctg\sqrt{6x-1}dx$.

4. $\int (4x-2)\cos 2x dx$; $\int \arccos x dx$.

5. $\int (1-4x)\sin 4x dx$; $\int arctg\left(\sqrt{x}\right)dx$.

6. $\int (1-6x)e^{2x}dx$; $\int \frac{\ln x}{\sqrt{x}}dx$.

7. $\int (2x-3)\cos 2x dx$; $\int \ln(x+\sqrt{1+x^2})dx$.

8. $\int (4-3x)e^{-3x}dx$; $\int \frac{\arcsin\left(\sqrt{x}\right)}{\sqrt{1-x}}dx$.

9. $\int(8+16x)\cos 4x dx;\quad \int\frac{\arccos\left(\sqrt{x}\right)}{\sqrt{1-x}}dx.$

10. $\int(6x-2)e^{3x}dx;\quad \int arctg\left(\sqrt{x-1}\right)dx.$

11. $\int(10x+3)\sin 5x dx;\quad \int arctg(2x)dx.$

12. $\int(2x-5)\cos(x/2)dx;\quad \int\ln\left(x^2+4\right)dx.$

13. $\int e^{-3x}(2-9x)dx;\quad \int x\cdot\ln x dx.$

14. $\int(x+5)\sin 3x dx;\quad \int arctg(3x)dx.$

15. $\int(4x+5)\sin 5x dx;\ \int arcctg\left(\sqrt{x-1}\right)dx$

16. $\int(2-4x)\sin 2x dx;\quad \int\ln\left(x^2+1\right)dx.$

17. $\int e^{-2x}(14x-11)dx;\ \int arctg\left(\sqrt{3x-1}\right)dx$

18. $\int(5x+6)\cos 2x dx;\quad \int\frac{\ln x}{x^3}dx.$

19. $\int(4x-3)e^{-2x}dx;\quad \int x\cdot arctgx dx.$

20. $\int(3-x)e^{x/2}dx;\ \int arctg\left(\sqrt{2x-1}\right)dx.$

21. $\int x^2e^{-x/2}dx;\quad \int 2x\cdot\ln^2 x dx.$

22. $\int x^2\cos x dx;\quad \int\left(3x^2-1\right)\ln(x+1)dx.$

23. $\int x^2\sin 2x dx;\quad \int arcctg\left(\sqrt{3x-1}\right)dx.$

24. $\int x^2e^{2x}dx;\quad \int\arccos 2x dx.$

25. $\int(4-4x)e^{2x}dx;\quad \int\left(x^2+x+1\right)\ln x dx.$

26. $\int(5x+3)\cos 3x dx;\quad \int\arcsin 2x dx.$

27. $\int(2-3x)e^{5x}dx;\quad \int\ln^2 x dx.$

28. $\int x^2\cos 5x dx;\quad \int arctg\left(\sqrt{4x-1}\right)dx.$

29. $\int\left(x^2+1\right)e^x dx;\quad \int\left(x^3-1\right)\ln x dx.$

30. $\int\left(1-x^2\right)\sin x dx;\quad \int\frac{arctg\left(\sqrt{x}\right)}{\sqrt{x}}dx.$

8.3. Интегрирование выражений, содержащих квадратный трехчлен

Рассмотрим интегралы вида

$$\int\frac{(Mx+N)dx}{ax^2+bx+c},\ (a\neq 0), \tag{1}$$

$$\int\frac{(Mx+N)dx}{\sqrt{ax^2+bx+c}},\ (a\neq 0). \tag{2}$$

Опишем алгоритм процесса нахождения этих интегралов из 4 пунктов.

1) Выделяем полный квадрат в квадратном трёхчлене и делаем первую замену переменной:

$$ax^2+bx+c=a\left(x^2+\frac{b}{a}x+\frac{c}{a}\right)=a\left(x^2+2x\frac{b}{2a}+\frac{b^2}{4a^2}-\frac{b^2}{4a^2}+\frac{c}{a}\right)=$$

$$=a\left(\left(x+\frac{b}{2a}\right)^2-\frac{b^2-4ac}{4a^2}\right)=a\left(t^2\pm m^2\right),$$

$$t=x+\frac{b}{2a},\quad \pm m^2=-\frac{b^2-4ac}{4a^2},\quad dt=dx.$$

2) В результате замены переменной и применения свойств линейности интеграла вместо интеграла (6.1) получаем:

$$\int\frac{(\alpha t+\beta)dt}{t^2\pm m^2}=\alpha\int\frac{tdt}{t^2\pm m^2}+\beta\int\frac{dt}{t^2\pm m^2}, \tag{3}$$

а вместо интеграла (6.2) получаем один из интегралов:

$$\int\frac{(\alpha t+\beta)dt}{\sqrt{t^2\pm m^2}}=\alpha\int\frac{tdt}{\sqrt{t^2\pm m^2}}+\beta\int\frac{dt}{\sqrt{t^2\pm m^2}}, \qquad (4)$$

$$\int\frac{(\alpha t+\beta)dt}{\sqrt{m^2-t^2}}=\alpha\int\frac{tdt}{\sqrt{m^2-t^2}}+\beta\int\frac{dt}{\sqrt{m^2-t^2}}. \qquad (5)$$

3) Интегралы с коэффициентом β являются табличными интегралами с номерами 14-17.Для интегралов с коэффициентом α в (3) и (4) делаем вторую замену переменной $u=t^2\pm m^2$, $du=2tdt$. Аналогично для интеграла с коэффициентом α в (5) делаем замену переменной $u=m^2-t^2$, $du=-2tdt$.

Интегралы с коэффициентом α в (3) сводится к табличному интегралу $\int\frac{du}{u}$, а в (4) и (5) – к табличному интегралу $\int\frac{du}{\sqrt{u}}$ с новыми коэффициентами.

4) Находим табличные интегралы относительно переменных t и u, а затем возвращаемся к переменной x.

Пример 1. Найти интеграл $\int\frac{(x-1)dx}{\sqrt{3-4x-x^2}}$.

Решение. Находим интеграл по цепочке предложенного алгоритма:

$$\int\frac{(x-1)dx}{\sqrt{3-4x-x^2}}=\left|\begin{matrix}3-4x-x^2=-\left(x^2+4x-3\right)=-\left((x+2)^2-7\right)=-\left(t^2-7\right)=\\=7-t^2,\quad t=x+2,\quad x=t-2,\quad dx=dt\end{matrix}\right|=$$

$$=\int\frac{(t-3)dt}{\sqrt{7-t^2}}=\int\frac{tdt}{\sqrt{7-t^2}}-3\int\frac{dt}{\sqrt{7-t^2}}=\left|\begin{matrix}u=7-t^2,\\du=-2tdt\\tdt=-du/2\end{matrix}\right|=\int\frac{-\frac{du}{2}}{\sqrt{u}}-3\int\frac{dt}{\sqrt{\left(\sqrt{7}\right)^2-t^2}}=$$

$$=-\frac{1}{2}\cdot2\sqrt{u}-3\arcsin\frac{t}{\sqrt{7}}+C=-\sqrt{3-4x-x^2}-3\arcsin\frac{x+2}{\sqrt{7}}+C.$$

Ответ: $\int\frac{(x-1)dx}{\sqrt{3-4x-x^2}}=-\sqrt{3-4x-x^2}-3\arcsin\frac{x+2}{\sqrt{7}}+C$.

Пример 2. Найти интеграл $\int\frac{(x+3)dx}{x^2+x+1}$.

Решение. Находим интеграл по цепочке предложенного алгоритма:

$$\int\frac{(x+3)dx}{x^2+x+1}=\left|\begin{matrix}x^2+x+1=x^2+2\cdot x\cdot\frac{1}{2}+\frac{1}{4}-\frac{1}{4}+1=\left(x+\frac{1}{2}\right)^2+\frac{3}{4}=\\=t^2+\left(\sqrt{3}/2\right)^2,\quad t=x+1/2,\quad x=t-1/2,\quad dx=dt\end{matrix}\right|=$$

$$=\int\frac{(t+5/2)dt}{t^2+\left(\sqrt{3}/2\right)^2}=\int\frac{tdt}{t^2+\left(\sqrt{3}/2\right)^2}+\frac{5}{2}\int\frac{dt}{t^2+\left(\sqrt{3}/2\right)^2}=\left|\begin{matrix}u=t^2+\left(\sqrt{3}/2\right)^2=t^2+3/4,\\du=2tdt,\quad tdt=du/2\end{matrix}\right|=$$

$$= \frac{1}{2}\int \frac{du}{u} + \frac{5}{2}\cdot\frac{2}{\sqrt{3}} arctg\,\frac{2t}{\sqrt{3}} = \frac{1}{2}\ln|u| + \frac{5}{\sqrt{3}} arctg\,\frac{2t}{\sqrt{3}} + C =$$

$$= \frac{1}{2}\ln\left(x^2 + x + 1\right) + \frac{5}{\sqrt{3}} arctg\,\frac{2x+1}{\sqrt{3}} + C.$$

Ответ: $\int \frac{(x+3)dx}{x^2+x+1} = = \frac{1}{2}\ln\left(x^2 + x + 1\right) + \frac{5}{\sqrt{3}} arctg\,\frac{2x+1}{\sqrt{3}} + C.$

Задание 4. Проинтегрировать выражение, содержащее квадратный трехчлен.

1. $\int \frac{(x+1)dx}{x^2+x+1}$.

2. $\int \frac{(2x-1)dx}{\sqrt{x^2-4x+1}}$.

3. $\int \frac{xdx}{x^2-4x+5}$.

4. $\int \frac{(3x-2)dx}{x^2-6x+10}$.

5. $\int \frac{xdx}{\sqrt{x^2+4x+5}}$.

6. $\int \frac{(3x-6)dx}{\sqrt{x^2-6x+10}}$.

7. $\int \frac{(3-x)dx}{\sqrt{3-2x-x^2}}$.

8. $\int \frac{(5x+1)dx}{x^2+4x+5}$.

9. $\int \frac{(3x+2)dx}{x^2+8x+17}$.

10. $\int \frac{(4x+1)dx}{x^2+2x+2}$.

11. $\int \frac{(3x-1)dx}{\sqrt{x^2+2x+3}}$.

12. $\int \frac{(5x+4)dx}{\sqrt{x^2+2x+5}}$.

13. $\int \frac{(x+3)dx}{x^2-2x+2}$.

14. $\int \frac{(x-2)dx}{\sqrt{x^2+4x+6}}$.

15. $\int \frac{(x-1)dx}{x^2-x+1}$.

16. $\int \frac{(x+4)dx}{\sqrt{x^2+2x+3}}$.

17. $\int \frac{(3x+1)dx}{x^2+2x+3}$.

18. $\int \frac{(5x-1)dx}{\sqrt{3-2x-x^2}}$.

19. $\int \frac{xdx}{x^2+4x+5}$.

20. $\int \frac{(x+3)dx}{x^2+2x+5}$.

21. $\int \frac{(3x-4)dx}{x^2+2x+2}$.

22. $\int \frac{(x-4)dx}{x^2-4x+2}$.

23. $\int \frac{xdx}{x^2-2x+5}$.

24. $\int \frac{xdx}{x^2-10x+29}$.

25. $\int \frac{(x-4)dx}{\sqrt{x^2-6x+10}}$.

26. $\int \frac{xdx}{\sqrt{x^2+2x+2}}$.

27. $\int \frac{(3x-1)dx}{x^2+2x+3}$.

28. $\int \frac{(5x-2)dx}{x^2+4x+5}$.

29. $\int \frac{xdx}{\sqrt{x^2+2x+30}}$.

30. $\int \frac{(x+4)dx}{x^2+6x+18}$.

8.4. Разложение рациональной функции на простейшие дроби

Пусть необходимо разложить рациональную функцию вида

$$R(x) = \frac{P_m(x)}{Q_n(x)}, \qquad (1)$$

($P_m(x)$, $Q_n(x)$ – многочлены степеней m, n соответственно), являющуюся правильной рациональной дробью ($m < n$), на сумму простейших дробей вида

$$\frac{A_i}{(x-\alpha)^i} \quad (A_i,\ \alpha = const,\ i \in N), \qquad (2)$$

$$\frac{M_i x + N_i}{(x^2 + px + q)^i} \quad (M_i, N_i, p, q = const,\ p^2 - 4q < 0) \qquad (3)$$

Сначала знаменатель $Q_n(x)$ необходимо представить в виде произведения линейных $(x-\alpha)^k$ и квадратичных $(x^2+px+q)^l$ множителей, где α – есть k-кратный корень уравнения $Q_n(x)=0$, а $p^2-4q<0$.

Тогда рациональную функцию (1) можно единственным образом представить в виде суммы простейших дробей (2), (3). При этом каждому множителю $(x-\alpha)^k$ в разложении знаменателя $Q_n(x)$ на множители будет соответствовать сумма k-простейших дробей вида

$$\frac{A_1}{x-\alpha} + \frac{A_2}{(x-\alpha)^2} + \ldots + \frac{A_{k-1}}{(x-\alpha)^{k-1}} + \frac{A_k}{(x-\alpha)^k},$$

а каждому множителю $(x^2+px+q)^l$ будет соответствовать сумма l-простейших дробей вида

$$\frac{M_1 x + N_1}{x^2+px+q} + \frac{M_2 x + N_2}{\left(x^2+px+q\right)^2} + \ldots \frac{M_{l-1} x + N_{l-1}}{\left(x^2+px+q\right)^{l-1}} + \frac{M_l x + N_l}{\left(x^2+px+q\right)^l}.$$

Замечание: Дробь (2) при $i=1$ называется *простейшей дробью первого типа*, а при $i>1$ *простейшей дробью второго типа*. Дробь (3) при $i=1$ называется *простейшей дробью третьего типа*, а при $i>1$ *простейшей дробью четвертого типа*.

Пример 1. Разложить рациональную функцию

$$R(x) = \frac{x^3+3x+2}{(x^2-1)(x^2-x)(x^3+2x^2+2x)^2}$$

на простейшие дроби (2), (3) (коэффициенты разложения не вычислять).

Решение: Предварительно заметим, что данная функция является правильной рациональной дробью ($m<n,\ m=3,\ n=10$). Разложим знаменатель $Q_n(x)=(x^2-1)(x^2-x)(x^3+2x^2+2x)^2$ на линейные $(x-\alpha)^k$ и квадратичные $(x^2+px+q)^l$ множители. Итак, $x^2-1=(x-1)(x+1)$, $x^2-x=x(x-1)$, $(x^3+2x^2+2x)^2=\left(x\cdot(x^2+2x+2)\right)^2=x^2\left(x^2+2x+2\right)^2$. Таким образом,

$$Q_n(x)=(x-1)(x+1)\,x(x-1)\,x^2\left(x^2+2x+2\right)^2=(x+1)x^3(x-1)^2\left(x^2+2x+2\right)^2.$$

Тогда рациональную функцию $R(x)$ можно разложить на сумму простейших дробей (2), (3) следующим образом

$$R(x)=\frac{A_1}{x+1}+\frac{A_2}{x}+\frac{A_3}{x^2}+\frac{A_4}{x^3}+\frac{A_5}{x-1}+\frac{A_6}{(x-1)^2}+\frac{M_1x+N_1}{x^2+2x+2}+\frac{M_2x+N_2}{\left(x^2+2x+2\right)^2},$$

где A_i, M_j, N_j – некоторые постоянные ($i=1,\ldots,6,\ j=1,2$).

Задание 5. Разложить рациональную функцию на простейшие дроби (коэффициенты не вычислять).

1. $\dfrac{x+5}{(x-1)(x^3+4x^2+5x)^2(x^3-x)}$.

2. $\dfrac{x^3+10}{(x^2-1)(x^3-x^2)(x^3+2x^2+2x)}$.

3. $\dfrac{x+15}{(x+1)(x^3+4x^2+5x)^2(x^3+x)}$.

4. $\dfrac{x+7}{(x^3+x^2+x)(x^3-1)(x^3-x^2-x+1)}$.

5. $\dfrac{x+11}{(x^3-x)(x^3+4x^2+5x)^2(x^3+x^2-x-1)}$.

6. $\dfrac{x+8}{(x^3+x^2+x)(x^3-1)(x^3+4x^2+x-6)}$.

7. $\dfrac{3x-11}{(x^3+x^2)(x^2-1)(x^3-x^2+x)}$.

8. $\dfrac{5x+7}{(x^3-3x^2+2x)(x^3+2x^2+2x)(x^2-2x+1)}$.

9. $\dfrac{2x+1}{(x^3+x)(x^3-x)(x^3-1)}$.

10. $\dfrac{x+10}{(x^3+5x^2+8x+4)(x^3+x^2+x)(x^3-1)}$.

11. $\dfrac{4x-1}{(x^3-7x^2+12x)(x^3-16x)(x^3+16x)}$.

12. $\dfrac{5x+6}{(x^4+5x^3+6x^2)(x^3-4x^2)(x^3+4x^2)}$.

13. $\dfrac{x^2+3}{(x^3-1)(x^2-1)(x^2+x-2)(x^2+x+1)}$.

14. $\dfrac{7x^3-1}{(x^3+2x)^2(x^2-4)(x^2-5x+6)}$.

15. $\dfrac{x^2+3}{(x^2-x+1)(x^3+1)(x+1)(x^2-x-2)}$.

16. $\dfrac{5x+3}{(x^3-x^2)(x^2-1)(x^3+2x^2+2x)}$.

17. $\dfrac{x+15}{(x^3-x^2-14x+24)(x^3+x^2+x)}$.

18. $\dfrac{2x^3-9}{(x^2-1)(x^3-1)(x^3+x^2+x)}$.

19. $\dfrac{3x+8}{x(x^3-8)(x^2-3x+2)(x^3+x)}$.

20. $\dfrac{x+7}{(x^3+x^2+x)(x^3-1)(x^2-1)}$.

21. $\dfrac{x+30}{(x^3+4x^2)^2(x^3-4x^2)^2}$.

22. $\dfrac{4x-3}{(x^3-7x^2+12x)(x^3-4x)x^3}$.

23. $\dfrac{2x+3}{(x^2-1)^2(x^3-1)(x^3+x^2+x)}$.

24. $\dfrac{x+51}{(x^3+x^2+2x)(x^3-1)^2(x^2-1)}$.

25. $\dfrac{5x+7}{(x^3-3x^2+2x)(x^3+2x^2+2x)(x-1)^2}$.

26. $\dfrac{x^2+3}{(x^3-1)(x^2-1)(x^2+x-2)(x^2+x+1)}$.

27. $\dfrac{5x+3}{(x^3-x^2)(x^2-1)(x^3+2x^2+2x)}$.

28. $\dfrac{7x+1}{(x^3+2x)^2(x^2-4)^2(x^2-5x+6)}$.

29. $\dfrac{x^5-11}{(x^3+x)(x^3-x)^2(x^3-1)(x^2+1)}$.

30. $\dfrac{3x+4}{(x-1)(x^3+4x^2+5x)(x^2-3x+2)}$.

8.5. Интегрирование рациональных дробей

Нахождение интеграла

$$\int R(x)dx = \int \frac{P_m(x)}{Q_n(x)}dx \qquad (1)$$

от рациональной функции $R(x)$ ($P_m(x)$, $Q_n(x)$ – многочлены степеней m, n соответственно) сводится к следующему:

1) проверяют, является ли рациональная функция $R(x)$ правильной рациональной дробью ($m<n$). Если она не является таковой ($m\geq n$), то сначала необходимо разделить столбиком многочлен $P_m(x)$ на многочлен $Q_n(x)$

$$R(x)=\frac{P_m(x)}{Q_n(x)}=S_{m-n}(x)+\frac{\overline{P}_r(x)}{Q_n(x)},$$

в результате чего выделятся неполное частное $S_{m-n}(x)$, являющееся целой рациональной функцией (многочленом степени $m-n$), и рациональная функция $\frac{\overline{P}_r(x)}{Q_n(x)}$, являющаяся правильной рациональной дробью ($r<n$);

2) раскладывают полученную правильную рациональную дробь $\frac{\overline{P}_r(x)}{Q_n(x)}$ на сумму простейших дробей вида (см.8.4)

$$\frac{A_i}{(x-\alpha)^i} \quad (A_i,\ \alpha=const,\ i\in N), \qquad (2)$$

$$\frac{M_ix+N_i}{(x^2+px+q)^i} \quad (M_i, N_i, p, q=const,\ p^2-4q<0). \qquad (3)$$

3) вычисляют интегралы от многочлена $S_{m-n}(x)$ (интегралы от степенных функций), а также интегралы вида (2) и (3) (см. **8.3**).

<u>Пример 1.</u> Найти интеграл $I=\int \frac{8x^2+5x+5}{(x-1)^2(x+2)^2}dx$.

<u>Решение:</u> Заметим, что подынтегральная функция $R(x)=\frac{8x^2+5x+5}{(x-1)^2(x+2)^2}$ уже является правильной рациональной дробью. Поэтому разложим ее на сумму простейших дробей. Исходное разложение имеет вид (см. **8.4**)

$$\frac{8x^2+5x+5}{(x-1)^2(x+2)^2}=\frac{A}{x-1}+\frac{B}{(x-1)^2}+\frac{C}{x+2}+\frac{D}{(x+2)^2},\quad A,B,C,D=const. \qquad (4)$$

Найдем коэффициенты A, B, C, D по *методу неопределенных коэффициентов*. Для этого правую часть равенства (6.4) приведем к общему знаменателю:

$$\frac{A}{x-1}+\frac{B}{(x-1)^2}+\frac{C}{x+2}+\frac{D}{(x+2)^2}=\frac{A(x-1)(x+2)^2+B(x+2)^2+C(x+2)(x-1)^2+D(x-1)^2}{(x-1)^2(x+2)^2}$$

Приравняем числитель полученной дроби к числителю $8x^2+5x+5$ исходной функции $R(x)$, то есть

$$A(x-1)(x+2)^2+B(x+2)^2+C(x+2)(x-1)^2+D(x-1)^2=8x^2+5x+5 \qquad (5)$$

Из полученного равенства (5) и найдем неизвестные коэффициенты $A,\ B,\ C,\ D$. Существуют два способа нахождения этих коэффициентов: *способ сравнения коэффициентов и способ частных значений* (эти два метода равносильны, а их использование зависит от конкретной задачи).

Поясним смысл *способа сравнения коэффициентов.* Раскрыв левую часть равенства (6.5), выделим коэффициенты при одинаковых степенях аргумента x :

$$(A+C)x^3+(3A+B+D)x^2+(4B-3C-2D)x+(-4A+4B+2C+D).$$

Полученный многочлен (с неизвестными коэффициентами) должен по условию равняться многочлену $8x^2+5x+5$, а два многочлена равны только в том случае, когда равны коэффициенты при соответственных степенях. Получаем систему

$$\begin{aligned}
&x^3:\ A+C &&=0,\\
&x^2:\ 3A+B+D &&=8,\\
&x:\ 4B-3C-2D &&=5,\\
&x^0:\ -4A+4B+2C+D &&=5.
\end{aligned}$$

Решив эту систему методом Гаусса, получим $A=1,\ B=2,\ C=-1,\ D=3$.

Иногда удобно применить *способ частных значений,* состоящий в том, что в левую и правую части равенства (5) подставляют какие-то частные (удобные) значения аргумента x (такими являются часто корни знаменателя $R(x)$ или еще какие-то значения). Тогда задача нахождения неизвестные коэффициентов значительно упрощается. В данном случае в равенство (5) удобно подставить значения $x=1,\ x=-2$ (корни знаменателя функции $R(x)$), $x=0,\ x=-1$. Получим (см. равенство (5))

$x=1:\ 9B=8(1)^2+5\cdot 1+5=18,\ B=2,$

$x=-2:\ 9D=8(-2)^2+5(-2)+5=27,\ D=3,$

$x=0:\ A(-1)(2)^2+B(2)^2+C(2)(-1)^2+D(-1)^2=-4A+4B+2C+D=-4A+8+$

$+2C+3=5,\quad -4A+2C=-6,$

$x=-1:\ A(-1-1)(-1+2)^2+B(-1+2)^2+C(-1+2)(-1-1)^2+D(-1-1)^2=$

$=-2A+B+4C+4D=-2A+2+4C+12=8,\quad -2A+4C=-6.$

Легко и в этом случае найти коэффициенты $A=1,\ B=2,\ C=-1,\ D=3$.

Итак, найдя коэффициенты $A,\ B,\ C,\ D$, разложение (4) примет вид

$$\frac{8x^2+5x+5}{(x-1)^2(x+2)^2}=\frac{1}{x-1}+\frac{2}{(x-1)^2}-\frac{1}{x+2}+\frac{3}{(x+2)^2}.$$

Тогда окончательно вычисляем интеграл $I=\int\frac{8x^2+5x+5}{(x-1)^2(x+2)^2}dx=$

$$=\int\left(\frac{1}{x-1}+\frac{2}{(x-1)^2}-\frac{1}{x+2}+\frac{3}{(x+2)^2}\right)dx=\ln|x-1|-\frac{2}{x-1}-\ln|x+2|-\frac{3}{x+2}+C.$$

Пример 2. Найти интеграл $I=\int\frac{2x^4+3x^3+3x^2-1}{x^3+x^2+x}dx$.

Решение: В данном примере сначала необходимо выделить неполное частное и правильную рациональную дробь, так как подынтегральная функция $R(x)=\frac{2x^4+3x^3+3x^2-1}{x^3+x^2+x}$ не является правильной рациональной дробью ($m\geq n$, $m=4,\ n=3$). Для этого разделим столбиком числитель $P_4(x)=2x^4+3x^3+3x^2-1$ дроби на знаменатель $Q_3(x)=x^3+x^2+x$. Получим:

$$\begin{array}{r|l} 2x^4+3x^3+3x^2-1 & x^3+x^2+x \\ \underline{2x^4+2x^3+2x^2} & \\ x^3+x^2-1 & 2x+1 \\ \underline{x^3+x^2+x} & \\ -1-x & \end{array}$$

Итак, $R(x)=\frac{2x^4+3x^3+3x^2-1}{x^3+x^2+x}=2x+1+\frac{-x-1}{x^3+x^2+x}$. Теперь необходимо правильную рациональную дробь $\frac{\overline{P}_r(x)}{Q_n(x)}=\frac{-x-1}{x^3+x^2+x}$ разложить на простейшие дроби. Соответствующее разложение будет иметь следующий вид

$$\frac{\overline{P}_r(x)}{Q_n(x)}=\frac{-x-1}{x(x^2+x+1)}=\frac{A}{x}+\frac{Bx+C}{x^2+x+1},\ \textit{где } A,B,C=const. \qquad (6)$$

Найдем коэффициенты A,B,C по методу неопределенных коэффициентов (методом сравнения коэффициентов). Для этого приведем правую часть равенства (6.6) к общему знаменателю

$$\frac{A}{x}+\frac{Bx+C}{x^2+x+1}=\frac{A(x^2+x+1)+x(Bx+C)}{x(x^2+x+1)}=\frac{(A+B)x^2+(A+C)x+A}{x(x^2+x+1)},$$

откуда получим равенство $(A+B)x^2+(A+C)x+A=-x-1$ для нахождения коэффициентов A,B,C. Переходя от последнего равенства к системе (приравняв коэффициенты при одинаковых степенях аргумента x)

x^2: $A+B=0,$

x^1: $A+C=-1,$

x^0: $A\quad\ =-1,$

найдем $A=-1,\ B=1,\ C=0.$

Итак, имеем окончательно, $R(x)=2x+1-\frac{1}{x}+\frac{x}{x^2+x+1}$. Теперь не вызывает трудности вычислить исходный интеграл от функции $R(x)$:

$$\int R(x)dx=\int\left(2x+1-\frac{1}{x}+\frac{x}{x^2+x+1}\right)dx=x^2+x-\ln|x|+\int\frac{\frac{1}{2}(2x+1)-\frac{1}{2}}{x^2+x+1}dx=x^2+x-$$

$$-\ln|x|+\frac{1}{2}\int\frac{(2x+1)dx}{x^2+x+1}-\frac{1}{2}\int\frac{dx}{x^2+x+1}=x^2+x-\ln|x|+\frac{1}{2}\ln\left(x^2+x+1\right)-\frac{1}{2}\int\frac{dx}{\left(x+\frac{1}{2}\right)^2+\frac{3}{4}}=$$

$$=x^2+x-\ln|x|+\frac{1}{2}\ln\left(x^2+x+1\right)-\frac{1}{2}\cdot\frac{2}{\sqrt{3}}arctg\left(x+\frac{1}{2}\right)+C.$$

Задание 6. Найти интегралы от рациональных дробей.

1. $\int\frac{2x^3+6x^2+7x+2}{x(x+1)^3}dx;\quad\int\frac{3x^2+14x+37}{(x-1)(x^2+4x+13)}dx.$

2. $\int\frac{x^3+6x^2+4x+24}{(x-2)(x+2)^3}dx;\quad\int\frac{4x^4-4x^3+x^2+5}{4x^3+4x^2+5x}dx.$

3. $\int\frac{x^3-6x^2+13x-6}{(x+2)(x-2)^3}dx;\quad\int\frac{5dx}{x^3+2x^2+5x}.$

4. $\int\frac{x^3+6x^2+14x+10}{(x+1)(x+2)^3}dx;\quad\int\frac{4x^2+2x+2}{(x+1)(x^2+2x+2)}dx.$

5. $\int\frac{x^3-6x^2+11x-10}{(x+2)(x-2)^3}dx;\quad\int\frac{6x^2+9x+6}{(x+1)(x^2+2x+2)}dx.$

6. $\int\frac{x^3+6x^2+13x+9}{(x+1)(x+2)^3}dx;\quad\int\frac{20x}{(x+4)(x^2+4x+20)}dx.$

7. $\int\frac{x^3+6x^2+11x+10}{(x+2)(x-2)^3}dx;\quad\int\frac{9x}{(x-5)(x^2+2x+10)}dx.$

8. $\int\frac{x^3+6x^2-14x-10}{(x-1)(x+2)^3}dx;\quad\int\frac{5}{(x+1)(2x^2+2x+5)}dx.$

9. $\int\frac{6x^2+12x+9}{(x+1)(x+2)^3}dx;\quad\int\frac{4x^2-2x+2}{(x+1)(x^2-2x+2)}dx.$

10. $\int\frac{x^3-6x^2+14x-6}{(x+1)(x-2)^3}dx;\quad\int\frac{2x^2-3x-3}{(x-1)(x^2-2x+5)}dx.$

11. $\int\frac{x^3+6x^2+13x+8}{x(x+2)^3}dx;\quad\int\frac{-8x^2-12}{(x+1)(x^2-6x+13)}dx.$

12. $\int \frac{x^3+6x^2+11x+7}{(x+1)(x+2)^3}dx; \quad \int \frac{2x+3}{(x-1)(x^2+2x+2)}dx.$

13. $\int \frac{2x^3+6x^2+7x+4}{(x+2)(x+1)^3}dx; \quad \int \frac{2x+1}{(x-4)(x^2-3x+10)}dx.$

14. $\int \frac{x^3-6x^2+10x-10}{(x+1)(x-2)^3}dx; \quad \int \frac{dx}{(x+1)(x^2+x+1)}.$

15. $\int \frac{2x^3+6x^2+7x+1}{(x-1)(x+1)^3}dx; \quad \int \frac{4x}{(x-1)(x^2+4x+5)}dx.$

16. $\int \frac{x^3+6x^2+10x+10}{(x-1)(x+2)^3}dx; \quad \int \frac{x^3+1}{(x-1)(x^2-4x+5)}dx.$

17. $\int \frac{x^3+x+2}{(x+2)x^3}dx; \quad \int \frac{2x-3}{(x+1)(x^2-x+2)}dx.$

18. $\int \frac{3x^3+9x^2+10x+2}{(x-1)(x+1)^3}dx; \quad \int \frac{x^3-12x+20}{x^4-6x^3+10x^2}dx.$

19. $\int \frac{2x^3+x+1}{(x+1)x^3}dx; \quad \int \frac{2x^2-3x-3}{(x-1)(x^2-2x+5)}dx.$

20. $\int \frac{2x^3+6x^2+7x}{(x-2)(x+1)^3}dx; \quad \int \frac{8dx}{x^3+4x^2+8x}.$

21. $\int \frac{2x^3+6x^2+5x+4}{(x-2)(x+1)^3}dx; \quad \int \frac{x^4+4x^2+15}{x^3+2x^2+5x}dx.$

22. $\int \frac{x^3+6x^2+14x+4}{(x-2)(x+2)^3}dx; \quad \int \frac{3x+10}{x^3+4x^2+5x}dx.$

23. $\int \frac{x^3+6x^2+18x-4}{(x-2)(x+2)^3}dx; \quad \int \frac{5dx}{x^3-4x^2+5x}.$

24. $\int \frac{x^3-6x^2+13x-6}{(x+2)(x-2)^3}dx; \quad \int \frac{4dx}{x^3-4x^2+8x}dx.$

25. $\int \frac{x^3+6x^2+10x+12}{(x-2)(x+2)^3}dx; \quad \int \frac{x-3}{(x+1)(x^2-x+4)}dx.$

26. $\int \frac{2x^3+6x^2-7x}{(x-2)(x-1)^3}dx; \quad \int \frac{6x^2-9x+6}{(x+1)(x^2-2x+2)}dx.$

27. $\int \frac{2x^3-12x^2+26x-12}{(x+2)(x-2)^3}dx; \quad \int \frac{10dx}{x^3+2x^2+5x}.$

28. $\int \frac{2x^3+6x^2+5x+4}{(x-2)(x+1)^3}dx; \quad \int \frac{3x-10}{x^3-4x^2+5x}dx.$

29. $\int \frac{x^3+6}{(x^2-1)(x^2-4)}dx; \quad \int \frac{dx}{(x+1)(x^2+5x+6)}dx.$

30. $\int \frac{3x-4}{x^3(x-2)}dx; \quad \int \frac{x+2}{x(x^2+2x+2)}dx.$

8.6. Формула Ньютона – Лейбница для вычисления определённого интеграла

Определённый интеграл вычисляем по формуле Ньютона – Лейбница, применяя первообразную $F(x)$ для подынтегральной функции $f(x)$:

$\int_a^b f(x)dx = F(x)|_a^b = F(b) - F(a).$

Задание 7. Вычислить точное значение интеграла $\int\limits_a^b f(x)dx$:

1. $a=1,\ b=9,\ f(x)=\sqrt{6x-5},\ n=8.$

2. $a=-1,\ b=7,\ f(x)=\sqrt[3]{9x+1},\ n=8.$

3. $a=-3,\ b=5,\ f(x)=\sqrt[3]{9x+19},\ n=8.$

4. $a=-1,\ b=7,\ f(x)=\sqrt{3x+4},\ n=8.$

5. $a=-2,\ b=6,\ f(x)=\sqrt{3x+7},\ n=8.$

6. $a=0,\ b=8,\ f(x)=\sqrt[3]{9x-8},\ n=8.$

7. $a=1,\ b=9,\ f(x)=\sqrt[3]{9x-17},\ n=8.$

8. $a=2,\ b=10,\ f(x)=\sqrt[3]{9x-26},\ n=8.$

9. $a=3,\ b=11,\ f(x)=\sqrt[3]{9x-35},\ n=8.$

10. $a=4,\ b=12,\ f(x)=\sqrt[3]{9x-44},\ n=8.$

11. $a=-2,\ b=6,\ f(x)=\sqrt[3]{9x+10},\ n=8.$

12. $a=0{,}1,\ \ b=1{,}1,\ \ f(x)=(x-0{,}1)\sqrt{5x+3{,}5},\ n=10.$

13. $a=0{,}2,\ \ b=1{,}2,\ \ f(x)=(x-0{,}2)\sqrt{5x+3},\ n=10.$

14. $a=0{,}3,\ \ b=1{,}3,\ \ f(x)=(x-0{,}3)\sqrt{5x+2{,}5},\ n=10.$

15. $a=0{,}4,\ \ b=1{,}4,\ \ f(x)=(x-0{,}4)\sqrt{5x+2},\ n=10.$

16. $a=0{,}5,\ \ b=1{,}5,\ \ f(x)=(x-0{,}5)\sqrt{5x+1{,}5},\ n=10.$

17. $a=-0{,}1,\ \ b=0{,}9,\ \ f(x)=(x+0{,}1)\sqrt{5x+4{,}5},\ n=10.$

18. $a=-0{,}2,\ \ b=0{,}8,\ \ f(x)=(x+0{,}2)\sqrt{5x+5},\ n=10.$

19. $a=-0{,}3,\ \ b=0{,}7,\ \ f(x)=(x+0{,}3)\sqrt{5x+5{,}5},\ n=10.$

20. $a=-0{,}4,\ \ b=0{,}6,\ \ f(x)=(x+0{,}4)\sqrt{5x+6},\ n=10.$

21. $a=-0{,}5,\ \ b=0{,}5,\ \ f(x)=(x+0{,}5)\sqrt{5x+6{,}5},\ n=10.$

22. $a=0,\ \ b=0{,}5,\ \ f(x)=1/\sqrt{1-x^2},\ n=5.$

23. $a=1,\ b=10,\ f(x)=x\sqrt{x-1},\ n=9$.

24. $a=2,\ b=6,\ f(x)=(x+1)\sqrt{x-2},\ n=8$.

25. $a=0,\ b=4,\ f(x)=\dfrac{\sqrt{x}}{x+1},\ n=8$.

26. $a=1,\ b=9,\ f(x)=\dfrac{1}{\sqrt{x}+1},\ n=8$.

27. $a=-3,\ b=5,\ f(x)=\sqrt{3x+10},\ n=8$.

28. $a=2,\ b=10,\ f(x)=\sqrt{3x-5},\ n=8$.

29. $a=0,\ b=8,\ f(x)=\sqrt{6x+1},\ n=8$.

30. $a=-1,\ b=7,\ f(x)=\sqrt{6x+7},\ n=8$.

8.7. Сходимость несобственных интегралов первого рода (интегралов с бесконечным пределом интегрирования)

Если функция $f(x)$ определена и непрерывна на полуинтервале $x\in[a,\ +\infty)$, то по определению *несобственным интегралом первого рода (интегралом с бесконечным пределом интегрирования)* считают функционал

$$\int_a^{+\infty} f(x)dx=\lim_{b\to+\infty}\left(\int_a^b f(x)dx\right). \qquad (1)$$

Если существует конечный предел правой части равенства (1), то интеграл (1) *сходится*. Если предел правой части равен бесконечности или вообще не существует, то интеграл (1) *расходится*.

При вычислении интеграла (1) необходимо знать первообразную $F(x)$ для функции $f(x)$. Если ее удалось найти, то $\int_a^{+\infty} f(x)dx=\lim_{x\to+\infty}F(x)-F(a)$. Однако не всегда удается найти первообразную $F(x)$ и тогда для установления сходимости или расходимости интеграла (9.1) прибегают к соответствующим признакам, из которых наиболее часто используют два: признак сравнения и предельный признак.

Признак сравнения: пусть при $x\in[a,\ +\infty)$ $0\le f(x)\le g(x)$ ($f(x), g(x)$ – непрерывные функции, $x\in[a,\ +\infty)$). Тогда:

1) если $\int_a^{+\infty} g(x)dx$ – сходится, то $\int_a^{+\infty} f(x)dx$ – сходится;

2) если $\int_a^{+\infty} f(x)dx$ – расходится, то $\int_a^{+\infty} g(x)dx$ – расходится.

Предельный признак: пусть при $x \in [a,\ +\infty)$ $f(x) > 0,\ g(x) > 0$ и существует предел $\lim\limits_{x \to +\infty} \dfrac{f(x)}{g(x)} = k;\ k \neq 0, k \neq \infty$. Тогда интегралы $\int\limits_a^{+\infty} f(x)dx$, $\int\limits_a^{+\infty} g(x)dx$ сходятся или расходятся одновременно.

При установлении вопроса о сходимости, расходимости интеграла (1) пользуются вспомогательными интегралами вида

$$\int\limits_{\substack{a \\ (a>0)}}^{+\infty} \frac{dx}{x^p} = \begin{cases} \dfrac{a^{1-p}}{1-p}\ (\textit{сходится}), \text{ если } p > 1, \\ +\infty\ (\textit{расходится}), \text{ если } p \le 1. \end{cases} \qquad (2)$$

Покажем на примерах, как пользуясь признаками сходимости, расходимости, а также интегралами вида (2), установить сходимость или расходимость интеграла (1).

Пример 1. Показать, что интеграл $J = \int\limits_2^{+\infty} \dfrac{x + \sin x}{\sqrt{x^5 + 2} + x} dx$ – сходится.

Решение: Воспользуемся признаком сравнения: при $x \in [2,\ +\infty)$ $f(x) = \dfrac{x + \sin x}{\sqrt{x^5 + 2} + x} > 0$. Задача состоит в том, чтобы подобрать функцию $g(x)$ такую, чтобы выполнялись одно из условий 1), 2) признака сравнения.

При $x \in [2,\ +\infty)$ имеем цепочки неравенств: $x + \sin x < x + x = 2x$,

$$x^5 + 2 > x^5 \ \Rightarrow\ \sqrt{x^5 + 2} > \sqrt{x^5} \ \Rightarrow\ \sqrt{x^5 + 2} + x > \sqrt{x^5} \ \Rightarrow\ \frac{1}{\sqrt{x^5 + 2} + x} < \frac{1}{\sqrt{x^5}},$$

$$f(x) = \frac{x + \sin x}{\sqrt{x^5 + 2} + x} = (x + \sin x) \cdot \frac{1}{\sqrt{x^5 + 2} + x} < 2x \cdot \frac{1}{\sqrt{x^5}} = \frac{2}{\sqrt{x^3}} = g(x) > 0.$$

Итак, в качестве функции $g(x)$ достаточно взять $g(x) = \dfrac{2}{\sqrt{x^3}}$ и тогда при $x \in [2,\ +\infty)$ $0 < f(x) < g(x)$, $\int\limits_2^{+\infty} g(x)dx = \int\limits_2^{+\infty} \dfrac{2dx}{\sqrt{x^3}}$ сходится ($p = 3/2 > 1$). Тогда по признаку сравнения интеграл $J = \int\limits_2^{+\infty} \dfrac{x + \sin x}{\sqrt{x^5 + 2} + x} dx$ – сходится.

Пример 2 Показать, что интеграл $J = \int\limits_4^{+\infty} \dfrac{x - 2}{1 + x^2} dx$ – расходится.

Решение: Как и в примере 1 при $x \in [4,\ +\infty)$ $f(x) = \dfrac{x - 2}{1 + x^2} > 0$. При $x \in [4,\ +\infty)$ имеем цепочки неравенств: $x - 2 \ge x/2$ (проверьте!),

$$1 + x^2 < x^2 + x^2 = 2x^2 \ \Rightarrow\ \frac{1}{1 + x^2} > \frac{1}{2x^2},\ f(x) = \frac{x - 2}{1 + x^2} = (x - 2) \cdot \frac{1}{1 + x^2} > \frac{x}{2} \cdot \frac{1}{2x^2} = \frac{1}{4x} = g(x) > 0.$$

Здесь в качестве функции $g(x)$ достаточно взять $g(x)=\frac{1}{4x}$ и тогда при $x\in[4,\ +\infty)$ $0<g(x)<f(x)$, $\int\limits_4^{+\infty} g(x)dx=\int\limits_4^{+\infty}\frac{dx}{4x}$ расходится ($p=1$). Тогда по признаку сравнения исходный интеграл J – расходится.

Если подынтегральная функция $f(x)$ интеграла (9.1) имеет вид дробной функции $f(x)=\frac{f_1(x)}{f_2(x)}$, где $f_1(x), f_2(x)$ содержат переменную x в каких-то степенях (в том числе и дробных), то удобно пользоваться предельным признаком сходимости интегралов.

Пример 3. Исследовать на сходимость $J=\int\limits_2^{+\infty}\frac{\left(x^2+\sqrt{x}-1\right)dx}{\sqrt{x^5}-1}$.

Решение: Воспользуемся предельным признаком сходимости. Здесь $f(x)=\frac{x^2+\sqrt{x}-1}{\sqrt{x^5}-1}>0$ при $x\in[2,\ +\infty)$. Задача – найти функцию $g(x)>0$ и $\lim\limits_{x\to+\infty}\frac{f(x)}{g(x)}=k\neq\{0,+\infty\}$. Функция $g(x)$ отыскивается следующим образом: в числителе и знаменателе функции $f(x)$ отыскиваются слагаемые, содержащие x в старших степенях (старшие степени x обозначаются соответственно m,n). В данном случае в числителе – это x^2 ($m=2$), а в знаменателе – $\sqrt{x^5}$ ($n=5/2$). Составляется число $p=n-m=5/2-2=1/2$. Тогда в качестве функции $g(x)$ достаточно взять $g(x)=\frac{1}{x^{\alpha}}=\frac{1}{x^{1/2}}=\frac{1}{\sqrt{x}}$ (напомним, что $\int_2^{+\infty} g(x)dx=\int_2^{+\infty}\frac{dx}{\sqrt{x}}$ – расходится как интеграл вида (2) при $p=1/2<1$).

Найдем $k=\lim\limits_{x\to+\infty}\frac{f(x)}{g(x)}=\lim\limits_{x\to+\infty}\left(\frac{x^2+\sqrt{x}-1}{\sqrt{x^5}-1}\right)/\left(\frac{1}{\sqrt{x}}\right)=$

$$=\lim_{x\to+\infty}\frac{\sqrt{x}\left(x^2+\sqrt{x}-1\right)}{\sqrt{x^5}-1}=\lim_{x\to+\infty}\frac{\sqrt{x^5}\left(1+\frac{1}{\sqrt{x^3}}-\frac{1}{x^2}\right)}{\sqrt{x^5}\left(1-\frac{1}{\sqrt{x^5}}\right)}=\lim_{x\to+\infty}\frac{1+\frac{1}{\sqrt{x^3}}-\frac{1}{x^2}}{1-\frac{1}{\sqrt{x^5}}}=$$

$=\left[\frac{1+0-0}{1-0}\right]=1$. Итак, по предельному признаку сходимости интеграл J расходится.

Задание 8. Исследовать на сходимость несобственный интеграл первого рода для подынтегральной функции.

1. $\int\limits_1^{+\infty}\frac{dx}{\left(x^2+1\right)(x+1)}$. **2.** $\int\limits_1^{+\infty}\frac{\sqrt{x}dx}{\sqrt{x^5}+x+1}$. **3.** $\int\limits_1^{+\infty}\frac{(x+3)dx}{x^5+3x+1}$.

4. $\int_1^{+\infty} \frac{dx}{x^2+8x+16}$.

5. $\int_1^{+\infty} \frac{(x+3)dx}{x^3+3x^2+2}$.

6. $\int_1^{+\infty} \frac{6xdx}{3x^2+2x+5}$.

7. $\int_1^{+\infty} \frac{\cos x dx}{x^3}$.

8. $\int_2^{+\infty} \frac{\left(x+\sqrt{x}\right)dx}{\sqrt{x^3}+x+5}$.

9. $\int_0^{+\infty} \frac{dx}{4x+1}$.

10. $\int_1^{+\infty} \frac{dx}{x^2+5x}$.

11. $\int_1^{+\infty} \frac{dx}{\sqrt{x}+1}$.

12. $\int_1^{+\infty} \frac{x+\sqrt{x}+2}{x^2+\sqrt{x}+3}dx$.

13. $\int_1^{+\infty} \frac{x\sqrt{x}+x^2+1}{x^4-x+1}dx$.

14. $\int_1^{+\infty} \frac{\sqrt{x}dx}{x^3-x+1}$.

15. $\int_5^{+\infty} \frac{3x+4x^3dx}{x^7-\sqrt{x}+3}$.

16. $\int_2^{+\infty} \frac{\left(\sqrt{x}+1\right)dx}{x^3+2x-1}$.

17. $\int_1^{+\infty} \frac{2dx}{x+\sqrt{x^5}+5}$.

18. $\int_1^{+\infty} \frac{dx}{\sqrt[3]{x^4}+5x+1}$.

19. $\int_3^{+\infty} \frac{(x+6)dx}{x^3+3x+1}$.

20. $\int_9^{+\infty} \frac{\sqrt{x}dx}{x^2+1}$.

21. $\int_4^{+\infty} \frac{x+2}{x^2-1}dx$.

22. $\int_0^{+\infty} \frac{(5x+3)dx}{x^3+4}$.

23. $\int_1^{+\infty} \frac{\left(x^3+1\right)dx}{x^4+3}$.

24. $\int_0^{+\infty} \frac{dx}{x^2+\sqrt{x}+1}$.

25. $\int_1^{+\infty} \frac{x^3dx}{3x^5+x+2}$.

26. $\int_1^{+\infty} \frac{\sqrt{x}dx}{3x^3+1}$.

27. $\int_4^{+\infty} \frac{xdx}{x^3+x+1}$.

28. $\int_2^{+\infty} \frac{dx}{\sqrt{3x+3}}$.

29. $\int_0^{+\infty} \frac{\sqrt[3]{x}dx}{3x^2+5}$.

30. $\int_4^{+\infty} \frac{\sqrt{x}dx}{\sqrt{x}+x^2}$.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 9 «КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА» С ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ ЗАДАНИЯМИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

9.1. Комплексные числа и действия над ними в алгебраической форме

В школьной математике постепенно обобщалось понятие чисел по цепочке: натуральные числа $\mathbb{N}$, целые числа $\mathbb{Z}$, рациональные числа $\mathbb{Q}$, действительные числа $\mathbb{R}$. Возможно ли дальнейшее обобщение для чисел? В цепочке включений числовых множеств имеем знак вопроса: $\mathbb{N} \subset \mathbb{Z} \subset \mathbb{Q} \subset \mathbb{R} \subset \{?\}$.

Действительные числа изображаются точками на прямой линии – на числовой оси, при этом между точками прямой линии и действительными числами установлено взаимно-однозначное соответствие (рис.1(а)). Поэтому новым обобщённым числам места на числовой прямой уже не хватает. И от геометрии возникает подсказка – искать обобщение в виде чисел, которые изображаются точками на плоскости, а алгебраически – рассматривать всевозможные упорядоченные пары (x, y) действительных чисел x и y и обозначать каждую пару своей одной буквой в форме $z = (x, y)$ (рис.1(б)).

Определение. Упорядоченные пары $z_1 = (x_1, y_1)$ и $z_2 = (x_2, y_2)$ называют *равными* и пишут $z_1 = z_2$, если $x_1 = x_2$ и $y_1 = y_2$.

Например, $(-3, 1) = (-3, 1)$, но $(-3, 1) \neq (1, -3)$.

Упорядоченные пары в математике применялись в разных смыслах как: 1) координаты точки на плоскости, 2) координаты вектора на плоскости, 3) матрицы размеров 1×2. Отличие упорядоченных пар как новых чисел – комплексных чисел – дано в следующем определении.



Рис.1. а) Взаимно-однозначное соответствие множества $\mathbb{R}$ действительных чисел и множества точек прямой линии l. б) Геометрическая идея – искать обобщение чисел как точек плоскости в форме $z = (x, y)$.

Определение. Всевозможные упорядоченные пары $z = (x, y)$ действительных чисел x и y называются *комплексными числами*, если для любых двух таких пар $z_1 = (x_1, y_1)$ и $z_2 = (x_2, y_2)$ определены сумма и произведение по следующим правилам:

1) $z_1 + z_2 = (x_1, y_1) + (x_2, y_2) = (x_1 + x_2,\ y_1 + y_2)$;

2) $z_1 \cdot z_2 = (x_1, y_1) \cdot (x_2, y_2) = (x_1 \cdot x_2 - y_1 \cdot y_2,\ x_1 \cdot y_2 + y_1 \cdot x_2)$.

Множество всех комплексных чисел обозначают буквой $\mathbb{C}$ от латинского слова *complex*. Если $z = (x, y)$, то первую часть x числа z называют *действительной* частью и обозначают $x = Re\ z$ (от английского слова *real*), а вторую часть y числа z называют *мнимо*й частью и обозначают $x = Im\ z$ (от латинского слова *imaginarium*).

Теорема. Сумма и произведение комплексных чисел обладают такими же свойствами как сумма и произведение действительных чисел:

1) $z_1 + z_2 = z_2 + z_1$, 2) $z_1 \cdot z_2 = z_2 \cdot z_1$, 3) $z_1 + (z_2 + z_3) = (z_1 + z_2) + z_3$,

4) $z_1 \cdot (z_2 \cdot z_3) = (z_1 \cdot z_2) \cdot z_3$, 5) $(z_1 + z_2) \cdot z_3 = z_1 \cdot z_3 + z_2 \cdot z_3$.

Доказательство здесь не рассматриваем.

Следствие. Для комплексных чисел выполняются формулы сокращённого умножения, т.к. для их вывода достаточно было выполнения свойств 1) – 5).

Комплексные числа вида $(x, 0)$ ведут себя при сложении и умножении как обычные действительные числа – их мнимые части остаются равными 0:

$(x_1, 0) + (x_2, 0) = (x_1 + x_2, 0)$, $(x_1, 0) \cdot (x_2, 0) = (x_1 \cdot x_2, 0)$.

Поэтому далее примем по определению, что $(x, 0) \stackrel{def}{=} x$. В частности, $(0,0) = 0, (1,0) = 1$.

Рассмотрим произведение действительного числа $\lambda = (\lambda, 0)$ на комплексное число $z = (x, y)$:

$\lambda \cdot z = (\lambda, 0) \cdot (x, y) = (\lambda \cdot x - 0 \cdot y, \lambda \cdot y + 0 \cdot x) = (\lambda \cdot x, \lambda \cdot y)$,
или кратко: $\lambda \cdot (x, y) = (\lambda \cdot x, \lambda \cdot y)$.

Получается интересный вывод: комплексные числа относительно операции сложения и относительно операции умножения на действительное число ведут себя как радиус-векторы точек на комплексной плоскости в координатной форме, а геометрически изображаются этими радиус-векторами. При этом сложение комплексных чисел осуществляется по правилу параллелограмма (рис.2).

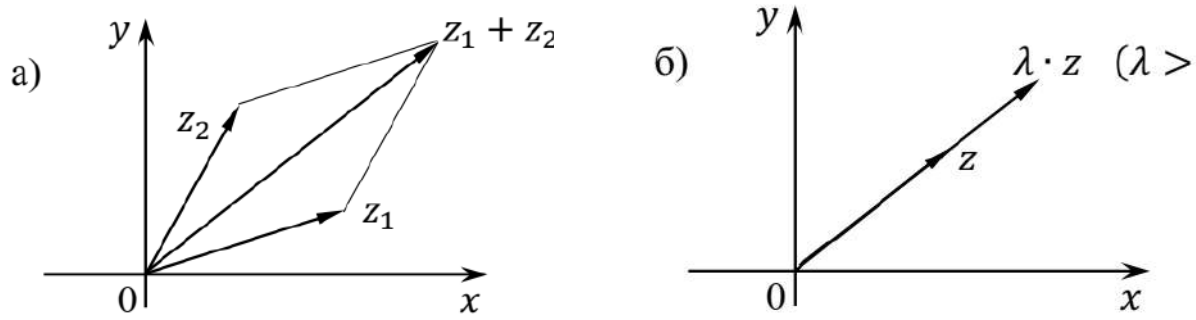


Рис.2. Изображение комплексных чисел радиус-векторами точек комплексной плоскости. а) Сложение комплексных чисел z_1 и z_2 по правилу параллелограмма. б) Умножение комплексного числа z на действительное число λ.

Комплексное число $(0,1)$ назовём *мнимой единицей* и обозначим его как i, т.е. $i = (0,1)$. Найдём квадрат этого числа: $i^2 = (0,1) \cdot (0,1) = (-1, 0) = -1$. Итак, получено, что $i^2 = -1$. Это удивительный результат!

Теперь имеем возможность представить любое комплексное число в новой форме: $z = (x, y) = (x, 0) + (0, y) = x \cdot (1,0) + y \cdot (0,1) = x \cdot 1 + y \cdot i = x + iy$, где знак умножения подразумевается и не пишется. Запись комплексного числа в виде $z = x + iy$ называется *алгебраической формой записи комплексного чис*ла. Выполнять сложение и умножение комплексных чисел в алгебраической форме удобно как над двучленами по обычным правилам 1) – 5), известным для действительных чисел. Только i^2 нужно заменять на (-1).

Пример 1. $(2 - i)^2 = 2^2 - 2 \cdot 2 \cdot i + i^2 = 4 - 4i - 1 = 3 - 4i$.

Пример 2. $(1 - 3i)(2 + 4i) = 2 + 4i - 6i - 12i^2 = 2 - 2i + 12 = 14 - 2i$.

Определение (тернарного отношения). Число z называется *разностью* чисел z_1 и z_2, если $z_1 = z + z_2$.

Покажем, что уравнение $z_1 = z + z_2$ разрешимо относительно z. Пусть $z_1 = x_1 + iy_1, z_2 = x_2 + iy_2, z = x + iy$. Тогда уравнение $z_1 = z + z_2$ примет вид:

$$x_1 + iy_1 = (x + iy) + (x_2 + iy_2) \Leftrightarrow x_1 + iy_1 = (x + x_2) + i(y + y_2) \Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow \begin{cases} x_1 = x + x_2 \\ y_1 = y + y_2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = x_1 - x_2 \\ y = y_1 - y_2 \end{cases}.$$

Таким образом отношение «быть разностью» разрешается однозначно и является функциональным, обозначается как $z = z_1 - z_2$, а результат находится по формуле $z = z_1 - z_2 = (x_1 + iy_1) - (x_2 + iy_2) = (x_1 - x_2) + i(y_1 - y_2)$.

Пусть $z = x + iy$ – комплексное число. Тогда число $\overline{z} = x - iy$ называется *комплексно сопряжённым* относительно числа z. Найдём произведение $z \cdot \overline{z} = (x + iy)(x - iy) = x^2 - i^2y^2 = x^2 + y^2$, оно оказалось неотрицательным действительным числом. Арифметический корень из этого числа называют *модулем комплексного числа* z и обозначают так же как модуль действительного числа: $|z| = \sqrt{z \cdot \overline{z}} = \sqrt{x^2 + y^2}$. При этом для действительного числа x выполняется равенство $\sqrt{x^2} = |x|$, поэтому понятие модуля комплексного числа обобщает понятие модуля действительного числа. Геометрический смысл модуля комплексного числа – это длина радиус-вектора, изображающего это число.

Определение (тернарного отношения). Число z называется *частным* чисел z_1 и z_2, если $z_1 = z \cdot z_2$.

Покажем, что уравнение $z_1 = z \cdot z_2$ разрешимо относительно z, если при этом $z_2 \neq 0$. Умножим левую и правую часть уравнения на $\overline{z_2}$ справа:

$z_1 \cdot \overline{z_2} = (z \cdot z_2) \cdot \overline{z_2}$.

Воспользуемся сочетательным свойством в правой части уравнения:

$z_1 \cdot \overline{z_2} = z \cdot (z_2 \cdot \overline{z_2})$.

Множитель $(z_2 \cdot \overline{z_2})$ является действительным и положительным, обратное ему число тоже положительно. Отсюда находим искомое:

$z = \frac{z_1 \cdot \overline{z_2}}{z_2 \cdot \overline{z_2}}$.

Отношение «быть частным чисел z_1 и z_2» оказалось функциональным относительно z. Знаком функции «частное чисел z_1 и z_2» является горизонтальная черта и её модификации, либо двоеточие. Итак, соответствующая операция «деление z_1 на z_2» выполнима и осуществляется по формуле:

$\frac{z_1}{z_2} = \frac{z_1 \cdot \overline{z_2}}{z_2 \cdot \overline{z_2}}$.

Пример 3. Вычислить $\frac{1-i}{2-3i}$.

Решение. $\frac{1-i}{2-3i} = \frac{(1-i)(2+3i)}{(2-3i)(2+3i)} = \frac{2+3i-2i-3i^2}{4-9i^2} = \frac{2+i+3}{4+9} = \frac{5+i}{13} = \frac{5}{13} + \frac{1}{13}i$.

Говоря на языке алгоритмики, заключаем, что для комплексных чисел определены бинарные операции сложения и умножения и обратные им операции вычитания и деления (если делитель не равен 0) – основные арифметические операции. Также можно ввести сингулярную операцию возведения в натуральную степень n. Далее в §69 будет решён вопрос с извлечением корня n-й степени из комплексного числа.

В математике алгебраическая структура, в которой над предметами введены операции сложения и умножения со свойствами 1) – 5), при наличии обратимости сложения, называется *кольцом*. Комплексные числа образуют кольцо.

Кольцо с наличием противоположных элементов и с операцией деления, кроме деления на 0, называется *полем*. Комплексные числа образует поле.

Также поле образуют рациональные числа, действительные числа. А вот целые числа образуют кольцо, но не образуют поле.

9.2. Действия над комплексными числами в тригонометрической форме. Формула Муавра

Положение комплексного числа $z = x + iy$ на комплексной плоскости можно характеризовать не только декартовыми координатами (x, y), но и полярными координатами (φ, r) (рис.1). При этом $r = |z| = \sqrt{x^2 + y^2}$ – это модуль комплексного числа, $\varphi = Arg\, z$ – *аргумент* комплексного числа. Аргумент комплексного числа определяется не однозначно, поэтому выделяют $arg\, z$ – *главное значение аргумента* из угловых промежутков $[0,\ 2\pi)$ или $(-\pi, \pi]$ и добавляют к нему целое число оборотов: $Arg\, z = arg\, z + 2\pi n, n \in \mathbb{Z}$.

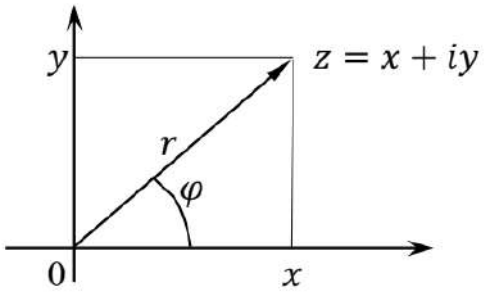


Рис.1. Полярные координаты (φ, r) комплексного числа z на комплексной плоскости.

Декартовы координаты выражаются через полярные формулами:

$$\begin{cases} x = r\cos\varphi, \\ y = r\sin\varphi. \end{cases} \quad (1)$$

Переход к полярным координатам от декартовых осуществляется по формулам:

$$\begin{cases} r = \sqrt{x^2 + y^2}, \\ tg\ \varphi = \frac{y}{x}. \end{cases} \quad (2)$$

В алгебраической форме записи комплексного числа воспользуемся формулами (1): $z = x + iy = r\cos\varphi + ir\sin\varphi = r(\cos\varphi + i\sin\varphi)$. В результате получаем *тригонометрическую форму записи* комплексного числа:

$$z = r(\cos\varphi + i\sin\varphi). \quad (3)$$

Тригонометрическая форма комплексных чисел особо удобна для выполнения операций умножения, деления и возведения в натуральную степень n. Пусть $z_1 = r_1(\cos\varphi_1 + i\sin\varphi_1), z_2 = r_2(\cos\varphi_2 + i\sin\varphi_2)$. Тогда:

1) $z_1 \cdot z_2 = r_1 \cdot r_2 \cdot (\cos(\varphi_1 + \varphi_2) + i\sin(\varphi_1 + \varphi_2))$;

2) $\frac{z_1}{z_2} = \frac{r_1}{r_2} \cdot (\cos(\varphi_1 - \varphi_2) + i\sin(\varphi_1 - \varphi_2))$;

3) $z^n = r^n \cdot (\cos n\varphi + i\sin n\varphi)$.

Последняя формула называется *формулой Муавра*[1].

Выведем первую из формул, опираясь на формулы тригонометрии:

$z_1 \cdot z_2 = r_1(\cos\varphi_1 + i\sin\varphi_1) \cdot r_2(\cos\varphi_2 + i\sin\varphi_2) =$

[1] Муавр, Абрахам де (1677-1754) – английский математик французского происхождения. Формула обнародована в 1722 году.

$= r_1 r_2(\cos\varphi_1 \cdot \cos\varphi_2 + i\sin\varphi_1 \cdot \cos\varphi_2 + i\cos\varphi_1 \cdot \sin\varphi_2 + i^2 \sin\varphi_1 \cdot \sin\varphi_2) =$

$= r_1 r_2\big(\cos\varphi_1 \cdot \cos\varphi_2 - \sin\varphi_1 \cdot \sin\varphi_2 + i(\sin\varphi_1 \cdot \cos\varphi_2 + \cos\varphi_1 \cdot \sin\varphi_2)\big) =$

$= r_1 r_2(\cos(\varphi_1 + \varphi_2) + i\sin(\varphi_1 + \varphi_2)).$

Обоснование формул два и три предоставляем в качестве упражнения читателю. При обосновании формулы Муавра нужно воспользоваться методом математической индукции с применением формулы один.

Пример. Вычислить $\left(1 + i\sqrt{3}\right)^6$.

Решение. Представим число $\left(1 + i\sqrt{3}\right)$ в тригонометрической форме, пользуясь формулами (2): $r = \sqrt{1^2 + \left(\sqrt{3}\right)^2} = 2,\ tg\,\varphi = \frac{\sqrt{3}}{1} = \sqrt{3}, \varphi = \arg z = \frac{\pi}{3}$. Получили: $1 + i\sqrt{3} = 2\left(\cos\frac{\pi}{3} + i\sin\frac{\pi}{3}\right)$ (смотри рис.2).

Применим формулу Муавра:

$\left(1 + i\sqrt{3}\right)^6 = 2^6\left(\cos\left(6 \cdot \frac{\pi}{3}\right) + i\sin\left(6 \cdot \frac{\pi}{3}\right)\right) = 64(\cos 2\pi + i \cdot \sin 2\pi) = 64.$

Ответ: $\left(1 + i\sqrt{3}\right)^6 = 64.$

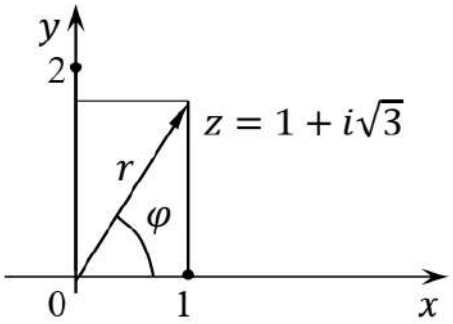


Рис.2. К представлению комплексного числа $\left(1 + i\sqrt{3}\right)$ в тригонометрической форме.

9.3. Извлечение корней натуральной степени из комплексного числа

Пусть n – натуральное число, $n \geq 2$.

Определение (бинарного отношения). Комплексное число w *является корнем n-й степени из* комплексного числа z, если $w^n = z$.

Считая число z известным, а число w не известным, зададимся проблемой разрешимости уравнения $w^n = z$ относительно w. Покажем, что проблема разрешима и что имеется ровно n различных решений, если $z \neq 0$. Если же $z = 0$, то имеем один корень $w = 0$.

Представим числа в тригонометрической форме:

$z = r(\cos\varphi + i\sin\varphi)$, при этом r и φ известны, и для φ берётся главное значение аргумента, т.е. $\varphi = \arg z$;

$w = \rho(\cos\theta + i\sin\theta)$, при этом ρ и θ не известны, $\theta = \arg w$.

Запишем уравнение $w^n = z$ в тригонометрической форме и воспользуемся сразу формулой Муавра:

$\rho^n(\cos n\theta + i\sin n\theta) = r(\cos\varphi + i\sin\varphi).$

Из последнего уравнения получаем систему уравнений, причём третье уравнение системы фактически является совокупностью уравнений:

$$\begin{cases} \rho^n = r, \\ \theta = \arg w, \\ n\theta = \varphi + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}. \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \rho = \left(\sqrt[n]{r}\right)_+, \\ \theta = \arg w, \\ \theta = \dfrac{\varphi + 2\pi k}{n}, k \in \mathbb{Z}. \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \rho = \left(\sqrt[n]{r}\right)_+, \\ \theta = \arg w = \frac{\varphi+2\pi k}{n}, k = 0,1, \dots, n-1, \end{cases}$$

где $\left(\sqrt[n]{r}\right)_+$ – арифметический корень из положительного числа. Бинарное отношение оказалось многозначным, поэтому ему соответствует n функциональных зависимостей, для которых введём обозначения $w_k = \left(\sqrt[n]{z}\right)_k$.

Для практического использования запишем следующую формулу для совокупности n различных корней из комплексного числа $z = r(\cos\varphi + i\sin\varphi)$:

$$\left(\sqrt[n]{z}\right)_k = w_k = \left(\sqrt[n]{r}\right)_+ \cdot \left(\cos\frac{\varphi+2\pi k}{n} + i \cdot \sin\frac{\varphi+2\pi k}{n}\right), k = 0,1, \dots, n-1. \quad (1)$$

Замечание. Все корни располагаются в комплексной плоскости на окружности радиуса $\left(\sqrt[n]{r}\right)_+$ и соответствуют вершинам правильного n-угольника (при $n > 2$), при этом нулевой корень имеет главное значение аргумента $\frac{\varphi}{n}$, а аргумент каждого следующего корня больше аргумента предыдущего корня на $\frac{2\pi}{n}$.

Пример 1. Найти $\left(\sqrt{-1}\right)_{0,1}$.

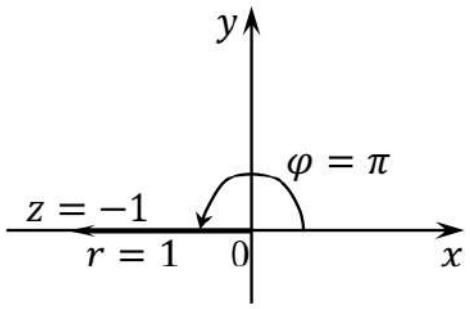


Рис.1. К представлению числа $z = -1$ в тригонометрической форме.

Решение. Представим число -1 в тригонометрической форме (рис.1):
$-1 = 1 \cdot (\cos\pi + i \cdot \sin\pi)$.
Применим формулу (1):
$\left(\sqrt{-1}\right)_k = w_k = \left(\sqrt{1}\right)_+ \cdot \left(\cos\frac{\pi+2\pi k}{2} + i \cdot \sin\frac{\pi+2\pi k}{2}\right), k = 0,1.$
Находим все корни по порядку:
$w_0 = 1 \cdot \left(\cos\frac{\pi}{2} + i \cdot \sin\frac{\pi}{2}\right) = 0 + i \cdot 1 = i.$
$w_1 = 1 \cdot \left(\cos\frac{\pi+2\pi}{2} + i \cdot \sin\frac{\pi+2\pi}{2}\right) = \cos\frac{3\pi}{2} + i \cdot \sin\frac{3\pi}{2} = 0 + i \cdot (-1) = -i.$
Ответ: $\left(\sqrt{-1}\right)_{0,1} = \pm i.$

Замечание. Можно показать, что если $D < 0$, то
$\left(\sqrt{D}\right)_{0,1} = \left(\sqrt{-|D|}\right)_{0,1} = \pm i\left(\sqrt{|D|}\right)_+.$

Поэтому теперь можно решать квадратные уравнения с действительными коэффициентами и комплексной переменной. Более того, можно решать квадратные уравнения с комплексными коэффициентами и комплексной переменной.

Пример 2. Решить уравнение $z^2 + 6z + 13 = 0$.

Решение. Находим дискриминант: $D = 6^2 - 4 \cdot 1 \cdot 13 = 36 - 52 = -16$. При этом $\left(\sqrt{-16}\right)_{0,1} = \pm i\left(\sqrt{16}\right)_+ = \pm 4\,i$. Формула корней квадратного уравнения сохраняет свой вид. Получаем $z_{0,1} = \frac{-6 \pm 4\,i}{2} = -3 \pm 2i$.

Ответ: $z_{0,1} = -3 \pm 2i$.

Пример 3. Найти $\left(\sqrt[3]{i}\right)_k,\ k = 0,1,2$.

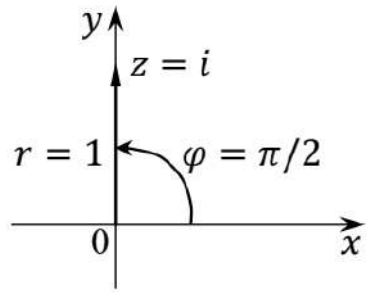


Рис.2. К представлению числа $z = i$ в тригонометрической форме.

Решение. Представим число $z = i$ в тригонометрической форме (рис.2):

$i = 1 \cdot \left(\cos\frac{\pi}{2} + i \cdot \sin\frac{\pi}{2}\right)$.

Применим формулу (1):

$\left(\sqrt[3]{i}\right)_k = w_k = \left(\sqrt[3]{1}\right)_+ \cdot \left(\cos\frac{\pi/2+2\pi k}{3} + i \cdot \sin\frac{\pi/2+2\pi k}{3}\right), k = 0,1,2.$

Находим все корни по порядку (рис.3):

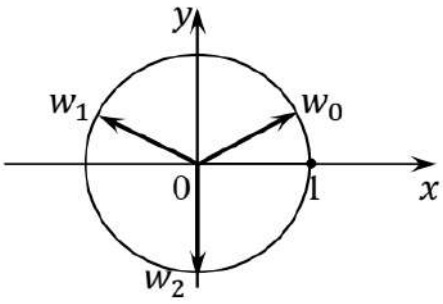


Рис.3. Все корни $\left(\sqrt[3]{i}\right)_k,\ k = 0,1,2$:

$w_0 = \frac{\sqrt{3}}{2} + i \cdot \frac{1}{2}$;

$w_1 = -\frac{\sqrt{3}}{2} + i \cdot \frac{1}{2}$;

$w_2 = -i$.

$w_0 = \left(\sqrt[3]{1}\right)_+ \cdot \left(\cos\frac{\pi}{6} + i \cdot \sin\frac{\pi}{6}\right) = 1 \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + i \cdot \frac{1}{2}\right) = \frac{\sqrt{3}}{2} + i \cdot \frac{1}{2}$;

$w_1 = \left(\sqrt[3]{1}\right)_+ \cdot \left(\cos\frac{\frac{\pi}{2}+2\pi}{3} + i \cdot \sin\frac{\frac{\pi}{2}+2\pi}{3}\right) = \cos\frac{5\pi}{6} + i \cdot \sin\frac{5\pi}{6} = -\frac{\sqrt{3}}{2} + i \cdot \frac{1}{2}$;

$w_2 = \left(\sqrt[3]{1}\right)_+ \cdot \left(\cos\frac{\frac{\pi}{2}+4\pi}{3} + i \cdot \sin\frac{\frac{\pi}{2}+4\pi}{3}\right) = \cos\frac{3\pi}{2} + i \cdot \sin\frac{3\pi}{2} = 0 + i \cdot (-1) = -i$;

Ответ: $w_0 = \frac{\sqrt{3}}{2} + i \cdot \frac{1}{2}$; $w_1 = -\frac{\sqrt{3}}{2} + i \cdot \frac{1}{2}$; $w_2 = -i$ (смотри рис.3).

9.4. Формула Эйлера. Показательная форма комплексного числа

Рассмотрим комплексные числа $\varepsilon(\varphi) = \cos\varphi + i \cdot \sin\varphi$, расположенные в комплексной плоскости на окружности единичного радиуса с центром в начале координат (рис.1), полагая, что $\varphi = Arg\,\varepsilon(\varphi)$. Эти числа функционально зависят от своего аргумента φ посредством функции ε.

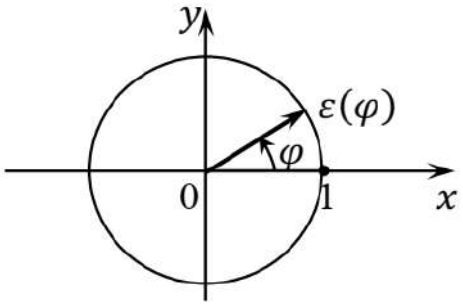


Рис.1. Комплексные числа на окружности единичного радиуса: $\varepsilon(\varphi) = \cos\varphi + i \cdot \sin\varphi$.

Для этих чисел выполняются свойства 1) – 3) из 9.2, которые можно рассмотреть как свойства функции $\varepsilon(\varphi)$:

1) $\varepsilon(\varphi_1) \cdot \varepsilon(\varphi_2) = \varepsilon(\varphi_1 + \varphi_2)$;

2) $\varepsilon(\varphi_1) : \varepsilon(\varphi_2) = \varepsilon(\varphi_1 - \varphi_2)$;

3) $\big(\varepsilon(\varphi)\big)^n = \varepsilon(n\varphi), n \in \mathbb{N}$.

Такими свойствами обладает показательная функция, которую всегда можно привести к основанию числа e. Полагаем, что $\varepsilon(\varphi) = e^{a\varphi}$, где a – некоторое комплексное число. Далее нестрогим эвристическим путём мы получим очень важную формулу – формулу Эйлера, для которой существует также строгое обоснование.

Найдём производную функции $\varepsilon(\varphi)$, исходя из двух аналитических представлений значений этой функции и предполагая выполнимость формул дифференцирования, которые были верны для функций действительной переменной:

$\varepsilon'(\varphi) = (\cos\varphi + i \cdot \sin\varphi)' = -\sin\varphi + i \cdot \cos\varphi = i(\cos\varphi + i \cdot \sin\varphi) = i\,\varepsilon(\varphi)$;

$\varepsilon'(\varphi) = (e^{a\varphi})' = ae^{a\varphi} = a\,\varepsilon(\varphi)$.

Отсюда заключаем, что $a = i$ и получаем *формулу Эйлера*[2]:

$$e^{i\varphi} = \cos\varphi + i \cdot \sin\varphi. \quad (1)$$

Заменяя в показателе φ на $(-\varphi)$ и учитывая чётность косинуса и нечётность синуса, получаем следствие из формулы Эйлера:

$$e^{-i\varphi} = \cos\varphi - i \cdot \sin\varphi. \quad (2)$$

Из формул (1) и (2) арифметически выражаем также $\cos\varphi$ и $\sin\varphi$:

$$\cos\varphi = \frac{e^{i\varphi} + e^{-i\varphi}}{2}, \quad (3)$$

$$\sin\varphi = \frac{e^{i\varphi} - e^{-i\varphi}}{2i}. \quad (4)$$

[2] Эйлер, Леонард (1707-1783) – швейцарский, немецкий и российский математик и механик. Формула Эйлера была записана в привычном виде и обоснована Эйлером в 1740 году, но ранее она была приведена в 1714 году английским математиком Роджером Котсом в логарифмической форме.

Это удивительное открытие – в области комплексных чисел показательная функция и тригонометрические функции оказались арифметическими родственниками!

Пусть комплексное число представлено в тригонометрической форме: $z = r(\cos\varphi + i\sin\varphi)$. Заменяя выражение в скобках по формуле (1), получаем представление комплексного числа *в показательной форме записи*:

$$z = r \cdot e^{i\varphi}. \qquad (5)$$

В показательной форме записи естественными выглядят операции умножения, деления, возведения в натуральную n-ю степень, извлечения корней n-й степени:

$z_1 \cdot z_2 = \left(r_1 e^{i\varphi_1}\right) \cdot \left(r_2 e^{i\varphi_2}\right) = r_1 r_2 e^{i(\varphi_1+\varphi_2)}$,

$z_1/z_2 = \left(r_1 e^{i\varphi_1}\right)/\left(r_2 e^{i\varphi_2}\right) = (r_1/r_2)e^{i(\varphi_1-\varphi_2)}$,

$z^n = r^n \cdot e^{in\varphi}$,

$\left(\sqrt[n]{z}\right)_k = \left(\sqrt[n]{r \cdot e^{i\varphi}}\right)_k = w_k = \left(\sqrt[n]{r}\right)_+ \cdot e^{i\frac{\varphi+2\pi k}{n}}, k = 0,1,\dots,n-1.$

Пусть в формуле Эйлера $\varphi = \pi$. Тогда

$e^{i\pi} = \cos\pi + i \cdot \sin\pi = -1 + i \cdot 0 = -1.$

Отсюда получаем самую красивую, по мнению подписчиков математических сайтов, формулу математики

$e^{i\pi} + 1 = 0,$

в которой вместе присутствуют важнейшие константы математики: $1, 0, i, e, \pi$, а также знак равенства, операции сложения, умножения и возведения в степень.

Но открытия продолжаются!

Определение. Комплексное число w называют *натуральным логарифмом* комплексного числа z и пишут $w = \ln z$, если $e^w = z$.

Покажем, что уравнение $e^w = z$ разрешимо относительно w:

$z = r \cdot e^{i\varphi} = e^{\ln r} \cdot e^{i\varphi} = e^{\ln r + i\varphi}.$

Отсюда получаем $w = \ln r + i\varphi$, т.е. $\ln z = \ln r + i\varphi$, или чуть иначе:

$\ln z = \ln|z| + i \cdot \arg z.$ (6)

Например, $\ln(-1) = \ln 1 + i \cdot \pi = i \cdot \pi$.

В общем случае рассматривают многозначный логарифм:

$\mathrm{Ln}\, z = \ln|z| + i \cdot \mathrm{Arg}\, z.$

Подводя итог, мы увидели, что над комплексными числами можно производить четыре арифметических действия и действие возведения в натуральную степень, законы которых являются такими же, как законы действий над действительными числами. Извлечение всех корней натуральной степени всегда осуществимо, в отличии от действительных чисел. Можно решать квадратные уравнения с комплексными коэффициентами, в том числе с отрицательными дискриминантами и действительными коэффициентами. В области комплексных чисел обнаружилось генетическое родство показательной функции и тригонометрических функций. Определены логарифмы комплексных чисел, в том числе отрицательных действительных чисел.

Возвращаясь к началу темы, мы можем написать цепочку обобщений понятия чисел: $\mathbb{N} \subset \mathbb{Z} \subset \mathbb{Q} \subset \mathbb{R} \subset \mathbb{C}$. Возникал вопрос дальнейшего обобщения

понятия числа. Но математиками было доказано, что дальнейшее обобщение понятия числа невозможно. При этом попутно в математику были внесены понятия *кватернионов* (у них не выполняется переместительный закон умножения), *двойных* и *дуальных* чисел (у них есть «неполноценность» операции деления). С этими понятиями можно познакомиться в математической литературе и в Интернете.

Отметим, что комплексные числа в нашей дисциплине будут применяться в разделе «Дифференциальные уравнения», а для специалитета – и в других разделах математики.

Комплексные числа, первоначально назывались мнимыми числами, записывались в форме $a + b\sqrt{-1}$ и использовались при решении квадратных и кубических уравнений. В 1545 году их применил Кардано, в 1572 году – Бомбелли, оба итальянские математики. Кардано высказывался, что «эти сложнейшие величины бесполезны, хотя и хитроумны». Затем такими числами занимались Декарт, Лейбниц, Муавр, Котс и многие другие математики. Эйлер предложил знак «i» для мнимой единицы в 1777 году. Термин «комплексные числа» предложил Гаусс в 1831 году. В 1893 году Чарлз Штеймец предложил использовать комплексные числа для описания электрических цепей переменного тока. Без комплексных чисел невозможно описание электромагнитного поля уравнениями Максвелла. Законы квантовой механики невозможно описать без комплексных чисел. И даже механические колебания хорошо описываются с помощью комплексных чисел. Комплексные числа как бы «пробивали себе дорогу» в математике, говоря иначе, открывались математиками постепенно, отношение к ним изменялось от недоверия до доверия высокого уровня как к надёжному инструменту описания и познания действительности.

Задание 1. Выполнить действия над комплексными числами. Результаты записать в трех формах и изобразить геометрически.

1. $\dfrac{1+i\sqrt{3}}{2+2i};\ \left(\dfrac{-1+i\sqrt{3}}{2}\right)^{60};\ \sqrt[4]{1}.$ **2.** $\dfrac{2+2i}{-1+i\sqrt{3}};\ \left(\dfrac{1+i}{\sqrt{2}}\right)^{40};\ \sqrt{3-4i}.$

3. $\dfrac{\cos\pi+i\sin\pi}{\cos(\pi/3)+i\sin(\pi/3)};\ \left(\dfrac{1+i\sqrt{3}}{2}\right)^{30};\ \sqrt[3]{-1}.$

4. $\dfrac{\cos(45^\circ)+i\sin(45^\circ)}{\cos(15^\circ)+i\sin(15^\circ)};\ (-3+4i)^3;\ \sqrt[3]{2+2i}.$

5. $\dfrac{\cos(\pi/4)+i\sin(\pi/4)}{\cos(3\pi/4)+i\sin(3\pi/4)};\ \left(1+\sqrt{3}i\right)^4;\ \sqrt[4]{i}.$ **6.** $\dfrac{1}{2+3i};\ (1+i)^4;\ \sqrt[4]{-1}.$

7. $\dfrac{1-i}{1+i};\ \left(\dfrac{\sqrt{3}+i}{2}\right)^6;\ \sqrt[4]{-16}.$ **8.** $\dfrac{2}{1-3i};\ (1+i)^6;\ \sqrt[5]{1}.$

9. $\dfrac{-\sqrt{2}+i\sqrt{6}}{-1+i\sqrt{3}};\ \left(1+\sqrt{3}i\right)^3;\ \sqrt[3]{-8}$.

10. $\dfrac{5+i\sqrt{2}}{1-i\sqrt{2}};\ (-1+i)^4;\ \sqrt[3]{\sqrt{2}-i\sqrt{6}}$.

11. $\dfrac{2+3i}{1+i};\ \left(\dfrac{1-i\sqrt{3}}{2}\right)^{10};\ \sqrt{1+i}$.

12. $\dfrac{5-12i}{3+4i};\ \left(1-i\sqrt{3}\right)^6;\ \sqrt[3]{-i}$.

13. $\dfrac{3+4i}{3-4i};\ (-1-i)^6;\ \sqrt[3]{i}$.

14. $\dfrac{1-i\sqrt{3}}{2-2i};\ \left(\dfrac{-1-i\sqrt{3}}{2}\right)^8;\ \sqrt{\sqrt{2}+i\sqrt{2}}$

15. $\dfrac{2+2i}{1+i\sqrt{3}};\ \left(\dfrac{-1+i\sqrt{3}}{2}\right)^9;\ \sqrt[5]{i}$.

16. $\dfrac{\sqrt{3}-3i}{-1+i};\ \left(\dfrac{\sqrt{3}+i}{2}\right)^8;\ \sqrt{\sqrt{2}+i\sqrt{2}}$.

17. $\dfrac{\cos(\pi/3)+i\sin(\pi/3)}{\cos(\pi)+i\sin(\pi)};\ \left(\sqrt{2}+i\sqrt{2}\right)^6;\ \sqrt[3]{27}$.

18. $\dfrac{5-i}{1+2i};\ \left(\dfrac{-\sqrt{3}+i}{2}\right)^{12};\ \sqrt[4]{2\sqrt{2}-2\sqrt{2}i}$.

19. $\dfrac{7-2i}{2+i};\ \left(-\sqrt{2}+\sqrt{2}i\right)^4;\ \sqrt{3+4i}$.

20. $\dfrac{2+3i}{2-3i};\ \left(\dfrac{1-i}{\sqrt{2}}\right)^{40};\ \sqrt[4]{-i}$.

21. $\dfrac{-2+5i}{5-2i};\ \left(\dfrac{1-\sqrt{3}i}{2}\right)^6;\ \sqrt{1+\sqrt{3}i}$.

22. $\dfrac{2-2i}{1-\sqrt{3}i};\ \left(\dfrac{-1-i}{\sqrt{2}}\right)^5;\ \sqrt[4]{16}$.

23. $\dfrac{-2+2i}{5-i};\ \left(\dfrac{\sqrt{3}+i}{2}\right)^{15};\ \sqrt[6]{64}$.

24. $\dfrac{2-7i}{9+i};\ \left(\dfrac{-\sqrt{3}+i}{2}\right)^{21};\ \sqrt{12+5i}$.

25. $\dfrac{5+3i}{4-2i};\ \left(-\sqrt[3]{3}+\sqrt[3]{3}i\right)^3;\ \sqrt{-12+5i}$.

26. $\dfrac{1-19i}{2+i};\ \left(\dfrac{\sqrt{3}-i}{2}\right)^{27};\ \sqrt[6]{i}$.

27. $\dfrac{4+5i}{6-i};\ \left(\sqrt{2}-\sqrt{2}i\right)^9;\ \sqrt[3]{\sqrt{6}+\sqrt{2}i}$.

28. $\dfrac{13-i}{3+4i};\ \left(\dfrac{\sqrt{2}-\sqrt{2}i}{4}\right)^4;\ \sqrt[3]{\sqrt{6}-\sqrt{2}i}$.

29. $\dfrac{3+4i}{13+i};\ \left(-1+\sqrt{3}i\right)^4;\ \sqrt[3]{-\sqrt{6}-\sqrt{2}i}$.

30. $\dfrac{2+5i}{5+2i};\ \left(\sqrt{6}+\sqrt{2}i\right)^3;\ \sqrt[6]{-i}$.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 10 «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ» С ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ ЗАДАНИЯМИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

10.1. Общие сведения о дифференциальных уравнениях 1-го порядка. Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными

Существуют три основные формы записи ДУ 1-го порядка: 1) общая форма записи: $F(x, y, y') = 0$; 2) запись в форме, разрешённой относительно производной: $y' = f(x, y)$; 3) запись в дифференциалах: $M(x, y)dx + N(x, y)dy = 0$.

Рассмотрим основные понятия, связанные с ДУ 1-го порядка на примере простого уравнения:

$$y' = 2x. \quad (1)$$

Решением таких уравнений мы уже занимались – нахождением неопределённого интеграла: $y = \int 2xdx = x^2 + C$, т.е. $y = x^2 + C$, где C – произвольная постоянная. Итак, вся совокупность решений уравнения (1) имеет вид:

$$y = x^2 + C. \quad (2)$$

Семейство функциональных зависимостей вида (2), содержащее всю совокупность решений ДУ далее будем называть *общим решением* (ОР) ДУ и записывать как $y = \varphi(x, C)$.

Замечание. Некоторые ДУ могут иметь также *особые решения*, которые не могут быть выделены из ОР ни при каком значении C.

Решение, полученное из общего решения приданием C конкретного значения C_0, называется *частным решением* (ЧаР) ДУ. Обычно частное решение $y = \varphi(x, C_0)$выделяется из общего решения с помощью *начальных условий*:

$$y|_{x=x_0} = y_0 \quad (3)$$

которые читаются как «$y = y_0$ при условии, что $x = x_0$». При этом $C = C_0$ является решением уравнения $\varphi(x_0, C) = y_0$.

Пример 1. Выделить из общего решения (2) частное решение с помощью начальных условий $y|_{x=1} = 2$.

Решение. Подставляя начальные условия в общее решение, получаем уравнение $1^2 + C = 2$, откуда получаем $C = 1$ и записываем частное решение

$$y = x^2 + 1.$$

Данное частное решение и несколько других решений из семейства (2) изображены на рисунке 1. График каждого частного решения ДУ называется *интегральной кривой*.

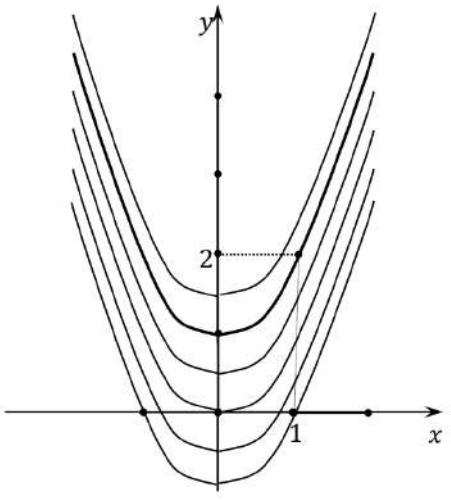


Рис.1. Несколько интегральных кривых из семейства решений (2). Жирным выделена интегральная кривая частного решения, удовлетворяющего начальным условиям $y|_{x=1} = 2$.

Сделаем обобщение. *Общим решением* ДУ $F(x, y, y') = 0$ называется такое семейство функциональных зависимостей $y = \varphi(x, C)$, которое удовлетворяет двум условиям:

1) Уравнение $F\big(x, \varphi(x, C), \varphi'(x, C)\big) = 0$ удовлетворяется тождественно относительно x и C.

2) Для любых допустимых начальных условий $y|_{x=x_0} = y_0$ из уравнения $\varphi(x_0, C) = y_0$ находим такое значение $C = C_0$, что частное решение $y = \varphi(x, C_0)$ удовлетворяет поставленным начальным условиям.

Задача нахождения частного решения ДУ $F(x, y, y') = 0$, удовлетворяющего начальным условиям $y|_{x=x_0} = y_0$, называется *задачей Коши*.

Вопрос о существовании решений ДУ раскрывается теоремой.

Теорема Коши (о существовании и единственности решения ДУ).

Пусть правая часть ДУ $y' = f(x, y)$ вместе со своей частной производной $f_y'(x, y)$ непрерывны в некоторой области D, лежащей в плоскости Oxy. Тогда через любую точку $(x_0, y_0) \in D$ проходит интегральная кривая, притом только одна. Другими словами, существует единственное частное решение $y = \varphi(x, C_0)$, удовлетворяющее начальным условиям $y|_{x=x_0} = y_0$ из области D.

Доказательство теоремы не рассматриваем. Однако ниже дана геометрическая иллюстрация теоремы (рис.2), в которой показано, что интегральные кривые в области D, при выполнении условий теоремы, не пересекаются, покрывая всю область D.

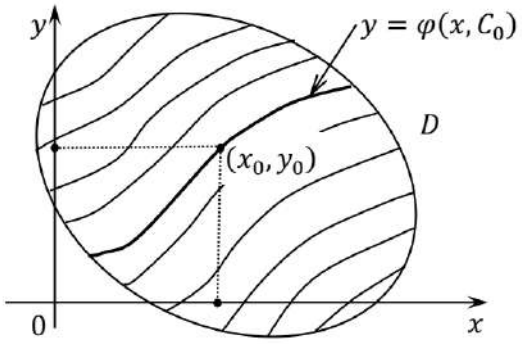


Рис.2. Семейство интегральных кривых для семейства функциональных зависимостей $y = \varphi(x, C)$. Через точку $(x_0, y_0) \in D$ проходит единственная интегральная кривая – график функциональной зависимости $y = \varphi(x, C_0)$.

Рассмотрим, как решаются ДУ *с разделяющимися переменными*, записанные в дифференциалах:

$$M_1(x) \cdot N_2(y)dx + M_2(x) \cdot N_1(y)dy = 0. \quad (4)$$

Применять к частям уравнений интегралы будет безрезультатным, т.к. функциональная зависимость y от x или x от y не известна. Поделим все части уравнения (4) на произведение $M_2(x)N_2(y)$, чтобы отделить переменные. Получим ДУ *с разделёнными переменными*:

$$\frac{M_1(x)}{M_2(x)}dx + \frac{N_1(y)}{N_2(y)}dy = 0. \quad (5)$$

Далее можем получить общее решение в неявной форме – *общий интеграл*:

$$\int \frac{M_1(x)}{M_2(x)}dx + \int \frac{N_1(y)}{N_2(y)}dy = C. \quad (6)$$

Замечание. Требуется проверять, не будут ли решения уравнений $M_2(x) = 0$ и $N_2(y) = 0$ решения исходного ДУ (4).

Пример 1. Решить задачу Коши:

$$ydx + x(y+1)dy = 0,\ y|_{x=1} = 1.$$

Решение. Делим все части уравнения на xy, при этом допустимые решения $x = 0, y = 0$ не удовлетворяют начальным условиям и далее не рассматриваются. После разделения переменных получаем:

$$\frac{dx}{x} + \left(1 + \frac{1}{y}\right)dy = 0.$$

Составляем общий интеграл:

$$\int \frac{dx}{x} + \int \left(1 + \frac{1}{y}\right)dy = C.$$

Находим общий интеграл:

$$\ln|x| + y + \ln|y| = C.$$

Применяем начальные условия и находим C:

$$\ln|1| + 1 + \ln|1| = C,\ C = 1.$$

Составляем частный интеграл:

$$\ln|x| + y + \ln|y| = 1.$$

Преобразуем частный интеграл в частное решение в форме функциональной зависимости x от y:

$$\ln|xy| = 1 - y,\ \ln|xy| = \ln e^{1-y},\ x = \frac{e^{1-y}}{y}.$$

Знак плюс при освобождении от знака модуля выбрали в соответствии с начальными условиями.

Ответ. Решение задачи Коши – частное решение: $x = \frac{e^{1-y}}{y}$. Заметим, что здесь аналитически выразить y через x невозможно.

ДУ с разделяющимися переменными встречается также в форме:

$$y' = f_1(x) \cdot f_2(y). \qquad (7)$$

В этом случае ДУ приводится к форме (4) и решается уже указанным путём. Заменяем $y' = \frac{dy}{dx}$ в уравнении (7) и постепенно получаем общий интеграл:

$$\frac{dy}{dx} = f_1(x)f_2(y),\ dy = f_1(x)f_2(y)dx,\ \frac{dy}{f_2(y)} = f_1(x)dx,\ \int \frac{dy}{f_2(y)} = \int f_1(x)dx + C.$$

Замечание. Возможные решения следует проверить из условия $f_2(y) = 0$, которые могут быть потеряны при делении на $f_2(y)$.

Пример 2. Найти общее решение ДУ $y' = -\frac{y}{x}$.

Решение. Правая часть такова, что $x \neq 0$. Заменяем $y' = \frac{dy}{dx}$, получаем уравнение $\frac{dy}{dx} = -\frac{y}{x}$. Если $y \neq 0$, получаем $\frac{dy}{y} = -\frac{dx}{x}$, $\int \frac{dy}{y} = -\int \frac{dx}{x} + C$.

Далее интегрируем и осуществляем переобозначение произвольной постоянной: $\ln|y| = -\ln|x| + \ln|C_1|,\ \ln|C_1| = C, C_1 \neq 0,\ \ln|y| = \ln\left|\frac{C_1}{x}\right|, y = \frac{C_1}{x}$.

Итак, получили общее решение $y = \frac{C_1}{x}$ при условии, что $C_1 \neq 0$. Требуется проверить, не будет ли условие $y = 0$ решением. Т.к. при этом $y' = 0$, то исходное уравнение приобретает вид $0 = -\frac{0}{x}$ и удовлетворяется при всех $x \neq 0$. Заметим, что решение $y = 0$ может быть получено из общего решения

$y = \frac{C_1}{x}$, если убрать ограничение $C_1 \neq 0$ и положить $C_1 = 0$ для частного решения $y = 0$.

Ответ. Общее решение ДУ имеет вид $y = \frac{C_1}{x}$ и включает в себя всю совокупность частных решений, при этом C_1 – произвольная постоянная.

Задание 1. Решить задачу Коши.

1. $2\sqrt{x} \cdot y' = y,\ y|_{x=0} = 1.$
2. $2(1+e^x)y \cdot y' = e^x,\ y|_{x=0} = 0.$
3. $(y+xy)dx + (x-xy)dy = 0,\ y|_{x=1} = 1.$
4. $y'(5x+3) = y,\ y|_{x=3} = 1.$
5. $dy = y\cos^2 x dx,\ y|_{x=0} = 4.$
6. $4x^3 y + y' = 0,\ y|_{x=1} = e.$
7. $yy' = xe^{-x^2},\ y|_{x=1} = 0.$
8. $xy^2 y' = x+1,\ y|_{x=1} = 0.$
9. $(1+x^2)y^3 dx - (y^2-1)x^3 dy = 0,\ y|_{x=1} = 1.$
10. $x^2 y' + y = 0,\ y|_{x=1} = e.$
11. $yy' + x = 0,\ y|_{x=3} = 4.$
12. $xy' - y = 0,\ y|_{x=2} = 4.$
13. $2x = 3y^2 y',\ y|_{x=0} = 2.$
14. $y^2 dx + (x-1)dy = 0,\ y|_{x=1/2} = 1.$
15. $x + xy + y'(y+xy) = 0,\ y|_{x=0} = 0.$
16. $\sin x \cos y dx = \cos x \sin y dy,\ y|_{x=0} = \pi/4.$
17. $(x+3)ydy = (y+2)dx,\ y|_{x=0} = 0.$
18. $e^x(1+e^y) + y'e^y(1+e^x) = 0,\ y|_{x=0} = 0.$
19. $\frac{dy}{3x} - \frac{dx}{2y} = 0,\ y|_{x=1} = 2.$
20. $y' = y\sin x,\ y|_{x=0} = 1.$
21. $y' = x^2 y - x^2,\ y|_{x=0} = 2.$
22. $(e^x + 4)dy - ye^x dx = 0,\ y|_{x=0} = 25.$
23. $yy'\sqrt{\frac{1-x^2}{1-y^2}} + 1 = 0,\ y|_{x=0} = 0.$
24. $y'\sin x = y\ln y,\ y|_{x=\pi/2} = e.$
25. $xy' + y = y^2,\ y|_{x=1} = 1/2.$
26. $(x^2-1)y' + 2xy^2 = 0,\ y|_{x=0} = 1.$
27. $y^2 dx - (x+1)dy = 0,\ y|_{x=1} = 2.$
28. $yy'\sqrt{\frac{1+x^2}{1+y^2}} + 1 = 0,\ y|_{x=0} = 0.$
29. $y' = 2\sqrt{y}\ln x,\ y|_{x=e} = 1.$
30. $y'\sqrt{4+x^2} = y,\ y|_{x=0} = 2.$

10.2. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка. Дифференциальное уравнение Бернулли

Линейное дифференциальное уравнение первого порядка имеет вид:

$$y' + p(x)y = q(x), \qquad (1)$$

где $p(x)$ и $q(x)$ – выражения для известных функций. Если представить уравнение в форме $y' = f(x,y)$, то получим $y' = -p(x)y + q(x)$, при этом $f(x,y) = -p(x)y + q(x)$, $f_y'(x,y) = -p(x) + q(x)$. В соответствии с теоремой Коши, решение существует и единственно для любой точки области D, имеющей форму полосы вдоль оси Oy и на таком промежутке для x, на котором функции $p(x)$ и $q(x)$ совместно непрерывны.

Рассмотрим метод решения уравнения (1), который был предложен швейцарским математиком Иоганном Бернулли в 1695 году. Будем искать решение в виде произведения $y = uv$, где u и v являются значениями двух

неизвестных функций аргумента x: $u = \varphi(x, C)$, $v = \psi(x)$, где C – произвольная постоянная. Подбором функции $\psi(x)$ будем распоряжаться, когда это будет удобно. Находим производную произведения

$$y' = u'v + uv'$$

и подставляем выражения для y' и y в уравнение (1):

$$u'v + uv' + p(x)uv = q(x).$$

Группируем слагаемые:

$$u'v + u(v' + p(x)v) = q(x).$$

Распоряжаемся функцией $\psi(x)$ первый раз – полагаем, что значение выражения в скобках с переменной v равно нулю. Тогда получаем систему двух дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} v' + p(x)v = 0, \\ u'v = q(x). \end{cases} \quad (2)$$

Первое уравнение $v' + p(x)v = 0$ системы (2) является уравнением с разделяющимися переменными. Решая его, распоряжаемся функцией $\psi(x)$ второй раз – полагаем постоянную интегрирования, например, равной 0. А при освобождении от модульных скобок под знаком логарифма распорядимся функцией $\psi(x)$ третий раз – освободимся от модуля со знаком плюс. Найденное функциональное выражение $v = \psi(x)$ подставим во второе уравнение системы (2):

$$u' \cdot \psi(x) = q(x)$$

Его решением будет $u = \int \frac{q(x)}{\psi(x)} dx + C = \varphi(x, C)$. Как итог, получаем общее решение уравнения (1): $y = \varphi(x, C) \cdot \psi(x)$.

Пример 1. Решить задачу Коши: $y' + y \cdot ctg\, x = 2\cos x\,, y|_{x=\frac{\pi}{2}} = 1$.

Решение. Решение данной задачи уже известно из Примера 1 в §71: $y = \sin x$ при условии, что $x \neq \pi n$. Однако там решение было предложено для проверки, но не получено. Здесь мы его получим.

Ещё раз отметим ограничение на значения аргумента из-за присутствия выражения $ctg\, x$ в записи уравнения: $x \neq \pi n$.

Будем искать решение в виде произведения $y = uv$, где u и v являются значениями двух неизвестных функций аргумента x: $u = \varphi(x, C)$, $v = \psi(x)$, где C – произвольная постоянная. Подбором функции $\psi(x)$ будем распоряжаться, когда это будет удобно. Находим производную произведения

$$y' = u'v + uv'$$

и подставляем выражения для y' и y в исходное уравнение:

$$u'v + uv' + uv \cdot ctg\, x = 2\cos x.$$

Группируем слагаемые:

$$u'v + u(v' + v \cdot ctg\, x) = 2\cos x.$$

Распоряжаемся выражением с v первый раз – полагаем, что значение выражения в скобках с переменной v равно нулю. Тогда получаем систему двух дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} v' + v \cdot ctg\, x = 0, \\ u'v = 2\cos x\,. \end{cases} \quad (3)$$

Первое уравнение $v' + v \cdot ctg\ x = 0$ системы (3) является уравнением с разделяющимися переменными. Решаем его, полагая произвольную постоянную равной 0 – распоряжаемся выражением с v второй раз:

$\frac{dv}{dx} + v \cdot ctg\ x = 0,\ \frac{dv}{v} + ctg\ x\ dx = 0,\ \int \frac{dv}{v} + \int ctg\ x\ dx = 0\ ,$

$\ln|v| + \ln|\sin x| = 0,\ \ln|v \sin x| = 0, v \sin x = 1, v = \frac{1}{\sin x}.$

При освобождении от модульных скобок под знаком логарифма распорядились выражением с v третий раз – освободились от модуля со знаком плюс.

Найденное функциональное выражение $v = \frac{1}{\sin x}$ подставим во второе уравнение системы (3) и проинтегрируем его:

$$u' \cdot \frac{1}{\sin x} = 2\cos x\ , u' = 2\cos x \sin x\ ,\ u' = \sin 2x,$$

$$u = \int \sin 2x\ dx = -\frac{1}{2}\cos 2x + C.$$

Получаем общее решение полученного уравнения:

$$y = uv,\ y = \left(-\frac{1}{2}\cos 2x + C\right) \cdot \frac{1}{\sin x}, x \neq \pi n.$$

Воспользуемся начальными данными $y|_{x=\frac{\pi}{2}} = 1$:

$$1 = \left(-\frac{1}{2}\cos\left(2 \cdot \frac{\pi}{2}\right) + C\right), 1 = \left(\frac{1}{2} + C\right), C = \frac{1}{2}.$$

Получаем частное решение:

$$y = \frac{1-\cos 2x}{2\sin x}, x \neq \pi n.$$

Преобразуем полученное частное решение:

$$y = \frac{2\sin^2 x}{2\sin x}, x \neq \pi n.$$

Получаем окончательный вид частного решения: $y = \sin x, x \neq \pi n.$

Ответ. Частное решение ДУ: $y = \sin x, x \neq \pi n.$

Дифференциальное уравнение Бернулли имеет вид:

$$y' + p(x)y = q(x)y^n, n \neq 0, n \neq 1. \qquad (4)$$

Уравнение (4) также решается методом Бернулли. Рассмотрим решение конкретного уравнения.

Пример 2. Найти общее решение ДУ: $y' - \frac{y}{x} = x^2y^2.$

Решение. Имеем естественное ограничение $x \neq 0.$

Полагаем $y = uv, y' = u'v + uv'$ и преобразуем ДУ:

$u'v + uv' - \frac{uv}{x} = x^2u^2v^2,\ u'v + u\left(v' - \frac{v}{x}\right) = x^2u^2v^2.$

Составляем систему ДУ, при этом во втором уравнении произведено сокращение на v:

$$\begin{cases} v' - \frac{v}{x} = 0, \\ u' = x^2u^2v. \end{cases} \qquad (5)$$

Решаем первое уравнение системы (5), ещё два раза распоряжаясь выражениями с v:

$$v' - \frac{v}{x} = 0,\ \frac{dv}{dx} - \frac{v}{x} = 0,\ \frac{dv}{v} - \frac{dx}{x} = 0,\ \int \frac{dv}{v} - \int \frac{dx}{x} = 0,$$

$$\ln|v| - \ln|x| = 0,\ \ln\left|\frac{v}{x}\right| = 0,\ \ \frac{v}{x} = 1,\ v = x.$$

Решаем второе уравнение системы (5), выбирая удобное выражение для произвольной постоянной:

$$u' = x^2u^2v,\ u' = x^2u^2x, \frac{du}{dx} = x^3u^2,\ \frac{du}{u^2} = x^3dx, \int\frac{du}{u^2} = \int x^3dx - \frac{C}{4},$$
$$-\frac{1}{u} = \frac{x^4}{4} - \frac{C}{4},\ u = \frac{4}{C-x^4}.$$

Составляем общее решение ДУ, учитывая первоначальное ограничение:

$$y = uv,\ \ y = \frac{4x}{C-x^4}, x \neq 0.$$

Ответ. Общее решение ДУ: $y = \frac{4x}{C-x^4}, x \neq 0.$

Задание 2. Решить задачу Коши для линейного дифференциального уравнения.

1. $y' - y/x = x^2,\ y|_{x=1} = 0$

2. $y' - yctgx = 2x\sin x,\ y|_{x=\pi/2} = 0$

3. $y' + y\cos x = (\sin 2x)/2,\ y|_{x=0} = 0$

4. $y' + ytgx = \cos^2 x,\ y|_{x=\pi/4} = 1/2$

5. $y' - \dfrac{y}{x+2} = x^2 + 2x,\ y|_{x=-1} = 3/2$

6. $y' - \dfrac{y}{x+1} = e^x(x+1),\ y|_{x=0} = 1$

7. $y' - \dfrac{y}{x} = x\sin x,\ y|_{x=\pi/2} = 1$

8. $y' + \dfrac{y}{x} = \sin x,\ y|_{x=\pi} = 1/\pi$

9. $y' + \dfrac{y}{2x} = x^2,\ y|_{x=1} = 1$

10. $y' + \dfrac{2xy}{1+x^2} = \dfrac{2x^2}{1+x^2},\ y|_{x=0} = 2/3$

11. $y' + \dfrac{y}{x} = \dfrac{x+1}{x}e^x,\ y|_{x=1} = e$

12. $y' - \dfrac{2x-5}{x^2}y = 5,\ y|_{x=2} = 4$

13. $y' - \dfrac{y}{x} = -2\dfrac{\ln x}{x},\ y|_{x=1} = 1$

14. $y' - \dfrac{y}{x} = -\dfrac{12}{x^3},\ y|_{x=1} = 4$

15. $y' + \dfrac{2}{x}y = x^3,\ y|_{x=1} = -5/6$

16. $y' + \dfrac{y}{x} = 3x,\ y|_{x=1} = 1$

17. $y' - \dfrac{2xy}{1+x^2} = 1 + x^2,\ y|_{x=1} = 3$

18. $y' + \dfrac{1-2x}{x^2}y = 1,\ y|_{x=1} = 1$

19. $y' + \dfrac{3y}{x} = \dfrac{2}{x^3},\ y|_{x=1} = 1$

20. $y' + 2xy = -2x^3,\ y|_{x=1} = 1/e$

21. $y' - \dfrac{y}{x} = -\dfrac{2}{x^2},\ y|_{x=1} = 1$

22. $y' + xy = -x^3,\ y|_{x=0} = 3$

23. $y' - \dfrac{2}{x+1}y = e^x(x+1)^2,\ y|_{x=0} = 1$

24. $y' + 2xy = xe^{-x^2}\sin x,\ y|_{x=0} = 1$

25. $y' - \dfrac{2y}{x+1} = (x+1)^3,\ y|_{x=0} = 1/2$

26. $y' - y\cos x = -\sin 2x,\ y|_{x=0} = 3$

27. $y' - \dfrac{y}{x} = \dfrac{6}{x^2},\ y|_{x=1} = 3$

28. $y' + \dfrac{y}{x} = \dfrac{1}{2x^2},\ y|_{x=1} = 2$

29. $y' + \dfrac{4}{x}y = \dfrac{1}{x^4},\ y|_{x=1} = 8$

30. $y' + \dfrac{5}{x}y = \dfrac{2}{x^5},\ y|_{x=1} = 4$

10.3. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами

Дифференциальное уравнение второго порядка записывается в общей форме $F(x, y, y', y'') = 0$ или в форме, разрешённой относительно второй производной $y'' = f(x, y, y')$. *Начальные условия* для ДУ второго порядка имеют вид: $y|_{x=x_0} = y_0, y'|_{x=x_0} = y_0'$. Совокупность решений ДУ второго порядка – *общее решение* – содержит две произвольные постоянные C_1 и C_2, являясь семейством функциональных зависимостей $y = \varphi(x, C_1, C_2)$. Подставляя начальные условия в общее решение, получаем систему уравнений для определения значений постоянных:

$$\begin{cases} \varphi(x_0, C_1, C_2) = y_0, \\ \varphi'(x_0, C_1, C_2) = y_0'. \end{cases}$$

Из этой системы находим значения постоянных $C_1 = C_{01}$ и $C_2 = C_{02}$, и получаем *частное решение*, удовлетворяющее данным начальным условиям:

$$y = \varphi(x, C_{01}, C_{02}).$$

Задача нахождения частного решения ДУ, удовлетворяющего начальным условиям, называется *задачей Коши*:

$F(x, y, y', y'') = 0, \;\; y|_{x=x_0} = y_0, y'|_{x=x_0} = y_0'$.

До конца раздела будем изучать *линейные неоднородные дифференциальные уравнения* (ЛНДУ) второго порядка

$$y'' + p \cdot y' + q \cdot y = f(x) \qquad (1)$$

и *линейные однородные дифференциальные уравнения* (ЛОДУ) второго порядка

$$y'' + p \cdot y' + q \cdot y = 0, \qquad (2)$$

где p и q – известные постоянные, $f(x)$ – известное функциональное выражение.

Замечание. В общем случае вместо постоянных p и q уравнения (1) и (2) могут содержать известные функциональные выражения $p(x)$ и $q(x)$.

Уравнение вида (1) описывает процесс во времени смещения y массы на пружине в среде с сопротивлением при внешнем воздействии и процесс во времени изменения силы электрического тока y в цепи с индуктивностью, сопротивлением, конденсатором и ЭДС. Слагаемое y'' характеризует механическую инерционность или электрическую индуктивность, слагаемое $p \cdot y'$ характеризует сопротивление среды или электрическое сопротивление в цепи, слагаемое $q \cdot y$ характеризует возвратное действие пружины или конденсатора, правая часть $f(x)$ характеризует внешнее механическое воздействие или скорость изменения электродвижущей силы. Далее мы будем опираться на эти аналогии, но при этом искать математическое решение уравнений (1) и (2).

В этом параграфе будем рассматривать свойства решений уравнения (2).

Теорема 1. Пусть $y_1 = \varphi_1(x)$ и $y_2 = \varphi_2(x)$ – действительные или комплексные решения ЛОДУ (2). Пусть α_1 и α_2 – действительные или комплексные числа. Тогда *линейная комбинация решений* $y = \alpha_1 \cdot y_1 + \alpha_2 \cdot y_2$ тоже является решением уравнения (2).

Заменяя константы α_1 и α_2 произвольными постоянными C_1 и C_2 в линейной комбинации решений, зададимся вопросом: а не будет ли решение

$$y = C_1 \cdot y_1 + C_2 \cdot y_2 \quad (3)$$

общим решением ЛОДУ (2)?

Поиск ответа на этот вопрос приводит к понятию фундаментальной системы решений ЛОДУ, для которой решение (3) окажется общим решением.

Определение. Решения ЛОДУ (2) $y_1 = \varphi_1(x)$ и $y_2 = \varphi_2(x)$ образуют *фундаментальную систему решений* (ФСР), если для любого допустимого аргумента x определитель матрицы, составленной построчно из значений этих функций и значений их производных, не равен нулю, т.е.

$$\begin{vmatrix} \varphi_1(x) & \varphi_2(x) \\ \varphi_1'(x) & \varphi_2'(x) \end{vmatrix} \neq 0. \quad (4)$$

Определитель данной матрицы традиционно называется *определителем Вронского*, или *вронскианом*. Более правильно его называть *определителем матрицы Вронского*, т.к. «определитель» – это имя функции, которая должна быть применена к аргументу – матрице. Определитель матрицы Вронского обозначают также как $W(\varphi_1(x), \varphi_2(x))$.

Теорема 2. Пусть решения ЛОДУ (2) $y_1 = \varphi_1(x)$ и $y_2 = \varphi_2(x)$ образуют фундаментальную систему решений. Тогда решение ЛОДУ $y = C_1 \cdot y_1 + C_2 \cdot y_2$, где C_1 и C_2 – произвольные постоянные, является общим решением этого ЛОДУ.

Пример. Дано ЛОДУ $y'' + y = 0$. Мы пока не знаем математического алгоритма, как находить ФСР. Но с точки зрения механики данное уравнение описывает движение груза на пружине без учёта сопротивления среды – свободные колебания груза, являющиеся периодическими. Легко проверить, что функциональные зависимости $y_1 = \cos x, y_2 = \sin x$ удовлетворяют данному ЛОДУ. Проверим фундаментальность этих решений:

$$W(\cos x, \sin x) = \begin{vmatrix} \cos x & \sin x \\ \cos' x & \sin' x \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \cos x & \sin x \\ -\sin x & \cos x \end{vmatrix} = \cos^2 x + \sin^2 x = 1 \neq 0.$$

Общее решение ЛОДУ $y'' + y = 0$, в соответствии с теоремой 2, имеет вид $y = C_1 \cdot \cos x + C_2 \cdot \sin x$, где C_1 и C_2 – произвольные постоянные.

Итак, перед нами стоит проблема – разработать алгоритм получения фундаментальной системы решений ЛОДУ.

Но предварительно рассмотрим упрощённый способ проверки двух решений ЛОДУ на ФСР. Пусть $y_1 = \varphi_1(x)$ и $y_2 = \varphi_2(x)$ – решения ЛОДУ, при этом $y_1 \neq 0, y_2 \neq 0$. Пусть $\frac{y_2}{y_1} \neq const$, где $const$ – постоянная. Тогда

$$\frac{y_2}{y_1} \neq const \Leftrightarrow \left(\frac{y_2}{y_1}\right)_x' \neq 0 \Leftrightarrow \frac{y_2' \cdot y_1 - y_2 \cdot y_1'}{y_1^2} \neq 0 \Leftrightarrow \frac{W(y_1, y_2)}{y_1^2} \neq 0 \Leftrightarrow W(y_1, y_2) \neq 0.$$

Таким образом решения ЛОДУ $y_1 = \varphi_1(x)$ и $y_2 = \varphi_2(x)$ образуют ФСР в том

Рассмотрим способ решения ЛОДУ с постоянными p и q:

$$y'' + p \cdot y' + q \cdot y = 0. \quad (5)$$

Будем искать решение в виде $y = e^{kx}$, где $k \in \mathbb{C}$, т.е. допускаем комплексные значения для неизвестного числа k. При этом $y' = k \cdot e^{kx}, y'' = k^2 \cdot e^{kx}$. Подставляем y, y', y'' в уравнение (1), получаем:

$y'' + p \cdot y' + q \cdot y = 0 \Leftrightarrow k^2 \cdot e^{kx} + p \cdot k \cdot e^{kx} + q \cdot e^{kx} = 0 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow e^{kx}(k^2 + pk + q) = 0 \Leftrightarrow k^2 + pk + q = 0.$

Полученное квадратное уравнение называется *характеристическим уравнением* (ХаУра) для ЛОДУ (1):

$$k^2 + pk + q = 0. \quad (6)$$

Если число k – корень уравнения (2), то $y = e^{kx}$ – решение ЛОДУ (1).

Уравнение (6) решается с помощью дискриминанта $D = p^2 - 4q$, при этом возможны три случая.

1) $D > 0$. Корни уравнения (2) действительны и различны: $k_1, k_2 \in \mathbb{R}$, при этом $k_1 \neq k_2$. Получаем два различных решения ЛОДУ $y_1 = e^{k_1 x}, y_2 = e^{k_2 x}$. Эти решения образуют ФСР: $\frac{y_2}{y_1} = \frac{e^{k_2 x}}{e^{k_1 x}} = e^{(k_2 - k_1)x} \neq const$. Общее решение ЛОДУ (5) имеет вид:

$$\boxed{Y = C_1 \cdot e^{k_1 x} + C_2 \cdot e^{k_2 x}.} \quad (7)$$

Заметим, что если ЛОДУ (5) описывает движение груза на пружине, то коэффициенты p и q положительны, а корни уравнения (6) отрицательны. При этом решение (6) описывают процесс релаксационного возвращения груза в положение равновесия $Y = 0$ при условии $x \to +\infty$.

Пример 1. Найти общее решение ЛОДУ $y'' + 6y' + 5y = 0$.

Решение. Составляем ХаУра $k^2 + 6k + 5 = 0$, находим его дискриминант и корни: $D = 36 - 20 = 16, \sqrt{D} = 4,\ k_1 = \frac{-6-4}{2} = -5, k_1 = \frac{-6+4}{2} = -1$. Общее решение ЛОДУ составляем по формуле (3): $Y = C_1 \cdot e^{-5x} + C_2 \cdot e^{-x}$.

2) $D = 0$. Корни уравнения (2) действительны и одинаковы: $k_1, k_2 \in \mathbb{R}$, при этом $k_1 = k_2 = k = -p/2$. Получаем только одно решение ЛОДУ $y_1 = e^{kx}$.

Будем искать второе решение в виде $y_2 = ve^{kx}$, где v – переменная значений некоторой искомой функции аргумента x. Находим производные

$y_2' = v' \cdot e^{kx} + v \cdot ke^{kx}, y_2'' = v'' \cdot e^{kx} + 2v' \cdot ke^{kx} + v \cdot k^2 e^{kx}$

И подставляем y_2, y_2', y_2'' в ЛОДУ (5), сокращая на e^{kx}:

$v'' \cdot e^{kx} + 2v' \cdot ke^{kx} + v \cdot k^2 e^{kx} + p(v' \cdot e^{kx} + v \cdot ke^{kx}) + qve^{kx} = 0 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow v'' + v'(2k + p) + v(k^2 + pk + q) = 0 \Leftrightarrow v'' + v' \cdot 0 + v \cdot 0 = 0 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow v'' = 0.$

Последнему уравнению удовлетворяет, например, решение $v = x$. Поэтому второе решение ЛОДУ (5) можно представить в виде , $y_2 = xe^{kx}$. При этом $\frac{y_2}{y_1} = \frac{xe^{kx}}{e^{kx}} = x \neq const$. Общее решение ЛОДУ (1) в этом случае имеет вид:

$$\boxed{Y = e^{kx} \cdot (C_1 + C_2 x).} \quad (8)$$

Механическая интерпретация решения (4) состоит в том, что груз под действием пружины при наличии сопротивления среды подтягивается в состояние равновесия $Y = 0$ при условии $x \to +\infty$.

Пример 2. Найти общее решение ЛОДУ $y''+6y'+9y=0$.

Решение. Составляем ХаУра $k^2+6k+9=0$, находим его дискриминант и корни: $D=36-36=0, \sqrt{D}=0,\ k_1=k_2=k=\frac{-6\pm 0}{2}=-3$. Общее решение ЛОДУ составляем по формуле (4): $Y=e^{-3x}(C_1+C_2x)$.

Заметим, что с точки зрения механики, жёсткость пружины в примере 2 увеличилась на 4 единицы по сравнению с примером 1. Но этой жёсткости оказалось всё-таки недостаточно для колебательных движений груза.

3) $D<0$. Корни уравнения (6) в этом случае являются комплексно сопряженными $k_{1,2}=\alpha\pm i\beta$, а решения комплексными:

$\tilde{y}_1=e^{k_1x}=e^{(\alpha+i\beta)x}=e^{\alpha x}e^{i\beta x}=e^{\alpha x}(\cos\beta x+i\cdot\sin\beta x)$,

$\tilde{y}_2=e^{k_2x}=e^{(\alpha-i\beta)x}=e^{\alpha x}e^{-i\beta x}=e^{\alpha x}(\cos\beta x-i\cdot\sin\beta x)$.

Комплексные решения преобразованы с помощью формулы Эйлера. Линейная комбинация полученных решений снова является решением ЛОДУ. И существуют линейные комбинации, приводящие к действительным решениям:

$$y_1=\frac{\tilde{y}_1+\tilde{y}_2}{2}=e^{\alpha x}\cos\beta x\,,\ y_2=\frac{\tilde{y}_1-\tilde{y}_2}{2i}=e^{\alpha x}\sin\beta x\,.$$

При этом полученные действительные решения образуют ФСР, т.к.

$$\frac{y_2}{y_1}=\frac{e^{\alpha x}\sin\beta x}{e^{\alpha x}\cos\beta x}=tg\ \beta x\neq const.$$

Общее решение ЛОДУ (1) в этом случае имеет вид:

$$\boxed{Y=e^{\alpha x}\cdot(C_1\cos\beta x+C_2\sin\beta x).} \qquad (9)$$

Для груза на пружине или силы тока в электрической цепи решение (9) описывает затухающие колебания или свободные колебания, т.к. для таких систем $\alpha<0$ или $\alpha=0$.

Пример 3. Найти общее решение ЛОДУ $y''+6y'+13y=0$.

Решение. Составляем ХаУра $k^2+6k+13=0$, находим его дискриминант и корни: $D=36-52=-16, \left(\sqrt{D}\right)_{0,1}=\pm 4i,\ k_{1,2}=\frac{-6\pm 4i}{2}=-3\pm 2i$. Общее решение ЛОДУ составляем по формуле (9):

$$Y=e^{-3x}\cdot(C_1\cos 2x+C_2\sin 2x).$$

С точки зрения механики получены затухающие колебания.

Пример 4. Найти общее решение ЛОДУ $y''+y=0$.

Решение. Составляем ХаУра $k^2+1=0\Leftrightarrow k^2=-1$, Находим его корни: $k_{0,1}=\left(\sqrt{-1}\right)_{0,1}=\pm i$. Общее решение ЛОДУ составляем по формуле (5), учитывая, что $\alpha=0,\beta=1$ и что $e^{0\cdot x}=1$:

$$Y=C_1\cos x+C_2\sin x.$$

Теперь общее решение для примера из предыдущего параграфа получено, а не только проверено. Это свободные колебания груза на пружине.

Теорема 1 (о структуре общего решения ЛНДУ).

Пусть дано ЛНДУ второго порядка

$$y''+p\cdot y'+q\cdot y=f(x) \qquad (10)$$

и соответствующее ему ЛОДУ

$$y'' + p \cdot y' + q \cdot y = 0. \quad (11)$$

Пусть известно общее решение ЛОДУ

$$Y = C_1 \cdot y_1 + C_2 \cdot y_2,$$

где $y_1 = \varphi_1(x)$ и $y_2 = \varphi_2(x)$ образуют фундаментальную систему решений ЛОДУ. Пусть известно некоторое частное решение ЛНДУ: $\bar{y} = \varphi(x)$.

Тогда общее решение ЛНДУ имеет вид $y = Y + \bar{y}$, или подробно

$$y = C_1 \cdot \varphi_1(x) + C_2 \cdot \varphi_2(x) + \varphi(x).$$

Теорема 2 (о суперпозиции решений ЛНДУ).

Пусть $\bar{y}_1$ – частное решение ЛНДУ $y'' + p \cdot y' + q \cdot y = f_1(x)$, $\bar{y}_2$ – частное решение ЛНДУ $y'' + p \cdot y' + q \cdot y = f_2(x)$.

Тогда $\bar{y}_1 + \bar{y}_2$ есть частное решение ЛНДУ

$$y'' + p \cdot y' + q \cdot y = f_1(x) + f_2(x).$$

Частное решение $\bar{y} = \varphi(x)$ уравнения (1), с точки зрения механики, есть ответ системы на внешнее воздействие $f(x)$. И теперь перед нами новая проблема – научиться находить частное решение ЛНДУ $\bar{y} = \varphi(x)$ по виду правой части $f(x)$ этого ЛНДУ.

Пусть дано ЛНДУ второго порядка

$$y'' + p \cdot y' + q \cdot y = f(x) \quad (12)$$

Известно, что общее решение ЛНДУ имеет вид $y = Y + \bar{y}$, где Y – общее решение соответствующего ЛОДУ, $\bar{y}$ – частное решение ЛНДУ, которое определяется правой частью $f(x)$ уравнения (12). Решаем задачу нахождения $\bar{y}$.

С точки зрения механики, ответ $\bar{y}$ механической системы на внешнее воздействие $f(x)$ похож на это воздействие, но при этом может наблюдаться явление *резонанса* – величина $\bar{y}$ может неограниченно возрастать или хотя бы ограниченно увеличиваться с увеличением времени. Здесь не будем рассматривать самые общие формулы, ограничиваясь тремя важнейшими случаями. Результаты приведём без доказательства.

1) Пусть $f(x) = M \cos bx + N \sin bx$. Тогда $\bar{y} = x^m(A \cos bx + B \sin bx)$, где m – число корней характеристического уравнения ЛОДУ $k = ib$, а постоянные A и B подлежат определению методом неопределённых коэффициентов. Заметим, что случай $m = 1$ соответствует резонансу – увеличению амплитуды колебаний прямо пропорционально x. Второй возможный случай $m = 0$ и $x^m = 1$ – случай отсутствия резонанса.

2) Пусть $f(x) = P_n(x)$ – многочлен степени n. Тогда $\bar{y} = x^m Q_n(x)$, где $Q_n(x)$ – многочлен степени n с неопределёнными коэффициентами, подлежащими определению, m – число корней характеристического уравнения ЛОДУ $k = 0$. При этом m может равняться 1 (резонанс) или 0 (отсутствие резонанса).

3) Пусть $f(x) = P_n(x)e^{ax}$. Тогда $\bar{y} = x^m Q_n(x)e^{ax}$, где $Q_n(x)$ – многочлен степени n с неопределёнными коэффициентами, подлежащими определению, m – число корней характеристического уравнения ЛОДУ $k = a$. При этом m может равняться 1 или 2 (резонанс), или 0 (отсутствие резонанса).

Пример 1. Решить задачу Коши для линейного неоднородного дифференциального уравнения второго порядка:

$y''+2y'+17y=-2\sin 2x,\ y|_{x=0}=0, y'|_{x=0}=\frac{4}{5}$.

Решение. Общее решение y линейного неоднородного дифференциального уравнения (ЛНДУ) складывается как сумма общего решения Y линейного однородного дифференциального уравнения (ЛОДУ) и частного решения ЛНДУ $\bar{y}$, т.е. $y=Y+\bar{y}$.

Чтобы найти Y, составим ЛОДУ и его характеристическое уравнение через соответствие $y''\mapsto k^2, y'\mapsto k, y\mapsto 1$:

$y''+2y'+17y=0,\ k^2+2k+17=0$.

Найдём корни характеристического уравнения как квадратного уравнения через дискриминант и формулу корней квадратного уравнения:

$D=2^2-4\cdot 1\cdot 17=-64, \left(\sqrt{D}\right)_{0,1}=\left(\sqrt{-64}\right)_{0,1}=\pm 8i, k_{1,2}=\frac{-2\pm 8i}{2}=-1\pm 4i$.

В нашем примере реализован третий случай общего решения ЛОДУ при условии $\alpha=-1,\ \beta=4$, поэтому $Y=e^{-x}(C_1\cos 4x+C_2\sin 4x)$.

Перейдём к нахождению частного решения $\bar{y}$ ЛНДУ по виду правой части уравнения. Для нашего уравнения $y''+2y'+17y=-2\sin 2x$ реализовался первый случай при отсутствии резонанса, т.к. $f(x)=-2\sin 2x$, но нет корней характеристического уравнения $k=2i$. Поэтому ищем частное решение ЛНДУ в виде $\bar{y}=A\cos 2x+B\sin 2x$. Чтобы найти коэффициенты A и B найдём первую и вторую производную частного решения и подставим их вместе с искомым частным решением в ЛНДУ:

$\bar{y}'=-2A\sin 2x+2B\cos 2x, \bar{y}''=-4A\cos 2x-4B\sin 2x,$

$-4A\cos 2x-4B\sin 2x+2(-2A\sin 2x+2B\cos 2x)+$

$+17(A\cos 2x+B\sin 2x)=-2\sin 2x,$

$(13A+4B)\cos 2x+(-4A+13B)\sin 2x=-2\sin 2x.$

Приравнивая коэффициенты при синусах и косинусах, получаем систему линейных алгебраических уравнений относительно коэффициентов A и B, решаем эту систему:

$$\begin{matrix}\cos 2x\\ \sin 2x\end{matrix}\left|\begin{matrix}13A+4B=0,\\ -4A+13B=-2;\end{matrix}\right. \Leftrightarrow \begin{cases}52A+16B=0,\\ -52A+169B=-26;\end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases}185B=-26,\\ A=-\frac{4}{13}B;\end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases}B=-\frac{26}{185},\\ A=\frac{8}{185}.\end{cases}$$

Таким образом, $\bar{y}=\frac{8}{185}\cos 2x-\frac{26}{185}\sin 2x$. Общее решение ЛНДУ имеет вид $y=e^{-x}(C_1\cos 4x+C_2\sin 4x)+\frac{8}{185}\cos 2x-\frac{26}{185}\sin 2x$.

Чтобы найти частное решение ЛНДУ, удовлетворяющее начальным условиям $y|_{x=0}=0, y'|_{x=0}=\frac{4}{5}$, найдём производную общего решения ЛНДУ и составим систему линейных алгебраических уравнений относительно коэффициентов C_1 и C_2:

$y'=-e^{-x}(C_1\cos 4x+C_2\sin 4x)+e^{-x}(-4C_1\cos 4x+4C_2\sin 4x)-$

$-\frac{16}{185}\sin 2x-\frac{52}{185}\cos 2x,$

$$\begin{cases} C_1 + \frac{8}{185} = 0, \\ -C_1 + 4C_2 - \frac{52}{185} = \frac{4}{5}; \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} C_1 = -\frac{8}{185}, \\ C_2 = \frac{48}{185}. \end{cases}$$

Окончательно получаем частное решение ЛНДУ, удовлетворяющее начальным условиям:

$$y = e^{-x}\left(-\frac{8}{185}\cos 4x + \frac{48}{185}\sin 4x\right) + \frac{8}{185}\cos 2x - \frac{26}{185}\sin 2x.$$

Ответ. $y = e^{-x}\left(-\frac{8}{185}\cos 4x + \frac{48}{185}\sin 4x\right) + \frac{8}{185}\cos 2x - \frac{26}{185}\sin 2x.$

Пример 2. Найти общее решение для линейного неоднородного дифференциального уравнения второго порядка:

$$y'' - y = 2e^x - x^2.$$

Решение. Общее решение y ЛНДУ складывается как сумма общего решения Y ЛОДУ и частного решения $\bar{y}$ ЛНДУ, т.е. $y = Y + \bar{y}$.

Чтобы найти Y, составим ЛОДУ и его характеристическое уравнение через соответствие $y'' \mapsto k^2, y' \mapsto k, y \mapsto 1$ и найдём корни ХаУра:

$$y'' - y = 0,\ k^2 - 1 = 0 \Leftrightarrow k^2 = 1 \Leftrightarrow \left[\begin{matrix} k = -1, \\ k = 1. \end{matrix}\right.$$

Составляем общее решение ЛОДУ:

$$Y = C_1 e^{-x} + C_2 e^x.$$

Частное решение ЛНДУ в данной задаче находим в виде суммы частных решений $\bar{y} = \bar{y}_1 + \bar{y}_2$. Слагаемое $\bar{y}_1$ соответствует правой части $f_1(x) = 2e^x$, а слагаемое $\bar{y}_2$ соответствует правой части $f_2(x) = -x^2$. Частное решение $\bar{y}$ будет соответствовать правой части $f(x) = f_1(x) + f_2(x) = 2e^x - x^2$. Частное решение $\bar{y}_1$ находим по случаю 3, учитывая, что $k = 1$ является корнем характеристического уравнения: $\bar{y}_1 = x \cdot A \cdot e^x$. Здесь $P_0(x) = 1, Q_0(x) = A$. Значение A найдём позже. Частное решение $\bar{y}_2$ находим по случаю 2, учитывая, что $k = 0$ не является корнем характеристического уравнения: $\bar{y}_2 = Bx^2 + Cx + D$. Здесь $P_2(x) = -x^2, Q_2(x) = Bx^2 + Cx + D$. Итак, частное решение, соответствующее правой части $f(x) = 2e^x - x^2$, будем искать в виде $\bar{y} = xAe^x + Bx^2 + Cx + D$. Найдём $\bar{y}'$ и $\bar{y}''$:

$$\bar{y}' = Ae^x + xAe^x + 2Bx + C,\ \bar{y}'' = 2Ae^x + xAe^x + 2B.$$

Подставим в ЛНДУ $\bar{y}''$ и $\bar{y}$, затем приравняем коэффициенты при e^x, x^2, x^1, x^0:

$$(2Ae^x + xAe^x + 2B) - (xAe^x + Bx^2 + Cx + D) = 2e^x - x^2,$$

$$2Ae^x - Bx^2 - Cx + (2B - D) = 2e^x - x^2,$$

$$\begin{array}{c|l} e^x & 2A = 2, \\ x^2 & -B = -1, \\ x^1 & -C = 0, \\ x^0 & 2B - D = 0 \end{array} \Leftrightarrow \begin{cases} A = 1, \\ B = 1, \\ C = 0, \\ D = 2. \end{cases}$$

Получено частное решение ЛНДУ: $\bar{y} = xe^x + x^2 + 2$.

Собираем в ответе общее решение ЛНДУ: $y = Y + \bar{y}$.

Ответ. $y = C_1 e^{-x} + C_2 e^x + xe^x + x^2 + 2.$

Пример 3. Найти вид частного решения ЛНДУ (его коэффициенты вычислять не нужно): $y'' + 2y' = -5x + 2 + xe^{-2x}$.

Решение. Общее решение y ЛНДУ складывается как сумма общего решения Y ЛОДУ и частного решения $\bar{y}$ ЛНДУ. т.е. $y = Y + \bar{y}$.

Составим ЛОДУ и его характеристическое уравнение и найдём его корни:

$y'' + 2y' = 0,\ k^2 + 2k = 0 \Leftrightarrow k(k+2) = 0 \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} k = -2, \\ k = 0. \end{array}\right.$

Частное решение ЛНДУ находим здесь в виде суммы частных решений $\bar{y} = \bar{y}_1 + \bar{y}_2$. Слагаемое $\bar{y}_1$ соответствует правой части $f_1(x) = -5x + 2$, а слагаемое $\bar{y}_2$ соответствует правой части $f_2(x) = xe^{-2x}$. Частное решение $\bar{y}$ будет соответствовать правой части $f(x) = f_1(x) + f_2(x) = -5x + 2 + xe^{-2x}$. Частное решение $\bar{y}_1$ находим по случаю 2, учитывая, что $k = 0$ является корнем характеристического уравнения (есть не колебательный резонанс): $\bar{y}_1 = x(Ax + B)$. Здесь $P_1(x) = -5x + 2, Q_1(x) = Ax + B$. Частное решение $\bar{y}_2$ находим по случаю 3, учитывая, что $k = -2$ является корнем характеристического уравнения (снова есть не колебательный резонанс): $\bar{y}_1 = x(Cx + D)e^{-2x}$. Здесь $P_1(x) = x, Q_1(x) = Cx + D$. Получаем $\bar{y} = \bar{y}_1 + \bar{y}_2 = x(Ax + B) + x(Cx + D)e^{-2x}$.

Ответ. Частное решение ЛНДУ: $\bar{y} = Ax^2 + Bx + (Cx^2 + Dx)e^{-2x}$, где коэффициенты могут быть однозначно определены.

Задание 3. Решить задачу Коши для ЛНДУ.

1. $y'' - 6y' + 9y = x^2 - x + 3,\ y|_{x=0} = 4/3,\ y'|_{x=0} = 1/27$.
2. $y'' - 4y = x^2 e^{2x},\ y|_{x=0} = 0,\ y'|_{x=0} = 1$.
3. $y'' - 5y' + 6y = 2\cos x,\ y|_{x=0} = 3,\ y'|_{x=0} = 1/2$.
4. $y'' + 2y' - 8y = 3\sin x,\ y|_{x=0} = -1,\ y'|_{x=0} = -3/2$.
5. $y'' + 2y' + 10y = -\sin 2x,\ y|_{x=0} = 0,\ y'|_{x=0} = 3/4$.
6. $y'' + y' - 6y = x^2 - 1,\ y|_{x=0} = 0,\ y'|_{x=0} = 1$.
7. $y'' - 5y' + 4y = x^2 + 3,\ y|_{x=0} = 1,\ y'|_{x=0} = 2$.
8. $y'' + 4y' - 12y = 8\sin 2x,\ y|_{x=0} = 0,\ y'|_{x=0} = 0$.
9. $y'' + 6y' + 9y = 2e^{-3x},\ y|_{x=0} = 1,\ y'|_{x=0} = -3$.
10. $y'' + 4y = e^{-2x},\ y|_{x=0} = 0,\ y'|_{x=0} = 0$.
11. $y'' - 2y' + 5y = xe^{2x},\ y|_{x=0} = 1,\ y'|_{x=0} = 0$.
12. $y'' - 2y' = 6x^2 - 6x - 2,\ y|_{x=0} = 1,\ y'|_{x=0} = 1$.
13. $y'' + 5y' + 6y = 12\cos 2x,\ y|_{x=0} = 1,\ y'|_{x=0} = 3$.
14. $y'' - 4y' + 13y = 26x + 5,\ y|_{x=0} = 1,\ y'|_{x=0} = 0$.
15. $y'' - 4y' = 6x^2 + 1,\ y|_{x=0} = 2,\ y'|_{x=0} = 3$.
16. $y'' - 2y' + y = 16e^x,\ y|_{x=0} = 1,\ y'|_{x=0} = 2$.
17. $y'' + 6y' + 9y = 10e^{-3x},\ y|_{x=0} = 3,\ y'|_{x=0} = 2$.
18. $4y'' + 16y' + 15y = 4e^{-3x/2},\ y|_{x=0} = 3,\ y'|_{x=0} = -5{,}5$.
19. $y'' - 2y' + 10y = 10x^2 + 18x + 6,\ y|_{x=0} = 1,\ y'|_{x=0} = 3{,}2$.
20. $y'' - y' = 2(1 - x),\ y|_{x=0} = 1,\ y'|_{x=0} = 1$.
21. $y'' - 2y' = e^x(x^2 + x - 3),\ y|_{x=0} = 2,\ y'|_{x=0} = 2$.

22. $y''+y=-\sin 2x,\ y|_{x=0}=1,\ y'|_{x=0}=-1.$
23. $y''+5y'+6y=2\cos x,\ y|_{x=0}=3,\ y'|_{x=0}=1/2.$
24. $y''+2y'+5y=x^2+x+1,\ y|_{x=0}=1,\ y'|_{x=0}=0.$
25. $y''+6y'+9y=\cos 2x,\ y|_{x=0}=1,\ y'|_{x=0}=1.$
26. $y''-2y'+10y=\sin 2x,\ y|_{x=0}=0,\ y'|_{x=0}=0.$
27. $y''+2y'=e^x\left(x^2-3\right),\ y|_{x=0}=2,\ y'|_{x=0}=5.$
28. $y''-4y'=6x^2+2,\ y|_{x=0}=2,\ y'|_{x=0}=3.$
29. $y''-4y=4\sin 2x,\ y|_{x=0}=2,\ y'|_{x=0}=7.$
30. $y''+y'-2y=\cos x-3\sin x,\ y|_{x=0}=1,\ y'|_{x=0}=2.$

Задание 4. Написать вид частного и общего решений ЛНДУ (числовых значений коэффициентов в частном решении не находить).

1. а) $y''+10y'+25y=(2x-3)e^x$, б) $y''+y=x+\sin x$.
2. а) $y''+12y'+36y=xe^{-6x}$, б) $y''-2y'+2y=2x+1+\cos x$.
3. а) $y''+4y'+4y=2e^{2x}$, б) $y''-2y'+5y=x^2+1$.
4. а) $y''-6y'+9y=2e^{3x}+\sin x$, б) $y''-4y'+5y=x^2$.
5. а) $y''-4y'+3y=3e^{2x}$, б) $y''-4y'+4y=-x^2+3$.
6. а) $y''+2y'+5y=e^{-x}+\cos 2x$, б) $y''-12y'+36y=(x+5)e^x$.
7. а) $y''-12y'+36y=xe^{6x}$, б) $y''+y=\cos x+2e^{2x}$.
8. а) $y''+10y'+25y=e^{-5x}+(2x-3)e^x$, б) $y''+2y'+2y=5x^2-10$.
9. а) $y''-10y'+125y=(x+3)e^{2x}$, б) $y''+4y'-5y=e^x+\cos x$.
10. а) $y''+10y'+25y=xe^{-5x}$, б) $y''-3y'+2y=2\sin x+x$.
11. а) $y''-10y'+25y=2xe^{5x}$, б) $y''-y=1-cosx$.
12. а) $y''-8y'+16y=2e^{-4x}$, б) $y''-y'+y=-13\sin 2x$.
13. а) $y''-4y=8x^3$, б) $y''+4y'+4y=e^{-2x}+e^{2x}$.
14. а) $y''-2y'+y=e^{2x}$, б) $y''+4y'+5y=5x^2-32x+5$.
15. а) $y''+12y'+36y=28\sin x$, б) $y''+y=4e^x+4e^{-x}$.
16. а) $y''-3y'-10y=\sin x+3\cos x+1$, б) $y''+4y=\sin 2x$.
17. а) $y''-4y'+3y=x-1+\sin x$, б) $y''+y=4e^x+\sin x$.
18. а) $y''+12y'+36y=\sin x+2\cos x$, б) $y''+4y=-\sin 2x$.
19. а) $y''-2y'=6x^2-10x+12$, б) $y''+12y'+36y=8\cos 2x$.
20. а) $y''+6y'+9y=\sin x+3\cos x+e^{-3x}$, б) $y''+4y'+5y=\cos x$.
21. а) $y''+4y'+4y=3xe^{-2x}$, б) $y''-6y'+10y=5\cos x$.
22. а) $y''+y'-6y=x^2-11$, б) $y''-4y'+4y=2\sin 2x+e^{2x}$.
23. а) $y''-6y'+18y=e^{3x}+\cos 3x$, б) $y''+6y'+9y=x+e^x$.
24. а) $y''+16y=-24\sin 4x$, б) $y''+2y'-8y=12e^{2x}$.
25. а) $y''-2y'+y=e^x+e^{-x}$, б) $y''-6y'-7y=-3x^3$.

26. а) $y'' - 12y' + 36y = (x+1)e^{6x}$, б) $y'' - 2y' + 2y = 2x + 1$.

27. а) $y'' - 4y' + 5y = e^{2x}$, б) $y'' + 8y' + 18y = 2\sin\sqrt{2}x$.

28. а) $y'' + 12y' + 36y = 2\cos x - \sin x$, б) $y'' + 6y' + 9y = 3e^{-3x} + \cos x$.

29. а) $y'' - 3y' = 3e^{3x}$, б) $y'' + 16y = \cos 3x + \sin 4x$.

30. а) $y'' - y' - 2y = 3e^{2x}$, б) $y'' - 5y' = 10x + 3 + e^{5x}$.

Электронное издание

Владимиров, Александр Федорович

Методические указания для практических занятий
по разделам 1-10 дисциплины «Математика» для студентов направления подготовки
23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Гарнитура Times
Усл. печ. л. 8,31.
Подписано в печать 22.03.2023
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»
390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1
Электронная библиотека РГАТУ
Режим доступа: http://bibl.rgatu.ru/web

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

Кафедра бизнес-информатики и прикладной математики

А.Ф. Владимиров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

по разделам 11-12 дисциплины «Математика» для студентов направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Электронная библиотека РГАТУ
Режим доступа: http://bibl.rgatu.ru/web

Рязань 2024

УДК 51(075.8)
ББК 22.1
В 573

Автор: Владимиров А.Ф.

Рецензент:
доцент кафедры «Бизнес-информатики и прикладной математики»,
кандидат технических наук, доцент  Н.А. Костенко

Методические указания для практических занятий по разделам 11-12 дисциплины «Математика» для студентов направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» [Электронный ресурс] – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2024. – 111 с.

Методические указания составлены с учётом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» (уровень бакалавриата), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07.08.2020 №911, и в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины Б1.О.17 «Математика».

© ФГБОУ ВО РГАТУ, 2024
© А.Ф. Владимиров, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

С.

ПРЕДИСЛОВИЕ……..…….. 4

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО РАЗДЕЛУ 11 «ЧИСЛОВЫЕ И СТЕПЕННЫЕ РЯДЫ»…… 5

11.1. Ряд как функционал. Сходимость ряда для данной последовательности. Необходимое условие сходимости. Ряд и остаток ряда…… 5

11.2. Признак Даламбера сходимости ряда с положительными членами……... 7

11.3. Интегральный признак Коши сходимости ряда с положительными членами. Признак сравнения с обобщённым гармоническим рядом…….. 8

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ИССЛЕДОВАНИЕ СХОДИМОСТИ РЯДА С ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМИ ЧЛЕНАМИ»…….. 10

11.4. Знакочередующиеся ряды. Признак Лейбница……. 16

11.5. Абсолютная и условная сходимость знакопеременного ряда……. 17

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ПРИЗНАК ЛЕЙБНИЦА СХОДИМОСТИ РЯДА СО ЗНАКОЧЕРЕДУЮЩИМИСЯ ЧЛЕНАМИ. АБСОЛЮТНАЯ И УСЛОВНАЯ СХОДИМОСТЬ ЗНАКОПЕРЕМЕННОГО РЯДА»... 18

11.6. Степенные ряды. Теорема Абеля. Интервал и радиус сходимости степенного ряда. Ряды по степеням $(\boldsymbol{x-x_0})$……. 22

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ОБЛАСТЬ СХОДИМОСТИ СТЕПЕННОГО РЯДА»…… 25

11.7. Свойства степенных рядов: непрерывность суммы степенного ряда, дифференцирование и интегрирование в интервале сходимости…… 30

11.8. Ряды Тейлора и Маклорена……. 31

11.9. Разложение в ряд Маклорена функций $e^x, \sin x, \cos x, (1+x)^\alpha$ ……..……..… 32

11.10. Вычисление определённых интегралов разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена…… 33

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ВЫЧИСЛЕНИЕ ОПРЕДЕЛЁННЫХ ИНТЕГРАЛОВ РАЗЛОЖЕНИЕМ ПОДЫНТЕГРАЛЬНОЙ ФУНКЦИИ В РЯД МАКЛОРЕНА»…….. 34

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 12 «ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ»……..... 39

12.1. Опыты с множеством случайных исходов. Случайные события…… 39

12.2. Действия над случайными событиями. Алгебра событий…….……..…… 41

12.3. Вероятность как функция с числовыми значениями на отрезке [0;1], определённая на множестве событий опыта. Классическое и геометрическое определение вероятности. Формулы комбинаторики…….. 44

12.4. Относительная частота случайного события. Аксиомы функции вероятность… 48

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ НА ТЕМУ «КЛАССИЧЕСКОЕ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ…… 51

12.5. Вероятность суммы несовместных и совместных событий…… 55

12.6. Условная вероятность. Вероятность произведения зависимых и независимых событий……..... 55

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ НА ТЕМУ «ВЕРОЯТНОСТЬ СУММЫ И ПРОИЗВЕДЕНИЯ СОБЫТИЙ»…….. 59

12.7. Повторные независимые испытания. Формула Бернулли. Асимптотические формулы Муавра – Лапласа и Пуассона……. 66

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ НА ТЕМУ «ПОВТОРНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ИСПЫТАНИЯ»……. 70

12.8. Понятие случайной величины. Закон распределения дискретной случайной величины…… 75

12.9. Функция распределения случайной величины и её свойства…….. 77

12.10. Плотность распределения вероятности случайной величины и её свойства….. 78
12.11. Математическое ожидание случайной величины и его свойства……. 80
12.12. Дисперсия случайной величины и её свойства. Среднеквадратичное отклонение. Коэффициент корреляции…….. 82
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ НА ТЕМУ «ЗАКОНЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ЧИСЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН»……... 84
12.13. Закон нормального распределения. Правило «трёх сигм». Понятие о теореме Ляпунова…… 95
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ НА ТЕМУ «ЗАКОН НОРМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ»……. 99
12.14. Закон показательного распределения. Функция надёжности…… 102
12.15. Закон равномерного распределения на отрезке…….. 103
12.16. Закон биномиального распределения…….. 104
12.17. Закон распределения Пуассона……. 105
Приложение 1…… 107
Приложение 2…… 108
Приложение 3…… 110

ПРЕДИСЛОВИЕ

Дисциплина «Математика» изучается студентами направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» два семестра, её трудоёмкость составляет 288 часов (8 ЗЕТ). В данных методических указаниях даны указания к разделу 11 «Числовые и степенные ряды» и к разделу 12 «Элементы теории вероятностей» для студентов очной и заочной форм обучения. Также даны тематические индивидуальные задания в 30 вариантах, для выполнения на практических занятиях и дома.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО РАЗДЕЛУ 11 «ЧИСЛОВЫЕ И СТЕПЕННЫЕ РЯДЫ»

11.1. Ряд как функционал. Сходимость ряда для данной последовательности. Необходимое условие сходимости. Ряд и остаток ряда

Пусть f – числовая функция натурального аргумента с действительными значениями, т.е. $D(f)=N$, $E(f)\subset R$ и $f(n)\in R$. Множество таких функций обозначим как $\mathrm{A}(NR)$ (альфа-эн-эр), здесь альфа – первая буква греческого слова ακολουθία – последовательность. Введём также переменную u_n значений функции f, т.е. $u_n = f(n), n \in N$ $u_n = f(n), n \in N$. Составим кортеж $(u_1, u_2, \cdots, u_n, \cdots)$ и назовём его *числовой последовательностью*. Будем последовательность обозначать кратко (u_n) или $(f(n))$, при этом члены кортежа – это и члены последовательности, u_n, $f(n)$ – *общий член* последовательности.

Составим функционал с областью отправления $\mathrm{A}(NR)$ и назовём его *числовым рядом*: $F[f]=\lim\limits_{m\to+\infty}\sum\limits_{n=1}^{m} f(n)$ $F[f]=\lim\limits_{m\to+\infty}\sum\limits_{n=1}^{m} f(n)$, $f\in \mathrm{A}(NR)$. Для числового ряда применим одно из специальных обозначений: $\sum\limits_{n=1}^{+\infty} u_n$, $u_1+u_2+\cdots+u_n+\cdots$, $\sum\limits_{n=1}^{+\infty} f(n)$ $\sum\limits_{n=1}^{+\infty} f(n)$, $f(1)+f(2)+\cdots+f(n)+\cdots$. Таким образом, имеем по определению:

$$\sum_{n=1}^{+\infty} f(n)=\lim_{m\to+\infty}\sum_{n=1}^{m} f(n)$$ $\sum\limits_{n=1}^{+\infty} f(n)=\lim\limits_{m\to+\infty}\sum\limits_{n=1}^{m} f(n)$, $f\in \mathrm{A}(NR)$, $\mathrm{A}(NR)$ – область отправления.

Областью определения числового ряда называется такое подмножество $\Delta(NR)$ области отправления $\mathrm{A}(NR)$, что если $f\in\Delta(NR)$, то числовой ряд имеет конечное числовое значение *S*, которое называется *суммой ряда*. При этом говорят, что ряд *сходится для функции f*, или ряд *сходится для последовательности* $(f(n))$ $(f(n))$. Если же значение ряда бесконечно либо не существует для функции *f*, то говорят, что ряд *расходится для функции f*, или ряд *расходится для последовательности* $(f(n))$ $(f(n))$.

Члены последовательности (u_n) (u_n), $(f(n))$ называют также *членами ряда*, u_n, $f(n)$ – *общим членом* ряда. Сумму $\sum_{n=1}^{m} f(n)$ $\sum_{n=1}^{m} f(n)$ обозначают также как S_m и называю *m*-й *частичной суммой* ряда.

Теорема. (Необходимое условие сходимости ряда для последовательности под знаком суммы). Пусть ряд $\sum_{n=1}^{+\infty} u_n$ $\sum_{n=1}^{+\infty} u_n$ сходится и имеет сумму *S*. Тогда предел общего члена ряда равен нулю: $\lim_{n\to+\infty} u_n = 0$ $\lim_{n\to+\infty} u_n = 0$.

Доказательство. Рассмотрим частичные суммы ряда:

$S_{n-1} = u_1 + u_2 + \cdots + u_{n-1}$, $S_n = u_1 + u_2 + \cdots + u_{n-1} + u_n$.

При этом $\lim_{n\to+\infty} S_n = \lim_{n\to+\infty} S_{n-1} = S$, $u_n = S_n - S_{n-1}$. Получаем:

$\lim_{n\to+\infty} u_n = \lim_{n\to+\infty} S_n - \lim_{n\to+\infty} S_{n-1} = S - S = 0$. Теорема доказана.

Следствие. Если предел общего члена ряда не равен нулю или не существует, то ряд расходится для последовательности под знаком суммы.

Примеры. Исследовать сходимость ряда в следующих четырёх случаях.

1) $1+1+\cdots+1+\cdots$. Ряд для данной последовательности единиц расходится, что можно обосновать двумя способами. Во-первых, $\lim_{n\to+\infty} u_n = \lim_{n\to+\infty} 1 = 1 \neq 0$. Во-вторых, $\lim_{n\to+\infty} S_n = \lim_{n\to+\infty} n = +\infty$.

2) $1-1+\cdots+(-1)^{n+1}+\cdots$. Здесь $\lim_{n\to+\infty} u_n = \lim_{n\to+\infty} (-1)^{n+1}$ не существует. Ряд для данной последовательности расходится.

3) $\frac{1}{1\cdot 2} + \frac{1}{2\cdot 3} + \cdots + \frac{1}{n\cdot(n+1)} + \cdots$. Преобразуем частичную сумму:

$$S_n = \frac{1}{1\cdot 2} + \frac{1}{2\cdot 3} + \cdots + \frac{1}{n\cdot(n+1)} =$$

$$= \left(1 - \frac{1}{2}\right) + \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{3}\right) + \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{4}\right) + \cdots \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n+1}\right) = 1 - \frac{1}{n+1}.$$

$\lim\limits_{n\to+\infty} S_n = \lim\limits_{n\to+\infty}\left(1-\frac{1}{n+1}\right)=1-\frac{1}{+\infty+1}=1-0=1$. Ряд для данной последовательности сходится и его сумма равна 1.

4) $b_1+b_1q+b_1q^2+\cdots+b_1q^{n-1}+\cdots$. Здесь члены ряда – это члены геометрической прогрессии. Сумма n членов геометрической прогрессии находится по формуле (если $q\neq 1$) $S_n=\frac{b_1\left(1-q^n\right)}{1-q}$. Если $|q|<1$, то $\lim\limits_{n\to+\infty} S_n = \lim\limits_{n\to+\infty}\frac{b_1\left(1-q^n\right)}{1-q}=\frac{b_1}{1-q}$ и ряд сходится для бесконечно убывающей геометрической прогрессии. Если $|q|\geq 1$, то ряд расходится.

Пусть первые k членов последовательности (u_n) заменены нулями. Тогда получается ряд, который называется k-м (катым) *остатком* исходного ряда $\sum\limits_{n=1}^{+\infty} u_n$ и обозначается как $\sum\limits_{n=k+1}^{+\infty} u_n$. Можно показать, что ряд и его k-й остаток в смысле сходимости ведут себя одинаково: либо оба сходятся, либо оба расходятся.

11.2. Признак Даламбера сходимости ряда с положительными членами

Теорема. (Признак Даламбера сходимости ряда с положительными членами). Пусть дан числовой ряд с положительными членами $\sum\limits_{n=1}^{+\infty} u_n$, $(\forall n\in N)(u_n>0)$. Пусть существует конечный или бесконечный предел отношения следующего члена ряда к предыдущему, т.е. $\lim\limits_{n\to+\infty}\frac{u_{n+1}}{u_n}=\rho$, $0\leq\rho\leq+\infty$. Тогда:

а) если $\rho<1$, то ряд сходится для данной последовательности (u_n);

б) если $\rho>1$, то ряд расходится для данной последовательности (u_n);

в) если $\rho=1$, то требуется дополнительное исследование ряда на сходимость для данной последовательности (u_n).

Доказательство доступно, но его здесь не рассматриваем.

Замечание. Достаточно, чтобы условие положительности членов ряда выполнялось с некоторого номера $n>1$.

Пример. Исследуем на сходимость ряд $\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{n^3}\cdot\left(\frac{4}{3}\right)^n$. Общий член ряда $u_n=\frac{1}{n^3}\cdot\left(\frac{4}{3}\right)^n$, следующий член ряда $u_{n+1}=\frac{1}{(n+1)^3}\cdot\left(\frac{4}{3}\right)^{n+1}$. Найдём предел отношения следующего члена ряда к предыдущему:

$$\lim_{n\to+\infty}\frac{u_{n+1}}{u_n}=\lim_{n\to+\infty}\left(\frac{1}{(n+1)^3}\left(\frac{4}{3}\right)^{n+1}:\frac{1}{n^3}\left(\frac{4}{3}\right)^n\right)=\lim_{n\to+\infty}\left(\frac{1}{(n+1)^3}\left(\frac{4}{3}\right)^{n+1}\cdot\frac{n^3}{1}\left(\frac{3}{4}\right)^n\right)=$$

$$=\frac{4}{3}\lim_{n\to+\infty}\left(\frac{n}{n+1}\right)^3=\frac{4}{3}\left(\lim_{n\to+\infty}\frac{n}{n+1}\right)^3=\frac{4}{3}\left(\lim_{n\to+\infty}\frac{\frac{n}{n}}{\frac{n}{n}+\frac{1}{n}}\right)^3=\frac{4}{3}\left(\lim_{n\to+\infty}\frac{1}{1+\frac{1}{n}}\right)^3=$$

$$=\frac{4}{3}\left(\frac{1}{1+0}\right)^3=\frac{4}{3},\quad \frac{4}{3}>1$$

, ряд расходится для данной последовательности.

11.3. Интегральный признак Коши сходимости ряда с положительными членами. Признак сравнения с обобщённым гармоническим рядом

Теорема. (Интегральный признак Коши сходимости ряда с положительными членами). Пусть дан числовой ряд с положительными членами $\sum_{n=1}^{+\infty}u_n$, $(\forall n\in N)(u_n>0)$. Пусть существует такая убывающая функция $f(x), x\in[1,+\infty)$, что $f(n)=u_n$, $n\in N$. Тогда несобственный интеграл $\int_1^{+\infty}f(x)dx$ и ряд $\sum_{n=1}^{+\infty}u_n$ совместно сходятся или расходятся.

Доказательство доступно, но его здесь не рассматриваем.

Замечание. Достаточно, чтобы условие положительности членов ряда выполнялось с некоторого номера $n>1$.

Пример. Исследуем на сходимость ряд $\sum_{n=3}^{+\infty}\frac{3^{-\sqrt{n}}}{\sqrt{n}}$. Составим функцию, заменяя в общем члене ряда натуральный аргумент n действительным аргументом x: $f(x)=\frac{3^{-\sqrt{x}}}{\sqrt{x}}, x\in[3,+\infty)$. Эта функция является убывающей, т.к. числитель дроби убывает, а знаменатель возрастает с увеличением аргумента x. Исследуем сходимость несобственного интеграла:

$$\int_3^{+\infty}\frac{3^{-\sqrt{x}}}{\sqrt{x}}dx=\lim_{b\to+\infty}\int_3^b\frac{3^{-\sqrt{x}}}{\sqrt{x}}dx=\left|\begin{array}{l}u=\sqrt{x},\\ du=\dfrac{dx}{2\sqrt{x}},\\ \dfrac{dx}{\sqrt{x}}=2du,\end{array}\quad\begin{array}{c}x\\ \hline b\\ 3\end{array}\left|\begin{array}{c}u\\ \hline \sqrt{b}\\ \hline \sqrt{3}\end{array}\right.\right|=\lim_{b\to+\infty}2\int_{\sqrt{3}}^{\sqrt{b}}3^{-u}du=$$

$$=2\cdot\lim_{b\to+\infty}\left(-\frac{3^{-u}}{\ln 3}\right)\Bigg|_{\sqrt{3}}^{\sqrt{b}}=2\cdot\lim_{b\to+\infty}\left(-\frac{3^{-\sqrt{b}}}{\ln 3}+\frac{3^{-\sqrt{3}}}{\ln 3}\right)=2\cdot\frac{3^{-\sqrt{3}}}{\ln 3}.$$

Ввиду конечности предела, несобственный интеграл сходится для функции $f(x)=\dfrac{3^{-\sqrt{x}}}{\sqrt{x}},\ x\in[3,+\infty)$, значит и ряд сходится для последовательности $\left(\dfrac{3^{-\sqrt{n}}}{\sqrt{n}}\right),\ n=3,4,\cdots$. Заметим, что можно считать, что $u_1=u_2=0$.

Пример. Исследуем на сходимость ряд $\sum_{n=1}^{+\infty}\dfrac{1}{n}$, который называется *гармоническим рядом*. Составим функцию, заменяя в общем члене ряда натуральный аргумент n действительным аргументом x: $f(x)=\dfrac{1}{x},\ x\in[1,+\infty)$. Эта функция является убывающей. Исследуем сходимость несобственного интеграла:

$$\int_1^{+\infty}\frac{1}{x}dx=\lim_{b\to+\infty}\int_1^b\frac{1}{x}dx=\lim_{b\to+\infty}\left(\ln x\Big|_1^b\right)=\lim_{b\to+\infty}(\ln b-\ln 1)=\lim_{b\to+\infty}\ln b=+\infty.$$

Гармонический ряд расходится.

Пример. По интегральному признаку Коши можно исследовать на сходимость ряд $\sum_{n=1}^{+\infty}\dfrac{1}{n^p}$, который называется *обобщённым гармоническим рядом*. При этом оказывается, что если $p>1$, то ряд сходится, и если $p\le 1$, то ряд расходится.

Теорема. (Признак сравнения с обобщённым гармоническим рядом). Пусть дан ряд с положительными членами $\sum_{n=1}^{+\infty}u_n$. Пусть имеет место эквивалентность $u_n\underset{n\to+\infty}{\sim}\dfrac{k}{n^p}$, где $k,\ p$ – постоянные. Тогда:

а) если $p>1$, то ряд сходится для данной последовательности (u_n);

б) если $p\le 1$, то ряд расходится для данной последовательности (u_n).

Доказательство здесь не рассматриваем. Оно основано на сравнении данного ряда с обобщённым гармоническим рядом: ряд для последовательности с указанным свойством ведёт себя также, как обобщённый гармонический ряд.

Пример. Исследовать сходимость ряда $\sum\limits_{n=1}^{+\infty}\dfrac{3n^2+n-2}{\sqrt{n^5+4n^3+n+5}}$.

Решение. Выпишем общий член ряда и упростим его, оставляя в числителе и знаменателе члены с наивысшими степенями n:

$$u_n=\frac{3n^2+n-2}{\sqrt{n^5+4n^3+n+5}}\underset{n\to+\infty}{\sim}\frac{3n^2}{\sqrt{n^5}}=\frac{3n^2}{n^{\frac{5}{2}}}=\frac{3}{n^{\frac{1}{2}}}.$$ Получили $p=\dfrac{1}{2}$, $p<1$.

Значит, ряд расходится для данной последовательности.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ИССЛЕДОВАНИЕ СХОДИМОСТИ РЯДА С ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМИ ЧЛЕНАМИ»

Вариант 1

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{3^n}{(3n+1)2^n};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{(n+3)\ln(n+3)};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n}{3n+2};\ \sum_{n=5}^{+\infty}\frac{n}{\sqrt{3n-5}}.$$

Вариант 2

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=10}^{+\infty}\frac{(n-1)!}{7^n};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n+1}{n^2+1};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{3n^2+5}{n^2+3};\ \sum_{n=2}^{+\infty}\frac{n}{n^2-1}.$$

Вариант 3

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n^5}{(2n-1)!};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{(n+1)\sqrt{n}};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{3n+5};\ \sum_{n=5}^{+\infty}\frac{\sqrt{n}+3}{\sqrt{n^3}+n+1}.$$

Вариант 4

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\left(\frac{n+1}{2n}\right)^{n+1};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{7n+10};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{3^{-\sqrt{n}}}{\sqrt{n}};\quad \sum_{n=5}^{+\infty}\frac{1}{n^2+5n+6}.$$

Вариант 5

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n^2+1}{(2n+2)3^{n-2}};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{5n+1}{9n-1};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{\sqrt{n}2^{\sqrt{n}}};\quad \sum_{n=4}^{+\infty}\frac{1}{n^2-4n+3}.$$

Вариант 6

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{2^{n+1}(3n+2)}{n!};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n}{\sqrt{3n^2+2}};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{3n+4};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{\sqrt{n}+1}.$$

Вариант 7

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{3^n}{(5n-1)^n};\quad \sum_{n=10}^{+\infty}\frac{2n}{\sqrt{n^2+1}};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{e^n};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n+\sqrt{n}+3}{n^2+\sqrt{n}+3}.$$

Вариант 8

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=5}^{+\infty}\frac{2^n}{(n-4)!};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n+2}{\sqrt[3]{n^3+1}};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{e^{-\sqrt{n}}}{2\sqrt{n}};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n\sqrt{n}+n^2+3}{n^4-n+1}.$$

Вариант 9

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\left(\frac{3}{4}\right)^n\frac{1}{n+2};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n^2-1}{(1+3n)^2};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{2n+1};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n+1}{n^3+1}.$$

Вариант 10

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{3n+1}{2^n\sqrt{n+1}};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n}{(9n^2+1)^2};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{5n}{\sqrt{n^2+3}};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{\ln(n+1)}.$$

Вариант 11

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{n^4}\left(\frac{5}{2}\right)^n;\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{5n}{3n+1};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{e^{-\sqrt{n}}}{\sqrt{n}};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1+n}{1+n^2}.$$

Вариант 12

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{2n-3}{\sqrt{n2^{2n-3}}};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{3n}{2n^2-1};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{2n+1}{n(n+1)};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{3n+4n^3+5}{3n^2-4\sqrt{n}+3}.$$

Вариант 13

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n!}{(3n-1)10^n};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{\sqrt{3n+1}};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{\sqrt{n^2+1}}{\sqrt[3]{n^3+1}};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n+2}{n^3+2n^2+1}.$$

Вариант 14

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n!}{(n+1)^n};\quad \sum_{n=10}^{+\infty}\frac{1}{n\ln^2 n};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n+5}{\sqrt[3]{n^3+1}};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n+1}{n\sqrt{n+7}}.$$

Вариант 15

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=2}^{+\infty}\frac{(n-1)!}{100^n};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{(n+1)\ln^2(n+1)};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{\sqrt[3]{n^5}}{n};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{\sqrt{n+1}}.$$

Вариант 16

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{2^n}{n3^n};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n+2}{n^2};\quad \sum_{n=2}^{+\infty}\frac{1}{n\ln^5 n};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{n^2+n}.$$

Вариант 17

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n^n}{(2n-1)^n};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n+1}{n^3};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{(n+1)\ln(n+1)};\quad \sum_{n=10}^{+\infty}\frac{n}{n^5-3n-1}.$$

Вариант 18

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=2}^{+\infty}\frac{n+1}{2^n\cdot(n-1)!};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{3n^2+1}{(4n-1)^2};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{5n+3};\quad \sum_{n=3}^{+\infty}\frac{n}{n^2+\sqrt{n^7}+1}.$$

Вариант 19

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n^3}{(2n)!};\quad \sum_{n=2}^{+\infty}\frac{1}{n(\sqrt{n}-1)};\quad \sum_{n=2}^{+\infty}\frac{1}{n\ln^4 n};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n^3+1}{n^4+5}.$$

Вариант 20

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n\cdot 3^n}{2n+1};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{3n^2}{n^2+2};\quad \sum_{n=2}^{+\infty}\frac{1}{n\ln^2 n};\quad \sum_{n=2}^{+\infty}\frac{n+2}{n^2-1}.$$

Вариант 21

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n!}{2^{n^2}};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{5^n}{3^n(2n+1)};\quad \sum_{n=2}^{+\infty}\frac{1}{n\ln^3 n};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{5n+3}{\sqrt[3]{n^5}+5}.$$

Вариант 22

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{4n-3}{\sqrt{n3^n}};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n}{6n-5};\quad \sum_{n=2}^{+\infty}\frac{1}{n\ln n};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{\sqrt{n}}{n^2+1}.$$

Вариант 23

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{2^n}{(3n)!};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\sqrt{\frac{n+2}{3n+1}};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{3}{5n-1};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{\sqrt[3]{n^4}+5}.$$

Вариант 24

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n^n}{n!};\quad \sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{4n-1};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n+3}{2n};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{2}{n^2-n+5}.$$

Вариант 25

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=4}^{+\infty}\frac{(n-2)!}{3^{n+1}};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{(2n+1)2n};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n+3}{\sqrt[3]{3n^3}+1};\quad \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n+3}{n^2+n+1}.$$

Вариант 26

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(2n+3)4^{n+1}}{(2n+2)!};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{\sqrt[3]{5n+6}};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\sqrt{\frac{n+3}{2n+3}};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{5n}{3n^2-2n+5}.$$

Вариант 27

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=4}^{+\infty}\frac{5^{n-1}}{(n-1)!};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{\sqrt{2n}};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\sqrt{n+1};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n+3}{n^3+3n^2+1}.$$

Вариант 28

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(n+2)^n}{(n+1)!};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{3}{5n+1};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{5n}{3n+5};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{\sqrt[3]{n}+n+1}{n^2-3n+10}.$$

Вариант 29

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\left(\frac{2n-1}{3n+2}\right)^n;\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n+1}{\sqrt[4]{n^7}};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{3n+10};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{\sqrt{n+1}}.$$

Вариант 30

ЗАДАНИЕ 1. Исследовать ряды на сходимость, используя необходимое условие сходимости и достаточные признаки сходимости: признак Даламбера, интегральный признак Коши, признак сравнения общего члена ряда с общим членом обобщённого гармонического ряда (экспресс-метод).

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n^5}{5^{n+1}};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{2n}{\sqrt{n^2+3}};\ \sum_{n=4}^{+\infty}\frac{1}{n\ln^3 n};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n}{3n^2-n+1}.$$

11.4. Знакочередующиеся ряды. Признак Лейбница

Пусть $(\forall n \in N)(u_n > 0)$. Рассмотрим последовательность $\left((-1)^{n+1} u_n\right)$. Ряд для такой последовательности $\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^{n+1} u_n$ называется *знакочередующимся*.

Теорема. (Признак Лейбница сходимости знакочередующегося ряда). Пусть дан знакочередующийся ряд $\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^{n+1} u_n$, для членов которого выполнены два условия:

1) Предел модуля общего члена ряда равен нулю: $\lim\limits_{n \to +\infty} u_n = 0$.

2) Абсолютные величины членов ряда монотонно убывают, т.е. $(\forall n \in N)(u_n > u_{n+1})$.

Тогда знакочередующийся ряд сходится и его сумма S удовлетворяет неравенству $0 < S < u_1$.

Доказательство доступно, но его здесь не рассматриваем.

Замечание 1. Если $\lim\limits_{n \to +\infty} u_n \neq 0$, то знакочередующийся ряд расходится, т.к. при этом $\lim\limits_{n \to +\infty} (-1)^{n+1} u_n$ не существует – не выполнен необходимый признак сходимости ряда.

Замечание 2. Проверка второго условия теоремы может быть сведена к проверке выполнения неравенства $(u_n)'_n < 0$.

Замечание 3. Абсолютная погрешность при замене суммы S знакочередующегося ряда частичной суммой S_n не превосходит модуля суммы n-го остатка ряда, который не превосходит модуля первого из членов остатка, т.е. u_{n+1}. Если требуется вычислить сумму сходящегося знакочередующегося ряда с точностью ε, то следует решить неравенство $u_{n+1} < \varepsilon$ относительно n, чтобы найти число учитываемых членов ряда. При этом в промежуточных расчётах члены ряда берутся точно либо округляются с точностью на два порядка выше точности ε.

Пример. Исследовать сходимость ряда $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n}$.

Решение. Проверим выполнение условий теоремы Лейбница.

1) Находим предел модуля общего члена ряда: $\lim\limits_{n \to +\infty} u_n = \lim\limits_{n \to +\infty} \frac{1}{n} = \frac{1}{+\infty} = 0$.

Это условие выполнено.

2) Очевидным является монотонное убывание абсолютных величин членов ряда: $\frac{1}{1} > \frac{1}{2} > \frac{1}{3} > \cdots > \frac{1}{n} > \cdots$.

Таким образом, ряд для данной последовательности сходится и его сумма S удовлетворяет неравенству $0 < S < 1$.

Пример. Сколько членов ряда $\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(-1)^{n+1}}{n}$ нужно учесть, чтобы найти его сумму S с точностью $\varepsilon = 0{,}01$?

Решение. Ряд для данной последовательности сходится, как было показано в предыдущем примере. Следует решить неравенство $u_{n+1} < \varepsilon$ относительно n, чтобы найти число учитываемых членов ряда: $\frac{1}{n+1} < 0{,}01 = \frac{1}{100}$. Минимальное значение n, удовлетворяющее неравенству, равно 100. Следует учесть 100 членов ряда, при этом в промежуточных расчётах значения членов ряда следует округлять до пятого знака после запятой, чтобы не внести грубую ошибку в значение суммы ряда.

11.5. Абсолютная и условная сходимость знакопеременного ряда

Ряд называется *знакопеременным*, если у него бесконечное число положительных и бесконечное число отрицательных членов, причём закономерность расстановки знаков имеет произвольный характер. Сформулируем признак сходимости знакопеременного ряда.

Теорема. Пусть дан знакопеременный ряд $\sum_{n=1}^{+\infty}u_n$ и пусть составлен ряд из абсолютных величин его членов $\sum_{n=1}^{+\infty}|u_n|$. Тогда, если сходится ряд $\sum_{n=1}^{+\infty}|u_n|$, составленный из абсолютных величин членов исходного ряда, то сходится также исходный знакопеременный ряд $\sum_{n=1}^{+\infty}u_n$.

Доказательство доступно, но его здесь не рассматриваем.

Знакопеременный ряд называется *абсолютно сходящимся*, если вместе с ним сходится ряд, составленный из абсолютных величин его членов. Сходящийся знакопеременный ряд называется *условно сходящимся*, если ряд, составленный из абсолютных величин его членов, расходится.

Пример. Исследовать характер сходимости ряда $\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(-1)^{n+1}}{n}$, факт сходимости которого подтверждён в примере параграфа 11.4.

Решение. Ряд, составленный из абсолютных величин членов исследуемого ряда, является гармоническим рядом $\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{n}$, он расходится, как было показано в параграфе11.3. Поэтому исходный исследуемый ряд сходится условно.

Пример. Как известно из параграфа 11.3, ряд $\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{n^2}$ сходится. Тогда знакочередующийся ряд $\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(-1)^{n+1}}{n^2}$ сходится абсолютно.

Главное свойство абсолютно сходящегося ряда: любая бесконечная перестановка его членов не влияет на факт сходимости ряда и не изменяет его сумму.

Главное свойство условно сходящегося ряда: бесконечная перестановка его членов может изменить сумму ряда и даже может сделать ряд расходящимся.

Приведём пример, который демонстрирует главное свойство условно сходящегося ряда $\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(-1)^{n+1}}{n}$. Пусть его сумма равна S:

$$S=1-\frac{1}{2}+\frac{1}{3}-\frac{1}{4}+\frac{1}{5}-\frac{1}{6}+\frac{1}{7}-\frac{1}{8}+\cdots.$$

Поставим после каждого положительного члена два очередных отрицательных члена, получим новый ряд. Найдём связь его суммы S' с S:

$$S'=\left(1-\frac{1}{2}-\frac{1}{4}\right)+\left(\frac{1}{3}-\frac{1}{6}-\frac{1}{8}\right)+\cdots=\left(\frac{1}{2}-\frac{1}{4}\right)+\left(\frac{1}{6}-\frac{1}{8}\right)+\cdots=\frac{1}{2}\left(1-\frac{1}{2}+\frac{1}{3}-\frac{1}{4}+\cdots\right)=\frac{1}{2}S.$$

Таким образом, перестановка членов ряда привела к уменьшению суммы ряда вдвое.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ПРИЗНАК ЛЕЙБНИЦА СХОДИМОСТИ РЯДА СО ЗНАКОЧЕРЕДУЮЩИМИСЯ ЧЛЕНАМИ. АБСОЛЮТНАЯ И УСЛОВНАЯ СХОДИМОСТЬ ЗНАКОПЕРЕМЕННОГО РЯДА»

Вариант 1

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}(-1)^{n+1}\frac{n}{\sqrt{7n^2+5}}.$$

Вариант 2

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}(-1)^{n+1}\frac{n+1}{3n-2}.$$

Вариант 3

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}(-1)^{n+1}\frac{n+9}{4n-1}$$

Вариант 4

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(-1)^n n}{6n^2-5}.$$

Вариант 5

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=2}^{+\infty}\frac{(-1)^{n+1}}{\sqrt{n^2-1}}.$$

Вариант 6

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(-1)^n}{n\sqrt{n}}.$$

Вариант 7

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(-1)^{n+1}}{n2^n}.$$

Вариант 8

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{2n}{\sqrt{4n^2+5}}(-1)^n.$$

Вариант 9

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}(-1)^{n+1}\frac{2n+1}{n^3}.$$

Вариант 10

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}(-1)^n(\sqrt[n]{2}-1).$$

Вариант 11

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(-1)^{n+1}n}{(7n-1)^2}.$$

Вариант 12

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{5n^2}{n^3+1}(-1)^{n+1}.$$

Вариант 13

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^n \frac{n}{3n+5}.$$

Вариант 14

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^n \frac{1}{\ln(1+n)}.$$

Вариант 15

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^{n+1} \frac{n^3}{2^n}.$$

Вариант 16

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^{n+1} \sqrt{\frac{n+3}{3n+5}}.$$

Вариант 17

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^{n+1} \frac{2n}{\sqrt{4n^2+5}}.$$

Вариант 18

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{3n+5}.$$

Вариант 19

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^{n+1} \frac{5n^2}{n^3+1}.$$

Вариант 20

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n+3}{n^3+2}(-1)^n.$$

Вариант 21

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}(-1)^{n+1}\frac{n^3}{2^n}.$$

Вариант 22

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}(-1)^n\frac{n^3}{e^n}.$$

Вариант 23

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}(-1)^n\frac{3n}{2n^2-1}.$$

Вариант 24

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}(-1)^n\frac{n}{\sqrt{3n^2+2}}.$$

Вариант 25

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}(-1)^n\frac{n}{(n+1)^3}.$$

Вариант 26

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=4}^{+\infty}\frac{(-1)^n}{\sqrt{(n-3)^5}}.$$

Вариант 27

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(-1)^n}{\sqrt{n^2+4}}.$$

Вариант 28

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(-1)^{n+1}}{\sqrt{(n+1)^3}}.$$

Вариант 29

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}(-1)^{n+1}\frac{3n}{n^2+3}.$$

Вариант 30

ЗАДАНИЕ 2. Исследовать ряд на сходимость, используя признак Лейбница. Если ряд сходится, то определить как – условно или абсолютно.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}(-1)^{n}\frac{n+1}{10n}.$$

11.6. Степенные ряды. Теорема Абеля. Интервал и радиус сходимости степенного ряда. Ряды по степеням $(x-x_0)$

Пусть дана последовательность (a_n), и дана числовая переменная x. Составим совокупность последовательностей $(a_n x^n)$, к которым применим функционал – числовой ряд. Полученный ряд называют *степенным рядом* и к нему добавляют дополнительно нулевой член a_0:

$$a_0 + a_1x + a_2x^2 + \cdots + a_nx^n + \cdots \text{ или } a_0 + \sum_{n=1}^{+\infty}a_nx^n.$$

Множество последовательностей $(a_n x^n)$ является подмножеством множества всех последовательностей $\mathrm{A}(NR)$, а выбор последовательности степенного ряда связан с числом x. Поэтому степенной ряд является сужением числового ряда, а вопрос о сходимости сводится к нахождению тех значений x, для которых ряд сходится. Это множество называется *областью сходимости* степенного ряда. Область сходимости содержит по крайней мере одно число x=0.

Далее исследуем структуру области сходимости степенного ряда.

Теорема 1 (теорема Абеля).

1) Пусть степенной ряд $a_0 + \sum_{n=1}^{+\infty}a_nx^n$ сходится при $x = x_0, x_0 \neq 0$. Тогда для всех x, удовлетворяющих неравенству $|x| < |x_0|$, степенной ряд сходится абсолютно.

2) Пусть степенной ряд $a_0 + \sum_{n=1}^{+\infty}a_nx^n$ расходится при $x = x_1$. Тогда для всех x, удовлетворяющих неравенству $|x| > |x_0|$, степенной ряд расходится.

Доказательство теоремы не рассматриваем, но приведём рисунок 1 к ней.

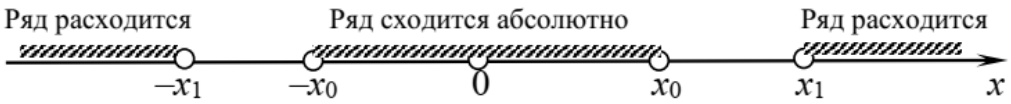


Рисунок 1. К теореме Абеля.

Незаштрихованная нейтральная часть на рисунке 1 может быть многократно уменьшена присоединением её части к области сходимости либо к области расходимости ряда. Результат такой процедуры дан в следующей теореме.

Теорема 2 (о структуре области сходимости степенного ряда). Пусть степенной ряд $a_0 + \sum_{n=1}^{+\infty} a_n x^n$ сходится не только при x=0. Тогда существует такое положительное число R, что для всех x, удовлетворяющих неравенству $|x| < R$, степенной ряд сходится абсолютно, а для всех x, удовлетворяющих неравенству $|x| > R$, степенной ряд расходится.

Число R называется *радиусом сходимости* степенного ряда, а интервал $(-R, R)$ называется *интервалом сходимости* степенного ряда. В каждой точке интервала сходимости ряд сходится абсолютно. За границами интервала сходимости ряд расходится, а в граничных точках $x = -R$ и $x = R$ требуется дополнительное исследование на сходимость с применением других признаков сходимости – интегрального признака Коши, признака сравнения с обобщённым гармоническим рядом, признака Лейбница для знакочередующихся рядов, необходимого признака сходимости.

Отличие степенного ряда $a_0 + \sum_{n=1}^{+\infty} a_n (x - x_0)^n$ состоит в том, что его интервал сходимости имеет вид $(x_0 - R, x_0 + R)$, где R – радиус сходимости.

Абсолютная сходимость степенного ряда в интервале сходимости позволяет применять для нахождения радиуса сходимости признак Даламбера, при условии, что получаемый предел строго меньше 1.

Примеры. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов, используя интегральный признак Коши, признак Лейбница, необходимый признак сходимости:

1) $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{3^n \cdot x^n}{5^n \cdot \sqrt{n}}$; 2) $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(x+1)^n}{4^n}$.

Решение. 1) Исследуем сходимость ряда $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{3^n \cdot x^n}{5^n \cdot \sqrt{n}}$. Найдём предел отношения модуля следующего члена ряда к модулю предыдущего:

$$\lim_{n\to+\infty}\left|\frac{3^{n+1}\cdot x^{n+1}}{5^{n+1}\cdot\sqrt{n+1}}\right|:\left|\frac{3^{n}\cdot x^{n}}{5^{n}\cdot\sqrt{n}}\right|=\lim_{n\to+\infty}\left|\frac{3^{n+1}\cdot x^{n+1}}{5^{n+1}\cdot\sqrt{n+1}}\right|\cdot\left|\frac{5^{n}\cdot\sqrt{n}}{3^{n}\cdot x^{n}}\right|=\frac{3}{5}|x|\cdot\lim_{n\to+\infty}\sqrt{\frac{n}{n+1}}=$$

$$=\frac{3}{5}|x|\cdot\sqrt{\lim_{n\to+\infty}\frac{n}{n+1}}=\frac{3}{5}|x|\cdot\sqrt{\lim_{n\to+\infty}\frac{1}{1+\frac{1}{n}}}=\frac{3}{5}|x|\cdot\sqrt{\frac{1}{1+0}}=\frac{3}{5}|x|.$$

Полагаем, что $\frac{3}{5}|x|<1$, откуда получаем $|x|<\frac{5}{3}$, т.е. радиус сходимости ряда $R=\frac{5}{3}$, интервал сходимости ряда $\left(-\frac{5}{3},\frac{5}{3}\right)$. Исследуем сходимость ряда на концах интервала сходимости.

Если $x=\frac{5}{3}$, то получаем ряд $\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{3^{n}\cdot\left(\frac{5}{3}\right)^{n}}{5^{n}\cdot\sqrt{n}}=\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{\sqrt{n}}$. Исследуем полученный ряд с помощью интегрального признака Коши. Для функции $f(x)=\frac{1}{\sqrt{x}}$, $x\in[1,+\infty)$ составим несобственный интеграл и исследуем его сходимость: $\int_{1}^{+\infty}\frac{1}{\sqrt{x}}dx=\lim_{b\to+\infty}\int_{1}^{b}\frac{1}{\sqrt{x}}dx=\lim_{b\to+\infty}2\sqrt{x}\Big|_{1}^{b}=\lim_{b\to+\infty}\left(2\sqrt{b}-2\sqrt{1}\right)=+\infty$.

Несобственный интеграл расходится, значит и ряд $\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{1}{\sqrt{n}}$ расходится.

Если $x=-\frac{5}{3}$, то получаем ряд $\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{3^{n}\cdot\left(-\frac{5}{3}\right)^{n}}{5^{n}\cdot\sqrt{n}}=\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(-1)^{n}}{\sqrt{n}}$. Исследуем полученный знакочередующийся ряд с помощью признака Лейбница. Проверим два условия признака Лейбница.

а) Найдём предел модуля общего члена ряда: $\lim_{n\to+\infty}\frac{1}{\sqrt{n}}=0$. Условие выполнено.

б) Монотонное убывание модулей членов ряда тоже очевидно:

$$\frac{1}{\sqrt{1}}>\frac{1}{\sqrt{2}}>\cdots>\frac{1}{\sqrt{n}}>\frac{1}{\sqrt{n+1}}>\cdots$$

Полученный знакочередующийся ряд сходится по признаку Лейбница. Таким образом, областью сходимости степенного ряда $\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{3^{n}\cdot x^{n}}{5^{n}\cdot\sqrt{n}}$ является полуинтервал $\left[-\frac{5}{3},\frac{5}{3}\right)$.

2) Исследуем сходимость ряда $\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x+1)^n}{4^n}$. Найдём предел отношения модуля следующего члена ряда к модулю предыдущего:

$$\lim_{n\to+\infty}\left|\frac{(x+1)^{n+1}}{4^{n+1}}\right|:\left|\frac{(x+1)^n}{4^n}\right|=\lim_{n\to+\infty}\left|\frac{(x+1)^{n+1}}{4^{n+1}}\right|\cdot\left|\frac{4^n}{(x+1)^n}\right|=\frac{|x+1|}{4}.$$

Полагаем, что $\frac{|x+1|}{4}<1$, откуда получаем $|x+1|<4$, т.е. радиус сходимости ряда $R=4$, интервал сходимости ряда $(-5,3)$. Исследуем сходимость ряда на концах интервала сходимости.

Если $x=3$, то получаем ряд $\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(3+1)^n}{4^n}=\sum_{n=1}^{\infty}1=1+1+\cdots+1+\cdots$. Здесь предел общего члена ряда равен 1 и не равен 0, т.е. не выполняется необходимый признак сходимости, и ряд расходится.

Если $x=-5$, то получаем ряд $\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(-5+1)^n}{4^n}=\sum_{n=1}^{+\infty}(-1)^n=$ $=1-1+\cdots+(-1)^n+\cdots$. Здесь предел общего члена ряда не равен 0, т.к. $\lim_{n\to+\infty}(-1)^n$ не существует, т.е. не выполняется необходимый признак сходимости, и ряд расходится.

Таким образом, областью сходимости степенного ряда $\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x+1)^n}{4^n}$ является интервал $(-5,3)$.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ОБЛАСТЬ СХОДИМОСТИ СТЕПЕННОГО РЯДА»

Вариант 1

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x-2)^n}{n5^n};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x+2)^n}{2^n(n+1)^3};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{nx^n}{5^n}.$$

Вариант 2

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{x^{n+1}}{n^3};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{x^{2n-1}}{3^{n-1}n\sqrt{n}};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{nx^n}{3^n(n+1)}.$$

Вариант 3

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{x^{2n+1}}{3^n\sqrt{3n-1}};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x+1)^{n-1}}{(2n+3)^3};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(2x)^n}{5^n\sqrt{n}}.$$

Вариант 4

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{3^n x^{2n}}{4n(n+1)};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x-5)^n}{(n+1)^{2^{n-1}}};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{nx^n}{2^n}.$$

Вариант 5

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{2}{3^{2n}}\left(\frac{x}{2}\right)^{2n+1};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x+6)^n}{4^{n+1}};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(2x)^n}{6^n+3^n}.$$

Вариант 6

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{x^n}{(2n-3)^2};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x+1)^n}{(2n-1)6^n};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(3x)^n}{8^n\sqrt[3]{n}}.$$

Вариант 7

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{x^{2n+1}}{3^{2n}};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x-6)^n}{5n-3};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(n+1)x^n}{3^n(n+2)}.$$

Вариант 8

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{x^{n+1}}{(3n-1)^3};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x+2)^n}{3^{n+4}};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(2x)^n}{3^n+7^n}.$$

Вариант 9

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(3x)^{2n}}{n\sqrt{2n-1}};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x-2)^n}{3^n};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(3x)^n}{\sqrt{n}}.$$

Вариант 10

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(8x)^{2n-1}}{5n+2};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x-1)^n}{5^n};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{x^{n-1}}{n}.$$

Вариант 11

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(n+3)^2x^n}{(n+1)!};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x+1)^{2n}}{\sqrt{n+4}};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{x^n}{n!}.$$

Вариант 12

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(4x)^{2n-1}}{(5n-2)^2};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x-7)^n}{2^{n-1}};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{nx^n}{5^n(n+1)}.$$

Вариант 13

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=3}^{+\infty}\frac{x^n\sqrt{2n+1}}{(n-2)!};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x-2)^{n+1}}{2^n};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(5x)^n}{3^n+4^n}.$$

Вариант 14

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{x^{2n-1}}{2^{n-1}\sqrt{n}};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n(x-5)^n}{3n-1};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(5x)^n}{7^n\sqrt[3]{n}}.$$

Вариант 15

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x-1)^n}{5n-3};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\left(\frac{2}{3}\right)^n x^{2n-2};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(7x)^n}{6^n\cdot\sqrt[3]{n}}.$$

Вариант 16

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=3}^{+\infty}\frac{x^{2n-1}}{2^n\cdot\sqrt[3]{n-2}};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x+5)^n}{(n+1)^3};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(7x)^n}{5^n+3^n}.$$

Вариант 17

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{x^{2n}}{3n(n+1)};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x-2)^n}{3^{n-1}n};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{5^n x^n}{4^n}.$$

Вариант 18

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{3}{\sqrt{n^3}}\left(\frac{x}{3}\right)^{2n+1};\ \sum_{n=4}^{+\infty}\frac{(x-3)^{2n}}{3n-4};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{2^n x^n}{7^n\sqrt{n}}.$$

Вариант 19

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{x^n}{(n+2)^2};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x+1)^n}{n3^n};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{\sqrt{n}x^n}{n+1}.$$

Вариант 20

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{x^{2n}}{n\cdot 9^n};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(3n-2)(x-3)^n}{(n+1)^2};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{x^n}{\sqrt[3]{n^2+2}}.$$

Вариант 21

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(3x)^n}{\sqrt{3n-2}};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x+3)^{2n-1}}{2n\cdot 4^n};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{2^x x^n}{3^n\sqrt{n}}.$$

Вариант 22

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(10x)^n}{\sqrt{n}};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x-2)^n}{n};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{x^n}{n(n+1)}.$$

Вариант 23

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{2^{n-1}x^{2n-1}}{(4n-3)^2};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x-5)^n}{n3^n};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{3^n x^n}{\sqrt{n}}.$$

Вариант 24

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(2x)^n}{\sqrt{3^n(2n-1)}};\ \sum_{n=2}^{+\infty}\frac{\sqrt{n}x^n}{n-1};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x-2)^{n+1}}{(n+1)!}.$$

Вариант 25

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{\sqrt{n}x^n}{n!};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n(x-5)^{n+1}}{8n-1};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{x^n}{n10^n}.$$

Вариант 26

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n!x^n}{n^n};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{2n}{(n+1)(n+2)}\left(\frac{x}{3}\right)^{n+1};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n(x-7)^n}{3n+1}.$$

Вариант 27

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{x^{2n-1}}{5^n\sqrt{n+1}};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x-4)^n}{n^2};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{n}{n+1}\left(\frac{x}{2}\right)^n.$$

Вариант 28

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}2^{n-1}x^{2(n-1)};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x+2)^n}{n};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(2x)^n}{5^n\sqrt{n}}.$$

Вариант 29

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(2x)^{2n}}{8n(n+1)};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x+1)^n}{n(n+1)2^{n-1}};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(5x)^n}{6^n\sqrt[3]{n}}.$$

Вариант 30

ЗАДАНИЕ 3. Найти радиус и интервал сходимости степенных рядов, используя абсолютную сходимость степенных рядов в соответствующем интервале и применяя признак сходимости Даламбера, и исследовать сходимость на концах интервалов.

$$\sum_{n=1}^{+\infty}\frac{nx^{2n+1}}{6^{2n}};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(x-3)^{n-1}}{3^n};\ \sum_{n=1}^{+\infty}\frac{(3x)^n}{4^n+5^n}.$$

11.7. Свойства степенных рядов: непрерывность суммы степенного ряда, дифференцирование и интегрирование в интервале сходимости

Пусть степенной ряд $a_0 + \sum_{n=1}^{+\infty} a_n x^n$ сходится в интервале сходимости $(-R, R)$ и имеет сумму $S(x)$, т.е.

$$S(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \cdots + a_n x^n + \cdots = a_0 + \sum_{n=1}^{+\infty} a_n x^n .$$

Теорема 1. Сумма $S(x)$ степенного ряда в интервале сходимости $(-R, R)$ является дифференцируемой функцией. При этом её производная $S'(x)$ равна сумме ряда, полученного почленным дифференцированием исходного ряда, т.е.

$$S'(x) = a_1 + 2a_2 x + \cdots + n a_n x^{n-1} + \cdots = \sum_{n=1}^{+\infty} n a_n x^{n-1}.$$

Доказательство не рассматриваем.

Следствие. Известно, что дифференцируемая функция является непрерывной. Поэтому сумма $S(x)$ степенного ряда в интервале сходимости $(-R, R)$ является непрерывной функцией.

Теорема 2. Сумма $S(x)$ степенного ряда в интервале сходимости $(-R, R)$ является интегрируемой функцией на любом отрезке $[x_1, x_2]$, находящемся в интервале сходимости $(-R, R)$. При этом её интеграл равен сумме ряда, полученного почленным интегрированием исходного ряда, т.е.

$$\int_{x_1}^{x_2} S(x)dx = \int_{x_1}^{x_2} a_0 dx + \sum_{n=1}^{+\infty} \int_{x_1}^{x_2} a_n x^n dx .$$

Доказательство теоремы не рассматриваем.

Следствие. Если $|x| < R$, то

$$\int_0^x S(t)dt = a_0 x + a_1 \frac{x^2}{2} + a_2 \frac{x^3}{3} + \cdots + a_n \frac{x^{n+1}}{n+1} + \cdots . \qquad (1)$$

Замечание. Аналогичными свойствами обладают степенные ряды по степеням $(x - x_0)$ в интервале сходимости $(x_0 - R, x_0 + R)$.

Пример 1. Рассмотрим ряд из членов геометрической прогрессии с первым членом 1 и знаменателем $(-x)$, $|x| < 1$, для которого уже известна сумма:

$$\frac{1}{1+x} = 1 - x + x^2 - x^3 + x^4 - \cdots . \qquad (2)$$

Проинтегрируем разложение (2) почленно по формуле (1) в интервале $(-1, 1)$ и получим степенной ряд с областью сходимости $(-1, 1]$:

$$\ln(1+x) = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \cdots . \qquad (3)$$

В частности, $\ln 2 = 1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{3} - \frac{1}{4} + \cdots$.

Пример 2. Рассмотрим ряд из членов геометрической прогрессии с первым членом 1 и знаменателем $\left(-x^2\right)$, $|x| < 1$, для которого уже известна сумма:

$$\frac{1}{1+x^2} = 1 - x^2 + x^4 - x^6 + x^8 - \cdots. \qquad (4)$$

Проинтегрируем ряд (4) по формуле (1), получим ряд с областью сходимости $[-1, 1]$:

$$arctg\, x = x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \frac{x^9}{9} - \cdots. \qquad (5)$$

Формулы (2)-(5) дают разложение известных функций в степенные ряды, причём разложение имеет место не во всей области определения функции, а только в более узкой области сходимости степенного ряда. Далее будет рассмотрена общая формула разложения функции в степенной ряд и условия для такого разложения.

11.8. Ряды Тейлора и Маклорена

Теорема 1. Пусть функция $f(x)$ разложена в степенной ряд в интервале сходимости $(x_0 - R, x_0 + R)$ этого ряда:

$$f(x) = a_0 + a_1(x - x_0) + a_2(x - x_0)^2 + \cdots + a_n(x - x_0)^n + \cdots. \qquad (1)$$

Тогда коэффициенты этого разложения однозначно определены.

Доказательство. Ряд (1) можно почленно дифференцировать в интервале сходимости $(x_0 - R, x_0 + R)$:

$$f'(x) = 1 \cdot a_1 + 2 \cdot a_2(x - x_0) + \cdots + n \cdot a_n(x - x_0)^{n-1} + \cdots,$$
$$f''(x) = 1 \cdot 2 \cdot a_2 + \cdots + (n-1) \cdot n \cdot a_n(x - x_0)^{n-2} + \cdots,$$
$$\cdots$$
$$f^{(n)}(x) = 1 \cdot 2 \cdot \ldots \cdot (n-1) \cdot n \cdot a_n + \cdots,$$
$$\cdots$$

Полагая $x = x_0$ во всех разложениях и пользуясь понятием факториала натурального числа, получаем однозначное представление коэффициентов:

$$a_0 = f(x_0), \quad a_1 = \frac{1}{1!} f'(x_0), \quad a_2 = \frac{1}{2!} f''(x_0), \quad \cdots, \quad a_n = \frac{1}{n!} f^{(n)}(x_0), \quad \cdots.$$

Теорема доказана.

Если функция бесконечно дифференцируема в точке x_0, то для неё формально можно составить ряд, называемый *рядом Тейлора*, который имеет сумму $S(x)$ в интервале сходимости ряда $(x_0 - R, x_0 + R)$:

$$S(x) = f(x_0) + \frac{(x - x_0)}{1!} f'(x_0) + \frac{(x - x_0)^2}{2!} f''(x_0) + \cdots + \frac{(x - x_0)^n}{n!} f^{(n)}(x_0) + \cdots \qquad (1)$$

Связь $S(x)$ и $f(x)$ дана в следующей теореме. Предварительно повторим формулу Тейлора $f(x)=P_n(x)+R_n(x)$, где $P_n(x)$ – многочлен Тейлора, $R_n(x)$ – остаточный член формулы Тейлора. При этом

$$P_n(x)=f(x_0)+\frac{(x-x_0)}{1!}f'(x_0)+\frac{(x-x_0)^2}{2!}f''(x_0)+\cdots+\frac{(x-x_0)^n}{n!}f^{(n)}(x_0),$$

$$R_n(x)=\frac{(x-x_0)^{n+1}}{(n+1)!}f^{(n)}(c),\ c\in(x_0,x)\text{ или }c\in(x,x_0).$$

Теорема. Для того, чтобы $S(x)=f(x)$ в разложении (1), необходимо и достаточно, чтобы предел остаточного члена формулы Тейлора в каждой точке интервала сходимости ряда (x_0-R,x_0+R) равнялся нулю: $\lim\limits_{n\to+\infty}R_n(x)=0$.

Доказательство не рассматриваем.

При выполнении условий теоремы имеем *разложение функции в ряд Тейлора* в интервале сходимости этого ряда (x_0-R,x_0+R):

$$f(x)=f(x_0)+\frac{(x-x_0)}{1!}f'(x_0)+\frac{(x-x_0)^2}{2!}f''(x_0)+\cdots+\frac{(x-x_0)^n}{n!}f^{(n)}(x_0)+\cdots \quad (2)$$

Заметим, что интервал сходимости ряда Тейлора может оказаться уже области определения функции $f(x)$.

Если $x_0=0$, то разложение (2) называют также *разложением функции в ряд Маклорена* в его интервале сходимости $(-R,R)$:

$$f(x)=f(0)+\frac{x}{1!}f'(x_0)+\frac{x^2}{2!}f''(0)+\cdots+\frac{x^n}{n!}f^{(n)}(0)+\cdots \quad (3)$$

11.9. Разложение в ряд Маклорена функций $e^x, \sin x, \cos x, (1+x)^\alpha$

Значения функции $f(x)=e^x$ не изменяются при дифференцировании: $f'(x)=e^x$, $f''(x)=e^x,\cdots$, $f^{(n)}(x)=e^x,\cdots$.

Поэтому $f(0)=e^0=1$, $f'(0)=1$, $f''(0)=1,\cdots$, $f^{(n)}(0)=1,\cdots$.

Получаем ряд Маклорена для данной функции:

$$1+\frac{x}{1!}+\frac{x^2}{2!}+\cdots+\frac{x^n}{n!}+\cdots.$$

Найдём область сходимости этого ряда, применяя признак Даламбера для ряда из абсолютных величин его членов:

$$\lim_{n\to+\infty}\frac{u_{n+1}}{u_n}=\lim_{n\to+\infty}\left|\frac{x^{n+1}}{(n+1)!}\right|\cdot\left|\frac{n!}{x^n}\right|=|x|\cdot\lim_{n\to+\infty}\frac{1}{n+1}=|x|\cdot 0=0.$$

Ряд сходится для всех значений x. В качестве следствия получаем по необходимому признаку сходимости, что $\lim\limits_{n\to+\infty}\frac{x^n}{n!}=0$. Составим остаточный

член формулы Маклорена: $R_n(x)=\dfrac{x^{n+1}}{(n+1)!}e^{\theta x},\ 0<\theta<1.$ При этом $|R_n(x)|=\dfrac{|x|^{n+1}}{(n+1)!}e^{|x|}\xrightarrow[n\to+\infty]{}0$. Выполнено условие теоремы из §32 и имеем разложение в ряд Маклорена для функции $f(x)=e^x$:

$$e^x=1+\frac{x}{1!}+\frac{x^2}{2!}+\cdots+\frac{x^n}{n!}+\cdots,\ x\in(-\infty,+\infty).$$

Аналогично можно получить разложения:

$$\sin x=x-\frac{x^3}{3!}+\frac{x^5}{5!}-\cdots+(-1)^{n-1}\frac{x^{2n-1}}{(2n-1)!}+\cdots,\quad x\in(-\infty,+\infty);$$

$$\cos x=1-\frac{x^2}{2!}+\frac{x^4}{4!}-\cdots+(-1)^{n-1}\frac{x^{2n-2}}{(2n-2)!}+\cdots,\quad x\in(-\infty,+\infty);$$

$$(1+x)^\alpha=1+\frac{\alpha}{1!}x+\frac{\alpha(\alpha-1)}{2!}x^2+\cdots+\frac{\alpha(\alpha-1)\cdots(\alpha-n+1)}{n!}x^n+\cdots,\quad x\in(-1,1).$$

11.10. Вычисление определённых интегралов разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена

Пример. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена: $\int_0^1\frac{\sin x}{x}dx$.

Решение. В данном задании следует воспользоваться одним из стандартных разложений элементарных функций в ряд Маклорена. Приведём те из них, которые могут потребоваться при выполнении данного задания:

$$e^x=1+\frac{x}{1!}+\frac{x^2}{2!}+\cdots+\frac{x^n}{n!}+\cdots,\quad x\in(-\infty,+\infty);$$

$$\sin x=x-\frac{x^3}{3!}+\frac{x^5}{5!}-\cdots+(-1)^{n-1}\frac{x^{2n-1}}{(2n-1)!}+\cdots,\quad x\in(-\infty,+\infty);$$

$$\cos x=1-\frac{x^2}{2!}+\frac{x^4}{4!}-\cdots+(-1)^{n-1}\frac{x^{2n-2}}{(2n-2)!}+\cdots,\quad x\in(-\infty,+\infty);$$

$$arctg\,x=x-\frac{x^3}{3}+\frac{x^5}{5}-\frac{x^7}{7}+\cdots+(-1)^{n-1}\frac{x^{2n-1}}{2n-1}+\cdots,\quad x\in[-1,1];$$

$$(1+x)^\alpha=1+\frac{\alpha}{1!}x+\frac{\alpha(\alpha-1)}{2!}x^2+\cdots+\frac{\alpha(\alpha-1)\cdots(\alpha-n+1)}{n!}x^n+\cdots,\quad x\in(-1,1);$$

$$\frac{1}{\sqrt{1+x}}=1-\frac{1\cdot x}{2\cdot 1!}+\frac{1\cdot 3\cdot x^2}{2^2\cdot 2!}-\frac{1\cdot 3\cdot 5\cdot x^3}{2^3\cdot 3!}+\cdots+(-1)^n\frac{1\cdot 3\cdot\cdots\cdot(2n-1)\cdot x^n}{2^n\cdot n!}+\cdots,$$

$$x\in(-1,1).$$

Чтобы вычислить определённый интеграл $\int_0^1 \frac{\sin x}{x} dx$ с точностью до 0,001, воспользуемся стандартным разложением для $\sin x$, поделим его почленно на x и выпишем побольше первых членов этого разложения:

$$\frac{\sin x}{x} = 1 - \frac{x^2}{3!} + \frac{x^4}{5!} - \frac{x^6}{7!} + \cdots.$$

Затем проинтегрируем это разложение почленно:

$$\int_0^1 \frac{\sin x}{x} dx = \int_0^1 \left(1 - \frac{x^2}{3!} + \frac{x^4}{5!} - \frac{x^6}{7!} + \cdots\right) dx = \left(x - \frac{x^3}{3 \cdot 3!} + \frac{x^5}{5 \cdot 5!} - \frac{x^7}{7 \cdot 7!} + \cdots\right)\Bigg|_0^1 =$$

$$= 1 - \frac{1^3}{3 \cdot 3!} + \frac{1^5}{5 \cdot 5!} - \frac{1^7}{7 \cdot 7!} + \cdots = 1 - \frac{1}{18} + \frac{1}{600} - \frac{1}{35280} + \cdots$$

При замене суммы сходящегося знакочередующегося ряда с убывающими членами некоторой частичной суммой погрешность не превосходит первого из отброшенных членов – это следствие из теоремы Лейбница о сходимости знакочередующегося ряда. При вычислении суммы ряда с заданной точностью отбрасываем все члены, первый из которых меньше заданной точности. Для нашего ряда сохраняем только три первых члена, т.к. $\frac{1}{35280} < 0{,}001$. При этом в промежуточных расчётах члены ряда округляем хотя бы до четвёртого знака после запятой, т.е. лучше заданной точности, чтобы не навредить точности вычисления. Окончательный результат округляем до заданной точности. Таким образом,

$$\int_0^1 \frac{\sin x}{x} dx = 1 - \frac{1}{18} + \frac{1}{600} - \frac{1}{35280} + \cdots \approx 1 - 0{,}0556 + 0{,}0017 = 0{,}9461 \approx 0{,}946.$$

Итак, $\int_0^1 \frac{\sin x}{x} dx = 0{,}946 \pm 0{,}001$.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ВЫЧИСЛЕНИЕ ОПРЕДЕЛЁННЫХ ИНТЕГРАЛОВ РАЗЛОЖЕНИЕМ ПОДЫНТЕГРАЛЬНОЙ ФУНКЦИИ В РЯД МАКЛОРЕНА»

Вариант 1

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_{0,2}^{1} \frac{e^{-x} - 1}{x} dx.$$

Вариант 2

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_{0,1}^{0,3} \frac{\cos x^2}{x} dx.$$

Вариант 3

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{2}} \frac{dx}{\sqrt{1+x^2}}.$$

Вариант 4

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^1 \sqrt{x}\sin x dx.$$

Вариант 5

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{2}} \frac{xdx}{\sqrt[4]{1+x^4}}.$$

Вариант 6

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{2}} \frac{dx}{1-x^9}.$$

Вариант 7

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{0,5} \frac{arctgx}{x} dx.$$

Вариант 8

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^1 x\sqrt{x}\sin\sqrt{x}dx.$$

Вариант 9

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^1 \sin x^2 dx.$$

Вариант 10

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^1 x^4 e^{-x^3} dx .$$

Вариант 11

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{0,2} e^{-x^2} dx .$$

Вариант 12

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{2}} \sqrt{1+x^3}\, dx .$$

Вариант 13

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^1 x\cos\sqrt{x} dx .$$

Вариант 14

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{2}} \sqrt{1+x^3}\, dx .$$

Вариант 15

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{\sqrt{3}}} x^2 arctgx dx .$$

Вариант 16

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^1 x\cos\sqrt{x} dx .$$

Вариант 17

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{4}} e^{-x^2} dx .$$

Вариант 18

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{2}} \frac{dx}{\sqrt[3]{(1+x^3)^2}}.$$

Вариант 19

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{2}} \frac{x dx}{\sqrt{1+x^3}}.$$

Вариант 20

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{4}} x e^{-\sqrt{x}} dx.$$

Вариант 21

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{2}} \sin(4x^2) dx.$$

Вариант 22

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{2}} x^5 \sin x dx.$$

Вариант 23

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{1} \cos x^2 dx.$$

Вариант 24

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{1} \frac{e^{-x}-1}{x} dx.$$

Вариант 25

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{2}} \frac{dx}{\sqrt{1+x^4}}.$$

Вариант 26

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{2}} x\cos\sqrt{2x}dx.$$

Вариант 27

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{4}} x\ln(1+\sqrt{x})dx.$$

Вариант 28

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{\frac{1}{3}} \frac{\sin 3x}{x}dx.$$

Вариант 29

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{1} \sqrt{x}e^{-x^2}dx.$$

Вариант 30

ЗАДАНИЕ 4. Вычислить с точностью до 0,001 определённый интеграл разложением подынтегральной функции в ряд Маклорена:

$$\int_0^{1} \frac{\sin x}{\sqrt[3]{x}}dx.$$

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 12 «ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ»

12.1. Опыты с множеством случайных исходов. Случайные события

Предметом *теории вероятностей* являются теоретические математические модели для опытов со случайными исходами.

Опыт – это осуществление некоторого постоянного комплекса условий S. Предполагается, что однородные опыты можно производить практически большое число раз, а теоретически – неограниченное число раз Синонимами слова «опыт» являются слова «испытание», «эксперимент».

Теория вероятностей как математическая наука развивалась с середины XVII века. Но её основания были разработаны только в 1933 году российским математиком А.Н. Колмогоровым[1].

Согласно теории[2] Колмогорова результатом опытов являются:

1) простейшие *элементарные случайные события* - *исходы*;

2) более сложные комплексные *случайные события*.

Различные *случайные исходы опыта* обозначим как $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_N$ в случае их конечного числа N. Но при этом допускается бесконечное число исходов, а бесконечное число исходов может быть счётным или несчётным. Множество всех исходов обозначим как $\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_N\}$ и назовём *пространством элементарных случайных исходов*. Для исходов предполагается выполнение двух условий:

1) Любой исход $\omega \in \Omega$ может быть результатом любого опыта.

2) В результате каждого опыта появляется только один исход $\omega \in \Omega$.

Случайность предполагает принципиальную невозможность точного предсказания исхода опыта. Эта невозможность связана с природой вещей и не связана с ограниченностью наших знаний. Природа случайности (непредсказуемость и хаотичность) исследована не методами теории вероятностей, но методами теории алгоритмов учениками А.Н. Колмогорова.

Конечное число исходов опыта обозначим как $|\Omega| = N$. В случае бесконечного числа исходов обозначение $|\Omega|$ – это *мощность множества*. Если множество Ω счётное, то пишут $|\Omega| = \aleph_0$ (алеф-нуль), где $\aleph$ – заглавная буква алеф еврейского алфавита. Если множество Ω несчётное и имеет мощность *континуума*, то пишут $|\Omega| = \aleph_1$ (алеф-один). Числа $\aleph_0, \aleph_1, \dots$ – это так называемые бесконечные *кардинальные числа*, теорией которых мы здесь заниматься не будем.

Замечание. На мой взгляд, кардинальные числа – это лики (значения) бесконечного числа $+\infty$. Кардинальные числа обладают всеми свойствами числа $+\infty$. Можно ввести обозначение:$+\infty = [\aleph_0, \aleph_1, \dots]$ для *совокупности* (но

[1] Колмогоров, Андрей Николаевич (1903-1987) – российский советский математик, один из величайших математиков XX века, внёсший большой вклад в различные разделы математики, в развитие математического образования в СССР.

[2] Работа А.Н. Колмогорова «Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitrechnung, in Ergebnisse der Mathematik» была опубликована в 1933 в Берлине на немецком языке, а затем переиздана на русском языке под названием «Основные понятия теории вероятностей».

не множества!) ликов числа $+\infty$. При этом $+\infty := \aleph_0$, либо $+\infty := \aleph_1$, …, но $\aleph_i \neq \aleph_j$ при $i \neq j$. Знак «:=» означает по смыслу слова «присвоить значение».

Случайное событие – это множество случайных исходов, подмножество множества Ω. Будем обозначать случайные события начальными большими буквами латинского алфавита $A, B, C, D, \ldots$ с индексами или без индексов. О каждом исходе события будем говорить, что он *благоприятствует наступлению события*. Пусть $A = \{\omega_{i_1}, \omega_{i_2}, \ldots, \omega_{i_M}\}$. Тогда $A \subset \Omega$, а исход ω_{i_1} благоприятствует наступлению события A, число благоприятствующих исходов $|A| = M$. Таким образом, результатом каждого опыта является только один исход, но много случайных событий. При этом случайность события проявляется в том, что событие является результатом не каждого опыта. Пространство случайных исходов Ω тоже является событием, но таким, которое происходит в каждом опыте, поэтому его ещё называют *достоверным событием*. Введём также *невозможное событие* Θ, которое не происходит ни в одном опыте. Невозможное событие представляется пустым множеством: $\Theta = \emptyset$.

Для наглядности достоверное событие Ω изображают плоской ограниченной фигурой (чаще квадратом или кругом), а случайное событие A – плоской фигурой внутри первой фигуры. При этом случайные исходы изображают точками или мелкими фигурками либо просто подразумевают их наличие, не изображая их (рис.1). Невозможное событие наглядно – это внешность за границами первой фигуры. Описанный способ изображения событий называют способом диаграмм Эйлера[3] – Венна[4].

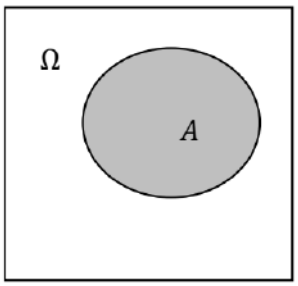


Рис.1. Изображение пространства элементарных исходов Ω квадратом, а случайного события A овалом с заливкой, вместо заливки может использоваться штриховка или выделение границы цветом. Наличие исходов опыта подразумевается без их изображения.

Приведём примеры опытов со случайными исходами и выделим некоторые случайные события для этих опытов.

Пример 1. Опыт: монета подбрасывается и падает на горизонтальную поверхность плашмя. Исходы: $\omega_1 = \text{Г}$ – появляется герб на верхней части монеты, $\omega_2 = \text{Ц}$ – появляется цифра на верхней части монеты. $\Omega = \{\omega_1, \omega_2\} = \{\text{Г}, \text{Ц}\}$. Случайное событие $A = \{\text{Г}\}$ – при бросании монеты появится герб. При этом следует понимать, что $\{\text{Г}\} \neq \text{Г}$. И в дальнейшем событие с одним исходом следует отличать от самого исхода!

Пример 2. Опыт: две монеты подбрасываются и падают на горизонтальную поверхность плашмя. Исходы опыта: $\omega_1 = \text{ГГ}, \omega_2 = \text{ГЦ}, \omega_3 =$

[3] Эйлер, Леонард (1707-1783) – швейцарский, немецкий и российский математик и механик, внёсший фундаментальный вклад в развитие этих наук.
[4] Венн, Джон (1834-1923) – английский логик и философ.

ЦГ, ω_4 = ЦЦ. Случайное событие $A = \{ГГ, ГЦ, ЦГ\}$ – герб выпадет хотя бы на одной монете

Пример 3. Опыт: На горизонтальную поверхность бросается игральная кость (кубик с лунками на гранях от 1 до 6). Исходы: ω_i ($i = \overline{1,6}$) – появление верхней грани с соответствующим числом лунок (очков). Случайное событие $A = \{\omega_2, \omega_4, \omega_6\}$ – появление чётного числа очков. $|\Omega| = 6, |A| = 3$.

Пример 4. Опыт: наблюдение за числом вызовов на телефонной станции в течении 30 минут. $\Omega = \{0,1,2, \dots\}$, число исходов бесконечное счётное, при этом $|\Omega| = \aleph_0 = +\infty$. Случайное событие $A = \{0,1,2,3\}$ – в течении 30 минут поступило не более трёх вызовов, $B = \{4,5,6, \dots\}$ – в течении 30 минут поступило более трёх вызовов, $|B| = \aleph_0 = +\infty$.

Пример 5. Опыт: бросание и попадание дротика в круглую мишень радиуса R. Множество исходов $\Omega = \{(x,y) | \, x^2 + y^2 < R^2\}$ бесконечно и несчётно, т.е. $|\Omega| = \aleph_1 = +\infty$. Случайное событие $A = \{(x,y) | \, x^2 + y^2 < R^2/4\}$ – попадание в центральную часть мишени радиуса $R/2$, при этом $|A| = \aleph_1 = +\infty$.

12.2. Действия над случайными событиями. Алгебра событий

Пусть Ω – множество случайных исходов некоторого опыта, $A, B, C, D, \dots$ – случайные события данного опыта – подмножества множества Ω. Над событиями можно производить операции как над множествами с образованием новых событий. Введём три операции над событиями.

Суммой событий A и B называют новое событие, которое обозначают как $A + B$ и которое состоит в наступлении хотя бы одного из событий A или B. Сумма $A + B$ соответствует объединению множеств $A \cup B$ (рис.1а).

Произведением событий A и B называют новое событие, которое обозначают как $A \cdot B$ или просто AB и которое состоит в наступлении как A, так и B. Произведение AB соответствует пересечению множеств $A \cap B$ (рис.1б).

Противоположным для события A называют новое событие, которое обозначают как $\bar{A}$ и которое состоит в не наступлении события A. Противоположному событию соответствует дополнение множества A до множества Ω (рис 1в).

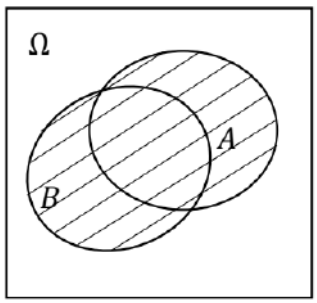


Рис.1а. Сумма событий $A + B$ заштрихована.

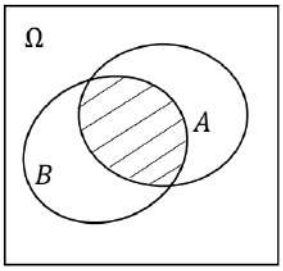


Рис.1б. Произведение событий $A \cdot B$ выделено штриховкой.

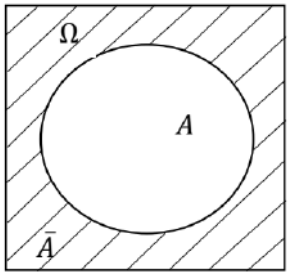


Рис.1в. Противоположное событие $\bar{A}$ выделено штриховкой.

Пусть G – множество всех таких подмножеств множества Ω, для которого выполнено условие, что если $A, B \in G$, то $A + B, AB, \bar{A} \in G$. Тогда система из множества G и множества операций $\Phi = \{+, \cdot, \bar{\ }\}$ называется *алгеброй событий*.

Множество G для бесконечного множества исходов Ω не обязательно есть множество всех подмножеств, а множество тех подмножеств, которые имеют одинаковую ненулевую меру, например, длину, площадь или объём.

Если множество Ω конечно, то множество G – это множество всех подмножеств. В комбинаторике доказывается, что $|G| = 2^{|\Omega|}$, включая множества Ω и Θ. Для примера 1 из предыдущего параграфа $|G| = 2^{|\Omega|} = 2^2 = 4$, то есть подробно $G = \{\Omega, \{\omega_1\}, \{\omega_2\}, \Theta\}$. Множество событий, связанных с бросанием игральной кости в примере 3 предыдущего параграфа, составляет $|G| = 2^{|\Omega|} = 2^6 = 64$.

Замечание. В теории множеств доказывается, что множество всех счётных множеств имеет мощность континуума, что выражается формулой $\aleph_1 = 2^{\aleph_0}$.

Алгебра событий подчиняется законам, которые чем-то похожи на законы алгебры чисел, а во многом существенно отличаются от них. Алгебра событий названа *булевой алгеброй* в честь логика Джорджа Буля[5]. Выпишем без доказательства основные законы (свойства) для булевой алгебры событий.

1) Переместительные свойства: $A + B = B + A, AB = BA$.

2) Сочетательные свойства: $(A + B) + C = A + (B + C), (AB)C = A(BC)$.

3) Распределительные свойства: $(A + B)C = AC + BC$,

$A + BC = (A + B)(A + C)$.

4) Свойства идемпотентности: $A + A = A, AA = A$.

5) Свойство дважды противоположного события: $\bar{\bar{A}} = A$.

6) Равенства де Моргана[6]: $\overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$, $\overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$.

7) Свойства действий события A с достоверным и невозможным событиями: $A + \Theta = A$, $A\,\Theta = \Theta$, $A + \Omega = \Omega$, $A\Omega = A$.

8) Взаимная противоположность достоверного и невозможного событий:

$\bar{\Omega} = \Theta, \bar{\Theta} = \Omega$.

9) Свойства действий над событиями A и $\bar{A}$: $A + \bar{A} = \Omega, A\bar{A} = \Theta$.

10) Свойства склеивания события A: $AB + A\bar{B} = A, (A + B)(A + \bar{B}) = A$.

Введём важные для дальнейшего понятие через определения.

События A и B называются *несовместными*, если они не могут произойти вместе ни в одном опыте, т.е. $AB = \Theta$.

События $A_1, A_2, \ldots, A_n$ образуют *полную группу событий*, если в результате любого опыта обязательно произойдёт какое-нибудь из них, что выражается формулой $A_1 + A_2 + \cdots + A_n = \Omega$.

---

[5] Буль, Джордж (1815-1864) – английский математик и логик, создатель логического исчисления, названного булевой алгеброй.

[6] Морган, Огастес де (1806-1871) – шотландский математик и логик, последователь Дж. Буля.

В дальнейшем в теории будет применяться полная группа попарно несовместных событий $A_1, A_2, \dots, A_n$, такая, что 1) $A_1 + A_2 + \dots + A_n = \Omega$ и 2) $(\forall i)(\forall j)\big(i \neq j \to A_i A_j = \Theta\big)$. При этом на диаграмме Эйлера – Венна область Ω разбивается на непересекающиеся но соприкасающиеся части $A_1, A_2, \dots, A_n$.

Пользуясь операциями над событиями, мы можем выражать новые события через некоторые исходные события, а также одно и то же событие представлять разными формулами, пользуясь свойствами операций над событиями.

Пример 1. Пусть в билете для получения зачёта содержится три вопроса. Исходными являются следующие события: A_1 – студент знает ответ на первый вопрос билета, A_2 – студент знает ответ на второй вопрос билета, A_3 – студент знает ответ на третий вопрос билета.

Выразите через A_1, A_2, A_3 следующие события:

B – студент знает ответы на все вопросы билета;

C – студент знает ответы хотя бы на один вопрос билета;

D – студент не знает ответы ни на один вопрос билета;

E – студент знает ответы только на два вопроса билета;

F – студент знает ответ на первый вопрос билета, либо он не знает ответ на первый вопрос билета, но знает ответ на второй вопрос билета, либо он не знает ответы на первый и второй вопросы билета, но знает ответ на третий вопрос билета.

Докажите, что $\overline{D} = C$.

Решение. $B = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3$;

$C = A_1 + A_2 + A_3$;

$D = \bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot \bar{A}_3$;

$E = A_1 \cdot A_2 \cdot \bar{A}_3 + A_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot A_3 + \bar{A}_1 \cdot A_2 \cdot A_3$;

$F = A_1 + \bar{A}_1 \cdot A_2 + \bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot A_3$.

Докажем, что $\overline{D} = C$, применяя законы де Моргана и закон двойного отрицания: $\overline{D} = \overline{\bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot \bar{A}_3} = \bar{\bar{A}}_1 + \bar{\bar{A}}_2 + \bar{\bar{A}}_3 = A_1 + A_2 + A_3 = C$. Доказано.

Пример 2. Докажите равенство $A_1 + \bar{A}_1 \cdot A_2 = A_1 + A_2$.

Доказательство. Распишем A_1 по первому свойству склеивания, применим сочетательный закон и свойство идемпотентности для слагаемого $A_1 \cdot A_2$:

$A_1 + \bar{A}_1 \cdot A_2 = (A_1 \cdot \bar{A}_2 + A_1 \cdot A_2) + \bar{A}_1 \cdot A_2 = A_1 \cdot \bar{A}_2 + A_1 \cdot A_2 + \bar{A}_1 \cdot A_2 =$

$= A_1 \cdot \bar{A}_2 + A_1 \cdot A_2 + \bar{A}_1 \cdot A_2 = A_1 \cdot \bar{A}_2 + A_1 \cdot A_2 + A_1 \cdot A_2 + \bar{A}_1 \cdot A_2 =$

(применим сочетательный закон для суммы и распределительный закон для каждого слагаемого)

$= (A_1 \cdot \bar{A}_2 + A_1 \cdot A_2) + (A_1 \cdot A_2 + \bar{A}_1 \cdot A_2) =$

$= A_1(\bar{A}_2 + A_2) + (A_1 + \bar{A}_1)A_2 =$

(применим закон сложения противоположных событий и закон умножения на достоверное событие)

$= A_1\Omega + \Omega\, A_2 = A_1 + A_2$.

Равенство доказано.

Пример 3. Стрелок имеет три патрона и последовательно производит выстрелы до первого попадания в мишень или до полного израсходования патронов. Пусть событие A_i – попадание в мишень при -м выстреле, $i = 1,2,3$. Выразите через A_i событие B – стрелок израсходует все патроны.

Решение. $B = \bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot \bar{A}_3 + \bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot A_3$.

Докажите, что полученное решение можно упростить: $B = \bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2$.

12.3. Вероятность как функция с числовыми значениями на отрезке $[0; 1]$, определённая на множестве событий опыта. Классическое и геометрическое определение вероятности. Формулы комбинаторики

Одни случайные события в опытах происходят редко, другие – часто, третьи – ни редко, ни часто. Например, редким является выигрыш в лотерею, частым – успешная сдача экзамена студентами, которые регулярно занимались в семестре. Для характеристики возможности наступления случайного события составляется числовая мера этой возможности – функция «вероятность», определённая на событиях данного опыта и имеющая числовые значения на отрезке $[0; 1]$. Эту функцию обозначают буквой «P» латинского алфавита, взятой от латинского слова «probabilitas», что и означает «вероятность». Пусть G – алгебра событий для множества исходов Ω некоторого опыта. Пусть $A \in G, A$ – аргумент функции. Тогда значение функции $P(A) \in [0; 1]$. Итак, имеем область определения функции $D(P) = G$ и область значений функции $E(P) = [0; 1]$. Потребуем, чтобы выполнялись равенства $P(\Omega) = 1, P(\Theta) = 0$, а для прочих событий выполнялось бы неравенство $0 < P(A) < 1$. Но для задания функции этого всего недостаточно. Требуется задать алгоритм, по которому каждому событию данной алгебры точно вычисляется значение функции.

Первый простой алгоритм был предложен основателями[7] теории вероятностей в середине XVII века, для которого утвердилось название *классическое определение вероятности*. В уже введённых выше обозначениях формула алгоритма, выраженного аналитической формулой, имеет вид

$$\boxed{P(A) = \frac{|A|}{|\Omega|}} \qquad (1)$$

и при этом предполагается, что число исходов конечно, а все исходы равно возможны для появления в результатах опыта. Словесно классическое определение вероятности формулируется так:

Вероятность наступления случайного события равна отношению числа исходов опыта, благоприятствующих наступлению данного события, к числу всех равновозможных исходов опыта.

Формула (1) не универсальна и имеет 2 условия для применения: 1) число исходов опыта конечно; 2) исходы равно возможны.

[7] Основателями теории вероятностей считаются: Паскаль, Блез (1623-1662) – французский математик, механик, физик и философ; Ферма, Пьер (1601-1665) – французский математик; Гюйгенс, Христиан (1629-1695) – голландский механик, физик и математик.

Практические основания применения формулы (1) мы обсудим в следующем параграфе.

Найдём вероятности некоторых событий из примеров в 12.1.

Для примера 1. Вероятность выпадения герба при бросании монеты:

$P(\{\text{Г}\}) = \frac{1}{2} = 0{,}5.$

Для примера 2. Вероятность выпадения хотя бы одного герба при бросании двух монет: $P(\{\text{ГГ}, \text{ГЦ}, \text{ЦГ}\}) = \frac{3}{4} = 0{,}75.$

Для примера 3. Вероятность выпадения чётного числа очков при бросании игральной кости: $P(A) = \frac{3}{6} = \frac{1}{2} = 0{,}5.$

Для примеров 4 и 5 формула (1) не применима, при этом возникает неопределённость $P(A) = \frac{|A|}{|\Omega|} = \frac{+\infty}{+\infty}$.

Чтобы решать более сложные задачи, требуется знание хотя бы некоторых формул комбинаторики – раздела математики для подсчёта числа *кортежей* определённого вида, составленных из конечного множества элементов. Синонимами слова «кортеж» являются слова «конечная последовательность», «вектор», «слово», «упорядоченная -ка (энка)». Рассмотрим некоторые формулы.

1) *Число перестановок из n элементов*. Возьмём множество $M = \{\text{а}, \text{б}, \text{в}\}$ и составим всевозможные кортежи (слова) из элементов этого множества: абв, авб, бав, бва, ваб, вба. Такие кортежи называются перестановками из n элементов без повторений. Число всех перестановок из n элементов без повторений находится по формуле:

$P_n = 1 \cdot 2 \cdot \ldots \cdot (n-1) \cdot n = n!$

В частности, $P_3 = 3! = 1 \cdot 2 \cdot 3 = 6$, что и было предъявлено выше.

2) *Число размещений из n элементов по k*. Из элементов множества $M = \{\text{а}, \text{б}, \text{в}\}$ составим всевозможные кортежи (слова) из двух букв: аб, ба, ав, ва, бв, вб. Такие кортежи называются размещениями из n элементов по k без повторений. Их число находят по формуле и её вариациям:

$A_n^k = \frac{n!}{(n-k)!} = n \cdot (n-1) \cdot \ldots \cdot (n-k+1), \;\; A_n^k = \frac{P_n}{(n-k)!}.$

В частности, $A_n^n = P_n$, поэтому полагают с учётом последней формулы в предыдущей строке, что $0! = 1$.

Для приведённого примера размещений из 3 элементов по 2 получаем требуемое число: $A_3^2 = \frac{3!}{(3-2)!} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3}{1} = 6.$

3) *Число сочетаний из n элементов по k*. Из элементов множества $M = \{\text{а}, \text{б}, \text{в}\}$ составим всевозможные кортежи (слова) из двух букв, пренебрегая порядком их следования за счёт исходного порядка записи элементов множества: аб, ав, бв. Такие кортежи называются сочетаниями из n элементов по k без повторений. Их число находят по формуле:

$C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!} = \frac{n \cdot (n-1) \cdot \ldots \cdot (n-k+1)}{1 \cdot 2 \cdot \ldots \cdot (k-1) \cdot k}$, $C_n^k = \frac{A_n^k}{k!}$.

Для приведённого примера сочетаний из 3 элементов по 2 получаем требуемое число: $C_3^2 = \frac{3!}{2!(3-2)!} = \frac{1\cdot2\cdot3}{1\cdot2\cdot1} = 3$.

4) *Число перестановок из n элементов с повторениями состава* $(k_1, k_2, \dots, k_n)$, при этом $k_1 + k_2 + \dots + k_n = k, k > n$. Их число находят по формуле: $P_k(k_1, k_2, \dots, k_n) = \frac{k!}{k_1!k_2!\dots k_n!}$. Например, $P_4(1,2,1) = \frac{4!}{1!2!1!} = \frac{1\cdot2\cdot3\cdot4}{1\cdot1\cdot2\cdot1} = 12$.

Предъявим эти 12 кортежей для множества элементов $M = \{а, б, в\}$:

аббв, абвб, авбб, вбба, вбаб, вабб, ббав, ббва, бваб, бавб, бвба, бабв.

5) *Число размещений из n элементов по k с повторениями* находят по формуле: $\tilde{A}_n^k = n^k$. Например, $\tilde{A}_3^2 = 3^2 = 9$. Предъявим эти 9 кортежей для множества элементов $M = \{а, б, в\}$: аа, аб, ав, бб, ба, бв, вв, ва, вб.

6) *Число сочетаний из n элементов по k с повторениями* находят по формуле: $\tilde{C}_n^k = \frac{(k+n-1)!}{k!(n-1)!}$. Например, $\tilde{C}_3^2 = \frac{(2+3-1)!}{2!(3-1)!} = \frac{1\cdot2\cdot3\cdot4}{1\cdot2\cdot1\cdot2} = 6$. Предъявим эти 6 кортежей для множества элементов $M = \{а, б, в\}$: аа, аб, ав, бб, бв, вв.

Пример. В коробке находится 8 одинаковых по виду карандашей – 5 мягких и 3 твёрдых. Наудачу из коробки вынимают 2 карандаша. Найти вероятность событий: A – оба карандаша окажутся мягкими, B – один карандаш окажется мягким и один твёрдым.

Решение. Выемка двух карандашей из восьми может быть рассмотрена как сочетание из 8 по 2 без повторений. Общее число исходов $N = C_8^2$. Благоприятными для события A будут выемки из 5 мягких карандашей по 2. Их число равно $M = C_5^2$. Получаем по формуле (1), что $P(A) = \frac{M}{N} = \frac{C_5^2}{C_8^2} = \frac{\frac{5!}{2!3!}}{\frac{8!}{2!6!}} = \frac{4\cdot5}{7\cdot8} = \frac{5}{14}$.

Для вероятности события B сохранится знаменатель, а изменится числитель. Числитель окажется равен по принципу умножения возможностей числу $M = 5 \cdot 3 = 15$. Тогда $P(B) = \frac{M}{N} = \frac{5\cdot3}{C_8^2} = \frac{5\cdot3}{\frac{8!}{2!6!}} = \frac{5\cdot3\cdot1\cdot2}{7\cdot8} = \frac{15}{28}$.

Ответ: $P(A) = \frac{5}{14} = \frac{10}{28}, P(B) = \frac{15}{28}$.

Как отмечалось выше, формула (1) даёт неопределённость вида $\frac{+\infty}{+\infty}$ в случае бесконечного числа исходов опыта и бесконечного числа благоприятствующих событию исходов. Однако можно предложить такой алгоритм вычисления вероятности, в котором используется конечная мера множества исходов вместо числа исходов. Если множество Ω можно изобразить как область на плоскости, а событие A – как подобласть, то в качестве меры числа исходов (точек) можно взять площади соответствующих областей. В этом случае получаем *геометрическое определение вероятности* события по формуле, которая аналогична формуле (1):

$$P(A) = \frac{S(A)}{S(\Omega)}, \qquad (2)$$

где S – мера площади. В формуле (2) сохраняется принцип равной возможности наступления исходов: Вероятность события зависит только от площади области события A и не зависит от формы области и её места положения в области Ω.

Другой мерой области на линии является длина L. При соблюдении принципа равной возможности наступления исходов имеем формулу

$$P(A) = \frac{L(A)}{L(\Omega)}. \quad (3)$$

Наконец, для объёмных областей используем меру объёма V области при соблюдении принципа равной возможности наступления исходов:

$$P(A) = \frac{V(A)}{V(\Omega)}. \quad (4)$$

Вероятность события A из примера 5 параграфа 12.1 по формуле (2) такова:

$$P(A) = \frac{S(A)}{S(\Omega)} = \frac{\pi R^2/4}{\pi R^2} = \frac{1}{4} = 0{,}25.$$

Пример (задача Бюффона[8] о бросании иглы). Горизонтальная плоскость разграфлена параллельными прямыми линиями с расстоянием l между соседними линиями. На плоскость наудачу бросается игла длиной l. Найти вероятность того, что игла пересечёт одну из линий.

Решение. Положение иглы на плоскости охарактеризуем координатами (x, y), где y – расстояние от ушка иглы до ближайшей прямой, которую игла пересечёт или на которую указывает остриё иглы, x – угол поворота острия иглы по часовой стрелке относительно этой прямой линии (рис.1).

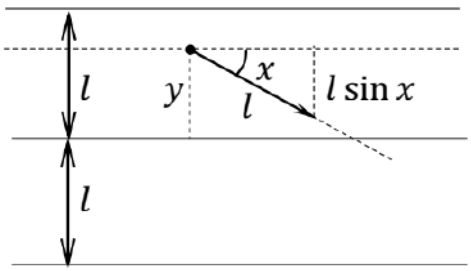


Рис. 1. К задаче Бюффона о бросании иглы. Игла изображена отрезком, её остриё стрелкой, а ушко жирной точкой.

Множество исходов опыта задаётся неравенствами в системе координат (x, y): $\Omega = \{(x, y) | 0 \le x \le \pi, 0 \le y \le l\}$.

Пересечение иглы произойдёт, если $0 \le y \le l \sin x$. Событие A, которое описывает пересечение иглы и прямой линии, задаётся так:

$A = \{(x, y) | 0 \le x \le \pi, 0 \le y \le l \sin x\}$.

Изобразим области Ω и A в системе координат Oxy на плоскости (рис2.). Мерой множества исходов является площадь, при этом площадь прямоугольника $S(\Omega) = \pi l$. Для нахождения площади области A применим интеграл:

$S(A) = \int_0^{\pi} l \sin x \, dx = -l \cos x \,|_0^{\pi} = 2l.$

[8] Бюффон, Жорж-Луи Леклерк де 1707-1788 – французский натуралист, биолог, математик, естествоиспытатель, писатель. Задача о бросании иглы была сформулирована Бюффоном в 1777 году.

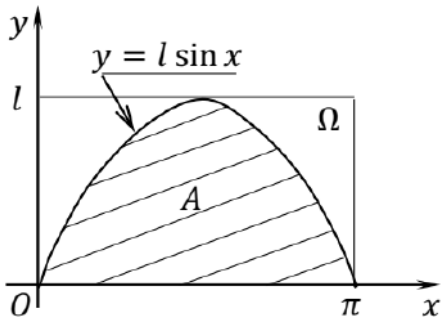


Рис. 2. К вычислению площадей области Ω и области A.

Вероятность пересечения иглою прямой линии находим по формуле (2):

$$P(A) = \frac{S(A)}{S(\Omega)} = \frac{2l}{\pi l} = \frac{2}{\pi}. \quad (5)$$

Замечание. Если длина иглы равна l_0 и $l_0 < l$, то несложно получить, что $P(A) = \frac{2l_0}{\pi l}$. Равная возможность исходов опыта базируется на гипотезе о том, что нет более предпочтительных положений иглы при её бросании на плоскость, разграфлённую параллельными линиями с равными расстояниями между соседними линиями.

Функция «вероятность» в её представлении классическим определением (1) и геометрическими представлениями (2)-(4) обладает следующими свойствами: 1) $P(A) \geq 0$. 2) $P(A) \leq 1$. 3) $P(\Omega) = 1$. 4) $P(\Theta) = 0$. 5) $P(\bar{A}) = 1 - P(A)$. 6) Если события A и B несовместны, то $P(A + B) = P(A) + P(B)$.

12.4. Относительная частота случайного события. Аксиомы функции вероятность

Математическая теория проверяется математической практикой, должна ей соответствовать и развивается далее с учётом этого соответствия. Наступление случайного события A можно наблюдать в сериях опытов. Результат наблюдений выражается количественно с помощью отношения числа m наступлений события A к числу n проведённых опытов. Это отношение называется *относительной частотой* события A, обозначается как $W(A)$ и вычисляется по формуле:

$$W(A) = \frac{m}{n}. \quad (1)$$

Относительная частота случайного события A не постоянна, но изменяется от одной серии опытов к другой серии опытов. Однако из математической практики было обнаружено *свойство устойчивости* относительной частоты:

Относительная частота случайного события A колеблется около вероятности этого события в различных сериях опытов, а при большом числе испытаний значительные отклонения относительной частоты от вероятности события становятся маловероятными:

$$W(A) \approx P(A). \quad (2)$$

Точный вероятностный смысл приближённого равенства (2) будет выяснен в §108. Формула (2) служит для количественной оценки вероятности $P(A)$ из наблюдений, если не известен алгоритм вычисления $P(A)$.

Приведём результаты проверки формулы (2) в сериях опытов.

Вероятность выпадения герба при бросании монеты $P(A) = 0{,}5$.

Можно самостоятельно провести несколько серий опытов с монетой и убедиться в справедливости формулы (2). Например, автор этих лекций провёл 10 серий опытов по 10 бросаний в каждой серии. Результаты даны в таблице 1.

Таблица 1 – 10 серий из 10 опытов по подбрасыванию монеты.

№ серии	№ опыта в каждой серии и исходы опытов										$W(A)$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Г	Г	Ц	Г	Г	Г	Г	Г	Ц	Ц	0,7
2	Г	Ц	Ц	Ц	Г	Ц	Ц	Г	Ц	Ц	0,3
3	Г	Ц	Г	Г	Г	Г	Г	Ц	Г	Ц	0,7
4	Ц	Ц	Г	Ц	Ц	Ц	Ц	Г	Г	Ц	0,3
5	Ц	Ц	Ц	Ц	Ц	Г	Г	Г	Ц	Г	0,4
6	Ц	Ц	Ц	Г	Ц	Г	Ц	Г	Ц	Ц	0,3
7	Ц	Ц	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Ц	0,7
8	Ц	Ц	Г	Г	Ц	Ц	Ц	Ц	Ц	Г	0,3
9	Ц	Г	Ц	Ц	Ц	Ц	Г	Ц	Ц	Г	0,3
10	Ц	Ц	Г	Г	Ц	Ц	Г	Ц	Г	Ц	0,4

Из таблицы 1 заметно колебания значений относительной частоты $W(A)$ около вероятности $P(A) = 0{,}5$. Средняя относительная частота оказалась равна 0,44.

Бюффон для изучения выигрыша в так называемой «петербургской игре» провёл серии опытов[9], в которых он целенаправленно добился появления герба $2048=2^{11}$ раз, при этом пришлось сделать общее число бросков монеты 4040 (монету подбрасывал мальчик-слуга). Усреднённая относительная частота оказалась равна 0,5069 – это побочный и не главный результат серии опытов.

Из формулы (5) предыдущего параграфа и формул (1) и (2) текущего параграфа получаем равенство $\frac{2}{\pi} \approx \frac{m}{n}$ для опытов пересечения иглой линии при бросании иглы на плоскость, разграфлённую параллельными линиями с равными расстояниями между соседними линиями, которые равны длине иглы. Отсюда получаем приближённую оценку числа π из опытов по бросанию иглы:

$$\pi \approx \frac{2n}{m}. \qquad (3)$$

Автор лекции провёл такой опыт $n = 30$ раз, игла длиной 38 мм пересекла какую-либо линию $m = 20$ раз. Получена приближённая оценка числа π по формуле (3): $\pi \approx \frac{2 \cdot 30}{20} = 3$. Для получения более точной оценки числа π число опытов следует значительно увеличить, при этом известно, что $\pi = 3{,}141592654 \ldots$.

[9] Критический анализ литературных данных об опытах с подбрасыванием монеты дан профессором Г.И. Фалиным: Фалин Г.И. История опытов с бросанием монеты. Часть 1. Опыт де Бюффона. Математика в школе, 2014, №9, стр.55-60. Эту статью и следующие части можно найти на сайте: http://mech.math.msu.su/~falin/ в разделе «Математика для школьников» с переходом на «Мои статьи».

Из формулы (1) можно получить следующие свойства относительной частоты: 1) $W(A) \geq 0$; 2) $W(A) \leq 1$; 3) $W(\Omega) = 1$; 4) $W(\Theta) = 0$; 5) $W(\bar{A}) = 1 - W(A)$. 6) Если события A и B несовместны, то $W(A + B) = W(A) + W(B)$. Такими же свойствами обладает функция «вероятность» при её классическом или геометрическом определении, о чём говорилось в конце предыдущего параграфа.

Исходя из свойства устойчивости относительной частоты (2), полагаем, что функция «вероятность» при любом алгоритме вычисления её значений должна обладать свойствами: 1) $P(A) \geq 0$. 2) $P(A) \leq 1$. 3) $P(\Omega) = 1$. 4) $P(\Theta) = 0$. 5) $P(\bar{A}) = 1 - P(A)$. 6) Если события A и B несовместны, то $P(A + B) = P(A) + P(B)$.

Оказалось, что 6 свойств вероятности являются взаимно зависимыми, что можно выделить в качестве аксиом три основные свойства функции «вероятность», а остальные три вывести из них. Такие три свойства были выделены А.Н. Колмогоровым в уже упомянутой статье «Основные понятия теории вероятностей».

Пусть имеется множество исходов Ω некоторого опыта и построена алгебра событий G для этого опыта. *Вероятностью* назовём функцию P, определённую на алгебре событий G, которая обладает тремя основными свойствами, которые считаются аксиомами.

Аксиома 1: $(\forall A \in G)(P(A) \geq 0)$.

Аксиома 2: $P(\Omega) = 1$.

Аксиома 3: $(\forall A, B \in G)\big(AB = \Theta \rightarrow P(A + B) = P(A) + P(B)\big)$.

Получим следствия из этих аксиом, считая верным принцип математической индукции.

Следствие 1. Если события $A_1, A_2, \dots, A_n \in G$ и попарно несовместны, т.е. $(\forall i)(\forall j)\big(i \neq j \rightarrow A_i A_j = \Theta\big)$, то аксиома 3 обобщается:

$$P(A_1 + A_2 + \cdots + A_n) = P(A_1) + P(A_2) + \cdots + P(A_n). \quad (4)$$

Доказательство. Заметим, что сумма из одного слагаемого есть само это слагаемое. Поэтому при $n = 1$ формула (4) выполнена: $P(A_1) = P(A_1)$. Пусть формула выполнена для $n = k$ слагаемых: $P(A_1 + A_2 + \cdots + A_k) = P(A_1) + P(A_2) + \cdots + P(A_k)$. Докажем, что она выполнена для $n = k + 1$ слагаемых, опираясь на свойства действий над событиями, аксиому 3, учитывая несовместность событий $(A_1 + A_2 + \cdots + A_k)$ и A_{k+1}, истинность предположение при $n = k$:

$$P(A_1 + A_2 + \cdots + A_k + A_{k+1}) = P\big((A_1 + A_2 + \cdots + A_k) + A_{k+1}\big) =$$
$$= P(A_1 + A_2 + \cdots + A_k) + P(A_{k+1}) = P(A_1) + P(A_2) + \cdots + P(A_k) + P(A_{k+1}).$$

Таким образом, формула (4) имеет место для любого натурального n.

Следствие 2. Сумма вероятностей событий $A_1, A_2, \dots, A_n \in G$, которые попарно несовместны и образуют полную группу событий, т.е. $A_1 + A_2 + \cdots + A_n = \Omega$, равна 1: $P(A_1) + P(A_2) + \cdots + P(A_n) = 1$.

Доказательство. Здесь будем опираться на симметрию равенства (4) для попарно несовместных событий и аксиому 2:

$$P(A_1) + P(A_2) + \cdots + P(A_n) = P(A_1 + A_2 + \cdots + A_n) = P(\Omega) = 1.$$

Следствие 3. $(\forall A \in G)\big(P(\bar{A}) = 1 - P(A)\big)$. Обоснование свойства 5.

Доказательство. События $A, \bar{A}$ несовместны и образуют полную группу событий, т.е. $A + \bar{A} = \Omega$. По следствию 2 имеем формулу

$$P(A) + P(\bar{A}) = 1, \qquad (5)$$

из которой получаем требуемое: $P(\bar{A}) = 1 - P(A)$.

Следствие 4. $(\forall A \in G)(P(A) \leq 1)$. Обоснование свойства 2.

Доказательство. Воспользуемся формулой (5) и аксиомой 1 в форме $P(\bar{A}) \geq 0$: $P(A) = 1 - P(\bar{A}) \leq 1$. Доказано.

Следствие 5. $P(\Theta) = 0$. Обоснование свойства 4.

Доказательство. События Ω и Θ противоположны. По следствию 3 и аксиоме 2 получаем: $P(\Theta) = P(\bar{\Omega}) = 1 - P(\Omega) = 1 - 1 = 0$. Доказано.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ НА ТЕМУ «КЛАССИЧЕСКОЕ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ

Вариант №1

Задание 1. Расписание одного дня состоит из 4 пар. Определить число вариантов расписания при выборе из 6 дисциплин. Студент предположил, что в этот день будут, в том числе, две определённых дисциплины. С какой вероятностью выполнится это предположение?

Задание 2. Катя и Света договорились встретиться в определённом месте, договорившись только о том, что каждая является туда в любой момент времени между 11 и 12 часами и ждёт в течение 30 мин. Если одна из девушек к этому времени ещё не пришла или уже успела покинуть установленное место, встреча не состоится. Найти вероятность того, что встреча состоится.

Вариант №2

Задание 1. Деревянный кубик с окрашенными гранями распиливается на 125 равных кубиков, из которых затем выбирается один. Какова вероятность того, что он будет содержать: а) ровно одну окрашенную грань; б) хотя бы одну окрашенную грань; в) хотя бы одну неокрашенную грань?

Задание 2. Стержень единичной длины произвольным образом разламывается на три части *x, y, z*. Найти вероятность того, что из этих частей можно составить треугольник. *Указание*: *z*=1-*x*-*y*.

Вариант №3

Задание 1. Порядок выступления 7 участников конкурса определяется жребием. Сколько различных вариантов жеребьёвки при этом возможно? Найти вероятность того, что самый старший участник конкурса будет выступать: а) первым; б) вторым?

Задание 2. Сергей и Виталий договорились встретиться в определённом месте. Каждый является туда в любой момент времени между 13 ч. и 13 ч. 30 мин. и ждёт в течение 15 мин. Если один из молодых людей к этому времени ещё не пришёл или уже успел покинуть установленное место, встреча не состоится. Найти вероятность того, что встреча состоится.

Вариант №4

Задание 1. Буквы *Т, Е, И, Я, Р, О* написаны на отдельных карточках. Ребёнок берёт карточки в случайном порядке и прикладывает одну к другой 3 карточки. Какова вероятность появления слова "*ТОР*"?

Задание 2. Два студента договорились встретиться в определённом месте, договорившись только о том, что каждый является туда в любой момент времени между 13 и 14 часами. Студент, пришедший первым, ждёт второго в течение 15 минут, после чего уходит. Найти вероятность того, что встреча состоится, если каждый студент наудачу выбирает момент своего прихода (в промежутке от 13 до 14 часов).

Вариант №5

Задание 1. Найти вероятность того, что получится слово "*АНАНАС*", если на отдельных карточках написаны три буквы *А*, две буквы *Н* и одна буква *С* и карточки располагаются в ряд после выбора наудачу.

Задание 2. На плоскости даны две концентрические окружности радиусов R_1=20 см, R_2=10 см. Найти вероятность того, что точка, брошенная наудачу в большой круг, попадает в кольцо, образованное этими двумя окружностями.

Вариант №6

Задание 1. Из 30 студентов 10 имеют спортивные разряды. Какова вероятность того, что выбранные наудачу 3 студента – разрядники?

Задание 2. Двое договорились о встрече с 9 до 10 часов. Каждый может прийти в любой момент указанного промежутка времени и ждёт другого не более 15 минут. Найти вероятность того, что первый опоздал.

Вариант №7

Задание 1. В лифт на первом этаже девятиэтажного дома вошли 4 человека, каждый из которых может выйти независимо друг от друга на любом этаже с 2-го по 9-й. Какова вероятность, что все пассажиры выйдут на 6-ом этаже?

Задание 2. Двое договорились о встрече с 9 до 10 часов. Каждый может прийти в любой момент указанного промежутка времени и ждёт другого не более 15 минут. Найти вероятность того, что один опоздал.

Вариант №8

Задание 1. По условиям лотереи "Спортлото 6 из 45" участник лотереи, угадавший 4,5,6 видов спорта из отобранных при случайном розыгрыше 6 видов спорта из 45, получает денежный приз. Найти вероятность того, что будут угаданы все 6 цифр. Найти вероятность того, что участник получит денежный приз.

Задание 2. Иван и Пётр договорились о встрече в определённом месте между 11 и 12 часами дня. Каждый приходит в случайный момент указанного промежутка и ждёт появления другого до истечения часа, но не более 5 минут, после чего уходит. Найти вероятность того, что встреча состоится.

Вариант №9

Задание 1. В лифт на первом этаже девятиэтажного дома вошли 4 человека, каждый из которых может выйти независимо друг от друга на любом этаже с 2-го по 9-й. Какова вероятность, что все пассажиры выйдут на разных этажах?

Задание 2. Он и она договорились о встрече с 18 до 19 часов. Найти вероятность того, что встреча состоялась, если известно, что он может опоздать на 15 минут, а она на 30 минут; при этом, придя на встречу, она ждёт в течение 10 минут, а он в течение 20 минут.

Вариант №10

Задание 1. Буквы *Т, Е, И, Я, Р, О* написаны на отдельных карточках. Ребёнок берёт карточки в случайном порядке и прикладывает одну к другой все 6 карточек. Какова вероятность появления слова "*ТЕОРИЯ*"

Задание 2. Два парохода должны подойти к одному и тому же причалу. Время прихода обоих пароходов независимо и является равновозможным в течение данных суток. Определить вероятность того, что одному из пароходов придётся ожидать освобождения причала, если время стоянки первого парохода 4 часа, а второго – 3 часа.

Вариант №11

Задание 1. В коробке 90 годных и 10 дефектных шурупов. Какова вероятность того, что из 5 взятых наудачу шурупов ровно 2 шурупа окажутся дефектными?

Задание 2. На отрезке AO длины L наудачу поставлены точки B, C. Найти вероятность того, что длина отрезка BC окажется меньше $L/2$.

Вариант №12

Задание 1. На пусковой неделе 1 сентября запланировано 3 лекции по различным предметам. Всего изучается 10 предметов. Студент, не успевающий познакомиться с расписанием, пытается его угадать. Какова вероятность успеха в данном эксперименте, если считать, что любое расписание из 3 предметов является равновозможным?

Задание 2. Найти вероятность, того, что корни квадратного трёхчлена $x^2+2ax+b$ положительны, если $|a|\le 1$, $|b|\le 1$.

Вариант №13

Задание 1. В урне находится 4 красных шара и 6 белых. Из этих 10 шаров выбирается 3 шара. Какова вероятность того, что все выбираемые шары красные?
Задание 2. Кусок проволоки длиной 20 *см* был согнут в наугад выбранной точке. После этого, согнув проволоку ещё в двух местах, сделали прямоугольную рамку. Найти вероятность того, что площадь полученной рамки будет не менее 4 $см^2$.

Вариант №14

Задание 1. На семи карточках написано буквами ***СТУДЕНТ***. После тщательного перемешивания берут карточки наудачу по одной и кладут последовательно рядом. Какова вероятность того, что при этом получится слово ***НЕУД***?
Задание 2. Через начало координат в первой четверти проведена наудачу прямая. Принимая, что любой её наклон является равновозможным, определить вероятность того, что она пересечёт окружность, уравнение которой $(x-6)^2+(y-8)^2=25$.

Вариант №15

Задание 1. На семи карточках написано буквами ***СТУДЕНТ***. После тщательного перемешивания берут карточки по одной и кладут последовательно рядом. Какова вероятность того, что при этом получится слово ***ТЕНТ***?
Задание 2. На окружности единичного радиуса с центром точке *O* наудачу выбирается точка *M*. Найти вероятность того, что длина проекции *OM* на ось *OX* меньше *a*.

Вариант №16

Задание 1. Имеются карточки с буквами *У, Р, А, Т, Г*. Карточки раскладывают наугад рядом. Найти вероятность появления слова *РГАТУ*.
Задание 2. Корабли *A* и *B* должны прибыть в порт между 17 и 19 часами с равной возможностью в любой момент. Какова вероятность того, что матрос с корабля *A* сумеет перейти на корабль *B*, если время стоянки кораблей равно 45 минут, а для перехода требуется 5 минут?

Вариант №17

Задание 1. Имеются карточки с буквами *С, З, А, Ё, Н, Т, Ч*. Вынимают наугад 5 карточек. Найти вероятность появления слова "*ЗАЧЁТ*".
Задание 2. Стержень длиной 1 разломан на 3 части случайным образом. Определить вероятность того, что из этих 3-х отрезков можно составить треугольник.

Вариант №18

Задание 1. В группе 12 студентов, из которых 8 отличников. Наудачу отбирают 9 студентов. Найти вероятность того, что среди отобранных 5 отличников.
Задание 2. Два лица условились встретиться в определённом месте между 10 и 11 часами и договорились, что пришедший первым ждёт другого в течение 25 минут, после чего уходит. Найти вероятность их встречи, если приход каждого в течение указанного часа может произойти в любое время, и моменты прихода независимы.

Вариант №19

Задание 1. В ящике 10 шаров, из них 6 белых, остальные чёрные. Берут 2 шара. Найти вероятность того, что оба они белые.
Задание 2. Внутри квадрата с вершинами (0,0), (0,1), (1,0), (1,1) наудачу выбирается точка $M(x, y)$. Найти вероятность события *A*, состоящего в том, что $\max(x, y)<a$, $a>0$.

Вариант №20

Задание 1. В ящике 10 шаров, из них 6 белых, остальные чёрные. Берут 2 шара. Найти вероятность того, что оба шара чёрные.
Задание 2. Два парохода должны подойти к одному и тому же причалу. Время прихода обоих пароходов является независимым и равновозможным в течение данных суток. Определить вероятность того, что одному из пароходов придётся ожидать освобождения причала, если время стоянки первого парохода 1 час, а второго – 2 часа.

Вариант №21

Задание 1. В ящике 10 шаров, из них 6 белых, остальные чёрные. Берут 2 шара. Найти вероятность того, что один шар белый, а другой чёрный.
Задание 2. Иван и Пётр договорились о встрече в определённом месте между 11 и 12 часами. Каждый приходит в случайный момент указанного промежутка и ждёт появления другого до истечения часа,

но не более 15 минут, после чего уходит. Найти вероятность того, что Пётр пришёл после Ивана. Показать геометрически.

Вариант №22

Задание 1. Ребенок играет с четырьмя буквами разрезанной азбуки *А, А, М, М*. Какова вероятность того, что при случайном расположении букв получится слово "*МАМА*"?

Задание 2. Двое договорились о встрече с 11 до 12 часов. Каждый может прийти в любой момент указанного промежутка и ждёт другого до истечения часа, но не более 15 минут. Найти вероятность того, что первый опоздал на встречу.

Вариант №23

Задание 1. Имеется 10 карточек с буквами *М, А, Т, Е, М, А, Т, И, К, А*. Карточки последовательно берут наугад. Какова вероятность получить слово *МАТЕМАТИКА*?

Задание 2. На плоскости начертаны параллельные прямые, находящиеся друг от друга на расстоянии $2a$. На плоскость наудачу бросается монета радиуса $r<a$. Найти вероятность того, что монета не пересечёт ни одной прямой.

Вариант №24

Задание 1. В лифт на первом этаже семиэтажного дома вошли 3 человека, каждый из которых может выйти независимо друг от друга на любом этаже со 2-го по 7-й. Какова вероятность, что все пассажиры выйдут на 4-ом этаже?

Задание 2. Двое договорились о встрече с 9 до 10 часов. Каждый может прийти в любой момент указанного промежутка и ждёт появления другого до истечения часа, но не более 15 минут. Найти вероятность того, что первому не пришлось ждать второго.

Вариант №25

Задание 1. Игральную кость бросают 2 раза. Найдите вероятность того, что один раз выпало число очков, большее 3-х, а другой раз – меньшее 3-х.

Задание 2. Он и она договорились о встрече в 19 часов. Найти вероятность того, что встреча состоится, если известно, что он может опоздать на 15 минут, а она на 30 минут; при этом, придя на встречу, она ждёт не более 10 минут, а он в течение 20 минут.

Вариант №26

Задание 1. В случайном эксперименте симметричную монету бросают 3 раза. Найдите вероятность того, что орёл выпадет ровно 2 раза.

Задание 2. Значение a и b являются равновозможными в квадрате $|a|\le 1$, $|b|\le 1$. Найти вероятность того, что корни квадратного трехчлена $x^2+2ax+b$ действительны.

Вариант №27

Задание 1. В магазине было продано 21 из 25 холодильников трёх марок, имеющихся в количествах 5, 7 и 13 штук. Полагая, что вероятность быть проданным для холодильника каждой марки одна и та же, найти вероятность того, что остались нераспроданными холодильники третьей марки.

Задание 2. Два парохода должны подойти к одному и тому же причалу. Время прихода обоих пароходов является независимым и равновозможным в течение данных суток. Определить вероятность того, что одному из пароходов придётся ожидать освобождения причала, если время стоянки первого парохода 5 часов, а второго – 3 часа.

Вариант №28

Задание 1. В магазине было продано 22 из 25 холодильников трёх марок, имеющихся в количествах 5, 7 и 13 штук. Полагая, что вероятность быть проданным для холодильника каждой марки одна и та же, найти вероятность того, что остались нераспроданными холодильники трёх разных марок.

Задание 2. Внутри квадрата с вершинами (0,0), (0,1), (1,0), (1,1) наудачу выбирается точка $M(x, y)$. Найти вероятность того, что $\min(x, y)<a$, если $0\le a\le 1$.

Вариант №29

Задание 1. В урне 7 шаров: 4 белых и 3 чёрных. Из неё вынимают два шара. Найти вероятность того, что они будут белыми.

Задание 2. Двое договорились о встрече с 9 до 10 часов в определённом месте. Каждый может прийти в любой момент указанного промежутка и ждёт появления другого до истечения часа, но не более 15 минут, после чего уходит. Найти вероятность того, что встреча не состоялась.

Вариант №30

Задание 1. Купили карточку спортлото и отметили 6 из 49 номеров. Найти вероятность того, что правильно угадали 3 номера из 6 номеров.
Задание 2. На отрезке *OA* длины 1 наудачу поставлены точки *B* и *C*, причём точка *C* находится ближе к точке *A*. Найти вероятность того, что длина отрезка *BC* будет меньше длины отрезка *OB*.

12.5. Вероятность суммы несовместных и совместных событий

Далее будем заниматься проблемой выражения вероятности искомых событий через вероятности данных событий, при этом искомые события выражаются формулами через данные события. Нам известна формула для вероятности противоположного события: $P(\bar{A}) = 1 - P(A)$. Также известна формула для вероятности суммы попарно несовместных событий по следствию 1 из аксиом:

$$P(A_1 + A_2 + \cdots + A_n) = P(A_1) + P(A_2) + \cdots + P(A_n). \quad (1)$$

Пусть теперь события $A_1, A_2, \ldots, A_n$ совместны либо попарно несовместны. Тогда используем вероятность противоположного события и равенство де Моргана:

$$P(A_1 + A_2 + \cdots + A_n) = 1 - P(\overline{A_1 + A_2 + \cdots + A_n}) = 1 - P(\bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot \ldots \cdot \bar{A}_n).$$

Окончательно получаем формулу, в которой проблема вычисления суммы событий сведена к проблеме вычисления произведения событий:

$$P(A_1 + A_2 + \cdots + A_n) = 1 - P(\bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot \ldots \cdot \bar{A}_n). \quad (2)$$

Упражнение 1. Обоснуйте формулу для совместных событий:

$$P(A_1 + A_2) = P(A_1) + P(A_2) - P(A_1 \cdot A_2). \quad (3)$$

Упражнение 2. Обоснуйте формулу для совместных событий:

$$P(A_1 + A_2 + A_3) = P(A_1) + P(A_2) + P(A_3) -$$
$$-P(A_1 \cdot A_2) - P(A_1 \cdot A_3) - P(A_2 \cdot A_3) + P(A_1 \cdot A_2 \cdot A_3). \quad (4)$$

Проблема вычисления произведения событий решена в следующем параграфе.

12.6. Условная вероятность. Вероятность произведения зависимых и независимых событий

Зафиксируем некоторое событие A из пространства исходов Ω, для которого $P(A) \neq 0$, и будем наблюдать за произвольным событием B из Ω (рис.1), но в расчёт будем принимать только те испытания, в которых происходит событие A. В таких условиях опыта событие A играет роль «открытых шторок» на окне, через которое наблюдаются остальные события; события наблюдаются, если «шторки» на окне открыты, т.е. событие A произошло. Говоря иначе, событие A «претендует» занять роль достоверного события, а все остальные события становятся условными – при том условии, что произошло событие A.

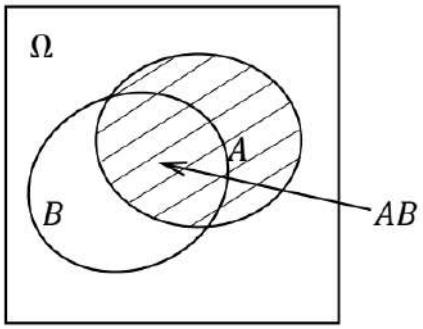


Рис.1. События B наблюдаются только при условии, что наступило событие A. Вводятся условные события B/A, для которых событие A/A становится новым достоверным событием.

Событие B, при условии, что наступило событие A, будем обозначать как B/A, а событие A/A станет новым достоверным событием. Вероятность условного события $P(B/A)$ назовём *условной вероятностью*, при этом знак функции «условная вероятность» имеет вид $P(.../A)$. И здесь мы оказываемся в такой ситуации, что ещё предстоит построить алгоритм получения значений этой функции, при этом алгоритм получения значений $P(B)$ предполагается известным. И в общем случае $P(B/A) \neq P(B)$, хотя в частных случаях возможно равенство.

Пример 1. Бросается игральная кость. Событие A – появляется чётное число очков (2, 4, 6), событие B – появляется простое число очков (2, 3, 5). Обычная вероятность события B находится по классическому определению вероятности: $P(B) = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$. Условная вероятность события B тоже находится по классическому определению вероятности: $P(B/A) = \frac{1}{3}$. Здесь $P(B/A) \neq P(B)$.

Пример 2. Вынимается одна карта из колоды карт в 36 листов. Событие A – вынута карта красной масти, событие B – вынута дама, $P(B) = \frac{4}{36} = \frac{1}{9}$, $P(B/A) = \frac{2}{18} = \frac{1}{9}$. Здесь $P(B/A) = P(B)$.

Введём алгоритмическую формулу для условной вероятности следующим образом. Сначала выведем формулу для относительной частоты условного события B/A, затем перенесём её на условную вероятность, учитывая свойство устойчивости относительной частоты, т.е. её близость к вероятности. Таким образом, формула будет введена аксиоматически в виде четвёртой аксиомы.

Пусть в n независимых опытах событие A произошло m раз, $m > 0$, а событие AB произошло k раз, $k > 0$. Очевидно, что $k \leq m \leq n$. Событие B наступает для условных событий только через событие AB, т.е. $B/A = AB/A$. Найдём условную относительную частоту: $W(B/A) = W(AB/A) = \frac{k}{m} = \frac{\frac{k}{n}}{\frac{m}{n}} = \frac{W(AB)}{W(A)}$. Тогда для условной вероятности принимаем аксиому:

$$P(B/A) = \frac{P(AB)}{P(A)}. \quad (1)$$

Проверим, что условная вероятность, определяемая формулой (1), удовлетворяет трём основным аксиомам вероятности.

1) $(\forall B \in G)(P(B/A) \geq 0)$, т.к. правая часть формулы (1) не отрицательна.

2) $P(A/A) = \frac{P(AA)}{P(A)} = \frac{P(A)}{P(A)} = 1$.

3) $(\forall B_1, B_2 \in G)\big(B_1B_2 = \Theta \to P(B_1/A + B_2/A) = P(B_1/A) + P(B_2/A)\big)$.
Проверим это, учитывая, что события B_1A, B_2A тоже несовместны:

$P(B_1/A + B_2/A) = P\big((B_1 + B_2)/A\big) = \frac{P\big((B_1+B_2)A\big)}{P(A)} = \frac{P(B_1A+B_2A)}{P(A)} =$

$= \frac{P(B_1A)+P(B_2A)}{P(A)} = \frac{P(B_1A)}{P(A)} + \frac{P(B_2A)}{P(A)} = P(B_1/A) + P(B_2/A)$. Проверено, верно.

Из формулы (1) находим вероятность произведения двух событий:

$$P(AB) = P(A) \cdot P(B/A). \quad (2)$$

События A и B называются *независимыми*, если формула (2) для них приобретает вид:

$$P(AB) = P(A) \cdot P(B). \quad (3)$$

Для независимых событий $P(B/A) = P(B)$. Меняя независимые события A и B ролями, можно также получить, что $P(A/B) = P(A)$. В противном случае события считаются *зависимым*, для них выполняется формула (2). В примере 1 события A и B зависимы, в примере 2 – независимы.

Обобщим формулу (2) для трёх зависимых событий:

$P(A_1A_2A_3) = P\big((A_1A_2)A_3\big) = P(A_1A_2) \cdot P(A_3/A_1A_2) =$

$= P(A_1) \cdot P(A_2/A_1) \cdot P(A_3/A_1A_2)$.

Далее полученная формула несложно обобщается для n зависимых событий $A_1, A_2, \dots, A_n$:

$$P(A_1A_2 \dots A_n) = P(A_1) \cdot P(A_2/A_1) \cdot P(A_3/A_1A_2) \cdot \dots \cdot P(A_n/A_1A_2 \dots A_{n-1}). \quad (4)$$

Определение. События $A_1, A_2, \dots, A_n$ называются *независимыми в совокупности*, если для любого подмножества $A_{i_1}, A_{i_2}, \dots, A_{i_m}$ этих событий вероятность их произведения равна произведению их вероятностей:

$P\big(A_{i_1}A_{i_2} \dots A_{i_m}\big) = P\big(A_{i_1}\big) \cdot P\big(A_{i_2}\big) \cdot \dots \cdot P\big(A_{i_m}\big)$.

В том числе, для независимых в совокупности событий имеет место формула:

$$P(A_1A_2 \dots A_n) = P(A_1) \cdot P(A_2) \cdot \dots \cdot P(A_n). \quad (5)$$

Для независимых в совокупности событий условная вероятность любого из них при любых произведениях в условиях равна безусловной вероятности этого события: $P\big(A_k/A_{j_1}A_{j_2} \dots A_{j_l}\big) = P(A_k)$.

Замечание. Независимость в совокупности отличается от парной независимости событий. Поясним это на примере.

Пример 3. На трёх гранях тетраэдра написаны буквы A, B, C соответственно, а на четвёртой грани написаны все три буквы A, B, C. Пусть события A, B, C – это падение тетраэдра на ту грань, где имеется соответствующая буква. Требуется исследовать события A, B, C на независимость в совокупности.

Решение. События A, B, C будут независимыми в совокупности, если будут выполнены равенства: $P(AB) = P(A) \cdot P(B), P(AC) = P(A) \cdot P(C)$, $P(BC) = P(B) \cdot P(C)$, $P(ABC) = P(A) \cdot P(B) \cdot P(C)$.

По классическому определению вероятности $P(A) = P(B) = P(C) = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}, P(AB) = P(AC) = P(BC) = \frac{1}{4}$, $P(ABC) = \frac{1}{4}$.

Проверяем попарную и совокупную независимость событий:

$P(AB) = \frac{1}{4} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = P(A) \cdot P(B)$ – выполнено;

$P(AC) = \frac{1}{4} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = P(A) \cdot P(C)$ – выполнено;

$P(BC) = \frac{1}{4} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = P(B) \cdot P(C)$ – выполнено;

$P(A) \cdot P(B) \cdot P(C) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8} \neq \frac{1}{4} = P(ABC)$ – не выполнено.

События A, B, C не являются независимыми в совокупности, хотя попарно они независимы. Пример 3 окончен.

С помощью формул (3) и (4) текущего параграфа и формул (1) и (2) предыдущего параграфа мы можем строить вероятностные модели случайных событий и рассчитывать вероятности событий.

Задача 1. Нерадивый студент при подготовке к зачёту выучил только 15 вопросов из 30. Для получения зачёта он должен ответить на два вопроса, случайно подобранные в билете. Чему равна вероятность получения зачёта для этого нерадивого студента?

Решение. Введём случайные события: A_1 – студент знает ответ на первый вопрос билета, A_2 – студент знает ответ на второй вопрос билета. Эти события являются данными, их вероятности можно рассчитать по условию задачи. Введём искомое событие B – студент получит зачёт. Очевидно, что $B = A_1A_2$. Независимость данных событий не очевидна, поэтому применим формулу (4) для произведения двух событий, а затем классическое определение вероятности:

$$P(B) = P(A_1A_2) = P(A_1) \cdot P(A_2/A_1) = \frac{15}{30} \cdot \frac{14}{29} = \frac{7}{29}.$$

Ответ. $P(B) = \frac{7}{29}$.

Задача 2. На поле независимо друг от друга работают три картофелеуборочных комбайна, коэффициенты использования рабочего времени у которых соответственно равны 0,5; 0,8; 0,9. Найти вероятность того, что в некоторый момент рабочего времени: 1) работают три комбайна; 2) не работает ни один комбайн; 3) работает хотя бы один комбайн; 4) работает только один комбайн.

Решение. Введём исходные события:

A_1 – в некоторый момент рабочего времени работает 1-й комбайн;

A_2 – в некоторый момент рабочего времени работает 2-й комбайн;

A_3 – в некоторый момент рабочего времени работает 3-й комбайн.

Из условия имеем, что $P(A_1) = 0{,}5;\ P(A_2) = 0{,}8;\ P(A_3) = 0{,}9$.

Введём искомые события:

A – в некоторый момент рабочего времени работают три комбайна;

B – в некоторый момент рабочего времени не работает ни один комбайн;

C – в некоторый момент рабочего времени работает хотя бы один комбайн;

D – в некоторый момент рабочего времени работает только один комбайн.

Выразим искомые события через данные события и применим формулы для вероятности противоположного события, суммы событий, произведения событий, учитывая, что исходные события являются совместными и независимыми в совокупности.

1) $A = A_1A_2A_3$, здесь множители взаимно независимы,

$P(A) = P(A_1A_2A_3) = P(A_1) \cdot P(A_2) \cdot P(A_3) = 0{,}5 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}9 = 0{,}36.$

2) $B = \bar{A}_1\bar{A}_2\bar{A}_3$,

$P(B) = P(\bar{A}_1\bar{A}_2\bar{A}_3) = P(\bar{A}_1) \cdot P(\bar{A}_2) \cdot P(\bar{A}_3) = 0{,}5 \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}1 = 0{,}01.$

3) $C = A_1 + A_2 + A_3$, здесь слагаемые совместны,

$P(C) = P(A_1 + A_2 + A_3) = 1 - P(\bar{A}_1\bar{A}_2\bar{A}_3) = 1 - 0{,}01 = 0{,}99.$

4) $D = A_1\bar{A}_2\bar{A}_3 + \bar{A}_1A_2\bar{A}_3 + \bar{A}_1\bar{A}_2A_3$, здесь слагаемые несовместны, а события в произведениях независимы в совокупности, поэтому

$$P(D) = P(A_1\bar{A}_2\bar{A}_3 + \bar{A}_1A_2\bar{A}_3 + \bar{A}_1\bar{A}_2A_3) =$$
$$= P(A_1\bar{A}_2\bar{A}_3) + P(\bar{A}_1A_2\bar{A}_3) + P(\bar{A}_1\bar{A}_2A_3) =$$
$$= P(A_1) \cdot P(\bar{A}_2) \cdot P(\bar{A}_3) + P(\bar{A}_1) \cdot P(A_2) \cdot P(\bar{A}_3) + P(\bar{A}_1) \cdot P(\bar{A}_2) \cdot P(A_3) =$$
$$= 0{,}5 \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}1 + 0{,}5 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}1 + 0{,}5 \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}9 = 0{,}01 + 0{,}04 + 0{,}09 = 0{,}14.$$

Ответ. 1) 0,36; 2) 0,01; 3) 0,99; 4) 0,14.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ НА ТЕМУ «ВЕРОЯТНОСТЬ СУММЫ И ПРОИЗВЕДЕНИЯ СОБЫТИЙ»

Вариант №1

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i– своевременное прибытие в аэропорт i-го автобуса-экспресса, $P(A_1)=P(A_2)=P(A_3)=0{,}9$.
Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.

Задание 4. В урне 5 белых шаров и 2 чёрных. Из неё вынимают один за другим два шара. Найти вероятность того, что они будут разных цветов.

Задание 5. В торговую фирму поступили телевизоры от трёх поставщиков в отношении 1:4:5. Практика показала, что телевизоры, поступающие от 1-го, 2-го и 3-го поставщиков, не потребуют ремонта в течение гарантийного срока соответственно в 98, 88 и 92% случаев. Найти вероятность того, что поступивший в торговую фирму телевизор не потребует ремонта в течение гарантийного срока.

Вариант №2

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – выполнение плана i-й бригадой, $P(A_1)=0{,}95$, $P(A_2)=0{,}9$, $P(A_3)=0{,}85$.
Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.

Задание 4. Имеется две урны, в первой 2 белых и 3 чёрных шара, во второй – 4 белых и 2 чёрных. Из каждой урны вынимается по одному шару. Найти вероятность того, что они будут одного и того же цвета.

Задание 5. Известно, что в среднем 95% выпускаемой продукции удовлетворяют стандарту. Упрощённая схема контроля признает пригодной продукцию с вероятностью 0,98, если она стандартна, и с вероятностью 0,06, если она нестандартна. Определить вероятность того, что взятое наудачу изделие пройдёт упрощённый контроль.

Вариант №3

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – студент даст правильный ответ на i -й вопрос билета, $P(A_1)=0{,}9$, $P(A_2)=0{,}8$, $P(A_3)=0{,}7$.

Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.

Задание 4. Имеется две урны, в первой 2 белых и 3 чёрных шара, во второй – 4 белых и 2 чёрных. Из каждой урны вынимается по одному шару. Найти вероятность того, что они будут разных цветов.

Задание 5. Известно, что в среднем 95% выпускаемой продукции удовлетворяют стандарту. Упрощённая схема контроля признает пригодной продукцию с вероятностью 0,96, если она стандартна, и с вероятностью 0,07, если она нестандартна. Определить вероятность того, что взятое наудачу изделие стандартное, если оно прошло упрощённый контроль.

Вариант №4

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – в течение часа i-й станок потребует внимания рабочего, обслуживающего три станка, $P(A_1)=P(A_2)=P(A_3)=0{,}95$.

Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.

Задание 4. Производится три независимых выстрела по мишени; вероятности попадания в мишень при первом, втором, третьем выстреле равны соответственно 0,8; 0,75; 0,9. Найти вероятность того, что произойдёт ровно два попадания в мишень.

Задание 5. Покупатель может подойти к одной из трёх хлебных палаток рынка с вероятностью, соответственно равной 0,5, 0,3, 0,2. Вероятность наличия нужного ему сорта хлеба в соответствующей палатке равна 0,9, 0,5, 0,4. Покупатель сразу купил нужный сорт хлеба в наудачу выбранной палатке. Найти вероятность того, что это была вторая палатка.

Вариант №5

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – i-й сын царя выполнит волю отца к намеченному сроку, $P(A_1)=0{,}8$, $P(A_2)=0{,}9$, $P(A_3)=0{,}95$.

Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.

Задание 4. Производится три независимых выстрела по мишени с вероятностями попаданий 0,8, 0,75 и 0,9. Найти вероятность хотя бы одного попадания в мишень.

Задание 5. В специализированную клинику поступают больные с одним из заболеваний A, B, C: в среднем 50% больных с заболеванием A, 30% с заболеванием B и 20% с заболеванием C. Вероятности полного излечения этих заболеваний равны соответственно 0,95, 0,9 и 0,85. Больной, поступивший в клинику, был полностью вылечен. Какова вероятность того, что он страдал заболеванием B?

Вариант №6

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – попадания в цель при выстреле i-го орудия, $P(A_1)=0{,}8$, $P(A_2)=0{,}6$, $P(A_3)=0{,}9$.

Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.

Задание 4. Из колоды карт, содержащей 32 листа, вынимается наугад 4 карты. Найти вероятность того, что среди них будет хотя бы один туз.

Задание 5. На вход радиолокационного устройства с вероятностью 0,8 поступает смесь полезного сигнала с помехой, а с вероятностью 0,2 – только помеха. Если поступает полезный сигнал с помехой, то устройство регистрирует наличие какого-то сигнала с вероятностью 0,7; если только помеха, то с вероятностью 0,2. Известно, что устройство зарегистрировало наличие какого-то сигнала. Найти вероятность того, что в его составе есть полезный сигнал.

Вариант №7

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – курсант выполнит на отлично i-й норматив по физической подготовке, $P(A_1)=0{,}6$, $P(A_2)=0{,}9$, $P(A_3)=0{,}75$.

Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.

Задание 4. Вероятность попадания в цель для первого стрелка равна 0,8, для второго – 0,7, для третьего – 0,9. Каждый из стрелков делает по одному выстрелу. Какова вероятность того, что в мишени: а) 3 пробоины, б) хотя бы одна пробоина?

Задание 5. 20 студентов сдают экзамен: 6 студентов подготовились отлично (могут отвечать на все 50 вопросов), 8 подготовились хорошо (40 вопросов), 4 подготовились удовлетворительно (30 вопросов), 2 подготовились плохо (10 вопросов). Вызванный студент ответил правильно на все 3 вопроса. Найти вероятность того, что он отлично подготовился к экзамену?

Вариант №8

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – i-й комбайн будет работать на поле в течение часа без технических неисправностей, $P(A_1)=0{,}85$, $P(A_2)=0{,}8$, $P(A_3)=0{,}75$.
Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.

Задание 4. Работа электронного устройства прекратилась вследствие выхода из строя одного из пяти унифицированных блоков. Производится последовательная замена каждого блока новым блоком до тех пор, пока устройство не начнёт работать. Какова вероятность того, что придётся заменить 2 блока?

Задание 5. Имеется 3 ящика. В первом ящике 30 красных шаров, во втором – 15 красных и 15 синих шаров, в третьем – 30 синих шаров. Из выбранного наугад ящика вынули шар, оказавшийся красным. Вычислить вероятность того, что шар вынут из первого ящика.

Вариант №9

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – i-й спортсмен преодолеет свой личный рекорд в беге на 400 метров, $P(A_1)=0{,}8$, $P(A_2)=0{,}82$, $P(A_3)=0{,}75$.
Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.

Задание 4. Работа электронного устройства прекратилась вследствие выхода из строя одного из пяти унифицированных блоков. Производится последовательная замена каждого блока новым блоком до тех пор, пока устройство не начнёт работать. Какова вероятность того, что придётся заменить 4 блока?

Задание 5. В урну, содержащую 2 шара, опущен синий шар, после чего из неё наудачу извлечён один шар. Найти вероятность того, что извлечённый шар окажется синим, если равновероятны все допустимые предположения о первоначальном количестве синих шаров.

Вариант №10

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – на i-й монете выпадет герб, $P(A_1)=P(A_2)=P(A_3)=0{,}5$.
Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.

Задание 4. В одинаковых и независимых условиях производятся 3 выстрела, при каждом из которых с вероятностью p=0,8 поражается цель. Какова вероятность того, что цель поражается впервые при третьем выстреле?

Задание 5. Два автомата производят одинаковые детали, которые поступают на общий конвейер. Производительность первого автомата вдвое больше производительности второго. Первый автомат производит в среднем 70% деталей отличного качества, а второй – 82%. Наудачу взятая с конвейера деталь оказалась отличного качества. Найти вероятность того, что эта деталь произведена вторым

Вариант №11

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i– своевременное прибытие в аэропорт i-го автобуса-экспресса, $P(A_1)=0{,}9$, $P(A_2)=0{,}95$, $P(A_3)=0{,}9$.
Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.

Задание 4. 30 студентов для прохождения практики получили 15 мест в Рязанском районе, 8 мест в Рыбновском районе и 7 мест в Кадомском районе. Какова вероятность того, что студент и студентка,

которые в скором времени собираются справить свадьбу, будут посланы для прохождения практики в один район, если декан ничего не знает об их «семейных делах»?

Задание 5. Из урны, содержащей 3 белых и 2 чёрных шара, переложили 2 шара в урну, содержащую 4 белых и 4 чёрных шара. Найти вероятность вынуть после этого из второй урны белый шар.

Вариант №12

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – выполнение плана i-й бригадой, $P(A_1)=0,9$, $P(A_2)=0,9$, $P(A_3)=0,85$.
Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.

Задание 4. На 100 лотерейных билетов приходится 5 выигрышных. Какова вероятность выигрыша хотя бы по одному билету, если приобретено 4 билета?

Задание 5. В ящике лежат 20 теннисных мячей, в том числе 15 новых и 5 играных. Для игры наудачу выбираются два мяча, и после игры возвращаются обратно. Затем для второй игры также наудачу извлекаются ещё два мяча. Какова вероятность того, что вторая игра будет проводиться новыми мячами?

Вариант №13

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – студент даст правильный ответ на i -й вопрос билета, $P(A_1)=0,92$, $P(A_2)=0,8$, $P(A_3)=0,75$.
Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.

Задание 4. Вероятность того, что студент сдаст первый экзамен, равна 0,9; второй – 0,9; третий – 0,8. Найти вероятность того, что студентом будет сдан только второй экзамен.

Задание 5. На фабрике машина № 1 производит 40% всей продукции, остальную часть продукции производит машина №2. Брак в продукции машины №1 составляет 0,9%, а в продукции машины №2 – 0,4%. Взятая наудачу деталь оказалась бракованная. Найти вероятность того, что она сделана на машине №1.

Вариант №14

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – в течение часа i-й станок потребует внимания рабочего, обслуживающего три станка, $P(A_1)=0,9$, $P(A_2)=0,8$, $P(A_3)=0,95$.
Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.

Задание 4. В урне находятся 4 красных и 6 белых шара. Из этих 10 шаров выбираются 3 шара. Какова вероятность того, что все выбираемые шары красные?

Задание 5. По линии связи возможна передача кода 1234 с вероятностью 0.6 и кода 4321 с вероятностью 0.4 . Код высвечивается на табло, которое может исказить цифры. Вероятность принять 1 за 1 равна 0.8, а 1 за 4 равна 0,2. Вероятность принятия 4 за 4 равна 0,9, а 4 за 1 равна 0,1. Вероятность принятия 2 за 2 и 3 за 3 равна 0,7. Вероятность принятия 2 за 3, а 3 за 2 равна 0,3. Оператор, не зная о том, что передаются всего два кода, принял код 4231. Определить вероятность того, что передан код 1234.

Вариант №15

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – i-й сын царя выполнит волю отца к намеченному сроку, $P(A_1)=0,7$, $P(A_2)=0,72$, $P(A_3)=0,95$.
Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.

Задание 4. Вероятность того, что студент сдаст первый экзамен, равна 0,9; второй – 0,9; третий – 0,8. Найти вероятность того, что студентом будет сдан только один экзамен.

Задание 5. По линии связи возможна передача кода 1234 с вероятностью 0,6 и кода 4321 с вероятностью 0,4 . Код высвечивается на табло, которое может исказить цифры. Вероятность принять 1 за 1 равна 0,8, а 1 за 4 равна 0,2. Вероятность принятия 4 за 4 равна 0,9, а 4 за 1 равна 0,1. Вероятность принятия 2 за 2 и 3 за 3 равна 0,7. Вероятность принятия 2 за 3, а 3 за 2 равна 0,3.

Оператор, не зная о том, что передаются всего два кода, принял код 4231. Определить вероятность того, что передан код 4321.

Вариант №16

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – попадания в цель при выстреле i-го орудия, $P(A_1)=0,8$, $P(A_2)=0,7$, $P(A_3)=0,9$.
Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.
Задание 4. Вероятность того, что студент сдаст первый экзамен, равна 0,9; второй – 0,9; третий – 0,8. Найти вероятность того, что студентом будут сданы три экзамена.
Задание 5. В партии 600 лампочек: 200 штук изготовлены на 1-ом заводе, 250 – на 2-ом, 150 – на 3-ем. Вероятность того, что лампочка окажется стандартной, для 1-го завода равна 0,97; для 2-го – 0,91; для 3-го – 0,93. Какова вероятность того, что наудачу взятая лампочка, оказавшаяся стандартной, изготовлена на 1-ом заводе?

Вариант №17

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – курсант выполнит на отлично i-й норматив по физической подготовке, $P(A_1)=0,6$, $P(A_2)=0,8$, $P(A_3)=0,7$.
Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.
Задание 4. Вероятность того, что студент сдаст первый экзамен, равна 0,9; второй – 0,9; третий – 0,8. Найти вероятность того, что студентом будут сданы по крайней мере два экзамена.
Задание 5. Две перфораторщицы набрали по одинаковому комплекту перфокарт. Вероятность того, что 1-я перфораторщица допустит ошибку, равна 0,1; для второй перфораторщицы эта вероятность равна 0,2. При сверке перфокарт была обнаружена ошибка. Найти вероятность того, что ошиблась вторая перфораторщица.

Вариант №18

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – i-й комбайн будет работать на поле в течение часа без технических неисправностей, $P(A_1)=0,9$, $P(A_2)=0,8$, $P(A_3)=0,7$.
Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.
Задание 4. Колхозом послана машина за материалами на 4 базы. Вероятность наличия нужного материала на 1-ой базе равна 0,9; на 2-ой – 0,95; на 3-й – 0,8; на 4-й – 0,6. Найти вероятность того, что только на одной базе не окажется нужного материала.
Задание 5. Вероятность для изделия некоторого производства удовлетворять стандарту, равна 0,96. Предлагается упрощённая система испытаний, дающая положительный результат с вероятностью 0,98 для изделий, удовлетворяющих стандарту, а для изделий, которые не удовлетворяют – 0,05. Какова вероятность того, что изделие, выдержавшее это испытание, удовлетворяет стандарту?

Вариант №19

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – i-й спортсмен преодолеет свой личный рекорд в беге на 400 метров, $P(A_1)=0,6$, $P(A_2)=0,8$, $P(A_3)=0,7$.
Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.
Задание 4. Вероятность того, что студент сдаст первый экзамен, равна 0,9; второй – 0,9; третий – 0,8. Найти вероятность того, что студентом будет сдан хотя бы один экзамен.
Задание 5. Число грузовых автомашин, проезжающих по шоссе, на котором стоит бензоколонка, относится к числу легковых автомашин, проезжающих по тому же шоссе, как 3:2. Вероятность того, что будет заправляться грузовая машина, равна 0,1, а легковая – 0,2. К бензоколонке подъехала для заправки машина. Найти вероятность того, что это грузовая машина.

Вариант №20

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – на i-й игральной кости выпадет 6 очков, $P(A_1)=P(A_2)=P(A_3)=1/6$.

Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.

Задание 4. При включении зажигания двигатель начнёт работать с вероятностью 0,6. Найти вероятность того, что двигатель начнёт работать при третьем включении зажигания.

Задание 5. В группе 6 отличников, 10 хорошистов, 9 троечников. На экзамене отличники могут получить оценку «4» с вероятностью 0,3, хорошисты – с вероятностью 0,8, троечники – с вероятностью 0,2. Вызванный наудачу студент получил «4». Найти вероятность того, что этот студент – троечник.

Вариант №21

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i– своевременное прибытие в аэропорт i-го автобуса-экспресса, $P(A_1)=P(A_2)=P(A_3)=0{,}95$.
Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.

Задание 4. . Вероятность попадания в мишень при каждом выстреле для первого стрелка равна 0,7, а для второго – 0,8. Оба они делают по одному выстрелу по мишени, а затем каждый из стрелков стреляет ещё раз, если при первом сделанном им выстреле он промахнулся. Найти вероятность того, что в мишени ровно две пробоины.

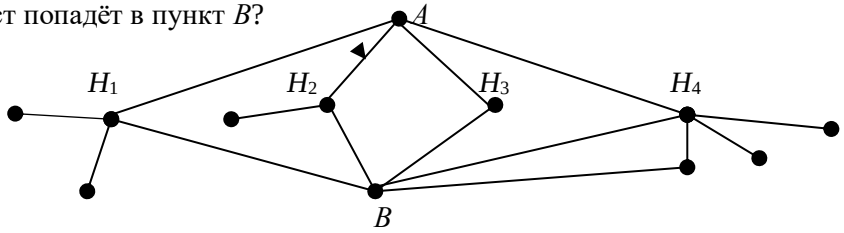
Задание 5. Команда составлена из двух отличных, трёх хороших и пяти средних стрелков. Каждый отличный стрелок попадает в мишень с вероятностью 0,99; хороший – 0,9; средний – 0,75. Стрелок попал в мишень. Какова вероятность того, что это отличный стрелок?

Вариант №22

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – выполнение плана i-й бригадой, $P(A_1)=0{,}95$, $P(A_2)=0{,}92$, $P(A_3)=0{,}84$.
Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.

Задание 4. В первом ящике 3 белых и 11 красных шаров. Во втором ящике 4 белых и 10 красных шаров. Из каждого ящика вынули по шару. Какова вероятность, что оба шара белые?

Задание 5. Турист, идущий из пункта A, на разветвлении дорог выбирает наугад одну из них. Какова вероятность того, что турист попадёт в пункт B?



Вариант №23

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – студент даст правильный ответ на i -й вопрос билета, $P(A_1)=0{,}8$, $P(A_2)=0{,}8$, $P(A_3)=0{,}9$.
Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.

Задание 4. В первом ящике 3 белых и 11 красных шаров. Во втором ящике 4 белых и 10 красных шаров. Из каждого ящика вынули по шару. Какова вероятность, что один из вынутых шаров белый, а другой красный?

Задание 5. Среди поступающих на сборку деталей с первого станка 0,1% бракованных, со второго – 0,2% , с третьего – 0,25%, с четвёртого – 0,5%. Производительности станков относятся как 4:3:2:1 соответственно. Взятая наудачу деталь оказалась стандартной. Найти вероятность того, что она изготовлена на первом станке.

Вариант №24

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – в течение часа i-й станок потребует внимания рабочего, обслуживающего три станка, $P(A_1)=P(A_2)=P(A_3)=0{,}85$.

Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.

Задание 4. Студент к экзамену выучил 20 из 50 вопросов. Найти вероятность того, что он знает ответы на 3 вопроса, предложенные экзаменатором.

Задание 5. Имеется 3 урны. В первой урне находится 3 белых шара и 1 чёрный шар, во второй – 2 белых шара и 3 чёрных шара, в третьей – 3 белых шара. Некто подходит наугад к одной из урн и вынимает из неё 1 шар. Это шар оказался белым. Найти вероятность того, что шар вынут из 1 урны.

Вариант №25

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – i-й сын царя выполнит волю отца к намеченному сроку, $P(A_1)=0,7$, $P(A_2)=0,8$, $P(A_3)=0,95$.
Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.

Задание 4. Трое учащихся на экзамене независимо друг от друга решают одну и ту же задачу. Вероятности её решения этими учащимися равны 0,8, 0,7 и 0,6 соответственно. Найдите вероятность того, что: а) хотя бы один учащийся решит эту задачу, б) только один учащийся решит эту задачу.

Задание 5. Электрические лампочки изготовляют два завода: 70% первый завод и 30% - второй завод. Из 100 лампочек первого завода 83 стандартных, а из 100 лампочек 2-го завода 63 стандартных. Взятая наугад лампочка оказалась стандартной. Какова вероятность того, что она изготовлена на 1-ом заводе?

Вариант №26

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – попадания в цель при выстреле i-го орудия, $P(A_1)=0,8$, $P(A_2)=0,8$, $P(A_3)=0,75$.
Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.

Задание 4. В ящике 10 красных и 12 синих шаров. Из ящика вынули 2 шара (не возвращая вынутый шар в ящик). Найти вероятность того, что оба шара красные.

Задание 5. При проверке зёрен пшеницы было установлено, что все зёрна могут быть разделены на 4 группы: к зёрнам 1 группы принадлежат 96%, ко 2-й – 2%, к 3-й – 1%, к 4-й – 1% всех зёрен. Вероятность того, что из зерна вырастет колос, содержащий не менее 50 зёрен, для семян 1 группы равна 0,5, для 2 группы – 0,2, для 3 группы – 0,18, для 4 – 0,02. Определить вероятность того, что из взятого наудачу зерна вырастет колос, содержащий не менее 50 зёрен.

Вариант №27

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – курсант выполнит на отлично i-й норматив по физической подготовке, $P(A_1)=0,8$, $P(A_2)=0,5$, $P(A_3)=0,7$.
Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.

Задание 4. В урне 40 шаров: 10 красных, 15 зелёных и 15 белых. Наудачу последовательно без возврата вынули три шара. Найти вероятность того, что это были красный, зелёный и белый шары.

Задание 5. В группе 10 отличников, 6 хорошистов, 9 троечников. На экзамене отличники могут получить оценку «4» с вероятностью 0,3, хорошисты – с вероятностью 0,8, троечники – с вероятностью 0,2. Вызванный наудачу студент получил «4». Найти вероятность того, что этот студент – троечник.

Вариант №28

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – i-й комбайн будет работать на поле в течение часа без технических неисправностей, $P(A_1)=0,65$, $P(A_2)=0,8$, $P(A_3)=0,7$.
Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.

Задание 4. Вероятности безотказной работы двух комбайнов в течение дня равны 0,7 и 0,6. Найти вероятность того, что: а) оба комбайна работают; б) хотя бы один комбайн работает.

Задание 5. Имеются две партии деталей, в одной из которых все детали удовлетворяют техническим условиям, а в другой 25% деталей бракованные. Взятая наудачу деталь оказалась доброкачественной. Какова вероятность того, что она была взята из первой партии?

Вариант №29

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – i-й спортсмен преодолеет свой личный рекорд в беге на 400 метров, $P(A_1)=0{,}5$, $P(A_2)=0{,}6$, $P(A_3)=0{,}75$.
Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.

Задание 4. Вероятности безотказной работы двух комбайнов в течение дня равны 0,7 и 0,6. Найти вероятность того, что работает: а) только один комбайн; б) хотя бы один комбайн.

Задание 5. Прибор может работать в трёх режимах: 1) нормальном, 2) форсированном и 3) недогруженном. Нормальный режим наблюдается в 60 % случаев работы прибора, форсированный – в 30% и недогруженный – в 10%. Надёжность прибора (вероятность безотказной работы в течение заданного времени t) для нормального режима равна 0,8, для форсированного 0,5, для недогруженного 0,9. Найти полную (с учётом случайности условий) надёжность прибора.

Вариант №30

Задание 3. Даны независимые совместные события A_1, A_2, A_3 и их вероятности $P(A_1)$, $P(A_2)$, $P(A_3)$:
A_i – на i-й игральной кости выпадет не 6 очков, $P(A_1)=P(A_2)=P(A_3)=5/6$.
Найти вероятности следующих событий: A – произойдут все события A_1, A_2, A_3; B – не произойдёт ни одно из событий A_1, A_2, A_3; C – произойдёт хотя бы одно из событий A_1, A_2, A_3; D – произойдёт только одно из событий A_1, A_2, A_3.

Задание 4. Студент к экзамену выучил 20 из 40 вопросов. Найти вероятность того, что он знает ответы на 3 вопроса, предложенных экзаменатором.

Задание 5. Имеются три одинаковых на вид урны; в первой 2 белых шара и 3 чёрных, во второй – 4 белых и 1 чёрный, в третьей – 3 белых шара. Некто подходит наугад к одной из урн и вынимает из неё один шар. Найти вероятность того, что шар будет белым.

12.7. Повторные независимые испытания. Формула Бернулли. Асимптотические формулы Муавра – Лапласа и Пуассона.

Пусть производится n независимых опытов, в каждом из которых случайное событие A может произойти с вероятностью $P(A)=p$ и не произойти с вероятностью $P(\bar{A})=1-p=q$. Поставим два вопроса и найдём на них ответы.

Вопрос 1. Чему равна вероятность того, что событие A произойдёт ровно k раз в n опытах? Обозначим эту вероятность как $P_n(k)$.

Вопрос 2. Чему равна вероятность того, что событие A произойдёт в n опытах не менее k_1 раз и не более k_2 раз? Обозначим эту вероятность как $P_n(k_1,k_2)$.

Для ответа на вопрос 1 построим полную группу попарно несовместных событий B_n^k – событие A произойдёт ровно k раз в n опытах, $k=\overline{0,n}$ (рис.1). При этом $\sum_{k=0}^{n} B_n^k=\Omega$ и $P_n(k)=P(B_n^k)$. Поэтому по второму следствию из аксиом вероятности

$$\sum_{k=0}^{n} P_n(k)=1 \qquad (1)$$

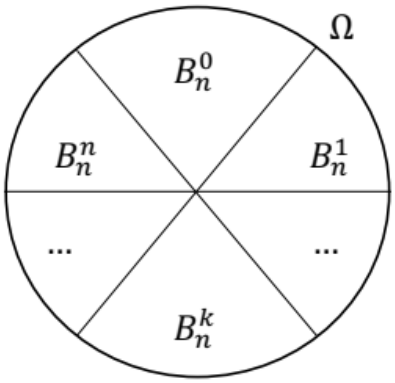


Рис.1. Полная группа попарно несовместных событий B_n^k – событие A произойдёт ровно k раз в n опытах, $k = \overline{0,n}$.

Введём события: A_i – событие A наступит в испытании с номером i, $\bar{A}_i$ – событие A не наступит в испытании с номером i, при этом $P(A_i) = p, P(\bar{A}_i) = q = 1 - p$.

Разобьём событие B_n^k на сумму попарно несовместных событий $A_{n,j}^k$, которые различаются последовательностью наступлений события A k раз в n опытах: k раз в n опытах $B_n^k = \sum_j A_{n,j}^k$ (рис.2).

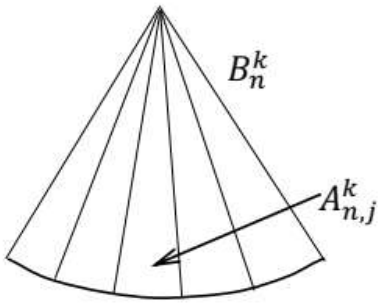


Рис.2. Разбиение события B_n^k на попарно несовместные события $A_{n,j}^k$, которые различаются последовательностью наступлений события A k раз в n опытах.

Выделим первое из таких событий, в котором событие A происходит только первые k раз в n опытах: $A_{n,1}^k = A_1 A_2 \dots A_k \bar{A}_{k+1} \dots \bar{A}_n$. Это произведение независимых в совокупности событий и его вероятность легко находится:

$$P\left(A_{n,1}^k\right) = P(A_1 A_2 \dots A_k \bar{A}_{k+1} \dots \bar{A}_n) =$$
$$= P(A_1)P(A_2) \dots P(A_k)P(\bar{A}_{k+1}) \dots P(\bar{A}_n) = \underbrace{p \cdot p \cdot \dots \cdot p}_{k \text{ раз}} \cdot \underbrace{q \cdot \dots q}_{n-k \text{ раз}} = p^k \cdot q^{n-k}.$$

Все события $A_{n,j}^k$ равновероятны, т.е. $P\left(A_{n,j}^k\right) = p^k \cdot q^{n-k}$ для любого номера j. Сколько этих событий? Ясно, что столько, сколько существует способов выбрать k элементов из n, т.е. их число равно C_n^k – числу сочетаний из n элементов по k. Значит, имеем неравенство $1 \le j \le C_n^k$ и, соответственно, равенство $B_n^k = \sum_{j=1}^{C_n^k} A_{n,j}^k$.

Получаем, что

$$P_n(k) = P(B_n^k) = P\left(\sum_{j=1}^{C_n^k} A_{n,j}^k\right) = \sum_{j=1}^{C_n^k} P\left(A_{n,j}^k\right) = \sum_{j=1}^{C_n^k} p^k \cdot q^{n-k} = C_n^k \cdot p^k \cdot q^{n-k}.$$

В итоге получаем обоснованный ответ на вопрос 1:

$$\boxed{P_n(k) = C_n^k \cdot p^k \cdot q^{n-k}}. \qquad (2)$$

Формулу (2) называют *формулой Бернулли*[10].

Для ответа на вопрос 2 введём событие $D_n^{k_1,k_2}$ – событие A произойдёт в n опытах не менее k_1 раз и не более k_2 раз. Это событие представляется в виде суммы попарно несовместных событий (смотри рис.1): $D_n^{k_1,k_2} = \sum_{k=k_1}^{k_2} B_n^k$. Получаем: $P_n(k_1,k_2) = P\left(D_n^{k_1,k_2}\right) = P\left(\sum_{k=k_1}^{k_2} B_n^k\right) = \sum_{k=k_1}^{k_2} P(B_n^k) = \sum_{k=k_1}^{k_2} P_n(k)$. Ответ на вопрос 2 готов:

$$P_n(k_1,k_2) = \sum_{k=k_1}^{k_2} P_n(k), \qquad (3)$$

где каждое слагаемое вычисляется по формуле (2).

Следствие из формул (3) и (1): $P_n(0,n) = \sum_{k=0}^{n} P_n(k) = 1$.

Пример 1. В некотором водоёме карпы составляют 80% всех рыб. Найти вероятность того, что из 5 выловленных рыб карпов окажется: 1) 4, 2) не менее 4, 3) менее 4.

Решение. В данной задаче центральное событие A – выловленная рыба является карпом, $P(A) = p = 0{,}8, P(\bar{A}) = 1 - p = q = 0{,}2$. Число опытов $n = 5$.

1) Здесь $k = 4;\ P_5(4) = C_5^4 \cdot 0{,}8^4 \cdot 0{,}2^{5-4} = \frac{5!}{4!\cdot 1!} \cdot 0{,}4096 \cdot 0{,}2 = 0{,}4096.$

2) Здесь $k_1 = 4, k_2 = 5;\ P_5(4{,}5) = P_5(4) + P_5(5);\quad P_5(4) = C_5^5 \cdot 0{,}8^5 \cdot 0{,}2^{5-5} = \frac{5!}{5!\cdot 0!} \cdot 0{,}32768 \cdot 1 = 0{,}32768;\ P_5(4{,}5) = 0{,}4096 + 0{,}32768 = 0{,}73728.$

3) Здесь $k_1 = 0, k_2 = 3;\ P_5(0{,}3) = P_5(0) + P_5(1) + P_5(2) + P_5(3)$. Однако задача решается короче через противоположное событие:

$P_5(0{,}3) = 1 - P_5(4{,}5) = 1 - 0{,}73728 = 0{,}26272.$

Ответ: 1) 0,4096, 2) 0,73728, 3) 0,26272.

Если число опытов n велико, то расчёты по формулам (2) и (3) имеют принципиальные вычислительные сложности. Однако эти сложности были преодолены Муавром[11] и Лапласом[12]. Были получены асимптотические формулы Муавра – Лапласа, точность которых улучшается с увеличением n и которые нельзя применять для n порядка нескольких единиц. Приведём эти формулы без обоснования, а некоторое обоснование будет дано в §100.

Локальная формула Муавра – Лапласа:

$$P_n(k) \approx \frac{1}{\sqrt{npq}}\varphi\left(\frac{k-np}{\sqrt{npq}}\right), \qquad (4)$$

где $\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$ – плотность нормального нормированного распределения, значения $\varphi(x)$ даны в Приложении 1 для $0 \le x \le 3{,}9$, при этом $\varphi(-x) = \varphi(x)$.

Обоснование формулы (4) осуществляется с помощью так называемой формулы Стирлинга из математического анализа.

Интегральная формула Муавра – Лапласа:

$$P_n(k_1,k_2) \approx \Phi\left(\frac{k_2-np}{\sqrt{npq}}\right) - \Phi\left(\frac{k_1-np}{\sqrt{npq}}\right), \qquad (5)$$

---

[10] Бернулли, Якоб (1655-1705) – швейцарский математик, один из создателей теории вероятностей и математического анализа, представитель математической династии Бернулли. Формула Бернулли была опубликована в 1713 году в монографии «Искусство предположений», подготовленной Якобом Бернулли и напечатанной после его смерти братом Николаем Бернулли.

[11] Муавр, Абрахам де (1667-1754) – английский математик французского происхождения.

[12] Лаплас, Пьер Симон (1749-1827) – французский математик, механик, физик и астроном.

где $\Phi(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_0^x e^{-\frac{z^2}{2}}dz$ – не элементарная функция Лапласа, значения которой даны в Приложении 2 для $0\le x\le 5$, при этом $\Phi(-x)=-\Phi(x)$.

Пример 2. В некотором водоёме карпы составляют 80% всех рыб. Найти вероятность того, что из 400 выловленных рыб карпов окажется: 1) 300, 2) не менее 300 и не более 340.

Решение. В данной задаче центральное событие A – выловленная рыба является карпом, $P(A)=p=0{,}8, P(\bar{A})=1-p=q=0{,}2$. Число опытов $n=400$.

1) Здесь $k=300$. Применим локальную формулу Муавра – Лапласа (4):

$P_{400}(300)\approx\frac{1}{\sqrt{400\cdot 0{,}8\cdot 0{,}2}}\varphi\left(\frac{300-400\cdot 0{,}8}{\sqrt{400\cdot 0{,}8\cdot 0{,}2}}\right)=\frac{1}{8}\varphi\left(\frac{-20}{8}\right)=$

$=\frac{1}{8}\varphi(2{,}5)=\frac{1}{8}\cdot 0{,}0175=0{,}0021875.$

Значение функции $\varphi(2{,}5)$ нашли из Приложения 1. Вероятность 1 в формуле (1) распределяется на много случаев, поэтому вероятность принять конкретное значение мала при больших значениях n.

2) Здесь $k_1=300, k_2=340$. Применим интегральную формулу Муавра – Лапласа (5):

$P_{400}(300{,}340)\approx\Phi\left(\frac{340-400\cdot 0{,}8}{\sqrt{400\cdot 0{,}8\cdot 0{,}2}}\right)-\Phi\left(\frac{300-400\cdot 0{,}8}{\sqrt{400\cdot 0{,}8\cdot 0{,}2}}\right)=\Phi\left(\frac{20}{8}\right)-\Phi\left(\frac{-20}{8}\right)=$

$\Phi(2{,}5)+\Phi(2{,}5)=2\cdot\Phi(2{,}5)=2\cdot 0{,}4938=0{,}9876.$

Здесь воспользовались нечётностью функции Лапласа, значение функции $\Phi(2{,}5)$ нашли из Приложения 2.

Ответ: 1) $0{,}0021875$, 2) $0{,}9876$.

Оказалось, что формулы Муавра – Лапласа дают увеличение погрешности с уменьшением вероятности p, и Пуассон[13] получил более точную асимптотическую формулу, чем формула (4), при условии, что число $\lambda=np$ имеет порядок единицы и менее единицы или нескольких единиц:

$$P_n(k)\approx\frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}. \qquad (6)$$

Формула Пуассона (6) будет обоснована в §104. В формуле Пуассона вероятность центрального события p мала, поэтому событие происходит редко. Значения правой части формулы (6) даны в Приложении 3.

Пример 3. Завод отправил на базу 10000 стандартных изделий. Среднее число изделий, повреждаемых при транспортировке, составляет 0,02%. Найти вероятность того, что при транспортировке будет повреждено: 1) 3 изделия, 2) не более 3 изделий, 3) более 3 изделий.

Решение. Здесь центральное событие A – стандартное изделие будет повреждено при транспортировке, $P(A)=p=0{,}02\%=0{,}0002$. Событие является маловероятным. Число изделий $n=10000$, $\lambda=np=10000\cdot 0{,}0002=2$.

1) Здесь $k=3$. По формуле Пуассона получаем:

$P_{10000}(3)\approx\frac{2^3\cdot e^{-2}}{3!}=0{,}1804.$

[13] Пуассон, Симеон Дени (1781-1840) – французский математик, механик и физик.

Вычисление можно осуществить на калькуляторе либо воспользоваться Приложением 3 при $\lambda = 2, k = 3$.

2) Здесь $k_1 = 0, k_2 = 3$. Используя Приложение 3 при $\lambda = 2, k = 0, 1, 2, 3$, получаем: $P_{10000}(0{,}3) = P_{10000}(0) + P_{10000}(1) + P_{10000}(2) + P_{10000}(3) \approx$

$\approx 0{,}1353 + 0{,}2707 + 0{,}2707 + 0{,}1804 = 0{,}8571.$

3) Здесь $k_1 = 4, k_2 = 10000$. Вычисляем через вероятность противоположного события: $P_{10000}(4{,}10000) = 1 - P_{10000}(0{,}3) \approx 1 - 0{,}8571 = 0{,}1429.$

Ответ: 1) 0,1804, 2) 0,8571, 3) 01429.

Приложение 3 составлено для распределения Пуассона, которое будет изучаться в параграфе 12.17. Также оно применимо для потока однотипных случайных событий, происходящих за некоторый промежуток времени, при этом λ – среднее число наступлений таких событий за данное время, X – случайное число наступлений событий. Формула (6) заменяется формулой

$$P(X = k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}. \quad (7)$$

Пример 4. Среднее число автомобилей, подъезжающих к АЗС в течение часа, равно 18. Найти вероятность того, что в течение 10 минут к АЗС подъедут 4 автомобиля.

Решение. Найдём среднее число автомобилей, подъезжающих к АЗС в течение 10 минут: $\lambda = \frac{10}{60} \cdot 18 = 3$. Применяем формулу (7) при $\lambda = 3, k = 4$:

$P(X = 4) = \frac{3^4 e^{-3}}{4!} = 0{,}1680.$

Ответ: 0,1680.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ НА ТЕМУ «ПОВТОРНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ИСПЫТАНИЯ»

Вариант №1

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,8. 1) n=5: а) m=4; б) m_1=3, m_2=5.

2) n=400: а) m=330; б) m_1=300, m_2=350.

Задание 7. Среднее число вызовов поступающих на АТС в 1 минуту, равно двум. Найти вероятность того, что за 2 минуты поступит: а) 5 вызовов; б) не менее 5 вызовов; в) более 5 вызовов.

Вариант №2

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,9. 1) n=6: а) m=4; б) m_1=3, m_2=5.

2) n=400: а) m=350; б) m_1=340, m_2=370.

Задание 7. Среднее число заявок, поступающих на предприятие бытового обслуживания за 1 час, равно 2. Найти вероятность того, что за 2 часа поступит: а) 6 заявок; б) не менее 10 и не более 12 заявок; в) не менее 10 заявок.

Вариант №3

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,75. 1) n=4: а) m=3; б) m_1=3, m_2=4.

2) n=300: а) m=240; б) m_1=200, m_2=270.

Задание 7. Среднее число самолётов, прибывающих в аэропорт за 1 час, равно 3. Найти вероятность того, что за 2 часа прибудут: а) 6 самолётов; б) менее 6 самолётов; в) не менее 4 и не более 8 самолётов.

Вариант №4

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,6. 1) n=7: а) m=5; б) m_1=4, m_2=6.

2) n=600: а) m=375; б) m_1=300, m_2=500.

Задание 7. Вероятность изготовления на автоматическом станке стандартной детали равна 0,8. Найти вероятность появления не более 3-х бракованных деталей среди 5 отобранных.

Вариант №5

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,64. 1) n=4: а) m=2; б) m_1=2, m_2=4.

2) n=625: а) m=370; б) m_1=400, m_2=500.

Задание 7. Всхожесть семян данного сорта растений оценивается вероятностью p=¾. Посеяно 6 семян. Найти вероятность того, что будет: а) пять всходов: б) не менее пяти всходов.

Вариант №6

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,75. 1) n=5: а) m=4; б) m_1=3, m_2=4.

2) n=192: а) m=150; б) m_1=144, m_2=170.

Задание 7. В среднем пятая часть поступающих в продажу автомобилей некомплектна. Найти вероятность того, что среди десяти автомобилей имеют некомплектность: а) три автомобиля; б) менее трёх.

Вариант №7

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,8. 1) n=8: а) m=4; б) m_1=4, m_2=6.

2) n=225: а) m=165; б) m_1=160, m_2=200.

Задание 7. На факультете насчитывается 1825 студентов. Какова вероятность того, что 1 сентября является днем рождения одновременно четырёх студентов факультета?

Вариант №8

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,9. 1) n=7: а) m=3; б) m_1=3, m_2=5.

2) n=100: а) m=96; б) m_1=70, m_2=90.

Задание 7. В некоторой местности из каждых 100 семей 80 имеют холодильники. Найти вероятность того, что из случайно выбранных 400 семей 300 имеют холодильники.

Вариант №9

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,6. 1) n=5: а) m=5; б) m_1=3, m_2=5.

2) n=150: а) m=75; б) m_1=70, m_2=100.

Задание 7. В среднем 20 % пакетов акций на аукционах продаются по первоначально заявленной цене. Найти вероятность того, что из 9 пакетов акций в результате торгов по первоначально заявленной цене: 1) не будут проданы 5 пакетов; 2) будет продано менее 2 пакетов.

Вариант №10

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,8. 1) n=6: а) m=6; б) m_1=4, m_2=6.
2) n=625: а) m=510; б) m_1=500, m_2=600.

Задание 7. В среднем 20 % пакетов акций на аукционах продаются по первоначально заявленной цене. Найти вероятность того, что из 9 пакетов акций в результате торгов по первоначально заявленной цене: будет продано а) не более 2 пакетов, б) хотя бы 2 пакета.

Вариант №11

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,8. 1) n=6: а) m=4; б) m_1=3, m_2=5.
2) n=400: а) m=340; б) m_1=300, m_2=330.

Задание 7. Завод отправил на базу 10000 стандартных изделий. Среднее число изделий, повреждаемых при транспортировке, составляет 0,02%. Найти вероятность того, что из 10000 изделий: 1) будет повреждено 3; 2) не будет повреждено хотя бы 9997.

Вариант №12

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,9. 1) n=5: а) m=4; б) m_1=3, m_2=5.
2) n=400: а) m=355; б) m_1=340, m_2=380.

Задание 7. Производится 10 независимых выстрелов по цели, вероятность попадания в которую при одном выстреле равна 0,2. Найти вероятность того, что число попаданий будет не меньше 2 и не больше 4.

Вариант №13

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,75. 1) n=5: а) m=3; б) m_1=3, m_2=4.
2) n=300: а) m=250; б) m_1=200, m_2=270.

Задание 7. Рабочий обслуживает 8 однотипных станков. Вероятность того, что станок потребует к себе внимания рабочего в течение промежутка времени τ, равна 1/3. Найти вероятность того, что за время τ внимания рабочего потребуют не менее трёх и не более шести станков.

Вариант №14

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,6. 1) n=6: а) m=5; б) m_1=4, m_2=6.
2) n=600: а) m=370; б) m_1=300, m_2=400.

Задание 7. Батарея дала 10 выстрелов по объекту, вероятность попадания в который при одном выстреле равна 0,2. Найти вероятность разрушения объекта, если для его разрушения требуется не менее 4 попаданий.

Вариант №15

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,64. 1) n=5: а) m=2; б) m_1=2, m_2=4.
2) n=625: а) m=380; б) m_1=390, m_2=500.

Задание 7. Завод отправил на базу 10000 стандартных изделий. Среднее число изделий, повреждаемых при транспортировке, составляет 0,02%. Найти вероятность того, что из 10000 изделий: 1) будет повреждено по крайней мере 3 изделия; 2) не будет повреждено 9997 изделий.

Вариант №16

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,75. 1) n=6: а) m=4; б) m_1=3, m_2=4.
2) n=192: а) m=140; б) m_1=136, m_2=170.

Задание 7. Для стрелка вероятность попасть в «яблочко» при одном выстреле равна p=1/4. Спортсмен сделал 5 выстрелов. Найти вероятности событий: A=(хотя бы одно попадание в «яблочко»), B=(ровно одно попадание в «яблочко»), C=(ровно два попадания в «яблочко»), D=(не менее трёх попаданий в «яблочко»).

Вариант №17

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,8. 1) n=6: а) m=4; б) m_1=4, m_2=6.
2) n=225: а) m=160; б) m_1=160, m_2=190.

Задание 7. Пусть вероятность попадания в движущуюся цель при одном выстреле постоянна и равна 0,05. Сколько необходимо сделать выстрелов для того, чтобы с вероятностью, не меньшей 0,75, иметь хотя бы одно попадание?

Вариант №18

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,9. 1) n=5: а) m=3; б) m_1=3, m_2=5.
2) n=100: а) m=99; б) m_1=80, m_2=95.

Задание 7. По результатам проверок налоговыми инспекциями установлено, что в среднем каждое второе малое предприятие региона имеет нарушение финансовой дисциплины. Найти вероятность того, что из 1000 зарегистрированных в регионе малых предприятий имеют нарушения финансовой дисциплины: а) 480 предприятий; б) не менее 480; в) от 480 до 520.

Вариант №19

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,6. 1) n=6: а) m=6; б) m_1=3, m_2=5.
2) n=150: а) m=84; б) m_1=76, m_2=102.

Задание 7. Устройство состоит из 8 независимо работающих элементов. Вероятность отказов каждого из элементов за время T одинакова и равна p=0,2. Найти вероятность отказа прибора за время T, если для этого достаточно, чтобы отказали хотя бы три элемента.

Вариант №20

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,8. 1) n=7: а) m=6; б) m_1=4, m_2=6.
2) n=625: а) m=510; б) m_1=490, m_2=550.

Задание 7. Среднее число вызовов такси, поступающих на диспетчерский пункт в 1 минуту, равно трём. Найти вероятность того, что за 2 минуты поступит: а) 4 вызова; б) не менее 4 вызовов; в) менее 4 вызовов.

Вариант №21

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,8. 1) n=5: а) m=3; б) m_1=3, m_2=5.
2) n=400: а) m=330; б) m_1=310, m_2=350.

Задание 7. Если в среднем левши составляют 1%, какова вероятность того, что среди 200 человек: а) ровно 4 левши, б) по крайней мере, 4 левши?

Вариант №22

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,9. 1) n=6: а) m=5; б) m_1=3, m_2=5.
2) n=400: а) m=370; б) m_1=340, m_2=370.

Задание 7. При испытании легированной стали на содержание углерода вероятность того, что в случайно взятой пробе процент углерода превысит допустимый уровень, равна 0,01. Считая применимым закон Пуассона, вычислить, сколько в среднем необходимо испытать образцов, чтобы с вероятностью 0,95 указанный дефект наблюдался бы по крайней мере 1 раз.

Вариант №23

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,75. 1) n=6: а) m=4; б) m_1=4, m_2=6.
2) n=300: а) m=245; б) m_1=200, m_2=270.

Задание 7. Среднее число вызовов, поступающих на АТС в минуту, равно 120. Найти вероятности следующих событий: A=(за 2 секунды на АТС не поступит ни одного вызова), B=(за 2 секунды на АТС поступит менее двух вызовов), C=(за 1 секунду на АТС поступит хотя бы один вызов).

Вариант №24

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,6. 1) n=5: а) m=5; б) m_1=3, m_2=5.
2) n=600: а) m=380; б) m_1=320, m_2=410.

Задание 7. Корректура в 500 страниц содержит 1300 опечаток. Считая применимым закон Пуассона, найти наиболее вероятное число опечаток на 1 странице текста и вероятность этого числа.

Вариант №25

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,64. 1) n=5: а) m=3; б) m_1=2, m_2=4.
2) n=625: а) m=390; б) m_1=390, m_2=430.

Задание 7. Среднее число кораблей, заходящих в порт за 1 час, равно 1. Найти вероятность того, что за 4 часа в порт зайдут: а) 6 кораблей; б) менее 6 кораблей; в) не менее 6 кораблей.

Вариант №26

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,75. 1) n=4: а) m=4; б) m_1=2, m_2=4.
2) n=192: а) m=140; б) m_1=134, m_2=150.

Задание 7. Аудиторную работу по теории вероятностей с первого раза успешно выполняют 50 % студентов. Найти вероятность того, что из 400 студентов работу успешно выполнят: а)180 студентов; б) не менее 180 студентов.

Вариант №27

Вызванный наудачу студент получил «4». Найти вероятность того, что этот студент – троечник.

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,8. 1) n=7: а) m=4; б) m_1=4, m_2=6.
2) n=225: а) m=168; б) m_1=170, m_2=180.

Задание 7. Среднее число вызовов, поступающих на станцию скорой помощи в 1 минуту, равно трём. Найти вероятность того, что за 2 минуты поступит: а) 5 вызовов; б) не менее 5 вызовов; в) более 5 вызовов.

Вариант №28

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,9. 1) n=6: а) m=5; б) m_1=3, m_2=5.
2) n=100: а) m=93; б) m_1=78, m_2=94.

Задание 7. Вероятность поражения мишени стрелком при одном выстреле равна 0,75. Найти вероятность того, что при 9 выстрелах стрелок поразит мишень 8 раз.

Вариант №29

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,6. 1) n=7: а) m=5; б) m_1=3, m_2=5.

2) n=150: а) m=75; б) m_1=75, m_2=100.

Задание 7. Определить вероятность того, что в семье, имеющей 5 детей, будет 3 мальчика и 2 девочки. Вероятности рождения мальчика и девочки считаются одинаковыми.

ТИПОВОЙ РАСЧЁТ №1 «ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ»

Вариант №30

Задание 6. Вероятность изготовления некоторой детали первого сорта на тракторном заводе равна p. Найти вероятность того, что среди n случайно отобранных деталей первосортных будет m штук или не менее m_1, но не более m_2 штук.

p=0,8. 1) n=5: а) m=5; б) m_1=3, m_2=5.

2) n=625: а) m=510; б) m_1=480, m_2=540.

Задание 7. Вероятность попадания в цель в биатлоне при одном выстреле равна 0,8. Какова вероятность того, что 9 выстрелов дадут 7 попаданий?

12.8. Понятие случайной величины. Закон распределения дискретной случайной величины

Пусть Ω – множество исходов некоторого опыта (конечное, бесконечное счётное или бесконечное несчётное), пусть произвольный исход $\omega \in \Omega$. Рассмотрим некоторую функцию $\xi(\omega)$ с действительными числовыми значениями, определённую на множестве исходов Ω, т.е. $D(\xi) = \Omega, E(\xi) \subset R$. Введём переменную «$X$» значений данной функции через отношение функциональной зависимости $X = \xi(\omega)$ и назовём эту переменную *случайной величиной* X. Теперь в опыте вместо исхода ω мы воспринимаем соответствующее ему действительное число – значение переменной «X». Далее прежние случайные события $A, B, C, \dots$ будут переформатированы в терминах случайной величины и переформатированные события уже будут восприниматься как основные события. Так, пусть дано событие $A = \{\omega | x_1 < \xi(\omega) < x_2\}$; оно будет заменено переформатированным событием $(x_1 < X < x_2)$, которое читается как «Случайная величина X приняла (примет) числовое значение больше x_1, но меньше x_2» или другим синонимичным предложением. Таким образом, далее нас интересуют события вида $(x_1 < X < x_2)$, $(X < x)$, $(X \geq x)$, $(X = x)$ и т.п., а также вероятности этих событий.

Случайная величина X называется *дискретной*, если $E(\xi)$ – конечное или счётное множество. Случайная величина X называется *непрерывной*, если $E(\xi)$ – это числовой промежуток. Рассмотрим примеры случайных величин или группы таких примеров.

1) X – число мальчиков в семьях с четырьмя детьми, $E(\xi) = \{0,1,2,3,4\}$. Это дискретная СВ (ДСВ).

2) X – число звонков, поступающих в течении часа на телефонную станцию, $E(\xi) = \{0,1,2,3, \dots\}$. Это ДСВ.

3) X – рост взрослых мужчин в сантиметрах, это непрерывная случайная величина (НСВ). По имеющейся информации $E(\xi) = [45; 247]$.

4) Размеры и веса биологических объектов в определённых единицах измерения – это НСВ, с неопределённой областью значений, которую можно принять за промежуток $(0; +\infty)$.

5) Размеры деталей в миллиметрах или микронах – это НСВ, похожие на НСВ из примера 4.

6) X – технические параметры автомобиля (зазор между тормозными накладками и барабанами колёс, угловой люфт главной или карданной передачи, свободный ход педали тормоза или педали сцепления, прогиб ремня водяного насоса). Это всё НСВ.

В качестве упражнения предлагается придумать по два-три примера ДСВ и НСВ учитывая, что таких примеров бесконечное количество.

Законом распределения случайной величины называют такой краткий способ её задания, который позволяет вычислять вероятности всех переформатированных событий для данной СВ.

Пусть дана дискретная случайная величина с областью значений $E(\xi) = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$. Тогда достаточно задать вероятности $P(X = x_i) = p_i, i = \overline{1,n}$. Обычно ДСВ задаётся таблицей основных значений и вероятностей принять их (таблица 1):

Таблица 1 – Закон распределения дискретной случайной величины

X	x_1	x_2	…	x_n
P	p_1	p_2	…	p_n

При этом должно выполняться равенство $p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1$, т.к. события $(X = x_1), (X = x_2), \dots, (X = x_n)$ образуют полную группу попарно несовместных событий.

Пример. Задать закон распределения ДСВ X – числа мальчиков в семьях с четырьмя детьми.

Решение. Как было отмечено в первом примере случайных величин, $E(\xi) = \{0,1,2,3,4\}$. Здесь имеем повторные независимые испытания с центральным событием A – в семье родился мальчик, для которого $P(A) = p = 0{,}5, P(\bar{A}) = 1 - p = q = 0{,}5$. Число опытов $n = 4$. Вероятности $P(X = k) = C_4^k \cdot 0{,}5^k \cdot 0{,}5^{4-k} = \frac{4!}{k!(4-k)!} \cdot \frac{1}{16}$. Например, $P(X = 3) = \frac{4!}{3!(4-3)!} \cdot \frac{1}{16} = \frac{4}{16}$. Находя вероятности остальных основных событий, получаем закон в таблице 2.

Таблица 2 – Закон распределения ДСВ X – числа мальчиков в семьях с четырьмя детьми

X	0	1	2	3	4
P	$\frac{1}{16}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{6}{16}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{1}{16}$

При этом $\frac{1}{16} + \frac{4}{16} + \frac{6}{16} + \frac{4}{16} + \frac{1}{16} = \frac{16}{16} = 1$.

График закона распределения по таблице 2 представлен на рис.1, где точки, обозначенные квадратиками, для удобства восприятия соединены отрезками.

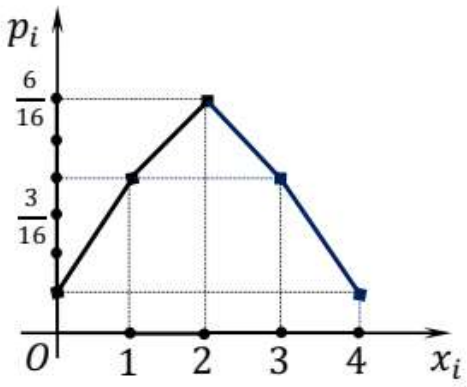


Рис.1. График закона распределения ДСВ X – числа мальчиков в семьях с четырьмя детьми.

По недоразумению в учебной литературе график закона распределения ДСВ называют «многоугольником» распределения, хотя многоугольник здесь не наблюдается.

Пользуясь таблицей 2, мы можем вычислить вероятность любого переформатированного события. Например,

$$P(X < 2) = P(X = 0 \text{ или } X = 1) = P(X = 0) + P(X = 1) = \frac{1}{16} + \frac{4}{16} = \frac{5}{16}.$$

12.9. Функция распределения случайной величины и её свойства

Универсальным законом распределения НСВ и ДСВ является *функция распределения вероятности* случайной величины:

$$F(x) = P(X < x). \qquad (1)$$

Исходя из определения (1), укажем основные свойства функции $F(x)$.

1) $D(F) = (-\infty; +\infty) \cup \{-\infty, +\infty\} = R^*$.

2) $E(F) = [0; 1]$ как значение вероятности события.

3) $F(-\infty) = P(X < -\infty) = P(\Theta) = 0, F(+\infty) = P(X < +\infty) = P(\Omega) = 1$.

4) Если $x_1 < x_2$, то $F(x_2) = F(x_1) + P(x_1 \le X < x_2)$ и $P(x_1 \le X < x_2) = F(x_2) - F(x_1)$.

Доказательство. $F(x_2) = P(X < x_2) = P(X < x_1 \text{ или } x_1 \le X < x_2) = P(X < x_1) + P(x_1 \le X < x_2) = F(x_1) + P(x_1 \le X < x_2)$. Первая формулу доказана, а вторая из неё непосредственно следует.

5) Функция $F(x)$ не убывает, т.е. если $x_1 < x_2$, то $F(x_1) \le F(x_2)$. Это следует из первой формулы свойства 4 и аксиомы вероятности $P(x_1 \le X < x_2) \ge 0$.

6) Пусть X – непрерывная СВ и функция $F(x)$ непрерывна. Тогда $P(X = x) = 0, P(x_1 < X < x_2) = F(x_2) - F(x_1)$.

Доказательство. Во второй формуле свойства 4 положим, что $x_1 = x$, $\Delta x > 0, x_2 = x + \Delta x$: $P(x \le X < x + \Delta x) = F(x + \Delta x) - F(x)$. Переходя в последнем равенстве к пределу при $\Delta x \to +0$, получаем, пользуясь непрерывностью функции $F(x)$, что $P(X = x) = 0$. Далее, учитывая, что $P(X = x_1) = 0$, из формулы 2 свойства 4 получаем, что $, P(x_1 < X < x_2) = F(x_2) - F(x_1)$.

Изобразим график функциональной зависимости $y = F(x)$ распределения вероятности СВ в трёх характерных случаях на рисунках 1, 2, 3.

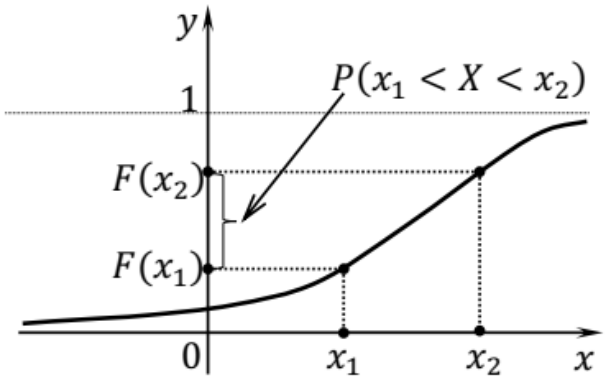


Рис.1. График функциональной зависимости $y = F(x)$ для НСВ X, принимающей любые действительные значения. При этом вероятность попадания случайной величины X в интервал $(x_1; x_2)$ находится по формуле: $P(x_1 < X < x_2) = F(x_2) - F(x_1)$.

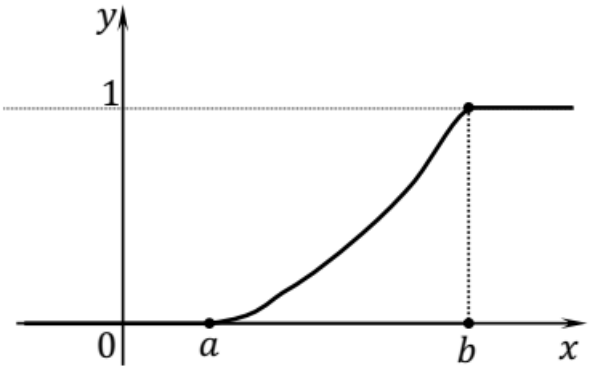


Рис.2. График функциональной зависимости $y = F(x)$для НСВ X, принимающей любые действительные значения только на отрезке $[a; b]$. При этом $F(x) = 0$ при $x \le a$, $F(x) = 1$ при $x \ge b$.

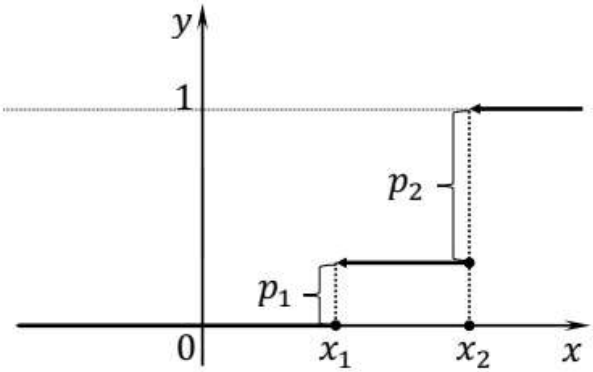


Рис.3. Ступенчатый график функциональной зависимости $y = F(x)$ для ДСВ X, принимающей два действительных значения x_1, x_2 с вероятностями соответственно p_1, p_2.

12.10. Плотность распределения вероятности случайной величины и её свойства

Пусть НСВ X задана функцией распределения вероятности $F(x)$ и пусть функция $F(x)$ не только непрерывна, но и дифференцируема, за исключением, быть может, отдельных точек. Тогда производная

$$f(x) = F'(x) \qquad (1)$$

называется *плотностью распределения вероятности* НСВ X.

Рассмотрим свойства функции $f(x)$, опираясь на её связь с функцией $F(x)$ по формуле (1).

1) $D(f) = (-\infty; +\infty) \cup \{-\infty, +\infty\} = R^*$ при возможном наличии конечного числа точек разрыва первого рода (могут быть и точки разрыва второго рода).

2) $f(x) \ge 0$ как производная неубывающей функции $F(x)$.

3) Функции $f(x)$ и $F(x)$ связаны формулой Ньютона – Лейбница:

$$\int_{x_1}^{x_2} f(x)\,dx = F(x_2) - F(x_1). \qquad (1)$$

4) $\int_{-\infty}^{+\infty} f(x)\,dx = 1.$

Доказательство: $\int_{-\infty}^{+\infty} f(x)\,dx = F(+\infty) - F(-\infty) = 1 - 0 = 1.$

5) $f(\pm\infty) = 0$ как необходимое условие сходимости несобственного интеграла в пункте 4.

6) $P(x_1 < X < x_2) = \int_{x_1}^{x_2} f(x)\,dx$ как следствие формулы (1) и свойства 6 функции $F(x)$ (смотри рис.1).

7) $F(x) = \int_{-\infty}^{x} f(t)\,dt$ – восстановление функции распределения вероятности по плотности распределения вероятности.

Доказательство: $\int_{-\infty}^{x} f(t)\,dt = F(x) - F(-\infty) = F(x) - 0 = F(x).$

На рис.1 изображён график функциональной зависимости $y = f(x)$ для НСВ X, принимающей любые действительные значения. На рис.2 изображён график функциональной зависимости $y = f(x)$ для НСВ X, принимающей любые действительные значения только на отрезке $[a; b]$. Концы отрезка могут быть точками разрыва первого или даже второго рода (при условии сходимости несобственного интеграла $\int_{a+0}^{b-0} f(x)\,dx = 1$).

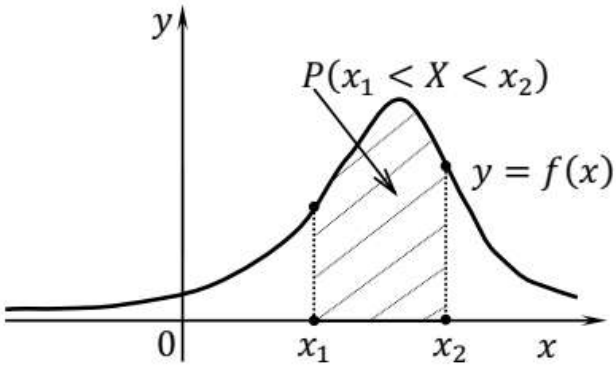


Рис.1. График функциональной зависимости $y = f(x)$ для НСВ X, принимающей любые действительные значения. Вероятность $P(x_1 < X < x_2)$ попадания случайной величины X в интервал $(x_1; x_2)$ равна площади заштрихованной фигуры.

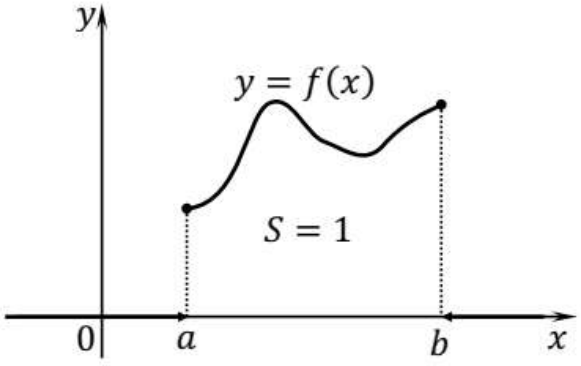


Рис.2. График функциональной зависимости $y = f(x)$ для НСВ X, принимающей любые действительные значения только на отрезке $[a; b]$. Концы отрезка могут быть точками разрыва первого или второго рода. Площадь S под графиком на отрезке $[a; b]$ равна 1.

Итак, функции $F(x)$ и $f(x)$ являются взаимосвязанными и взаимодополняющими функциями, с помощью которых задаётся закон распределения непрерывной случайной величины. Конкретный вид таких функций будет рассмотрен в параграфах12.13-15.

12.11. Математическое ожидание случайной величины и его свойства

Со случайной величиной X ассоциируется также её среднее значение. Если X – это урожайность некоторой культуры на различных участках, то говорят также о средней урожайности, если X – это жирность молока коров, то говорят также о средней жирности молока. В ходу такие понятия как средний рост или средний вес человека определённой группы и т.п. Среднее значение случайной величины в теории вероятностей выражается понятием *математического ожидания* случайной величины, которое обозначается как MX или $M(X)$.

Пусть дискретная случайная величина задана таблицей 1.

Таблица 1 – Закон распределения дискретной случайной величины

X	x_1	x_2	…	x_n
P	p_1	p_2	…	p_n

Математическое ожидание ДСВ вычисляют по формуле:

$$MX = \sum_{i=1}^{n} x_i p_i. \quad (1)$$

Пусть непрерывная случайная величина задана плотностью распределения вероятности $f(x)$. Её математическое ожидание вычисляют по аналогу формулы (1), заменяя суммирование интегрированием и вероятность – плотностью распределения вероятности:

$$MX = \int_{-\infty}^{+\infty} xf(x)dx. \quad (2)$$

С помощью формул (1) или (2) несложно обосновать первые четыре свойства математического ожидания.

1) Если C – постоянная, принимающая это значение с вероятностью 1, то $MC = C$.

2) Если k – постоянная, то $M(kX) = k \cdot MX$.

3) Если k, b – постоянные, то $M(kX + b) = k \cdot MX + b$.

4) Пусть случайная величина Y и случайная величина X связаны функциональной зависимостью $Y = \varphi(X)$. Тогда математическое ожидание случайной величины Y может быть найдено по формулам $MY = M\varphi(X) = \sum_{i=1}^{n} \varphi(x_i)p_i$ для ДСВ и $MY = M\varphi(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} \varphi(x)f(x)dx$ для НСВ.

Для получения следующих двух свойств рассмотрим закон совместного распределения двух случайных величин, принимающих по два значения, который дан в таблице 2.

Таблица 2 – закон совместного распределения случайных величин X и Y.

X \ Y	y_1	y_2
x_1	p_{11}	p_{12}
x_2	p_{21}	p_{22}

Здесь $p_{ij} = P\big(X = x_i, Y = y_j\big)$, где запятая означает произведение событий, при этом $p_{11} + p_{12} + p_{21} + p_{22} = 1$.

Из закона совместного распределения можно получить закон распределения каждой величины в отдельности.

Таблица 3 – закон распределения случайной величины X.

X	x_1	x_2
P	$p_1 = p_{11} + p_{12}$	$p_2 = p_{21} + p_{22}$

Таблица 4 – закон распределения случайной величины Y.

Y	y_1	y_2
P	$q_1 = p_{11} + p_{21}$	$q_2 = p_{12} + p_{22}$

Также можно получить закон распределения суммы и произведения случайных величин.

Таблица 5 – закон распределения суммы случайных величин $X + Y$.

$X + Y$	$x_1 + y_1$	$x_1 + y_2$	$x_2 + y_1$	$x_2 + y_2$
P	p_{11}	p_{12}	p_{21}	p_{22}

Таблица 6 – закон распределения произведения случайных величин $X \cdot Y$.

$X \cdot Y$	$x_1 \cdot y_1$	$x_1 \cdot y_2$	$x_2 \cdot y_1$	$x_2 \cdot y_2$
P	p_{11}	p_{12}	p_{21}	p_{22}

Найдём математическое ожидание суммы случайных величин:

$M(X + Y) = (x_1 + y_1)p_{11} + (x_1 + y_2)p_{12} + (x_2 + y_1)p_{21} + (x_2 + y_2)p_{22} =$

$= x_1(p_{11} + p_{12}) + x_2(p_{21} + p_{22}) + y_1(p_{11} + p_{21}) + y_2(p_{12} + p_{22}) =$

$= (x_1p_1 + x_2p_2) + (y_1q_1 + y_2q_2) = MX + MY.$

Полученная формула имеет общий характер для суммы конечного числа случайных величин $X_1, X_2, \dots, X_n$. Получаем пятое свойство:

5) $\boxed{M(X_1 + X_2 + \cdots + X_n) = MX_1 + MX_2 + \cdots + MX_n}$.

Случайные величины X и Y являются *независимыми*, если $p_{ij} = P\big(X = x_i, Y = y_j\big) = P(X = x_i) \cdot P\big(Y = y_j\big) = p_iq_j$. Найдём математическое ожидание произведения независимых случайных величин X и Y:

$M(X \cdot Y) = x_1y_1p_1q_1 + x_1y_2p_1q_2 + x_2y_1p_2q_1 + x_2y_2p_2q_2 =$

$= (x_1p_1 + x_2p_2) \cdot (y_1q_1 + y_2q_2) = MX \cdot MY.$

Получаем шестое свойство:

6) Если случайные величины X и Y являются независимыми, то

$\boxed{M(X \cdot Y) = MX \cdot MY}$.

В качестве первичной меры зависимости случайных величин X и Y вводят *корреляционный момент* $\mu(X, Y) = M(X \cdot Y) - MX \cdot MY$. Признаком зависимости случайных величин X и Y является неравенство $\mu(X, Y) \neq 0$.

Для корреляционного момента справедлива вторая формула:

$\mu(X, Y) = M\big((X - MX)(Y - MY)\big)$.

В самом деле, $\mu(X,Y) = M\big((X - MX)(Y - MY)\big) =$
$= M(XY - X \cdot MY - MX \cdot Y + MX \cdot MY) =$
$= M(XY) - MX \cdot MY - MX \cdot MY + MX \cdot MY = M(XY) - MX \cdot MY.$

12.12. Дисперсия случайной величины и её свойства. Среднеквадратичное отклонение. Коэффициент корреляции

Кроме среднего значения случайной величины представляет интерес среднее отклонение от среднего значения. Но часть отклонений положительна, часть отрицательна, а в среднем получаем $M(X - MX) = MX - M(MX) = MX - MX = 0$. Поэтому предварительно находят *дисперсию* случайной величины – математическое ожидание квадрата отклонения случайной величины от её математического ожидания, обозначая эту числовую характеристику как DX или $D(X)$:

$$DX = M(X - MX)^2. \quad (1)$$

Затем извлекают корень из дисперсии и находят среднее отклонение от среднего значения – *среднеквадратичное отклонение*:

$$\sigma(X) = \sqrt{DX}.$$

Пользуясь свойствами математического ожидания, получаем:
$DX = M(X - MX)^2 = M(X^2 - 2X \cdot MX + (MX)^2) =$
$= M(X^2) - 2MX \cdot MX + (MX)^2 = M(X^2) - (MX)^2,$
откуда имеем вторую формулу для дисперсии:

$$DX = M(X^2) - (MX)^2. \quad (2)$$

Для ДСВ формулы (1) и (2) имеют подробный вид соответственно:

$$DX = \sum_{i=1}^{n}(x_i - MX)^2 \cdot p_i\,, DX = \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \cdot p_i - (MX)^2. \quad (3)$$

Для НСВ формулы (1) и (2) имеют подробный вид соответственно:

$$DX = \int_{-\infty}^{+\infty}(x - MX)^2 \cdot f(x)dx\,, DX = \int_{-\infty}^{+\infty} x^2 \cdot f(x)dx - (MX)^2. \quad (4)$$

Пользуясь формулами (1)-(4), получаем первые три свойства дисперсии:
1) $DC = 0$. В самом деле, $DC = M(C - MC)^2 = M(C - C)^2 = M(0) = 0.$
2) Если k – постоянное число, то $D(kX) = k^2 DX.$
3) Если k, b – постоянные числа, то $D(kX + b) = k^2 DX.$ Докажем более общее свойство 3:

$D(kX + b) = M\big((kX + b) - M(kX + b)\big)^2 =$
$= M(kX + b - kMX - b)^2 = M\big(k(X - MX)\big)^2 =$
$= M(k^2(X - MX)^2) = k^2 M(X - MX)^2 = k^2 DX.$

Далее находим дисперсию суммы двух случайных величин X и Y для получения четвёртого свойства:

$$D(X + Y) = M\big((X + Y) - M(X + Y)\big)^2 = M\big((X - MX) + (Y - MY)\big)^2 =$$
$$= M\big((X - MX)^2 + (Y - MY)^2 + 2(X - MX)(Y - MY)\big) = DX + DY + 2\mu(X,Y).$$

Итак, имеем четвёртое свойство дисперсии:
4) $D(X + Y) = DX + DY + 2\mu(X,Y)$, если случайные величины X и Y зависимы. Для независимых СВ $D(X + Y) = DX + DY.$

5) Для независимых в совокупности случайных величин $X_1, X_2, \dots, X_n$ выполнена универсальная формула:

$$\boxed{D(X_1 + X_2 + \cdots + X_n) = DX_1 + DX_2 + \cdots + DX_n}.$$

Тесноту связи двух зависимых случайных величин характеризуют с помощью *коэффициента корреляции*:

$$\rho(X,Y) = \frac{\mu(X,Y)}{\sigma(X)\cdot\sigma(Y)} = \frac{M(XY)-MX\cdot MY}{\sigma(X)\cdot\sigma(Y)}. \quad (5)$$

Обоснованы следующие свойства коэффициента корреляции:

1) $-1 \le \rho(X,Y) \le 1$.

2) $0 \le |\rho(X,Y)| \le 1$ и с приближением к 1 теснота связи случайных величин усиливается.

3) $|\rho(X,Y)| = 1$, если и только если $Y = kX + b$, где k, b – постоянные числа.

Примерами зависимых случайных величин являются рост и вес человека, количество внесённых удобрений на единицу площади и урожайность сельскохозяйственной культуры. Примерами независимых случайных величин являются число очков на первой игральной кости и число очков на второй игральной кости, рост мужчин Рязани и уровень воды в Оке.

Рассмотрим примеры расчёта числовых характеристик случайных величин дискретного и непрерывного типа.

Пример 1. Рассчитать $MX, DX, \sigma(X)$ для случайной величины X –числа мальчиков в семьях с четырьмя детьми.

Решение. Восстановим закон распределения данной случайной величины, построенный в §95:

X	0	1	2	3	4
P	$\frac{1}{16}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{6}{16}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{1}{16}$

Найдём математическое ожидание числа мальчиков:

$MX = 0\cdot\frac{1}{16} + 1\cdot\frac{4}{16} + 2\cdot\frac{6}{16} + 3\cdot\frac{4}{16} + 4\cdot\frac{1}{16} = \frac{0+4+12+12+4}{16} = \frac{32}{16} = 2$ (мальч.).

Найдём дисперсию числа мальчиков:

$DX = (0-2)^2\cdot\frac{1}{16} + (1-2)^2\cdot\frac{4}{16} + (2-2)^2\cdot\frac{6}{16} + (3-2)^2\cdot\frac{4}{16} + (4-2)^2\cdot\frac{1}{16} =$

$= \frac{4+4+0+4+4}{16} = \frac{16}{16} = 1$ (мальч.^{2}).

Найдём среднеквадратичное отклонение:

$\sigma(X) = \sqrt{DX} = \sqrt{1} = 1$ (мальч.).

Ответ. Среднее число мальчиков в семьях с четырьмя детьми равно 2, среднее отклонение от этого числа равно 1.

Пример 2. Дана дискретная случайная величина:

X	-1	0	1	2
P	0,3	0,1	0,2	0,4

Вычислить $MX, DX, \sigma(X)$. Вычислить также $MY, DY, \sigma(Y)$ для случайной величины $Y = -2X + 37$.

Решение. $MX = -1 \cdot 0{,}3 + 0 \cdot 0{,}1 + 1 \cdot 0{,}2 + 2 \cdot 0{,}4 = 0{,}7.$

Дисперсию найдём по формуле $DX = M(X^2) - (MX)^2$. При этом $M(X^2) = (-1)^2 \cdot 0{,}3 + 0^2 \cdot 0{,}1 + 1^2 \cdot 0{,}2 + 2^2 \cdot 0{,}4 = 2{,}1$. Тогда $DX = 2{,}1 - 0{,}7^2 = 1{,}61, \sigma(X) = \sqrt{DX} = \sqrt{1{,}61} \approx 1{,}27.$

Пользуясь свойствами математического ожидания и дисперсии, находим

$MY = M(-2X + 37) = -2MX + 37 = -2 \cdot 0{,}7 + 37 = 35{,}6,$

$DY = D(-2X + 37) = 4DX = 4 \cdot 1{,}61 = 6{,}44,$

$\sigma(Y) = \sigma(-2X + 37) = 2\sigma(X) = 2\sqrt{1{,}61} \approx 2{,}54.$

Ответ. $MX = 0{,}7, DX = 1{,}61, \sigma(X) \approx 1{,}27;\ MY = 35{,}6, DY = 6{,}44, \sigma(Y) \approx 2{,}54.$

Пример 3. Красный светофор горит 30 секунд. Для непрерывной случайной величины X – времени ожидания пешехода около светофора – найти $MX, DX, \sigma(X)$.

Решение. Пешеход может с равной возможностью подойти к светофору в любой момент времени промежутка времени $[0; 30]$ в секундах. Поэтому плотность распределения вероятности будет постоянна на данном промежутке, а чтобы площадь под графиком равнялась 1, следует считать, что

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{30}, x \in [0; 30], \\ 0, x \notin [0; 30]. \end{cases}$$

Находим математическое ожидание случайной величины:

$MX = \int_{-\infty}^{+\infty} xf(x)dx = \int_0^{30} x \cdot \frac{1}{30} dx = \frac{1}{30} \cdot \frac{x^2}{2} \Big|_0^{30} = \frac{1}{30} \cdot \frac{30^2}{2} = 15$ (с).

Дисперсию найдём по формуле $DX = M(X^2) - (MX)^2$. При этом

$M(X^2) = \int_{-\infty}^{+\infty} x^2 f(x)dx = \int_0^{30} x^2 \cdot \frac{1}{30} dx = \frac{1}{30} \cdot \frac{x^3}{3} \Big|_0^{30} = \frac{1}{30} \cdot \frac{30^3}{3} = 300.$

Тогда $DX = M(X^2) - (MX)^2 = 300 - 15^2 = 75$ (с^2),

$\sigma(X) = \sqrt{DX} = \sqrt{75} = 8{,}66$ (с).

Ответ. $MX = 15$ с$, DX = 75$ с$^2, \sigma(X) = 8{,}66$ с.

Замечание. Закон распределения, применённый в примере 3, называется законом равномерного распределения на отрезке $[0; 30]$, он будет рассмотрен в 12.15.

Далее рассмотрим конкретные законы распределения случайных величин.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ НА ТЕМУ «ЗАКОНЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ЧИСЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН»

Вариант №1

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины *X* (в первой строке таблицы даны возможные значения *X*, а во второй строке указаны вероятности *P* этих возможных значений). Найти математические ожидания *MX*, дисперсию *DX* и среднеквадратичное отклонение *σX*. Найти также *MY*, *DY* и *σY* для случайной величины $Y=aX+b$, где *a*, *b* – постоянные.

X	23	25	28	29	
P	0,3	0,2	0,4	0,1;	$Y=3X-2$.

Задание 9. В лотерее разыгрываются: автомобиль стоимостью 5000 ден. ед., 4 телевизора стоимостью 250 ден. ед., 5 DVD-плееров стоимостью 200 ден. ед. Всего продаётся 1000 билетов. Составить ряд распределения выигрыша, полученного участником лотереи, купившим один билет. Вычислить математическое ожидание *M*(*X*) для случайной величины *X* – выигрыша, полученного участником лотереи, купившим один билет.

Задание 10. Непрерывная случайная величина X задана функцией распределения $F(x)$. Найти:

1) вероятность попадания случайной величины X в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности $f(x)$ случайной величины X;
3) математическое ожидание MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σ величины X.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le 0,\\ \frac{1}{5}x^2+\frac{4}{5}x & при \quad 0<x\le 1,\\ 1 & при \quad x>1;\end{cases} \qquad x_1=\frac{1}{4},\ x_2=\frac{3}{4}.$$

Вариант №2

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины X (в первой строке таблицы даны возможные значения X, а во второй строке указаны вероятности P этих возможных значений). Найти математические ожидания MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σX. Найти также MY, DY и σY для случайной величины $Y=aX+b$, где a, b – постоянные.

X	17	21	25	27	
P	0,2	0,4	0,3	0,1;	$Y=-2X+3$.

Задание 9. Из 100000 билетов – 2 билета дают выигрыш 50000 руб., 8 билетов 10000 руб., 170 билетов – 1000 руб., 350 билетов –500 руб., 750 билетов 100 руб. Найти ряд распределения стоимости выигрыша одного билета. Какова "справедливая" цена билета?

Задание 10. Непрерывная случайная величина X задана функцией распределения $F(x)$. Найти:

1) вероятность попадания случайной величины X в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности $f(x)$ случайной величины X;
3) математическое ожидание MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σ величины X.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le 0,\\ \frac{1}{4}x^2+\frac{3}{4}x & при \quad 0<x\le 1,\\ 1 & при \quad x>1;\end{cases} \qquad x_1=\frac{1}{3},\ x_2=\frac{2}{3}.$$

Вариант №3

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины X (в первой строке таблицы даны возможные значения X, а во второй строке указаны вероятности P этих возможных значений). Найти математические ожидания MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σX. Найти также MY, DY и σY для случайной величины $Y=aX+b$, где a, b – постоянные.

X	24	26	28	30	
P	0,2	0,2	0,5	0,1;	$Y=2X-3$.

Задание 9. Две игральные кости бросали одновременно один раз. Составить ряд распределения суммы очков. Найти вероятность того, что сумма очков: а) не менее 7; б) не менее 7 и не более 9; в) не менее 12. Найти числовые характеристики суммы очков.

Задание 10. Непрерывная случайная величина X задана функцией распределения $F(x)$. Найти:

1) вероятность попадания случайной величины X в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности $f(x)$ случайной величины X;
3) математическое ожидание MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σ величины X.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le 0,\\ \frac{1}{6}x^2+\frac{5}{6}x & при \quad 0<x\le 1,\\ 1 & при \quad x>1;\end{cases} \qquad x_1=\frac{2}{5},\ x_2=\frac{4}{5}.$$

Вариант №4

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины X (в первой строке таблицы даны возможные значения X, а во второй строке указаны вероятности P этих возможных значений). Найти математические ожидания MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σX. Найти также MY, DY и σY для случайной величины $Y=aX+b$, где a, b – постоянные.

X	12	16	19	21	
P	0,1	0,5	0,3	0,1;	$Y=-2X+4$.

Задание 9. В лотерее на каждые 100 билетов 3 выигрышных: мотоцикл, стоимостью 250 руб., велосипед, стоимостью 50 руб. и часы стоимостью 40 рублей. Найти ряд распределения размера выигрыша для лица, купившего один билет. Какова вероятность выигрыша? Какова справедливая цена одного билета?

Задание 10. Непрерывная случайная величина X задана функцией распределения $F(x)$. Найти:

1) вероятность попадания случайной величины X в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности $f(x)$ случайной величины X;
3) математическое ожидание MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σ величины X.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le 0,\\ \frac{1}{7}x^2+\frac{6}{7}x & при \quad 0<x\le 1,\\ 1 & при \quad x>1;\end{cases} \qquad x_1=\frac{7}{10},\ x_2=1.$$

Вариант №5

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины X (в первой строке таблицы даны возможные значения X, а во второй строке указаны вероятности P этих возможных значений). Найти математические ожидания MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σX. Найти также MY, DY и σY для случайной величины $Y=aX+b$, где a, b – постоянные.

X	25	27	30	32	
P	0,2	0,4	0,3	0,1;	$Y=-3X+5$.

Задание 9. Первое орудие 4-х-орудийной батареи пристреляно так, что вероятность попадания равна 0,3, остальным трём орудиям соответствует вероятность попадания 0,2. Батарея произвела залп. Найти ряд распределения числа попаданий и его числовые характеристики.

Задание 10. Непрерывная случайная величина X задана функцией распределения $F(x)$. Найти:

1) вероятность попадания случайной величины X в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности $f(x)$ случайной величины X;
3) математическое ожидание MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σ величины X.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le 0,\\ \frac{1}{8}x^2+\frac{1}{4}x & при \quad 0<x\le 2,\\ 1 & при \quad x>2;\end{cases} \qquad x_1=1,\ x_2=\frac{3}{2}.$$

Вариант №6

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины X (в первой строке таблицы даны возможные значения X, а во второй строке указаны вероятности P этих возможных значений). Найти математические ожидания MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σX. Найти также MY, DY и σY для случайной величины $Y=aX+b$, где a, b – постоянные.

X	30	32	35	40	
P	0,1	0,5	0,2	0,2;	$Y=-2X+6$.

Задание 9. Стрелок имеет 4 патрона и стреляет до первого попадания в цель или до полного израсходования патронов. Построить ряд распределения числа израсходованных патронов, если вероятность попадания при каждом выстреле равна 0,7. Найти числовые характеристики числа израсходованных патронов.

Задание 10. Непрерывная случайная величина X задана функцией распределения $F(x)$. Найти:

1) вероятность попадания случайной величины X в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности $f(x)$ случайной величины X;
3) математическое ожидание MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σ величины X.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le 0,\\ \frac{1}{3}x^2+\frac{2}{3}x & при \quad 0<x\le 1,\\ 1 & при \quad x>1;\end{cases} \qquad x_1=\frac{3}{10},\ x_2=\frac{3}{5}.$$

Вариант №7

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины X (в первой строке таблицы даны возможные значения X, а во второй строке указаны вероятности P этих возможных значений).

Найти математические ожидания MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σX. Найти также MY, DY и σY для случайной величины $Y=aX+b$, где a, b – постоянные.

X	12	14	16	20	
P	0,1	0,2	0,5	0,2;	$Y=2X-7$.

Задание 9. Среди поступающих в ремонт 10 часов 6 штук нуждаются в общей чистке механизма. Часы не рассортированы по виду ремонта. Мастер, желая найти часы, нуждающиеся в общей чистке механизма, рассматривает их поочерёдно и, найдя такие часы, прекращает дальнейший просмотр. Составить ряд распределения числа просмотренных часов. Найти числовые характеристики. Вычислить вероятность того, что придётся осматривать не более 2 часов.

Задание 10. Непрерывная случайная величина X задана функцией распределения $F(x)$. Найти:

1) вероятность попадания случайной величины X в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности $f(x)$ случайной величины X;
3) математическое ожидание MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σ величины X.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le 0,\\ \dfrac{1}{27}x^2+\dfrac{2}{9}x & при \quad 0<x\le 3,\\ 1 & при \quad x>3;\end{cases} \qquad x_1=1,\ x_2=\frac{9}{5}.$$

Вариант №8

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины X (в первой строке таблицы даны возможные значения X, а во второй строке указаны вероятности P этих возможных значений). Найти математические ожидания MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σX. Найти также MY, DY и σY для случайной величины $Y=aX+b$, где a, b – постоянные.

X	21	25	28	31	
P	0,1	0,4	0,2	0,3;	$Y=2X-8$.

Задание 9. Производится последовательное испытание 5 приборов на надёжность. Каждый следующий прибор испытывается в том случае, если предыдущий оказался надёжным. Построить ряд распределения случайного числа испытанных приборов, если вероятность выдержать испытания для каждого из них равна 0,9. Найти вероятность того, что придётся испытывать не менее 2 и не более 4 приборов. Найти числовые характеристики.

Задание 10. Непрерывная случайная величина X задана функцией распределения $F(x)$. Найти:

1) вероятность попадания случайной величины X в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности $f(x)$ случайной величины X;
3) математическое ожидание MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σ величины X.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le 0,\\ \dfrac{1}{5}x^2+\dfrac{1}{10}x & при \quad 0<x\le 2,\\ 1 & при \quad x>2;\end{cases} \qquad x_1=\frac{1}{2},\quad x_2=\frac{3}{2}.$$

Вариант №9

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины X (в первой строке таблицы даны возможные значения X, а во второй строке указаны вероятности P этих возможных значений). Найти математические ожидания MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σX. Найти также MY, DY и σY для случайной величины $Y=aX+b$, где a, b – постоянные.

X	60	64	67	70	
P	0,1	0,3	0,4	0,2;	$Y=-X+40$.

Задание 9. . Из ящика, содержащих 3 годных и 3 бракованных изделия, извлекаются два изделия. Найти закон распределения числа вынутых годных изделий. Какова вероятность того, что число вынутых годных изделий меньше двух? Найти числовые характеристики числа вынутых годных изделий.

Задание 10. Непрерывная случайная величина X задана функцией распределения $F(x)$. Найти:

1) вероятность попадания случайной величины X в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности $f(x)$ случайной величины X;
3) математическое ожидание MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σ величины X.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le 0,\\ \frac{2}{27}x^2+\frac{1}{9}x & при \quad 0<x\le 3,\\ 1 & при \quad x>3;\end{cases} \qquad x_1=\frac{1}{2}, \quad x_2=\frac{5}{2}.$$

Вариант №10

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины *X* (в первой строке таблицы даны возможные значения *X*, а во второй строке указаны вероятности *P* этих возможных значений). Найти математические ожидания *MX*, дисперсию *DX* и среднеквадратичное отклонение *σX*. Найти также *MY, DY* и *σY* для случайной величины *Y=aX+b*, где *a, b* – постоянные.

X	45	47	50	52	
P	0,2	0,4	0,3	0,1;	*Y*=2*X*–50.

Задание 9. Вероятность того, что из яйца выведется петушок, равна 0,6. В инкубатор заложили 5 яиц. Найти ряд распределения числа петушков, которые выведутся из этих 5 яиц. Вычислить вероятность того, что число петушков не меньше 3. Найти числовые характеристики числа петушков.

Задание 10. Непрерывная случайная величина *X* задана функцией распределения *F*(*x*). Найти:

1) вероятность попадания случайной величины *X* в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности *f*(*x*) случайной величины *X*;
3) математическое ожидание *MX*, дисперсию *DX* и среднеквадратичное отклонение *σ* величины *X*.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le 0,\\ \frac{1}{6}x^2+\frac{1}{6}x & при \quad 0<x\le 2,\\ 1 & при \quad x>2;\end{cases} \qquad x_1=\frac{2}{3}, \quad x_2=\frac{5}{3}.$$

Вариант №11

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины *X* (в первой строке таблицы даны возможные значения *X*, а во второй строке указаны вероятности *P* этих возможных значений). Найти математические ожидания *MX*, дисперсию *DX* и среднеквадратичное отклонение *σX*. Найти также *MY, DY* и *σY* для случайной величины *Y=aX+b*, где *a, b* – постоянные.

X	23	25	28	29	
P	0,2	0,3	0,4	0,1;	*Y*=-3*X*-2.

Задание 9. В связке имеется 5 различных ключей, из которых только одним можно открыть дверь. Наудачу выбирается ключ и делается попытка открыть им дверь. Ключ, который оказывается не подходящим, больше не используется. Построить ряд распределения числа использованных ключей. Найти вероятность того, что: а) дверь будет открыта вторым ключом; б) будет использовано не меньше 2 ключей. Найти числовые характеристики числа использованных ключей.

Задание 10. Непрерывная случайная величина *X* задана функцией распределения *F*(*x*). Найти:

1) вероятность попадания случайной величины *X* в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности *f*(*x*) случайной величины *X*;
3) математическое ожидание *MX*, дисперсию *DX* и среднеквадратичное отклонение *σ* величины *X*.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le -1,\\ \frac{1}{4}(x+1)^2 & при \quad -1<x\le 1,\\ 1 & при \quad x>1;\end{cases} \qquad x_1=-\frac{1}{3}, \quad x_2=\frac{2}{3}.$$

Вариант №12

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины *X* (в первой строке таблицы даны возможные значения *X*, а во второй строке указаны вероятности *P* этих возможных значений). Найти математические ожидания *MX*, дисперсию *DX* и среднеквадратичное отклонение *σX*. Найти также *MY, DY* и *σY* для случайной величины *Y=aX+b*, где *a, b* – постоянные.

X	17	21	25	27	
P	0,1	0,4	0,3	0,2;	*Y*=–2*X*–3.

Задание 9. На поле 5 тракторов. Надёжность (т.е. вероятность безотказной работы) каждого равна 0,8. Составить ряд распределения числа тракторов, работающих одновременно. Найти среднее число исправных тракторов. Вычислить вероятность того, что исправных тракторов больше 3.

Задание 10. Непрерывная случайная величина X задана функцией распределения $F(x)$. Найти:

1) вероятность попадания случайной величины X в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности $f(x)$ случайной величины X;
3) математическое ожидание MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σ величины X.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le 0,\\ \frac{1}{9}x^2+\frac{8}{9}x & при \quad 0<x\le 1,\\ 1 & при \quad x>1;\end{cases} \qquad x_1=\frac{1}{3},\quad x_2=1.$$

Вариант №13

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины X (в первой строке таблицы даны возможные значения X, а во второй строке указаны вероятности P этих возможных значений). Найти математические ожидания MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σX. Найти также MY, DY и σY для случайной величины $Y=aX+b$, где a, b – постоянные.

X	24	26	28	30	
P	0,2	0,3	0,3	0,2;	$Y=2X-7$.

Задание 9. Выпущено 10000 билетов денежной лотереи. Разыгрывается два выигрыша по 5000 рублей, восемь по 1000 рублей,170 по 100 рублей, 350 по 50 рублей и 750 по 10 рублей. Составить ряд распределения стоимости выигрыша для владельца одного лотерейного билета. Вычислить «справедливую» цену одного билета. Найти вероятность проигрыша.

Задание 10. Непрерывная случайная величина X задана функцией распределения $F(x)$. Найти:

1) вероятность попадания случайной величины X в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности $f(x)$ случайной величины X;
3) математическое ожидание MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σ величины X.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le 0,\\ \frac{1}{2}x^2+\frac{1}{2}x & при \quad 0<x\le 1,\\ 1 & при \quad x>1;\end{cases} \qquad x_1=\frac{1}{2},\quad x_2=\frac{3}{4}.$$

Вариант №14

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины X (в первой строке таблицы даны возможные значения X, а во второй строке указаны вероятности P этих возможных значений). Найти математические ожидания MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σX. Найти также MY, DY и σY для случайной величины $Y=aX+b$, где a, b – постоянные.

X	12	16	20	24	
P	0,1	0,5	0,3	0,1;	$Y=-2X+10$.

Задание 9. При бросании трёх игральных костей игрок выигрывает: 1800 руб., если на всех костях выпадает по 6 очков; 140 руб., если на двух костях выпадает по шесть очков; 20 руб., если на одной кости выпадает 6 очков. Построить ряд распределения выигрыша. Какова должна быть ставка за участие в игре, чтобы игра была безобидной? Какова вероятность выиграть?

Задание 10. Непрерывная случайная величина X задана функцией распределения $F(x)$. Найти:

1) вероятность попадания случайной величины X в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности $f(x)$ случайной величины X;
3) математическое ожидание MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σ величины X.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le 0,\\ \frac{1}{14}x^2+\frac{5}{14}x & при \quad 0<x\le 2,\\ 1 & при \quad x>2;\end{cases} \qquad x_1=\frac{2}{3},\quad x_2=\frac{5}{3}.$$

Вариант №15

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины X (в первой строке таблицы даны возможные значения X, а во второй строке указаны вероятности P этих возможных значений). Найти математические ожидания MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σX. Найти также MY, DY и σY для случайной величины $Y=aX+b$, где a, b – постоянные.

X	25	27	29	31

P 0,2 0,4 0,3 0,1; $Y=-3X+15$.

Задание 9. Игральная кость подбрасывается 2 раза. Найти ряд распределения разности очков. Какова средняя разность очков? Какова вероятность того, что разность очков не превзойдёт 1?

Задание 10. Непрерывная случайная величина *X* задана функцией распределения *F*(*x*). Найти:

1) вероятность попадания случайной величины *X* в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности *f*(*x*) случайной величины *X*;
3) математическое ожидание *MX*, дисперсию *DX* и среднеквадратичное отклонение σ величины *X*.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le -2,\\ \dfrac{1}{9}(x+2)^2 & при \quad -2<x\le 1,\\ 1 & при \quad x>1;\end{cases} \qquad x_1=-\frac{2}{3},\quad x_2=\frac{2}{3}.$$

Вариант №16

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины *X* (в первой строке таблицы даны возможные значения *X*, а во второй строке указаны вероятности *P* этих возможных значений). Найти математические ожидания *MX*, дисперсию *DX* и среднеквадратичное отклонение σX. Найти также *MY*, *DY* и σY для случайной величины $Y=aX+b$, где *a*, *b* – постоянные.

X 30 34 37 40
P 0,1 0,5 0,2 0,2; $Y=-2X+26$.

Задание 9. В партии из 6 деталей имеется 4 стандартных. Наудачу отобраны 3 детали. Составить ряд распределения числа стандартных деталей среди отобранных деталей. Найти числовые характеристики. Вычислить вероятность того, что число стандартных деталей не меньше двух.

Задание 10. Непрерывная случайная величина *X* задана функцией распределения *F*(*x*). Найти:

1) вероятность попадания случайной величины *X* в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности *f*(*x*) случайной величины *X*;
3) математическое ожидание *MX*, дисперсию *DX* и среднеквадратичное отклонение σ величины *X*.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le -2,\\ \dfrac{1}{16}(x+2)^2 & при \quad -2<x\le 2,\\ 1 & при \quad x>2;\end{cases} \qquad x_1=-1,\quad x_2=1.$$

Вариант №17

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины *X* (в первой строке таблицы даны возможные значения *X*, а во второй строке указаны вероятности *P* этих возможных значений). Найти математические ожидания *MX*, дисперсию *DX* и среднеквадратичное отклонение σX. Найти также *MY*, *DY* и σY для случайной величины $Y=aX+b$, где *a*, *b* – постоянные.

X 12 14 16 18
P 0,1 0,2 0,5 0,2; $Y=2X-15$.

Задание 9. Устройство состоит из 3-х независимо работающих элементов. Вероятность отказа каждого элемента в одном опыте равна 0,1. Составить ряд распределения числа отказавшихся элементов в одном опыте. Найти математическое ожидание и дисперсию. Вычислить вероятность того, что откажут не менее двух элементов.

Задание 10. Непрерывная случайная величина *X* задана функцией распределения *F*(*x*). Найти:

1) вероятность попадания случайной величины *X* в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности *f*(*x*) случайной величины *X*;
3) математическое ожидание *MX*, дисперсию *DX* и среднеквадратичное отклонение σ величины *X*.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le -2,\\ \dfrac{1}{49}(x+2)^2 & при \quad -2<x\le 5,\\ 1 & при \quad x>5;\end{cases} \qquad x_1=-1,\quad x_2=3.$$

Вариант №18

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины *X* (в первой строке таблицы даны возможные значения *X*, а во второй строке указаны вероятности *P* этих возможных значений).

Найти математические ожидания MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σX. Найти также MY, DY и σY для случайной величины $Y=aX+b$, где a, b – постоянные.

X	21	25	29	33	
P	0,1	0,4	0,2	0,3;	$Y=2X-19$.

Задание 9. В трёх урнах содержатся белые и чёрные шары. В первой урне – 2 белых и 3 чёрных шара; во второй – 2 белых и 2 чёрных; в третьей – 3 белых и 1 чёрный шар. Из первой урны один шар перекладывают во вторую, из второй после этого – один шар в третью, из третьей – в первую. Построить ряд распределения числа белых шаров в первой урне. Найти числовые характеристики. Вычислить вероятность того, что в первой урне окажется 2 белых шара.

Задание 10. Непрерывная случайная величина X задана функцией распределения $F(x)$. Найти:

1) вероятность попадания случайной величины X в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности $f(x)$ случайной величины X;
3) математическое ожидание MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σ величины X.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le -1,\\ \dfrac{1}{9}(x+1)^2 & при \quad -1<x\le 2,\\ 1 & при \quad x>2;\end{cases} \qquad x_1=-\frac{1}{2}, \quad x_2=1.$$

Вариант №19

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины X (в первой строке таблицы даны возможные значения X, а во второй строке указаны вероятности P этих возможных значений). Найти математические ожидания MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σX. Найти также MY, DY и σY для случайной величины $Y=aX+b$, где a, b – постоянные.

X	60	64	68	72	
P	0,1	0,3	0,4	0,2;	$Y=-2X+40$.

Задание 9. Выпущено 1000 билетов лотереи, причём разыгрываются: один выигрыш в 50 руб., 5 выигрышей по 25 руб., 10 выигрышей по 5 руб. Составить ряд распределения стоимости выигрыша для владельца одного билета. Найти «справедливую» цену одного билета.

Задание 10. Непрерывная случайная величина X задана функцией распределения $F(x)$. Найти:

1) вероятность попадания случайной величины X в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности $f(x)$ случайной величины X;
3) математическое ожидание MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σ величины X.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le -1,\\ \dfrac{1}{16}(x+1)^2 & при \quad -1<x\le 3,\\ 1 & при \quad x>3;\end{cases} \qquad x_1=-1, \quad x_2=2.$$

Вариант №20

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины X (в первой строке таблицы даны возможные значения X, а во второй строке указаны вероятности P этих возможных значений). Найти математические ожидания MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σX. Найти также MY, DY и σY для случайной величины $Y=aX+b$, где a, b – постоянные.

X	44	47	50	53	
P	0,2	0,4	0,3	0,1;	$Y=2X-80$.

Задание 9. Два баскетболиста независимо друг от друга производят по 4 броска мячом в корзину. Вероятности попадания мячом в корзину соответственно равны 0,8 и 0,6. Построить ряды распределения числа попаданий для обоих баскетболистов. Определить вероятность того, что у обоих баскетболистов будет равное количество попаданий.

Задание 10. Непрерывная случайная величина X задана функцией распределения $F(x)$. Найти:

1) вероятность попадания случайной величины X в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности $f(x)$ случайной величины X;
3) математическое ожидание MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σ величины X.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le -1,\\ \dfrac{1}{25}(x+1)^2 & при \quad -1<x\le 4,\\ 1 & при \quad x>4;\end{cases} \qquad x_1=1,\quad x_2=3.$$

Вариант №21

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины *X* (в первой строке таблицы даны возможные значения *X*, а во второй строке указаны вероятности *P* этих возможных значений). Найти математические ожидания *MX*, дисперсию *DX* и среднеквадратичное отклонение *σX*. Найти также *MY, DY* и *σY* для случайной величины *Y=aX+b*, где *a, b* – постоянные.

X	23	25	27	29
P	0,3	0,2	0,2	0,3;

Y=-3*X*+2.

Задание 9. Среди поступающих в ремонт 10 часов 6 штук нуждаются в общей чистке механизма. Часы не рассортированы по виду ремонта. Мастер, желая найти часы, нуждающиеся в общей чистке механизма, рассматривает их поочерёдно, и, найдя такие часы, прекращает дальнейший просмотр. Составить ряд распределения числа просмотренных часов. Найти числовые характеристики. Вычислить вероятность того, что придётся осматривать не более 2 часов.

Задание 10. Непрерывная случайная величина *X* задана функцией распределения *F*(*x*). Найти:

1) вероятность попадания случайной величины *X* в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности *f*(*x*) случайной величины *X*;
3) математическое ожидание *MX*, дисперсию *DX* и среднеквадратичное отклонение *σ* величины *X*.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le -2,\\ \dfrac{1}{25}(x+2)^2 & при \quad -2<x\le 3,\\ 1 & при \quad x>3;\end{cases} \qquad x_1=-1,\quad x_2=2.$$

Вариант №22

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины *X* (в первой строке таблицы даны возможные значения *X*, а во второй строке указаны вероятности *P* этих возможных значений). Найти математические ожидания *MX*, дисперсию *DX* и среднеквадратичное отклонение *σX*. Найти также *MY, DY* и *σY* для случайной величины *Y=aX+b*, где *a, b* – постоянные.

X	17	21	25	29
P	0,2	0,4	0,3	0,1;

Y=–2*X*+5.

Задание 9. . Мишень вращается вокруг оси *O* так быстро, что стрелок не может различить сектора мишени (угол 1= π, угол 2= $\pi/2$, угол 3= угол 4= $\pi/4$). Он стреляет наугад. При попадании в первый сектор стрелок выигрывает 1 руб., во второй – проигрывает 2 руб., в третий – выигрывает 3 руб., в четвертый – проигрывает 4 руб., в пятый – выигрывает 5 руб. Для случайной величины, характеризующей размер выигрыша или проигрыша при одном выстреле, построить ряд распределения; найти числовые характеристики, вычислить вероятность выигрыша. Стоит ли участвовать в такой игре?

Задание 10. Непрерывная случайная величина *X* задана функцией распределения *F*(*x*). Найти:

1) вероятность попадания случайной величины *X* в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности *f*(*x*) случайной величины *X*;
3) математическое ожидание *MX*, дисперсию *DX* и среднеквадратичное отклонение *σ* величины *X*.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le -1,\\ \dfrac{1}{49}(x+1)^2 & при \quad -1<x\le 6,\\ 1 & при \quad x>6;\end{cases} \qquad x_1=1,\quad x_2=4.$$

Вариант №23

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины *X* (в первой строке таблицы даны возможные значения *X*, а во второй строке указаны вероятности *P* этих возможных значений). Найти математические ожидания *MX*, дисперсию *DX* и среднеквадратичное отклонение *σX*. Найти также *MY, DY* и *σY* для случайной величины *Y=aX+b*, где *a, b* – постоянные.

X	24	26	28	30

P	0,1	0,2	0,5	0,2;	$Y=-2X-3$.

Задание 9. Найти ряд распределения случайной величины $Y=\sin(\pi X/3)$, где X – число очков, выпадающих при бросании игральной кости. Вычислить числовые характеристики случайной величины X и вероятность того, что случайная величина X примет неположительное значение.

Задание 10. Непрерывная случайная величина X задана функцией распределения $F(x)$. Найти:

1) вероятность попадания случайной величины X в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности $f(x)$ случайной величины X;
3) математическое ожидание MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σ величины X.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le 0,\\ \frac{2}{3}x^2+\frac{1}{3}x & при \quad 0<x\le 1,\\ 1 & при \quad x>1;\end{cases} \qquad x_1=\frac{1}{5},\ x_2=\frac{3}{5}.$$

Вариант №24

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины X (в первой строке таблицы даны возможные значения X, а во второй строке указаны вероятности P этих возможных значений). Найти математические ожидания MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σX. Найти также MY, DY и σY для случайной величины $Y=aX+b$, где a, b – постоянные.

X	12	16	19	23	
P	0,1	0,4	0,3	0,2;	$Y=-2X+14$.

Задание 9. Игральная кость бросается 2 раза. Составить ряд распределения суммы очков. Какова наиболее вероятная сумма очков? Какова средняя сумма очков?

Задание 10. Непрерывная случайная величина X задана функцией распределения $F(x)$. Найти:

1) вероятность попадания случайной величины X в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности $f(x)$ случайной величины X;
3) математическое ожидание MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σ величины X.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le 0,\\ \frac{3}{5}x^2+\frac{2}{5}x & при \quad 0<x\le 1,\\ 1 & при \quad x>1;\end{cases} \qquad x_1=\frac{1}{10},\ x_2=\frac{2}{5}.$$

Вариант №25

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины X (в первой строке таблицы даны возможные значения X, а во второй строке указаны вероятности P этих возможных значений). Найти математические ожидания MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σX. Найти также MY, DY и σY для случайной величины $Y=aX+b$, где a, b – постоянные.

X	24	27	30	33	
P	0,2	0,4	0,3	0,1;	$Y=-3X+25$.

Задание 9. Имеется 5 семян редкого растения со всхожестью 60%. Семена высеваются по очереди (каждое следующее высевается только в том случае, если предыдущее не взошло). Составить ряд распределения числа использованных семян. Найти вероятность того, что число использованных семян больше 1 и меньше 4. Найти среднее число использованных семян.

Задание 10. Непрерывная случайная величина X задана функцией распределения $F(x)$. Найти:

1) вероятность попадания случайной величины X в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности $f(x)$ случайной величины X;
3) математическое ожидание MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σ величины X.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le 0,\\ \frac{5}{6}x^2+\frac{1}{6}x & при \quad 0<x\le 1,\\ 1 & при \quad x>1;\end{cases} \qquad x_1=\frac{3}{5},\ x_2=1.$$

Вариант №26

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины X (в первой строке таблицы даны возможные значения X, а во второй строке указаны вероятности P этих возможных значений).

Найти математические ожидания MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σX. Найти также MY, DY и σY для случайной величины $Y=aX+b$, где a, b – постоянные.

X	21	25	28	31	
P	0,3	0,4	0,1	0,2;	$Y=2X-8$.

Задание 9. Из 28 костей домино случайно выбирается одна. Найти ряд распределения произведения очков на половинках этой кости. Вычислить числовые характеристики и вероятность того, что произведение очков не менее 5 и не более 10.

Задание 10. Непрерывная случайная величина X задана функцией распределения $F(x)$. Найти:

1) вероятность попадания случайной величины X в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности $f(x)$ случайной величины X;
3) математическое ожидание MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σ величины X.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le 0,\\ \dfrac{3}{7}x^2+\dfrac{4}{7}x & при \quad 0<x\le 1,\\ 1 & при \quad x>1;\end{cases} \qquad x_1=\frac{1}{10},\ x_2=\frac{7}{10}.$$

Вариант №27

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины X (в первой строке таблицы даны возможные значения X, а во второй строке указаны вероятности P этих возможных значений). Найти математические ожидания MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σX. Найти также MY, DY и σY для случайной величины $Y=aX+b$, где a, b – постоянные.

X	12	14	16	20	
P	0,2	0,3	0,3	0,2;	$Y=2X-27$.

Задание 9. Два баскетболиста независимо друг от друга производят по 4 броска мячом в корзину. Вероятности попадания мячом в корзину для них соответственно равны 0,8 и 0,6. Построить ряды распределения числа попаданий для обоих баскетболистов. Определить вероятность того, что: а) у первого баскетболиста будет 3 попадания, а у второго 2; б) у первого баскетболиста будет на одно попадание больше.

Задание 10. Непрерывная случайная величина X задана функцией распределения $F(x)$. Найти:

1) вероятность попадания случайной величины X в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности $f(x)$ случайной величины X;
3) математическое ожидание MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σ величины X.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le 0,\\ \dfrac{5}{7}x^2+\dfrac{2}{7}x & при \quad 0<x\le 1,\\ 1 & при \quad x>1;\end{cases} \qquad x_1=\frac{7}{10},\ x_2=1.$$

Вариант №28

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины X (в первой строке таблицы даны возможные значения X, а во второй строке указаны вероятности P этих возможных значений). Найти математические ожидания MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σX. Найти также MY, DY и σY для случайной величины $Y=aX+b$, где a, b – постоянные.

X	20	25	30	35	
P	0,1	0,4	0,2	0,3;	$Y=2X-18$.

Задание 9. Из 28 костей домино случайно выбирается одна. Найти ряд распределения суммы очков на половинках этой кости. Вычислить числовые характеристики и вероятность того, что сумма не менее 5 и не более 10.

Задание 10. Непрерывная случайная величина X задана функцией распределения $F(x)$. Найти:

1) вероятность попадания случайной величины X в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности $f(x)$ случайной величины X;
3) математическое ожидание MX, дисперсию DX и среднеквадратичное отклонение σ величины X.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le 0,\\ \frac{1}{9}x^2+\frac{8}{9}x & при \quad 0<x\le 1,\\ 1 & при \quad x>1;\end{cases} \qquad x_1=\frac{3}{10},\ x_2=\frac{3}{5}.$$

Вариант №29

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины *X* (в первой строке таблицы даны возможные значения *X*, а во второй строке указаны вероятности *P* этих возможных значений). Найти математические ожидания *MX*, дисперсию *DX* и среднеквадратичное отклонение *σX*. Найти также *MY*, *DY* и *σY* для случайной величины *Y*=*aX*+*b*, где *a*, *b* – постоянные.

X	50	62	70	76	
P	0,1	0,3	0,4	0,2;	*Y*= –*X*+50.

Задание 9. Игральная кость подбрасывается два раза. Найти ряд распределения суммы очков. Какова средняя сумма очков? Какова вероятность того, что сумма очков не превзойдёт 10?

Задание 10. Непрерывная случайная величина *X* задана функцией распределения *F*(*x*). Найти:

1) вероятность попадания случайной величины *X* в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности *f*(*x*) случайной величины *X*;
3) математическое ожидание *MX*, дисперсию *DX* и среднеквадратичное отклонение *σ* величины *X*.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le 0,\\ \frac{5}{9}x^2+\frac{4}{9}x & при \quad 0<x\le 1,\\ 1 & при \quad x>1;\end{cases} \qquad x_1=\frac{1}{4},\ x_2=\frac{3}{4}.$$

Вариант №30

Задание 8. Задан закон распределения дискретной случайной величины *X* (в первой строке таблицы даны возможные значения *X*, а во второй строке указаны вероятности *P* этих возможных значений). Найти математические ожидания *MX*, дисперсию *DX* и среднеквадратичное отклонение *σX*. Найти также *MY*, *DY* и *σY* для случайной величины *Y*=*aX*+*b*, где *a*, *b* – постоянные.

X	45	47	49	51	
P	0,2	0,4	0,3	0,1;	*Y*=2*X*–55.

Задание 9. Из урны с шарами № 1, №2, №3, №4, №5 два раза наугад вынимается шар и возвращается в урну. Найти ряд распределения разности номеров. Какова средняя разность номеров? Изменится ли ответ, если первый шар не возвращается в урну? Какова вероятность того, что разность номеров больше (-1) и меньше 3 (рассмотреть оба случая)?

Задание 10. Непрерывная случайная величина *X* задана функцией распределения *F*(*x*). Найти:

1) вероятность попадания случайной величины *X* в интервал (x_1, x_2);
2) плотность распределения вероятности *f*(*x*) случайной величины *X*;
3) математическое ожидание *MX*, дисперсию *DX* и среднеквадратичное отклонение *σ* величины *X*.

$$F(x)=\begin{cases}0 & при \quad x\le -2,\\ \frac{1}{4}(x+2)^2 & при \quad -2<x\le 0,\\ 1 & при \quad x>0;\end{cases} \qquad x_1=-1,\quad x_2=0.$$

12.13. Закон нормального распределения. Правило «трёх сигм». Понятие о теореме Ляпунова

Случайная величина X непрерывного типа подчиняется *закону нормального распределения* $N(a,\sigma)$ с параметрами a,σ, если её плотность распределения вероятности задаётся функцией

$$f(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}.$$

Теорема. Пусть СВ X подчинена закону нормального распределения $N(a,\sigma)$ с параметрами a,σ. Тогда $MX = a, DX = \sigma^2$.

Доказательство теоремы не рассматриваем, оно опирается на интеграл Пуассона $\int_0^{+\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt = \sqrt{\frac{\pi}{2}}$, который доказывается в теории двойных интегралов, и переход к которому осуществляется методом замены переменной в определённом либо несобственном интеграле для математического ожидания и дисперсии.

Таким образом, параметр a – это математическое ожидание, а параметр σ – это среднеквадратичное отклонение нормальной случайной величины.

Функция $f(x)$ может быть исследована методами математического анализа, а график функциональной зависимости $y = f(x)$ имеет колоколообразный вид, симметричный относительно прямой линии $x = a$ (смотри рис.1), причём $x = a$ – точка максимума, $x = a \pm \sigma$ – точки перегиба функции $f(x)$.

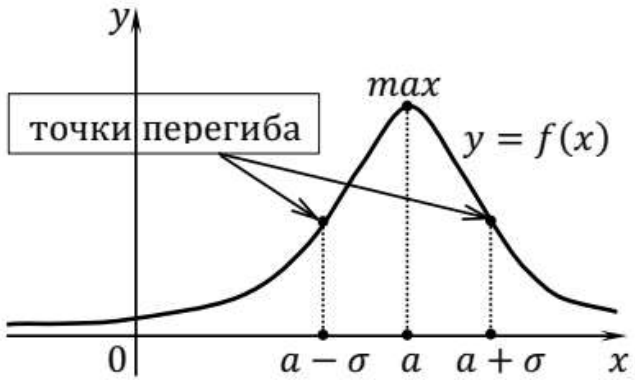


Рис.1. График плотности распределения $f(x)$ нормальной случайной величины с математическим ожиданием a и среднеквадратичным отклонением σ.

Нормальная случайная величина с законом $N(0,1)$ называется *нормированной*, таблица значений плотности распределения вероятности $\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$ дана в Приложении 1.

Закон нормального распределения играет исключительно важную роль в теории вероятностей и занимает среди других законов особое положение. Он наиболее часто встречается в практических приложениях, причину этого мы рассмотрим в этом же параграфе в теореме Ляпунова. Слово «нормальный» здесь означает также «часто встречающийся». Рассмотрим случайные величины, законы распределения которых близки к нормальному, являющемуся для них предельным законом. Вот некоторые группы таких почти нормальных СВ.

1) Размеры и веса биологических объектов: рост, вес человека и животных, высота растений, вес яблок, вес картофелин, диаметр ствола дерева на данной высоте от земли и так далее.

2) Размеры обрабатываемых деталей машин.

3) Технические параметры автомобиля: зазор между тормозными колодками и барабанами колёс, угловой люфт карданной передачи или главной передачи, свободный ход педали тормоза или педали сцепления, прогиб ремня

водяного насоса. Можно добавить тормозной путь автомобиля в стандартных условиях.

4) Размеры и веса упаковок товаров

5) Ошибки в физических измерениях.

6) Экономические показатели (валовая продукция, производительность труда, себестоимость продукции, цена товара).

С помощью теоремы Ляпунова будет дано объяснение, почему перечисленные величины подчиняются закону, близкому к нормальному.

А сейчас получим выражение для функции распределения и две практически важных формулы для прикладных задач.

Выразим функцию распределения через плотность распределения и с помощью замены переменной получим выражение функции распределения через функцию Лапласа Ф, данную в Приложении 2:

$$F(x)=\int_{-\infty}^{x}\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}e^{-\frac{(t-a)^2}{2\sigma^2}}dt=\left|\begin{matrix}z=\frac{t-a}{\sigma}, & \text{если } t=-\infty, \text{то } z=-\infty\\ t=\sigma z+a, & \text{если } t=x, \text{то } z=\frac{x-a}{\sigma}\\ dt=\sigma dz,\end{matrix}\right|=$$

$$=\int_{-\infty}^{\frac{x-a}{\sigma}}\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}e^{-\frac{z^2}{2}}\sigma dz=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{\frac{x-a}{\sigma}}e^{-\frac{z^2}{2}}dz=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{0}e^{-\frac{z^2}{2}}dz+\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{0}^{\frac{x-a}{\sigma}}e^{-\frac{z^2}{2}}dz=$$

$$=-\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{0}^{-\infty}e^{-\frac{z^2}{2}}dz+\Phi\left(\frac{x-a}{\sigma}\right)=-\Phi(-\infty)+\Phi\left(\frac{x-a}{\sigma}\right)=$$

$$=\Phi(+\infty)+\Phi\left(\frac{x-a}{\sigma}\right)=\frac{1}{2}+\Phi\left(\frac{x-a}{\sigma}\right).$$

Итак, получено, что $F(x)=\frac{1}{2}+\Phi\left(\frac{x-a}{\sigma}\right)$.

Учитывая, что $P(x_1<X<x_2)=F(x_2)-F(x_1)$, получаем:

$$P(x_1<X<x_2)=\Phi\left(\frac{x_2-a}{\sigma}\right)-\Phi\left(\frac{x_1-a}{\sigma}\right). \quad (1)$$

Далее рассчитаем вероятность $P(|X-a|<\delta)$, пользуясь формулой (1):

$$P(|X-a|<\delta)=P(a-\delta<X<a+\delta)=\Phi\left(\frac{a+\delta-a}{\sigma}\right)-\Phi\left(\frac{a-\sigma-a}{\sigma}\right)=$$

$$=\Phi\left(\frac{\delta}{\sigma}\right)-\Phi\left(\frac{-\delta}{\sigma}\right)=\Phi\left(\frac{\delta}{\sigma}\right)+\Phi\left(\frac{\delta}{\sigma}\right)=2\Phi\left(\frac{\delta}{\sigma}\right).$$

Получили вторую важную формулу:

$$P(|X-a|<\delta)=2\Phi\left(\frac{\delta}{\sigma}\right). \quad (2)$$

Положим в формуле (2) $\delta=3\sigma$ и воспользуемся Приложением 2:

$$P(|X-a|<3\sigma)=2\Phi\left(\frac{3\sigma}{\sigma}\right)=2\Phi(3)=2\cdot 0{,}49865=0{,}9973.$$

Отсюда получаем «правило трёх сигм»: Для случайной величины X, подчиняющейся нормальному закону распределения $N(a,\sigma)$, попадание в интервал $(a-3\sigma;a+3\sigma)$ является *практически достоверным событием*, которое осуществляется с вероятностью 0,9973.

Соответственно попадание за пределы интервала $(a-3\sigma;a+3\sigma)$ является *практически невозможным событием*, вероятность которого равна 0,0027.

Нормальная случайная величина может принимать любые числовые значения, а случайные величины из приведённых выше шести групп

принимают только положительные значения, но такие, что интервал $(a - 3\sigma; a + 3\sigma)$ остаётся в положительной части числовой прямой. И для этих случайных величин можно допустить наличие отрицательных или очень больших положительных значений. При этом вероятность этого будет явно меньше, чем 0,0027.

Приступим к обоснованию широкого распространения закона нормального распределения. Это обоснование дал Ляпунов[14] в 1901 году, доказав *центральную предельную теорему* теории вероятностей. Для наших целей будет достаточно передать смысл этой теоремы.

Смысл теоремы Ляпунова: Если случайная величина Y представима в виде суммы большого числа независимых или слабо зависимых случайных величин, т.е. $Y = X_1 + X_2 + \cdots + X_n$, то при достаточно типичных условиях случайная величина Y подчиняется закону, близкому к нормальному, т.е. вероятность попадания Y в заданный интервал вычисляется приближённо по формуле вида (1):

$$P(y_1 < Y < y_2) \approx \Phi\left(\frac{y_2 - MY}{\sqrt{DY}}\right) - \Phi\left(\frac{y_1 - MY}{\sqrt{DY}}\right). \quad (3)$$

Теперь на примерах из групп случайных величин, о которых говорилось, что они подчиняются закону, близкому к нормальному, поясним, что это осуществляется в соответствии с условием теоремы Ляпунова. Рост человека есть сумма длин большого числа костей в вертикальном направлении, поэтому рост человека подчиняется закону, близкому к нормальному. Диаметр ствола дерева складывается из толщин годовых колец, поэтому подчиняется закону, близкому к нормальному. Размер детали есть результат многих операций по снятию стружки, поэтому снова подчиняется закону, близкому к нормальному.

Пример. Длина тормозного пути грузового автомобиля в стандартных условия есть нормальная случайная величина X с параметрами $a = 20$ м и $\sigma = 2$ м. Найти вероятность того, что тормозной путь автомобиля будет: 1) от 17 до 22 м; 2) по модулю отклоняться от математического ожидания менее, чем на 4 м; 3) менее 22 м (учитывая, что тормозной путь положителен); 4) менее 22 м (допуская отрицательные значения тормозного пути).

Решение. Заметим, что в данном примере интервал $(a - 3\sigma; a + 3\sigma) = (20 - 3 \cdot 2; 20 + 3 \cdot 2) = (14; 26)$ и находится в положительной области значений, т.е. предположение о нормальном законе распределения длины тормозного пути оправдано. Далее дадим ответы по пунктам.

1) Применим формулу (1) и Приложение 2:

$$P(17 < X < 22) = \Phi\left(\frac{22-20}{2}\right) - \Phi\left(\frac{17-20}{2}\right) = \Phi(1) - \Phi(-1{,}5) =$$

$$= \Phi(1) + \Phi(1{,}5) = 0{,}3413 + 0{,}4332 = 0{,}7745.$$

2) Применим формулу (2) и Приложение 2:

$$P(|X - 22| < 4) = 2\Phi\left(\frac{4}{2}\right) = 2\Phi(2) = 2 \cdot 0{,}4772 = 0{,}9544.$$

3) Применим формулу (1), предположение о положительности значений длины тормозного пути и Приложение 2:

[14] Ляпунов, Александр Михайлович (1857-1918) – академик, русский математик и механик.

$P(X < 22) = P(0 < X < 22) = \Phi\left(\frac{22-20}{2}\right) - \Phi\left(\frac{0-20}{2}\right) = \Phi(1) - \Phi(-10) =$

$= \Phi(1) + \Phi(10) = 0{,}3413 + 0{,}5 = 0{,}8413.$

4) Применим формулу (1), предположение о возможности отрицательных значений длины тормозного пути и Приложение 2:

$P(X < 22) = P(-\infty < X < 22) = \Phi\left(\frac{22-20}{2}\right) - \Phi\left(\frac{-\infty-20}{2}\right) =$

$= \Phi(1) - \Phi(-\infty) = \Phi(1) + \Phi(+\infty) = 0{,}3413 + 0{,}5 = 0{,}8413.$

Таким образом, предположение о возможности отрицательных значений длины тормозного пути не оказало влияния на ответ.

Ответ. 1) 0,7745; 2) 0,9544; 3) 0,8413; 4) 0,8413.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ НА ТЕМУ «ЗАКОН НОРМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ»

Вариант №1

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – масса яблока в граммах, μ=150, σ=20; x_1=130, x_2=160, δ=10.

Вариант №2

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – масса семян (в килограммах), высеваемая на 1 гектаре, μ=200, σ=10; x_1=180, x_2=210, δ=20.

Вариант №3

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – вес зерна в граммах, μ=0,2, σ=0,05; x_1=0,1, x_2=0,25, δ=0,15.

Вариант №4

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – диаметр стволов деревьев на лесном участке в сантиметрах, μ=20, σ=5; x_1=15, x_2=22, δ=5.

Вариант №5

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – рост взрослых мужчин в сантиметрах, μ=175, σ=10; x_1=173, x_2=179, δ=20.

Вариант №6

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – количество осадков в мае–августе (мм), μ=80, σ=7; x_1=70, x_2=87, δ=14.

Вариант №7

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – товарооборот в млн. рублей совокупности однородных малых предприятий, μ=115 σ=30; x_1=100, x_2=120, δ=45.

Вариант №8

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – урожайность пшеницы в центнерах с гектара, μ=25, σ=2; x_1=22, x_2=26, δ=6.

Вариант №9

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – производительность труда в специальных единицах на однотипных предприятиях, μ=6, σ=0,8; x_1=5, x_2=6,8, δ=2.

Вариант №10

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – диаметр вала турбины в миллиметрах, μ=200, σ=0,25; x_1=199, x_2=200, δ=0,75.

Вариант №11

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – масса семян (в килограммах), высеваемая на 1 гектаре, μ=220, σ=20; x_1=190, x_2=230, δ=30.

Вариант №12

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – масса семян (в килограммах), высеваемая на 1 гектаре, μ=220, σ=20; x_1=180, x_2=230, δ=25.

Вариант №13

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – вес зерна в граммах, μ=0,3, σ=0,06; x_1=0,2, x_2=0,35, δ=0,15.

Вариант №14

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – диаметр стволов деревьев на лесном участке в сантиметрах, μ=24, σ=5; x_1=17, x_2=25, δ=4.

Вариант №15

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – рост взрослых мужчин в сантиметрах, μ=176, σ=8; x_1=172, x_2=179, δ=15.

Вариант №16

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – количество осадков в мае–августе (мм), μ=82, σ=6; x_1=72, x_2=87, δ=14.

Вариант №17

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – товарооборот в млн. рублей совокупности однородных малых предприятий, μ=120 σ=25; x_1=100, x_2=130, δ=40.

Вариант №18

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – урожайность пшеницы в центнерах с гектара, μ=28, σ=3; x_1=22, x_2=29, δ=5.

Вариант №19

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – производительность труда в специальных единицах на однотипных предприятиях, μ=8, σ=0,8; x_1=6, x_2=8,8, δ=2.

Вариант №20

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – диаметр вала турбины в миллиметрах, μ=210, σ=0,25; x_1=209, x_2=212, δ=0,8.

Вариант №21

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – масса яблока в граммах, μ=140, σ=20; x_1=120, x_2=150, δ=10.

Вариант №22

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – масса семян (в килограммах), высеваемая на 1 гектаре, μ=210, σ=10; x_1=190, x_2=220, δ=15.

Вариант №23

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – вес зерна в граммах, μ=0,25, σ=0,05; x_1=0,2, x_2=0,25, δ=0,1.

Вариант №24

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – диаметр стволов деревьев на лесном участке в сантиметрах, μ=20, σ=4; x_1=16, x_2=22, δ=3.

Вариант №25

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – рост взрослых мужчин в сантиметрах, μ=174, σ=6; x_1=173, x_2=180, δ=10.

Вариант №26

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – количество осадков в мае–августе (мм), μ=84, σ=5; x_1=75, x_2=86, δ=13.

Вариант №27

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – товарооборот в млн. рублей совокупности однородных малых предприятий, μ=125 σ=20; x_1=110, x_2=130, δ=25.

Вариант №28

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – урожайность пшеницы в центнерах с гектара, μ=28, σ=4; x_1=24, x_2=30, δ=6.

Вариант №29

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.

X – производительность труда в специальных единицах на однотипных предприятиях, μ=7, σ=0,6; x_1=5, x_2=8, δ=3.

Вариант №30

Задание 11. Нормально распределённая случайная величина X имеет математическое ожидание μ и среднеквадратичное отклонение σ. Найти вероятность попадания величины X в интервал (x_1, x_2) и вероятность отклонения X от μ по модулю менее чем на δ.
X – диаметр вала турбины в миллиметрах, μ=205, σ=0,5; x_1=203, x_2=206, δ=0,8.

12.14. Закон показательного распределения. Функция надёжности

Положительная случайная величина X непрерывного типа подчиняется *закону показательного распределения* с параметром λ, если её плотность распределения вероятности задаётся функцией

$$f(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x}, \text{если } x \geq 0, \\ 0, \quad \text{если } x < 0. \end{cases}$$

Функция распределения показательного закона, восстанавливаемая по формуле $F(x) = \int_{-\infty}^{x} f(t)\,dt$, имеет вид:

$$F(x) = \begin{cases} 1 - e^{-\lambda x}, \text{если } x \geq 0, \\ 0, \quad \text{если } x < 0. \end{cases}$$

Графики функциональных зависимостей $y = f(x), y = F(x)$ даны на рис.1.

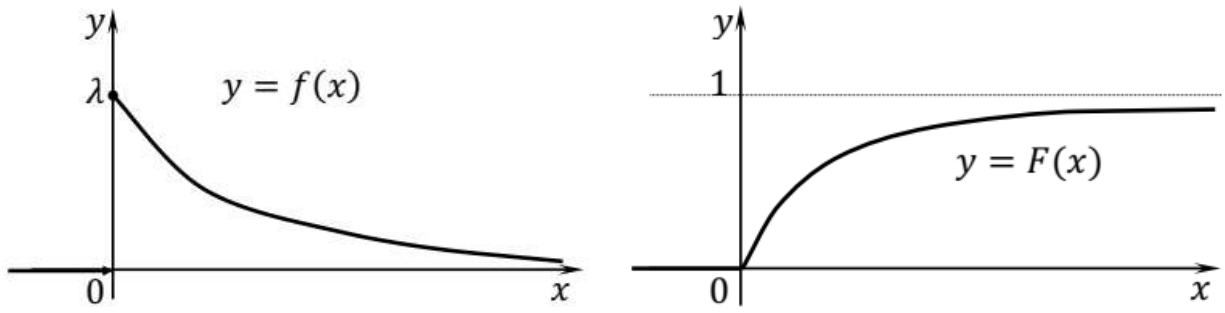


Рис.1. Графики функциональных зависимостей $y = f(x), y = F(x)$.

Найдём математическое ожидание случайной величины, подчиняющейся закону показательного распределения:

$$MX = \int_{-\infty}^{+\infty} xf(x)dx = \int_{0}^{+\infty} x\lambda e^{-\lambda x}dx = \left| \begin{matrix} u = x\lambda, & dv = e^{-\lambda x}dx \\ du = \lambda dx, & v = -\frac{1}{\lambda}e^{-\lambda x} \end{matrix} \right| =$$

$$= \left(x\lambda\left(-\frac{1}{\lambda}e^{-\lambda x}\right)\right)\Big|_{0}^{+\infty} - \int_{0}^{+\infty}\left(-\frac{1}{\lambda}e^{-\lambda x}\right)\lambda dx = 0 + \int_{0}^{+\infty} e^{-\lambda x}dx =$$

$$= \left(-\frac{1}{\lambda}e^{-\lambda x}\right)\Big|_{0}^{+\infty} = \frac{1}{\lambda}.$$

Аналогично можно найти дисперсию, применяя интегрирование по частям дважды: $DX = \frac{1}{\lambda^2}$. Таким образом, имеем числовые характеристики случайной величины, подчиняющейся закону показательного распределения:

$MX = \frac{1}{\lambda}, DX = \frac{1}{\lambda^2}, \sigma(X) = \frac{1}{\lambda}$.

Закону показательного распределения подчиняются следующие группы случайных величин:

1) Время безотказной работы технического устройства, при условии, что поломка происходит внезапно.

2) Время обслуживания заявки в системе массового обслуживания (ремонтные мастерские, автозаправочные станции, кассы, парикмахерские и т.п.).

Пусть X – время безотказной работы технического устройства. Тогда $MX = \frac{1}{\lambda}$ – среднее время безотказной работы технического устройства и $\sigma(X) = \frac{1}{\lambda}$ – среднее отклонение от этого времени. При этом λ – интенсивность отказов этого устройства (число отказов в единицу времени).

Функция распределения $F(x) = P(X < x)$ – это вероятность отказа технического устройства к моменту времени x. Тогда функция $R(x) = 1 - F(x)$ – это вероятность безотказной работы устройства к моменту времени x. Функцию $R(x)$ называют *функцией надёжности*, она является основной функцией в теории надёжности технических устройств, машин, механизмов.

Пример. Срок горения лампы накаливания подчиняется показательному закону. Средний срок горения лампы составляет 900 часов. Найти вероятность того, что лампа прослужит от 900 до 1200 часов.

Решение. Пусть X – срок службы лампы накаливания.

Здесь $MX = \frac{1}{\lambda} = 900$ ч. Поэтому $\lambda = \frac{1}{900}$ ч$^{-1}$.

Функция распределения вероятности имеет вид:

$$F(x) = \begin{cases} 1 - e^{-\frac{x}{900}}, \text{если } x \geq 0, \\ 0, \qquad \text{если } x < 0. \end{cases}$$

Вычисляем вероятность требуемого события:

$$P(900 < X < 1200) = F(1200) - F(900) = \left(1 - e^{-\frac{1200}{900}}\right) - \left(1 - e^{-\frac{900}{900}}\right) =$$

$$= e^{-1} - e^{-\frac{4}{3}} = 0{,}367879 - 0{,}263597 = 0{,}104282.$$

Ответ. $0{,}104282$.

12.15. Закон равномерного распределения на отрезке

Непрерывная случайная величина X подчинена *закону равномерного распределения на отрезке* $[a; b]$, если она задаётся плотностью распределения вероятности следующего вида:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a}, x \in [a; b], \\ 0, \ x \notin [a; b]. \end{cases}$$

Найдём функцию распределения вероятности:

$$F(x) = \int_{-\infty}^{x} f(t)\,dt = \begin{cases} 0, \qquad x < 0, \\ \int_a^x \frac{1}{b-a}\,dt, x \in [a; b], \\ \int_a^b \frac{1}{b-a}\,dt, x > b, \end{cases} = \begin{cases} 0, \qquad x < 0, \\ \frac{x-a}{b-a}, x \in [a; b], \\ 1, \qquad x > b. \end{cases}$$

Графики функциональных зависимостей $y = f(x), y = F(x)$ даны на рис.1.

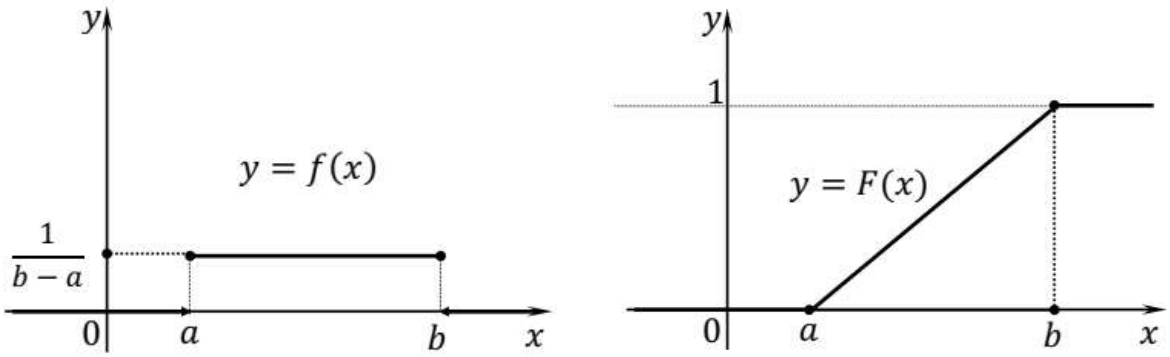


Рис.1. Графики функциональных зависимостей $y = f(x), y = F(x)$.

Находим математическое ожидание, дисперсию и среднеквадратичное отклонение случайной величины X:

$MX = \int_a^b \frac{x}{b-a}\,dx = \frac{x^2}{2(b-a)}\Big|_a^b = \frac{b^2-a^2}{2(b-a)} = \frac{b+a}{2}$,

$M(X^2) = \int_a^b \frac{x^2}{b-a}\,dx = \frac{x^3}{3(b-a)}\Big|_a^b = \frac{b^3-a^3}{3(b-a)} = \frac{b^2+ab+a^2}{3}$,

$DX = M(X^2) - (MX)^2 = \frac{b^2+ab+a^2}{3} - \frac{b^2+2ab+a^2}{4} = \frac{(b-a)^2}{12}$,

$\sigma(X) = \sqrt{DX} = \frac{(b-a)}{2\sqrt{3}}$.

Назовём некоторые СВ, которые подчинены закону равномерного распределения на отрезке.

1) Время ожидания пешехода около светофора (смотри Пример 3 в 12.12).

2) Величина угла остановки волчка (юлы, рулетки) на отрезке $[0°; 360°]$.

3) Ошибка определения времени на часах с прыгающей минутной стрелкой на отрезке $[0; 60]$ в секундах.

12.16. Закон биномиального распределения

Дискретная случайная величина X подчинена *закону биномиального распределения*, если она принимает целые значения $k = 0,1,2,\dots,n$ соответственно с вероятностями $P_n(k) = C_n^k \cdot p^k \cdot q^{n-k}$, где $p = P(A), q = P(\bar{A}) = 1 - p$ и A – центральное событие в повторных независимых испытаниях.

Здесь сумма всех вероятностей равна 1, т.к. справедливо равенство

$\sum_{k=0}^{n} C_n^k \cdot p^k \cdot q^{n-k} = (p+q)^n = 1^n = 1$,

в котором применена формула бинома Ньютона

$\sum_{k=0}^{n} C_n^k \cdot x^k \cdot y^{n-k} = (x+y)^n$,

имеющая место для любых x и y. В связи со сказанным распределение названо биномиальным.

Чтобы эффектно найти числовые характеристики случайной величины X, представим её в виде суммы случайных величин $X = \sum_{i=1}^{n} X_i$, где X_i – число наступлений события A в опыте номер i. Законы распределения X_i и X_i^2 даны далее в табличной форме:

X_i	0	1
P	q	p

X_i^2	0	1
P	q	p

Найдём числовые характеристики СВ X_i:

$MX_i = 0 \cdot q + 1 \cdot p = p,\ MX_i^2 = 0 \cdot q + 1 \cdot p = p,$

$DX_i = MX_i^2 - (MX_i)^2 = p - p^2 = p(1-p) = pq.$

Случайные величины X_i являются независимыми в совокупности. Далее пользуемся формулами математического ожидания суммы случайных величин и дисперсии суммы независимых случайных величин:

$MX = M(\sum_{i=1}^{n} X_i) = \sum_{i=1}^{n} MX_i = \sum_{i=1}^{n} p = np,$

$DX = D(\sum_{i=1}^{n} X_i) = \sum_{i=1}^{n} DX_i = \sum_{i=1}^{n} pq = npq.$

Итак, найдены числовые характеристики закона биномиального распределения: $MX = np, DX = npq, \sigma(X) = \sqrt{npq}$.

В соответствии с теоремой Ляпунова, случайная величина X как сумма большого числа независимых случайных величин имеет распределение, близкое к нормальному, и для неё выполнена формула (3) из §100

$$P(k_1 \le X \le k_2) \approx \Phi\left(\frac{k_2 - MX}{\sqrt{DX}}\right) - \Phi\left(\frac{k_1 - MX}{\sqrt{DX}}\right),$$

которая с учётом числовых характеристик случайной величины X становится локальной формулой Лапласа:

$$P(k_1 \le X \le k_2) \approx \Phi\left(\frac{k_2 - np}{\sqrt{npq}}\right) - \Phi\left(\frac{k_1 - np}{\sqrt{npq}}\right).$$

Таким образом, локальная формула Лапласа получила обоснование.

12.17. Закон распределения Пуассона

Дискретная случайная величина X подчинена *закону распределения Пуассона* с параметром λ, если она принимает целые значения $k = 0,1,2, \ldots$ с вероятностями

$$P(X = k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}, \qquad (1)$$

которые даны в Приложении 3.

Убедимся, что сумма вероятностей всех данных событий равна 1:

$$\sum_{k=0}^{+\infty} \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!} = e^{-\lambda} \sum_{k=0}^{+\infty} \frac{\lambda^k}{k!} = e^{-\lambda} e^{\lambda} = 1.$$

Здесь мы воспользовались разложением в ряд функции $e^{\lambda} = \sum_{k=0}^{+\infty} \frac{\lambda^k}{k!}$.

Вычислим математическое ожидание и дисперсию случайной величины X, распределённой по закону Пуассона, применяя дифференцирование по λ:

$$MX = \sum_{k=0}^{+\infty} k \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!} = \lambda e^{-\lambda} \sum_{k=0}^{+\infty} k \frac{\lambda^{k-1}}{k!} = \lambda e^{-\lambda} \frac{d}{d\lambda} \sum_{k=0}^{+\infty} \frac{\lambda^k}{k!} =$$

$$= \lambda e^{-\lambda} \frac{d}{d\lambda} e^{\lambda} = \lambda e^{-\lambda} e^{\lambda} = \lambda.$$

$$M(X^2) = \sum_{k=0}^{+\infty} k^2 \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!} = \lambda e^{-\lambda} \sum_{k=0}^{+\infty} k^2 \frac{\lambda^{k-1}}{k!} = \lambda e^{-\lambda} \frac{d}{d\lambda} \left(\sum_{k=0}^{+\infty} k \frac{\lambda^k}{k!} \right) =$$

$$= \lambda e^{-\lambda} \frac{d}{d\lambda} \left(\lambda \sum_{k=1}^{+\infty} k \frac{\lambda^{k-1}}{k!} \right) = \lambda e^{-\lambda} \frac{d}{d\lambda} \left(\lambda \sum_{k=1}^{+\infty} \frac{\lambda^{k-1}}{(k-1)!} \right) = \lambda e^{-\lambda} \frac{d}{d\lambda} \left(\lambda e^{\lambda} \right) =$$

$$= \lambda e^{-\lambda} (1 + \lambda) e^{\lambda} = \lambda + \lambda^2.$$

$DX = M(X^2) - (MX)^2 = \lambda + \lambda^2 - \lambda^2 = \lambda.$

Итак, найдены числовые характеристики случайной величины X, распределённой по закону Пуассона: $MX = \lambda, DX = \lambda, \sigma(X) = \sqrt{\lambda}$.

Закону Пуассона подчиняется число наступлений однотипных событий в потоке событий, наступающих поодиночке, в течение заданного промежутка времени, например, число звонков, поступающих на телефонную станцию в течение часа, число клиентов, обслуживаемых в системе массового обслуживания при отсутствии очереди. Закону Пуассона подчиняются редкие события, например, число сорняков на некоторой фиксированной площади, число опечаток на каждой странице книги и т.п.

Покажем, биномиальное распределение при больших n и малых p асимптотически приближается к распределению Пуассона. Пусть $\lambda = np$ сохраняет постоянное значение при $n \to +\infty$. Кроме того, воспользуемся вторым замечательным пределом в форме

$$\lim_{n\to+\infty}\left(1+\frac{x}{n}\right)^n = e^x. \qquad (2)$$

Тогда при $p = \frac{\lambda}{n}$ получаем $q = 1 - \frac{\lambda}{n}$. Рассмотрим цепь равенств:

$$\lim_{n\to+\infty} P_n(k) = \lim_{n\to+\infty} C_n^k \cdot p^k \cdot q^{n-k} = \lim_{n\to+\infty}\left(\frac{n(n-1)\cdot\ldots\cdot(n-k+1)}{k!}\cdot\frac{\lambda^k}{n^k}\cdot\left(1-\frac{\lambda}{n}\right)^{n-k}\right) =$$

$$= \frac{\lambda^k}{k!}\lim_{n\to+\infty}\left(1\cdot\left(1-\frac{1}{n}\right)\cdot\ldots\cdot\left(1-\frac{k+1}{n}\right)\cdot\left(1-\frac{\lambda}{n}\right)^n\cdot\left(1-\frac{\lambda}{n}\right)^{-k}\right) =$$

$$= \frac{\lambda^k}{k!}\underbrace{1\cdot 1\cdot\ldots\cdot 1}_{k\text{ раз}}\cdot\lim_{n\to+\infty}\left(1-\frac{\lambda}{n}\right)^n\cdot\lim_{n\to+\infty}\left(1-\frac{\lambda}{n}\right)^{-k} = \frac{\lambda^k}{k!}\cdot e^{-\lambda}\cdot 1 = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!},$$

где в последней строке для первого предела применено равенство (2).

Таким образом, имеет место асимптотическое приближённое равенство при постоянстве $\lambda = np$ и при $n \to +\infty$:

$$P_n(k) \approx \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}. \qquad (3)$$

Равенство (3) есть асимптотическая формула Пуассона, приведённая ранее в §94 без вывода как формула (7). Теперь же дан вывод этой формулы.

Здесь уместно повторить Пример 4 из параграфа 12.7, но уже без номера.

Пример. Среднее число автомобилей, подъезжающих к АЗС в течение часа, равно 18. Найти вероятность того, что в течение 10 минут к АЗС подъедут 4 автомобиля.

Решение. Найдём среднее число автомобилей, подъезжающих к АЗС в течение 10 минут: $\lambda = \frac{10}{60}\cdot 18 = 3$. Применяем формулу (1) при $\lambda = 3, k = 4$ и Приложение 3:

$$P(X = 4) = \frac{3^4 e^{-3}}{4!} = 0{,}1680.$$

Ответ: 0,1680.

Приложение 1

Значения плотности распределения вероятности нормированной нормальной случайной величины: $\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{x^2}{2}}$

Примечание: $\varphi(-x) = \varphi(x)$.

	Сотые доли x									
x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,3989	0,3989	0,3989	0,3988	0,3986	0,3984	0,3982	0,3980	0,3977	0,3973
0,1	3970	3965	3961	3956	3951	3945	3939	3932	3925	3918
0,2	3910	3902	3894	3885	3876	3867	3857	3847	3836	3825
0,3	3814	3802	3790	3778	3765	3752	3739	3726	3712	3697
0,4	3683	3668	3653	3637	3621	3605	3589	3572	3555	3538
0,5	3521	3503	3485	3467	3448	3429	3410	3391	3372	3352
0,6	3332	3312	3292	3271	3251	3230	3209	3187	3166	3144
0,7	3123	3101	3079	3056	3034	3011	2989	2966	2943	2920
0,8	2897	2874	2850	2827	2803	2780	2756	2732	2709	2685
0,9	2661	2637	2613	2589	2565	2541	2516	2492	2468	2444
1,0	0,2420	0,2396	0,2371	0,2347	0,2323	0,2299	0,2275	0,2251	0,2227	0,2203
1,1	2179	2155	2131	2107	2083	2059	2036	2012	1989	1965
1,2	1942	1919	1895	1872	1849	1826	1804	1781	1758	1736
1,3	1714	1691	1669	1647	1626	1604	1582	1561	1539	1518
1,4	1497	1476	1456	1435	1415	1394	1374	1354	1334	1315
1,5	1295	1276	1257	1238	1219	1200	1182	1163	1145	1127
1,6	1109	1092	1074	1057	1040	1023	1006	0989	0973	0957
1,7	0940	0925	0909	0893	0878	0863	0848	0833	0818	0804
1,8	0790	0775	0761	0748	0734	0721	0707	0694	0681	0669
1,9	0656	0644	0632	0620	0608	0596	0584	0573	0562	0551
2,0	0,0540	0,0529	0,0519	0,0508	0,0498	0,0488	0,0478	0,0468	0,0459	0,0449
2,1	0440	0431	0422	0413	0404	0396	0387	0379	0371	0363
2,2	0355	0347	0339	0332	0325	0317	0310	0303	0297	0290
2,3	0283	0277	0270	0264	0258	0252	0246	0241	0235	0229
2,4	0224	0219	0213	0208	0203	0198	0194	0189	0184	0180
2,5	0175	0171	0167	0163	0158	0154	0151	0147	0143	0139
2,6	0136	0132	0129	0126	0122	0119	0116	0113	0110	0107
2,7	0104	0101	0099	0096	0093	0091	0088	0086	0084	0081
2,8	0079	0077	0075	0073	0071	0069	0067	0065	0063	0061
2,9	0060	0058	0056	0055	0053	0051	0050	0048	0047	0046
3,0	0,0044	0,0043	0,0042	0,0040	0,0039	0,0038	0,0037	0,0036	0,0035	0,0034
3,1	0033	0032	0031	0030	0029	0028	0027	0026	0025	0025
3,2	0024	0023	0022	0022	0021	0020	0020	0019	0018	0018
3,3	0017	0017	0016	0016	0015	0015	0014	0014	0013	0013
3,4	0012	0012	0012	0011	0011	0010	0010	0010	0009	0009
3,5	0009	0008	0008	0008	0008	0007	0007	0007	0007	0006
3,6	0006	0006	0006	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0004
3,7	0004	0004	0004	0004	0004	0004	0003	0003	0003	0003
3,8	0003	0003	0003	0003	0003	0002	0002	0002	0002	0002
3,9	0002	0002	0002	0002	0002	0002	0002	0002	0001	0001

Приложение 2

Значения функции Лапласа: $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{z^2}{2}} dz$

Примечание: функция Лапласа нечётная, т.е. $\Phi(-x) = -\Phi(x)$.

x	$\Phi(x)$	x	$\Phi(x)$	x	$\Phi(x)$	x	$\Phi(x)$
0,00	0,0000	0,40	0,1554	0,80	0,2881	1,20	0,3849
0,01	0,0040	0,41	0,1591	0,81	0,2910	1,21	0,3869
0,02	0,0080	0,42	0,1628	0,82	0,2939	1,22	0,3883
0,03	0,0120	0,43	0,1664	0,83	0,2967	1,23	0,3907
0,04	0,0160	0,44	0,1700	0,84	0,2995	1,24	0,3925
0,05	0,0199	0,45	0,1736	0,85	0,3023	1,25	0,3944
0,06	0,0239	0,46	0,1772	0,86	0,3051	1,26	0,3962
0,07	0,0279	0,47	0,1808	0,87	0,3078	1,27	0,3980
0,08	0,0319	0,48	0,1844	0,88	0,3106	1,28	0,3997
0,09	0,0359	0,49	0,1879	0,89	0,3133	1,29	0,4015
0,10	0,0398	0,50	0,1915	0,90	0,3159	1,30	0,4032
0,11	0,0438	0,51	0,1950	0,91	0,3186	1,31	0,4049
0,12	0,0478	0,52	0,1985	0,92	0,3212	1,32	0,4066
0,13	0,0517	0,53	0,2019	0,93	0,3238	1,33	0,4082
0,14	0,0557	0,54	0,2054	0,94	0,3264	1,34	0,4099
0,15	0,0596	0,55	0,2088	0,95	0,3289	1,35	0,4115
0,16	0,0636	0,56	0,2123	0,96	0,3315	1,36	0,4131
0,17	0,0675	0,57	0,2157	0,97	0,3340	1,37	0,4147
0,18	0,0714	0,58	0,2190	0,98	0,3365	1,38	0,4162
0,19	0,0753	0,59	0,2224	0,99	0,3389	1,39	0,4177
0,20	0,0793	0,60	0,2257	1,00	0,3413	1,40	0,4192
0,21	0,0832	0,61	0,2291	1,01	0,3438	1,41	0,4207
0,22	0,0871	0,62	0,2324	1,02	0,3461	1,42	0,4222
0,23	0,0910	0,63	0,2357	1,03	0,3485	1,43	0,4236
0,24	0,0948	0,64	0,2389	1,04	0,3508	1,44	0,4251
0,25	0,0987	0,65	0,2422	1,05	0,3531	1,45	0,4265
0,26	0,1026	0,66	0,2454	1,06	0,3554	1,46	0,4279
0,27	0,1064	0,67	0,2486	1,07	0,3577	1,47	0,4292
0,28	0,1103	0,68	0,2517	1,08	0,3599	1,48	0,4306
0,29	0,1141	0,69	0,2549	1,09	0,3621	1,49	0,4319
0,30	0,1179	0,70	0,2580	1,10	0,3643	1,50	0,4332
0,31	0,1217	0,71	0,2611	1,11	0,3665	1,51	0,4345
0,32	0,1255	0,72	0,2642	1,12	0,3686	1,52	0,4357
0,33	0,1293	0,73	0,2673	1,13	0,3708	1,53	0,4370
0,34	0,1331	0,74	0,2703	1,14	0,3729	1,54	0,4382
0,35	0,1368	0,75	0,2734	1,15	0,3749	1,55	0,4394
0,36	0,1406	0,76	0,2764	1,16	0,3770	1,56	0,4406
0,37	0,1443	0,77	0,2794	1,17	0,3790	1,57	0,4418
0,38	0,1480	0,78	0,2823	1,18	0,3810	1,58	0,4429
0,39	0,1517	0,79	0,2852	1,19	0,3830	1,59	0,4441

Продолжение Приложения 2

x	$\Phi(x)$	x	$\Phi(x)$	x	$\Phi(x)$	x	$\Phi(x)$
1,60	0,4452	1,85	0,4678	2,20	0,4861	2,70	0,4965
1,61	0,4463	1,86	0,4686	2,22	0,4868	2,72	0,4967
1,62	0,4474	1,87	0,4693	2,24	0,4875	2,74	0,4969
1,63	0,4484	1,88	0,4699	2,26	0,4881	2,76	0,4971
1,64	0,4495	1,89	0,4706	2,28	0,4887	2,78	0,4973
1,65	0,4505	1,90	0,4713	2,30	0,4893	2,80	0,4974
1,66	0,4515	1,91	0,4719	2,32	0,4898	2,82	0,4976
1,67	0,4525	1,92	0,4726	2,34	0,4904	2,84	0,4977
1,68	0,4535	1,93	0,4732	2,36	0,4909	2,86	0,4979
1,69	0,4545	1,94	0,4738	2,38	0,4913	2,88	0,4980
1,70	0,4554	1,95	0,4744	2,40	0,4918	2,90	0,4981
1,71	0,4564	1,96	0,4750	2,42	0,4922	2,92	0,4982
1,72	0,4573	1,97	0,4756	2,44	0,4927	2,94	0,4984
1,73	0,4582	1,98	0,4761	2,46	0,4931	2,96	0,4985
1,74	0,4591	1,99	0,4767	2,48	0,4934	2,98	0,4986
1,75	0,4599	2,00	0,4772	2,50	0,4938	3,00	0,49865
1,76	0,4608	2,02	0,4783	2,52	0,4941	3,20	0,49931
1,77	0,4616	2,04	0,4793	2,54	0,4945	3,40	0,49966
1,78	0,4625	2,06	0,4803	2,56	0,4948	3,60	0,499841
1,79	0,4633	2,08	0,4812	2,58	0,4951	3,80	0,499928
1,80	0,4641	2,10	0,4821	2,60	0,4953	4,00	0,499968
1,81	0,4649	2,12	0,4830	2,62	0,4956	4,50	0,499997
1,82	0,4656	2,14	0,4838	2,64	0,4959	5,00	0,4999999
1,83	0,4664	2,16	0,4846	2,66	0,4961	$+\infty$	7
1,84	0,4671	2,19	0,4854	2,68	0,4963		0,5

Приложение 3

Распределение Пуассона: $P(X = k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}$

Примечание. В таблице даны значения вероятностей $P(X = k)$ после запятой.

$m \setminus \lambda$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0	9048	8187	7408	6703	6065	5488	4966	4493	4066	3679
1	0905	1637	2222	2681	3033	3293	3476	3595	3659	3679
2	0045	0164	0333	0536	0758	0988	1217	1438	1647	1839
3	0002	0011	0033	0072	0126	0198	0284	0383	0494	0613
4	0000	0001	0003	0007	0016	0030	0050	0077	0111	0153
5	-	-	-	0001	0002	0004	0007	0012	0020	0031
6	-	-	-	-	-	-	0001	0002	0003	0005
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0001
$m \setminus \lambda$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
0	1353	0498	0183	0067	0025	0009	0003	0001	-	-
1	2707	1494	0733	0337	0149	0064	0027	0011	0005	0001
2	2707	2240	1465	0842	0446	0223	0107	0050	0023	0004
3	1804	2240	1954	1404	0892	0521	0286	0150	0076	0018
4	0902	1680	1954	1755	1339	0912	0573	0338	0189	0053
5	0361	1008	1563	1755	1606	1277	0916	0607	0378	0127
6	0120	0504	1042	1462	1606	1490	1221	0911	0631	0255
7	0034	0216	0595	1044	1377	1490	1396	1171	0901	0437
8	0009	0081	0298	0653	1033	1304	1396	1318	1126	0655
9	0002	0027	0132	0363	0688	1014	1241	1318	1251	0874
10	-	0008	0053	0181	0413	0710	0993	1186	1251	1046
11	-	0002	0019	0082	0225	0452	0722	0970	1137	1144
12	-	0001	0006	0034	0113	0264	0481	0728	0948	1144
13	-	-	0002	0013	0052	0142	0296	0504	0729	1056
14	-	-	0001	0005	0022	0071	0169	0324	0521	0905
15	-	-	-	0002	0009	0033	0090	0194	0347	0724
16	-	-	-	-	0003	0014	0045	0109	0217	0543
17	-	-	-	-	0001	0006	0021	0058	0128	0383
18	-	-	-	-	-	0002	0009	0029	0071	0256
19	-	-	-	-	-	0001	0004	0014	0037	0161
20	-	-	-	-	-	-	0002	0006	0019	0097
21	-	-	-	-	-	-	0001	0003	0009	0055
22	-	-	-	-	-	-	-	0001	0004	0030
23	-	-	-	-	-	-	-	-	0002	0016
24	-	-	-	-	-	-	-	-	0001	0008
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0004
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0002
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0001

Электронное издание

Александр Фёдорович Владимиров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для практических занятий по разделам 11-12 дисциплины «Математика» для студентов направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

Кафедра физики

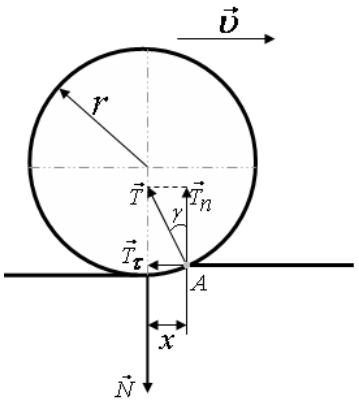
Студента/ки/ -го курса
Факультет_____
Группа_____
Ф.И.О._____

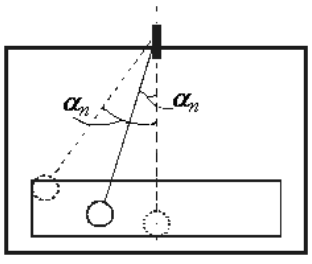
А.П. Пустовалов
М.Ю. Афанасьев
Т.О.Мишина

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ ПО ФИЗИКЕ №1

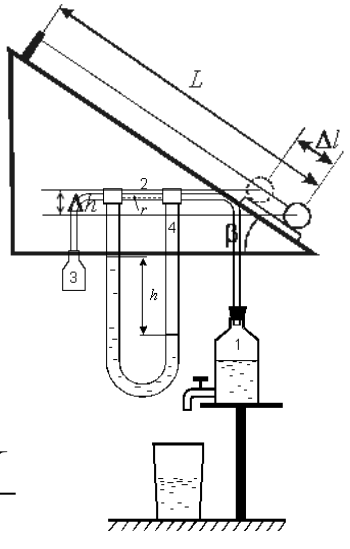
Методические материалы для самостоятельной работы студентов направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

1. **МЕХАНИКА.**
2. **МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА.**
3. **ЭЛЕКТРИЧЕСТВО.**





$$\eta = \frac{}{8\ l\ V}$$



$$T = 2\pi\sqrt{\frac{J}{m \cdot g \cdot l}}$$

$$\vec{\beta} = \frac{\vec{M}}{J}$$

Рязань 2024

Рабочая тетрадь обсуждена на заседании кафедры «Электротехника и физика» РГАТУ 20 марта 2024 г. (протокол № 8) и рекомендована к изданию.

Зав. кафедрой ЭиФ  _____ С.О. Фатьянов

О Г Л А В Л Е Н И Е *Стр.*

Механика

	Вводная лабораторная работа.	4
1.1	Определение коэффициента жесткости пружин.	8
1.2	Определение момента инерции физического маятника относительно центра тяжести.	11
1.3	Определение коэффициента трения качения.	13
1.4	Определение ускорения свободного падения при помощи математического маятника.	16

Молекулярная физика

2.1	Определение коэффициента вязкости жидкости методом Стокса.	17
2.2	Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости при помощи сталагмометра.	19
2.3	Определение отношения теплоемкости газа при постоянном давлении к теплоемкости газа при постоянном объеме по способу Клемана и Дезорма.	20
2.4	Определение коэффициента линейного расширения металлов.	23

Электродинамика

3.1	Исследование электростатического поля.	25
3.2	Изучение зависимости сопротивления металлов и полупроводников от температуры.	27
3.3	Определение сопротивления проводников мостиком Уитстона.	30
3.4	Исследование разветвлённых электрических систем.	33
	Задачи	36
	Справочные таблицы	54

Вводная лабораторная работа

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ТЕЛ

Измерить какую-либо физическую величину – значит сравнить ее с другой однородной физической величиной, принятой за единицу измерений.

Различают **прямые и косвенные** измерения физических величин. **Прямые** проводят при помощи инструмента (температура – термометром, напряжение – вольтметром и т.д.) **Косвенные** измерения – получение числовых значений измеряемой физической величины на основании результатов прямых измерений величин, связанных с данной некоторой зависимостью (измерение напряжения по силе тока и сопротивлению, плотности тела по массе и объему и т.д.).

Измерения принципиально не могут быть абсолютно точными. Погрешности, возникающие при измерениях, могут быть систематическими и случайными.

Систематические погрешности являются следствием неисправности прибора, ошибочности метода измерений и т.п.

Случайные погрешности непроизвольно вносятся экспериментатором вследствие несовершенства органов чувств, появляются из-за ограниченности точности прибора, вибраций, наводок и т.д. Эти погрешности подчиняются статистическим закономерностям и описываются теорией вероятностей. Увеличение числа измерений ведет к уменьшению случайных погрешности.

Вычисление случайных погрешностей прямых измерений

Погрешность измерения есть величина отклонения результата измерений от истинного значения измеряемой физической величины.

По теории погрешностей самым близким к истинному значению измеряемой физической величины a является ее среднее арифметическое $a_{ср}$.

$$a_{ср} = \frac{a_1 + a_2 + ... + a_n}{n}. \qquad (1)$$

Абсолютная погрешность – погрешность, выраженная в единицах измеряемой величины, находится как абсолютная величина разности между средним арифметическим и данным измерением. Обозначается греческой буквой Δ (дельта).

$$\Delta a_i = \left| a_{ср} - a_i \right|. \qquad (2)$$

Абсолютные погрешности отдельных измерений характеризуют точность каждого из измерений. Они могут иметь самые различные значения.

Среднюю абсолютную погрешность $\Delta a_{ср}$ находят как среднее арифметическое абсолютных погрешностей отдельных измерений Δa_i:

$$\Delta a_{ср} = \frac{\Delta a_1 + \Delta a_2 + ... + \Delta a_n}{n}. \qquad (3)$$

Конечный результат серии измерений одной какой–либо величины a принято записывать в виде: $a = a_{ср} \pm \Delta a_{ср}$. (4)

Относительная погрешность – погрешность, выраженная отношением среднего значения абсолютной погрешности к среднему значению измеряемой физической

величины. При необходимости относительная погрешность ε может быть выражена в процентах:

$$\varepsilon = \frac{\Delta a_{ср}}{a_{ср}} \cdot 100\% \qquad (5)$$

При проведении измерений значение этой погрешности не должно превышать 30% . Большее значение указывает на грубую погрешность или **промах.**

Измеряемые величины не могут быть определены с точностью лучшей, чем точность измерительного прибора. В этом случае погрешность измерения принимают равной точности измерительного прибора.

Если результаты всех измерений одинаковы или измерение производилось один раз, то за погрешности измерений принимают погрешности измерительных приборов.

Погрешности измерительных приборов

Точность измерительных инструментов, приборов принято оценивать величиной *приведенной погрешности* $\varepsilon_{пр}$, равной отношению максимальной абсолютной погрешности к верхнему пределу измерения для данного прибора (к пределу шкалы $a_м$):

$$\varepsilon_{пр} = \frac{\Delta a_M}{a_M} \cdot 100\% . \qquad (6)$$

Приведенная погрешность, выраженная в процентах, называется классом точности прибора. Всего ГОСТом установлено восемь классов точности для измерения электрических величин: *0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0*. Класс точности проставляется на шкале прибора. По известному классу точности из уравнения (6) можно найти максимальную абсолютную погрешность отдельного измерения:

$$\Delta a_M = \frac{\varepsilon_{пр}\% \cdot a_M}{100\%} . \qquad (7)$$

Например, вольтметр с классом точности $\varepsilon_{пр}$= *1,0* и шкалой до $U_м$ = *30 В* измеряет приложенное к нему напряжение с максимальной абсолютной погрешностью равной:

$$\Delta U_м = \frac{1\% \cdot 30B}{100\%} = 0{,}3B .$$

Это означает, что если результат измерения, например, U_1 = *15,2 В*, то истинное значение отличается от *15,2 В* не больше, чем на ΔU_M = *0,3 В*, т.е.

$U_1 = (15{,}2 \pm 0{,}3)B$ или в другой записи $\left|U_1 - 15{,}2(B)\right| \le 0{,}3(B)$.

Если на приборе не указан класс точности, то его максимальная абсолютная погрешность Δa_M принимается равной половине наименьшей цены деления (при дискретных отсчетах - цене деления) шкалы, используемой в данном измерении.

Например, при измерении линейкой с наименьшей ценой деления равной *1 мм* с точностью до *1 мм* максимальная абсолютная погрешность отдельного измерения равна: $\Delta a_м$ =*0,5 мм.* При измерении этой же линейкой количества сантиметров (без учета миллиметров) максимальная абсолютная погрешность отдельного измерения в этом случае равна: $\Delta a_м$ =*0,5 см.*

При измерении, например, времени секундомером с цифровым дискретным отсчетом с наименьшей ценой деления *0,1 с* максимальная абсолютная погрешность отдельного измерения в этом случае равна: $\Delta t_м$=*0,1 с. Относительная погрешность* ε отдельного измерения a_1 будет равна:

$$\varepsilon = \frac{\Delta a_M}{a_1} \cdot 100\% . \qquad (8)$$

Для рассмотренного выше примера измеренного напряжения $U_1 = 15{,}2\ B$ с максимальной абсолютной погрешностью вольтметра $\Delta U_M = 0{,}3\ B$ относительная погрешность ε этого измерения будет равна: $\varepsilon = \dfrac{0{,}3B}{15{,}2B} \cdot 100\% \approx 2\%.$

Вычисление погрешностей косвенных измерений

Часто физическая величина есть функция от нескольких прямых (измеряемых непосредственно) величин. Для определения абсолютной и относительной погрешности в этом случае пользуются методами дифференциального исчисления.

Погрешность косвенного измерения определяется через погрешности прямого измерения величин входящих в формулу по соответствующей ей расчетной формуле. Так, если

$У = X_1 + X_2 + X_3$ или $У = X_1 - X_2 - X_3$, то $\Delta У = (\Delta X_1 + \Delta X_2 + \Delta X_3)$,

т.е. абсолютная погрешность суммы (или разности) равна всегда сумме абсолютных погрешностей.

Сложнее найти формулу погрешностей для других, более сложных функций. В этом случае дифференциальное исчисление позволяет воспользоваться следующим приемом:

1. Логарифмируем левую и правую части заданной формулы.
2. Дифференцируем полученный результат.
3. Знак дифференциала d заменяем на знак погрешности Δ и все слагаемые записываем со знаком „+”.

Пример. $\rho = \dfrac{m}{V} = \dfrac{m}{a \cdot b \cdot c}$

1. $\ln\rho = \ln m - \ln a - \ln b - \ln c$
2. $\dfrac{d\rho}{\rho} = \dfrac{dm}{m} - \dfrac{da}{a} - \dfrac{db}{b} - \dfrac{dc}{c}$
3. $\dfrac{\Delta\rho}{\rho} = \dfrac{\Delta m}{m} + \dfrac{\Delta a}{a} + \dfrac{\Delta b}{b} + \dfrac{\Delta c}{c}$

Зная относительную погрешность ε, можно найти абсолютную случайную погрешность:

$$\varepsilon = \frac{\Delta\rho}{\rho} \quad \Rightarrow \quad \Delta\rho = \varepsilon \cdot \rho$$

В таблице 1 приведены формулы для нахождения абсолютных и относительных погрешностей для различных функций.

Таблица 1

№ п/п	*Функциональная зависимость*	*Абсолютная погрешность*	*Относительная погрешность*
1	$A = B + C$	$\Delta B + \Delta C$	$\dfrac{\Delta B + \Delta C}{B + C}$
2	$A = B - C$	$\Delta B + \Delta C$	$\dfrac{\Delta B + \Delta C}{B - C}$
3	$A = B \cdot C$	$\Delta B \cdot C + \Delta C \cdot B$	$\dfrac{\Delta B}{B} + \dfrac{\Delta C}{C}$
4	$A = B / C$	$(\Delta B \cdot C + \Delta C \cdot B) / C^2$	$\dfrac{\Delta B}{B} + \dfrac{\Delta C}{C}$
5	$A = B^n$	$n \cdot B^{n-1} \cdot \Delta B$	$n \cdot \Delta B / B$
6	$A = lg\ B$	$\dfrac{\Delta B}{B}$	$\dfrac{\Delta B}{B \cdot lg\ B}$

Методы обработки результатов физических измерений на примере измерения плотности тел

Цель работы: ознакомление с принципом работы штангенциркуля, микрометра, освоение современных методов обработки результатов измерений и порядка оформления отчета по проведенным исследованиям.

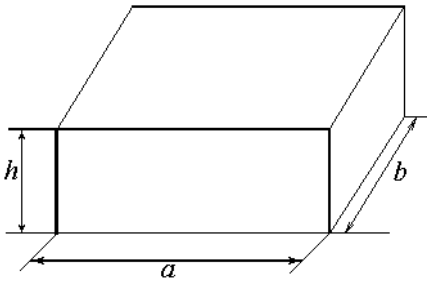
Оборудование: штангенциркуль, микрометр, весы, разновес, тело правильной формы.

В данной работе необходимо определить плотность твердого тела. Плотностью однородного твердого тела ρ называется физическая величина, численно равная массе единицы его объема:

$$\rho = \frac{m}{V},$$

где m – масса тела, V – объем тела.

Объектом измерения в работе служит сплошной правильный параллелепипед. Если его объем: $V = a \cdot b \cdot h$, то плотность $\rho = \frac{m}{\alpha bh}$



Длину a и ширину b тела измеряют штангенциркулем, высоту h – микрометром. Массу определяем взвешиванием.

1.Измерительные приборы.

Штангенциркуль:

Пределы измерения от_____до_____мм

Цена деления масштабной линейки (a)_____мм

Число делений на нониусе (n)_____

Цена деления нониуса ($\frac{a}{n}$)_____мм

Микрометр:

Пределы измерения от_____до_____мм

Цена деления линейной шкалы _____мм

Шаг винта (a) _____мм

Барабан разделен на (n)_____ частей

Цена деления нониуса ($\frac{a}{n}$)_____мм

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с измерительными инструментами. Определить цену деления шкалы. Установить погрешность данных инструментов.
2. Измерить линейные размеры измеряемого тела.
3. Определить массу с точностью до 0,1 г (данные занести в таблицу 2, измерения повторить не менее трех раз).
4. Рассчитать абсолютные погрешности прямых измерений.
5. Рассчитать плотность тела и погрешности измерений.

Таблица 2

№	*a*, *м*	Δ*a*, *м*	*b*, *м*	Δ*b*, *м*	*h*, *м*	Δ*h*, *м*	*m*, *кг*	Δ*m*, *кг*	ρ, *кг/м*^{3}	Δρ, *кг/м*^{3}	ε, %
1											
2											
3											
Ср											

Рассчитать плотность тела:

$$\rho_{ср} = \frac{m}{a_{ср} \cdot b_{ср} \cdot h_{ср}} =$$

6. Записать окончательный результат в виде: $\rho = \rho_{ср} \pm \Delta\rho_{ср}$

Контрольные вопросы

1. Прямые и косвенные измерения.
2. Абсолютная и относительная погрешности, определение их в прямых и косвенных измерениях.
3. Погрешности измерительных приборов.
4. Как определить цену деления нониуса.
5. Как измерять штангенциркулем и микрометром?
6. Что такое и от чего зависит плотность веществ?
7. Из каких материалов изготовлены исследуемые в работе тела.

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Лабораторные работы по МЕХАНИКЕ

Лабораторная работа № 1.1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА УПРУГОСТИ ПРУЖИН

Цель работы: определить коэффициент упругости каждой из 2-х пружин, а также коэффициент упругости системы пружин соединенных последовательно и параллельно.
Оборудование: штатив, пружины, груз, секундомер.

Краткая теория

Период колебаний ***T*** пружинного маятника определяется по формуле:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\,,. \quad \text{откуда} \quad k = m\frac{4\pi^2}{T^2}\,. \qquad (1)$$

где: ***m*** – масса груза, ***k*** – коэффициент упругости пружины (жесткость пружины).

Формула (1) является расчетной для определения ***k*** , как для отдельных пружин, так и для параллельно или последовательно соединенных пружин в систему. При этом полученные экспериментально значения для системы пружин можно проверить по формуле (2) и (3)**.**

Получим расчетные формулы для вычисления коэффициента упругости последовательно $k_{пос}$ или параллельно $k_{пар}$ соединенных двух пружин в систему с коэффициентами упругости k_1 и k_2.

По закону Гука (по модулю):

для первой пружины $F = k_1 x_1$, откуда $x_1 = F/k_1$;

для второй пружины $F = k_2 x_2$, откуда $x_2 = F/k_2$.

При последовательном соединении пружин на каждую из них действует одинаковая по величине сила F. Для системы 2-х пружин $F = k_{пос.} x$, откуда $x = F/k_{пос}$, где: x - общая деформация двух пружин, равная: $x = x_1 + x_2$.

Подставляя в последнее выражение значения x, x_1 и x_2, получаем:

$$\frac{1}{k_{пос}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \quad \text{или} \quad k_{пос} = \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2}. \qquad (2)$$

При параллельном соединении пружин общая деформация системы $x = x_1 = x_2$, а

$F = F_1 + F_2$ или $k_{пар.} x = k_1 x + k_2 x$.

Откуда: $k_{пар} = k_1 + k_2.$ (3)

Порядок выполнения работы

1 Записать в таблицу *1* массу груза *m*.

2 Повесить на штатив первую пружину с грузом и определить время t полных n колебаний, записать данные в таблицу *1* (n см. в таблице 5 по заданному преподавателем варианту). .

3 Выполнить опыт еще 2 раза, данные записать в таблицу *1*.

4 Вычислить период колебаний по формуле $T = t / n$.

5 Рассчитать по формуле (1) коэффициент упругости первой пружины k_1 и погрешности его измерений Δk_1 и ε.

6 Повторить опыт для второй пружины, данные занести в таблицу *2* и выполнить аналогично пунктам 4 и 5 все расчеты для k_2.

7 Соединить пружины последовательно (одну за другую). Выполнить опыт по пунктам 1-4 , записать данные в таблицу 3 и выполнить аналогично пунктам 4 и 5 все расчеты для $k_{посл}$.

8 Соединить пружины параллельно. Выполнить опыт по пунктам 1-4 и записать данные в таблицу 4 и выполнить аналогично пунктам 4 и 5 все расчеты для $k_{пар}$.

9 Для каждого значения k из таблиц 1-4 записать результат в виде: $k = k_{ср} \pm \Delta k_{ср}$.

Таблица 1

№	m, кг	t_1, с	n_1	T_1, с	k_1, Н/м	Δk_1, Н/м	ε_1, %
1							
2							
3							
Ср.		------		------			

$k_1 = k_{1ср} \pm \Delta k_{1ср} =$

Таблица 2

№	m, кг	t_2, с	n_2	T_2, с	k_2, Н/м	Δk_2, Н/м	ε_2, %
1							
2							
3							
Ср.		------		------			

$k_2 = k_{2ср} \pm \Delta k_{2ср} =$

Таблица 3

№	*m, кг*	$t_{3\,пос}$, *с*	n_3	$T_{3\,пос}$, *с*	$k_{\,пос}$, *Н/м*	$\Delta k_{пос}$, *Н/м*	$\varepsilon_{пос}$, *%*
1							
2							
3							
Ср.		------		------			

$k_{пос} = k_{пос_{ср}} \pm \Delta k_{пос_{ср}} =$

Таблица 4

№	*m, кг*	$t_{4\,пар}$, *с*	n_4	$T_{4\,пар}$, *с*	$k_{\,пар}$, *Н/м*	$\Delta k_{пар}$, *Н/м*	$\varepsilon_{пар}$, *%*
1							
2							
3							
Ср.		------		------			

$k_{пар} = k_{пар_{ср}} \pm \Delta k_{пар_{ср}} =$

10. Выполнить проверку $k_{пос}$ и $k_{пар}$ по формулам (2) и (3) для последовательного и параллельного соединений, подставляя вместо k_1 значение $k_{1\,ср,}$ а вместо k_2 - $k_{2\,ср}$ и сравнить полученные величины с их значениями в таблицах 3 и 4. Сделать вывод.

Теоретические значения:

$k_{пос} = \dfrac{k_{1ср} \cdot k_{2ср}}{k_{1ср} + k_{2ср}} =$

$k_{пар.} = \boldsymbol{k_{1ср} + k_{2ср}} =$

Экспериментальные значения:
(из таблиц 3 и 4)

$k_{\,пос} =$

$k_{\,пар} =$

Вариант	1	2	3	4	5	6	7
n	30	35	25	28	32	34	37

Контрольные вопросы

1. Формула периода колебаний пружинного маятника.
2. Вывести формулу коэффициента упругости пружин при последовательном и параллельном их соединении.
3. Закон Гука. Что ограничивает применение закона Гука?
4. Физический смысл коэффициента упругости, от чего он зависит?
5. Деформация растяжения-сжатия. Модуль Юнга (модуль упругости).
6. В чем заключаются особенности упругих свойств биологических тканей?

Литература

Грабовский Р.И. Курс физики / Р.И. Грабовский.– СПб.: «Лань», 2012. – 608 с.
Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник / А.Н.Ремизов.- 4-е изд., испр. и перераб.- М.: Высшая школа, 2013.- 648 с.

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Лабораторная работа № 1.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА ИНЕРЦИИ ФИЗИЧЕСКОГО МАЯТНИКА ОТНОСИТЕЛЬНО ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ

Цель работы: определить момент инерции физического маятника относительно оси вращения и относительно оси, проходящей через центр масс.

Оборудование: тело неправильной геометрической формы (физический маятник), секундомер, линейка, отвес.

Краткая теория

Используем тело неправильной геометрической формы в качестве физического маятника. Период колебания физического маятника T определяется уравнением:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{J}{m \cdot g \cdot l}}. \qquad (1)$$

Из этого уравнения определим момент инерции маятника относительно оси, проходящей через выбранную точку подвеса::

$$J = \frac{m \cdot g \cdot l \cdot T^2}{4\,\pi^2}, \qquad (2)$$

где: l - расстояние между точкой подвеса и центром тяжести,

m - масса физического маятника,

Искомый момент инерции J_0 относительно оси, проходящей через центр тяжести, по данным, определяющим моменты инерции относительно выбранных точек подвеса, находим из теоремы Штейнера:

$$J_0 = J - ml^2. \qquad (3)$$

Порядок выполнения работы

1. Записать в таблицу *1* массу маятника (указана на маятнике).
2. Найти положение центра тяжести. Для этого закрепить тело на подвесе и по отвесу провести мелом линию, то же повторить для другой точки подвеса. Точка пересечения этих линий дает положение центра тяжести.
3. Измерить линейкой расстояние l от точки исходного подвеса до центра тяжести тела *(точки подвеса задаются преподавателем)*.
4. Привести тело в колебательное движение, отклонив его на небольшой угол от положения равновесия, и секундомером измерить время t_1 для n_1=10 полных колебаний.
5. Опыт выполнить еще 2 раза, данные занести в таблицу 1.
6. Вычислить период колебаний по формуле $T_1 = t_1 / n_1$.
7. По расчетным формулам (2) и (3) определить момент инерции тела относительно оси вращения, например, J_1 и относительно центра тяжести J_0 и вычислить погрешности ΔJ_o и ε.
8. Проделать опыты по пунктам 1 – 7 для двух других точек подвеса, данные записать в табл.2 и 3.

Таблица 1 (Точка подвеса _____)

№	*m, кг*	l_1, *м*	t_1, *с*	n_1	T_1, *с*	J_1, *кг·м²*	J_0, *кг·м²*	ΔJ_o, *кг·м²*	ε_1, *%*
1									
2				*10*					
3									

Ср.		----	----		----				

№	*m, кг*	l_2, *м*	t_2, *с*	n_2	T_2, *с*	J_2, *кг·м²*	J_0, *кг·м²*	ΔJ_o, *кг·м²*	ε_2, *%*
1				*10*					
2									
3									
Ср.		----	----		----				

Таблица 2 (Точка подвеса _____)

Таблица 3 (Точка подвеса _____)

№	*m, кг*	l_3, *м*	t_3, *с*	n_3	T_3, *с*	J_3, *кг·м²*	J_0, *кг·м²*	ΔJ_o, *кг·м²*	ε_3, *%*
1				*10*					
2									
3									
Ср.		----	----		----				

9. Сравнить полученные значения $J_{0ср}$ в таблицах 1, 2 и 3, а значения J_1, J_2, J_3 между собой. Сделать вывод.

Сравнить между собой значения J_1, J_2, J_3 и между собой значения J_{01}, J_{02}, J_{03}.

$J_1 =$ $J_{01} =$

$J_2 =$ $J_{02} =$

$J_3 =$ $J_{03} =$

Вывод:

Вариант	1	2	3	4	5	6	7
n	10	12	15	10	15	10	12
оси (точки подвеса)	1,2,3	2,3,4	1,3,4	1,2,4	2,3,4	1,3,4	1,2,3

Контрольные вопросы

1. Дайте определение центра тяжести тела.
2. Что называется моментом инерции твердого тела? От каких факторов зависит и как вычисляется момент инерции твердого тела?
3. Записать и пояснить формулу для определения периода колебаний физического маятника.
4. Сформулировать и записать теорему Штейнера, привести примеры.
5. Примеры использования зависимости момента инерции тела от расположения оси вращения.

Литература

Грабовский Р.И. Курс физики / Р.И. Грабовский.– СПб.: «Лань», 2012. – 608 с.
Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник / А.Н.Ремизов.- 4-е изд., испр. и перераб.- М.: Высшая школа, 2013.- 648 с.

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Лабораторная работа № 1.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ КАЧЕНИЯ

Цель работы: экспериментальное определение коэффициента трения качения.
Оборудование: наклонный маятник, штангенциркуль, набор исследуемых образцов.

Краткая теория

При взаимодействии тел могут возникать силы трения. Различают трение покоя, скольжения и трение качения. Сила, препятствующая скольжению соприкасающихся тел друг относительно друга при их движении, называется силой трения скольжения. Трение качения возникает при движении тел с элементами цилиндра или шара по поверхности вращения. Все тела не сразу восстанавливают свою форму после снятия нагрузки.

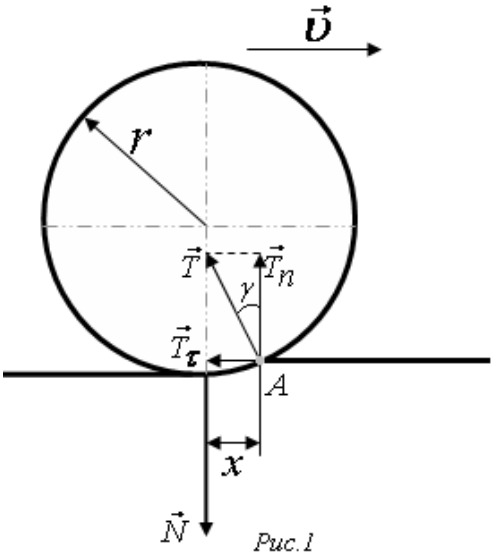


Рис.1
Силы, возникающие при трении качения

При движении тела сферической формы (рис.1) по горизонтальной плоскости линия действия силы реакции опоры $\boldsymbol{T}$ не совпадает с линией действия силы нормального давления $\boldsymbol{N}$, численно равной силе тяжести.

Силой *трения качения* $F_{тр}$ называют силу равную:
$$F_{тр} = f\frac{N}{r}, \qquad (1)$$
где f – *коэффициент трения качения,* физический смысл которого в данном случае следует из уравнения (1): $\boldsymbol{f}$ – это физическая величина, численно равная радиусу сферы $\boldsymbol{r}$, если $F_{тр} = N$.

Касательная составляющая $\boldsymbol{T_\tau}$ препятствует движению тела вперед и является силой трения качения $\boldsymbol{F_{тр}}$, которая равна (рис.1.6):

$$\boldsymbol{F_{тр} = T_\tau \approx T \cdot x / r}. \qquad (2)$$

Приравнивая левые части уравнений (1) и (2), получаем:
$$f\frac{N}{r} = T\frac{x}{r}, \quad откуда \quad fN = Tx.$$

С учетом того, что при малых углах γ $N \approx T$, то коэффициент трения качения $\boldsymbol{f}$ в данном случае равен: $\boldsymbol{f \approx x}$.

Преобразуем уравнение (1) для вычисления коэффициента трения качения $\boldsymbol{f}$ через величины, легко определяемые в эксперименте.

Если плоскость движения наклонена к горизонту под углом $\boldsymbol{\beta}$ (рис.2 – вид сбоку), то:
$$\boldsymbol{T \approx T_n = N = m \cdot g \cdot \cos\beta}. \qquad (3)$$

Уравнение (1) с учетом (3) принимает вид: $F_{тр} = f\dfrac{mg\cos\beta}{r}$. (4)

Силу $\boldsymbol{F_{тр}}$ и коэффициент трения качения $\boldsymbol{f}$ можно также найти, рассматривая процесс движения шарика по наклонной плоскости (рис.2). Если вывести шарик из положения равновесия, то он начнет перекатываться по плоскости, совершая затухающие колебания под действием силы трения. Измерение коэффициента трения качения основано на зависимости амплитуды колебаний от времени и величины силы трения между шариком и исследуемым образцом. Чем больше трение между шариком и образцом, тем быстрее затухают колебания.

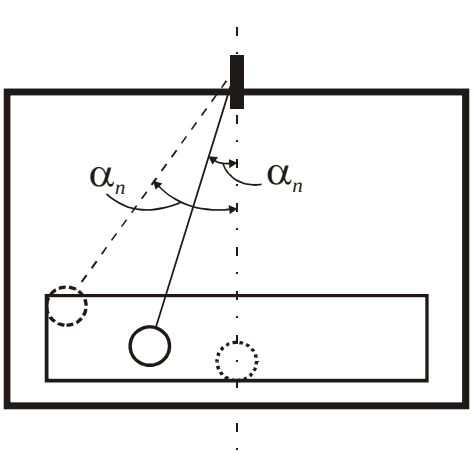


Рис.2 (вид спереди)

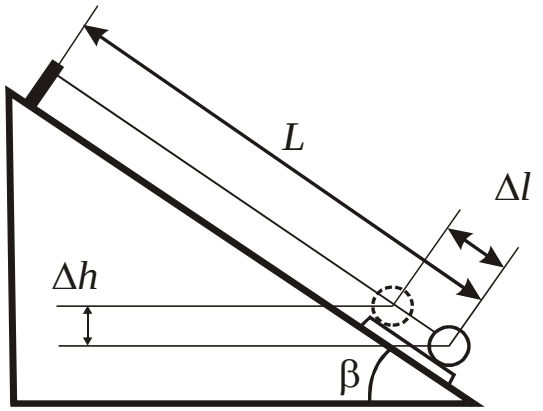


Рис.2 (вид сбоку)

Получим уравнение для экспериментального определения коэффициента трения качения ***f***

Работа сил трения качения на пути ***S*** равна изменению потенциальной энергии тела:

$$F_{тр} \cdot S = m \cdot g \cdot \Delta h, \qquad (5)$$

где Δh – изменение высоты шарика над горизонтом за n колебаний из рис.2.6 (вид сбоку) получаем: $h = \Delta l \cdot \sin\beta$, (6)

где β – угол наклона маятника; Δl - изменение положения маятника на наклонной плоскости из рис.2 (вид спереди) получаем в виде:

$$\Delta l = l\,Cos\alpha_n - l\,Cos\alpha_o = l\,(Cos\alpha_n - Cos\alpha_o). \qquad (7)$$

С учетом того, что при малых значениях угла α ($\alpha << 1$) величина $Cos\alpha$ равна:

$$Cos\alpha = \sqrt{1 - Sin^2\alpha} \approx \sqrt{1-\alpha^2} \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2},$$ тогда уравнение (7) принимает вид: $$\Delta l = l\left(\frac{\alpha_o^2 - \alpha_n^2}{2}\right). \qquad (8)$$

За n полных колебаний шарик пройдет путь ***S***:

$$S = 4n \cdot S_{ср}, \qquad (9)$$

где $S_{ср} \approx l \cdot \alpha_{ср}$ (10), l – длина маятника, а $\alpha_{ср.} = (\alpha_0 + \alpha_n) / 2$ - средний угол (в радианах) отклонения маятника от положения равновесия:

α_0 *(радиан)* $= \pi \cdot \alpha_0 / 180^o$ – начальный угол (в радианах) отклонения маятника от положения равновесия;

α_n *(радиан)* $= \pi \cdot \alpha_n / 180^o$ – угол (в радианах) отклонения маятника от положения равновесия после n колебаний.

Таким образом, окончательное выражение для расчета пути ***S*** получаем, подставив (10) в (9): $S = 4n \cdot l \cdot \alpha_{ср..} = 4nl\,(\alpha_o + \alpha_n)/2.$ (11)

Подставляя полученные выражения (4, 11, 6 с учетом 8) в формулу для работы сил трения качения (5), имеем:

$$\frac{f \cdot m \cdot g \cdot \cos\beta \cdot 4 \cdot n \cdot l(\alpha_o + \alpha_n)}{2r} = \frac{m \cdot g \cdot l(\alpha_0^2 - \alpha_n^2)\sin\beta}{2}.$$

Из последнего равенства получаем формулу для расчета коэффициента трения качения:

$$f = \frac{r(\alpha_o - \alpha_n)tg\beta}{4n}. \qquad (12)$$

Порядок выполнения работы

1. Установить исследуемый образец (пластину *№1*) на наклонную плоскость.
2. Измерить радиус шарика штангенциркулем.

3. Наклонить плоскость колебаний наугол β (берется из таблицы 3 по номеру варианта, заданного преподавателем).
4. Отклонить шарик от положения равновесия на угол α_o (берется из таблицы 3).
5. После *n* колебаний (*n* берется из таблицы 3) записать значения α_n (в радианах):

$$\alpha \text{ (радиан)} = \pi\, \alpha_n / 180^o \text{ , т.е.: } \quad \alpha \text{ (радиан)} \approx 0{,}0174 \cdot \alpha^o .$$

6. Повторить пункты 4,5 еще 4 раза, записывая данные в таблицу 1.
7. Вычислить по формуле (12) коэффициент трения качения *f*.
8. Вычислить погрешности его измерений Δf и ε.
9. Установить исследуемый образец (пластину *№2*) на наклонную плоскость.
10. Повторить пункты 1-8, записывая данные в таблицу*2*.
11. Записать окончательные результаты для каждой пластины в виде: $f = f_{cp} \pm \Delta f_{cp}$. Сделать выводы.

Таблица 1 (Пластина из материала _____)

№	β	$tg\beta$	*r, м*	α_o, *рад*	α_n, *рад*	*n*	*f, м*	Δf, *м*	ε, %
1									
2									
3									
4									
5									
Ср.	----	----	-----	-----	----	----			

Таблица 2 (Пластина из материала _____)

№	β	$tg\beta$	*r, м*	α_o, *рад*	α_n, *рад*	*n*	*f, м*	Δf, *м*	ε, %
1									
2									
3									
4									
5									
Ср.	----	----	----	----	----	----			

Таблица 3

Вариант	1	2	3	4	5	6	7
β	30^0	45^0	30^0	30^0	45^0	30^0	45^0
α_o	15^0	15^0	10^0	12^0	10^0	12^0	12^0
n	6	6	5	6	5	5	5

Контрольные вопросы

1. Физическая природа сил трения. Виды трения.
2. Объяснить методику определения коэффициента трения качения.
3. Вывести расчетную формулу для определения коэффициента трения качения в данной работе.
4. Факторы, определяющие величину коэффициента трения.
5. Какое значение имеют силы трения для живых организмов?

Литература

Грабовский Р.И. Курс физики / Р.И. Грабовский.– СПб.: «Лань», 2012. – 608 с.

Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник / А.Н.Ремизов.- 4-е изд., испр. и перераб.- М.: Высшая школа, 2013.- 648 с..

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Лабораторная работа № 1.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСКОРЕНИЯ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА

Цель работы: экспериментальное определение ускорения свободного падения.
Оборудование: математический маятник, секундомер.

Краткая теория

Ускорение свободного падения под действием силы тяжести можно определить при исследовании колебаний математического маятника. Период колебаний математического маятника определяется по формуле:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}\,, \qquad (1)$$

где: $\boldsymbol{l = l_1 - d/2}$ – расстояние от точки подвеса до центра масс маятника (длина маятника), где $\boldsymbol{l_1}$ - расстояние от точки подвеса до нижней точки шарика; $\boldsymbol{d}$ - диаметр шарика.

Тогда расчеты из формулы (1) по определению квадратов периодов колебаний маятников двух различных длин l_1 и l_2 определятся как:

$$T_1^{\,2} = 4\pi^2\,\frac{l_1 - \frac{d}{2}}{g} \qquad\qquad T_2^{\,2} = 4\pi^2\,\frac{l_2 - \frac{d}{2}}{g}$$

Решая совместно два последних уравнения для разных длин подвеса, получаем уравнение для вычисления ускорения свободного падения в виде:

$$g = \frac{4\pi^2(l_1 - l_2)}{T_1^{\,2} - T_2^{\,2}}\,. \qquad (2)$$

Порядок выполнения работы

1. Установить длину маятника $\boldsymbol{l_1}$ до нижней точки шарика ($\boldsymbol{l_1}$ берется из таблицы 2 по номеру варианта, заданного преподавателем).
2. Отклонить маятник от положения равновесия на небольшой угол ($5 - 6^0$) и секундомером измерить время $\boldsymbol{t_1}$ для $\boldsymbol{n_1}$ полных колебаний ($\boldsymbol{n_1}$ берется из таблицы 2).
3. Опыт повторить еще 2 раза, результаты занести в таблицу 1.
4. Установить новую длину маятника $\boldsymbol{l_2}$ ($\boldsymbol{l_2}$ берется из таблицы 2). Определить время $\boldsymbol{t_2}$ для $\boldsymbol{n_2}$ полных колебаний ($\boldsymbol{n_2}$ берется из таблицы 2)..
5. Опыт повторить еще 2 раза, результаты занести в таблицу 1.
6. Рассчитать периоды колебаний $\boldsymbol{T_1 = t_1 / n_1}$ и $\boldsymbol{T_2 = t_2 / n_2}$.
7. По расчетной формуле (2) вычислить ускорение свободного падения и погрешности его измерений.
8. Записать окончательный результат в виде: $g = g_{ср} \pm \Delta g_{ср}$.

Таблица 1

№	l_1, *м*	l_2, *м*	$l_1 - l_2$, *м*	t_1, *с*	n_1	T_1, *с*	t_2, *с*	n_2	T_2, *с*	g, *м/с²*	Δg, *м/с²*	ε, %
1												
2												
3												

Ср	----	----	----	----		----	----		----			

Таблица 2

Вариант	1	2	3	4	5	6	7
l_1, *м*	1,3	1,5	1,3	1,0	1,3	1,3	1,5
l_2, *м*	0,5	0,5	0,3	0,10	0,5	0,3	0,5
n_1	50	50	50	50	40	40	40
n_2	40	40	40	50	50	50	40

Контрольные вопросы

1. Какое движение называется колебательным?
2. Записать и пояснить уравнение гармонических колебаний.
3. Записать формулу для определения периода колебаний математического маятника.
4. Вывести расчетную формулу для определения ускорения свободного падения в данной работе. От каких факторов зависит ускорение свободного падения.
5. Сила тяжести, вес тела, невесомость, перегрузки (пояснить рисунками).
6. Как влияют состояния невесомости и перегрузки на живые организмы?

Литература

Грабовский Р.И. Курс физики / Р.И. Грабовский.– СПб.: «Лань», 2012. – 608 с.
Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник / А.Н.Ремизов.- 4-е изд., испр. и перераб.- М.: Высшая школа, 2013.- 648 с.

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Лабораторные работы по МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ

Лабораторная работа № 2.1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ МЕТОДОМ СТОКСА

Цель работы: экспериментальное определение коэффициента вязкости жидкости методом Стокса.

Оборудование: стеклянная трубка с касторовым маслом, дробинки, микрометр, секундомер, линейка.

Краткая теория

Коэффициент вязкости (внутреннего трения) жидкости можно определить по формуле Стокса, измеряя скорость падения шарика в этой жидкости.

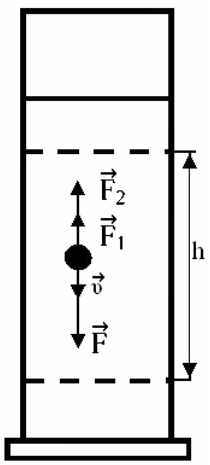


Рис.1

Весь процесс падения шарика состоит из нескольких участков. На начальном участке скорость движения шарика возрастает (если его опускают в жидкость без начальной скорости), но по мере увеличения скорости сила сопротивления также возрастает и наступает такой момент, когда сила тяжести уравновешивается суммой сил Архимеда и трения (силой Стокса) и на этом участке движение становится равномерным со скоростью $\upsilon = l / t = \text{const}$.

При падании шарика в жидкости на него действуют три силы: сила тяжести: $F = mg$, сила Архимеда: $F_1 = \rho_ж g V$, сила сопротивления движению (сила трения): $F_2 = 6\pi\eta r\upsilon$.

Здесь $m = \rho V$ - масса шарика плотностью ρ и объемом V; $\rho_ж$ – плотность жидкости, вытесненной шариком объем V; g - ускорение свободного падения; η – коэффициент вязкости; r - радиус шарика, υ- скорость его падения.

Так как движение равномерное (ускорение равно нулю), то по второму закону Ньютона векторная сумма всех сил на этом участке будет равна нулю, т. е.: $\vec{F} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0$, а проекция этих сил на вертикально направленную вниз ось равна: $F - F_1 - F_2 = 0$. Подставив значения этих сил, получаем:

$$mg - \rho_ж gV - 6\pi\eta r\upsilon = 0.$$

Учитывая, что объем шарика $V = 4/3\ \pi r^3 = \pi d^3/6$, скорость $\upsilon = l / t$, а его масса $m = \rho V$, то коэффициент вязкости η равен:

$$\eta = \frac{(\rho - \rho_ж) g d^2 t}{18 l} \qquad (1)$$

Порядок выполнения работы

1. Измерить микрометром диаметр шарика d.
2. Измерить линейкой расстояние l между метками на стеклянной трубке.
3. Опустить дробинку в стеклянную трубку и секундомером измерить время ее движения t между метками с расстоянием l.
4. Опыт повторить еще 4 раза.
5. Рассчитать по формуле (1) коэффициент внутреннего трения η и погрешности его измерения. Данные занести в таблицу 1. Записать окончательный результат: $\eta = \eta_{ср} \pm \Delta\eta_{ср}$.

Примечание. Плотность шарика (свинца) $\rho = 11{,}3 \cdot 10^3$ кг/м^3; жидкости - $\rho_ж = 0{,}9 \cdot 10^3$ кг/м^3 (если не оговариваются другие данные).

Поскольку коэффициент внутреннего трения зависит от температуры, то, производя опыт, следует записать температуру, при которой получены данные: $t =$ _____ ^oC.

Таблица 1

№	d, м	l, м	t, с	η, Па·с	Δη, Па·с	ε, %
1						
2						
3						
4						
5						
Ср.	----	----	----			

Рассчитать по формуле (1) коэффициент внутреннего трения:

$$\eta_1 = \frac{(\rho - \rho_ж) g d_1^2 t_1}{18 l} =$$

$\Delta\eta_1 = |\eta_{ср} - \eta_1| =$ $\qquad$ $\varepsilon = \dfrac{\Delta\eta_{ср}}{\eta_{ср}} \cdot 100\% =$

Данные занести в таблицу.

Записать окончательный результат: $\eta = \eta_{ср} \pm \Delta\eta_{ср} =$

Контрольные вопросы

1. Какие силы называют силами внутреннего трения и как они направлены?
2. Как зависит сила внутреннего трения от градиента скорости и площади слоя?
3. Физический смысл коэффициента внутреннего трения (коэффициента вязкости). От чего он зависит?

4. Вывести расчетную формулу для вычисления коэффициента вязкости в данной работе.
5. Механизмы вязкости в жидкостях и газах.
6. Вязкость биологических жидкостей.

Литература

Грабовский Р.И. Курс физики / Р.И. Грабовский.– СПб.: «Лань», 2012. – 608 с.
Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник / А.Н.Ремизов.- 4-е изд., испр. и перераб.- М.: Высшая школа, 2013.- 648 с.

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Лабораторная работа № 2.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ ПРИ ПОМОЩИ СТАЛАГМОМЕТРА

Цель работы: экспериментальное определение коэффициента поверхностного натяжения спирта при помощи сталагмометра.
Оборудование: штатив со сталагмометром, стакан, пробирки с водой и спиртом.

Краткая теория

Образование капель при вытекании жидкости из малого отверстия объясняется действием сил поверхностного натяжения. В момент отрыва капли сила тяжести $F_т$ равна численно силе поверхностного натяжения $F_н$, т.е.: $F_т = F_н$. (1)

Так как $F_т = mg$, а $F_н = \sigma l$; (здесь $l = 2\pi r$ - длина контура), тогда уравнение (1) можно записать в виде: $2\pi r \sigma = m g$, (2)

где m – масса капли; r - радиус перетяжки капли в момент её отрыва.

Коэффициент поверхностного натяжения σ из уравнения (2) точно определить по силе тяжести одной капли и радиусу её перетяжки достаточно трудно.

Поэтому используют метод сравнения исследуемой жидкости с эталонной.

В качестве эталонной жидкости возьмем воду с известным коэффициентом $\sigma_э$. Поскольку значение $\sigma_э$ существенно зависит от температуры, то в таблице 1 приведены её значения при различных значениях температуры.

Таблица 1

$t, {}^0C$	12	14	16	18	20	22	24
$\sigma_э$, *Н/м*	$73{,}7 \cdot 10^{-3}$	$73{,}4 \cdot 10^{-3}$	$73{,}1 \cdot 10^{-3}$	$72{,}8 \cdot 10^{-3}$	$72{,}5 \cdot 10^{-3}$	$72{,}2 \cdot 10^{-3}$	$71{,}9 \cdot 10^{-3}$

Вместо определения массы капель, подсчитаем их количество при вытекании одного и того же объема V жидкости. Тогда массу жидкости $m_ж$ можно выразить через плотность и её объем как $m_ж = \rho V$, а массу одной капли как $m = \rho V / n$ (n – число капель).

В этом случае условие (1) отрыва капли запишется в виде:

для эталонной жидкости - $2\pi r \sigma_э = \rho_э V g / n_э$,

для исследуемой жидкости - $2\pi r \sigma = \rho V g / n$

Поделив почленно одно уравнение на другое, получаем: $\dfrac{\sigma}{\sigma_э} = \dfrac{n_э \rho}{n \rho_э}$

Откуда искомое поверхностное натяжение σ, в данном случае для спирта, определится как:

$$\sigma = \sigma_э \frac{n_э \rho}{n \rho_э}, \qquad (3)$$

где $\rho = 800$ *кг/м*^{3} и $\rho_э = 1000$ *кг/м*^{3} плотности спирта и воды соответственно.

Порядок выполнения работы

1. Налить в сталагмометр эталонную жидкость – воду. Отрегулировать вытекание воды в виде капель.
2. Подсчитать число капель $n_э$ воды в определенном объеме (от 1 до 3 мл – по указанию преподавателя)
3. Повторить опыт еще 2 раза.
4. Проделать аналогичные операции с исследуемой жидкостью (объем брать тот же, который задан для эталонной жидкости!)
5. Рассчитать коэффициент поверхностного натяжения σ по формуле (3) и погрешности его измерения. Результаты занести в таблицу 2.
6. Окончательный результат записать в виде: $\sigma = \sigma_{ср} \pm \Delta\sigma_{ср}$.

Таблица 2

№	$\sigma_э$,Н/м	$n_э$	n	σ, Н/м	$\Delta\sigma$, Н/м	ε, %
1						
2						
3						
Ср.	----	----	----			

Вариант	1	2	3	4	5	6	7
V, мл	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5

Контрольные вопросы

1. Объясните природу сил поверхностного натяжения.
2. Какие силы называются силами поверхностного натяжения? Как они направлены?
3. Коэффициент поверхностного натяжения, его физический смысл. От чего он зависит?
4. Вывести расчетную формулу (3) данной работы.
5. Избыточное давление под искривленной поверхностью жидкости, формула Лапласа.
6. Капиллярные явления, высота поднятия или опускания жидкости в капиллярах.
7. Значение сил поверхностного натяжения для растений, живых организмов.

Литература

Грабовский Р.И. Курс физики / Р.И. Грабовский.– СПб.: «Лань», 2012. – 608 с.
Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник / А.Н.Ремизов.- 4-е изд., испр. и перераб.- М.: Высшая школа, 2013.- 648 с.

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Лабораторная работа № 2.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ ТЕПЛОЕМКОСТИ ГАЗА ПРИ ПОСТОЯННОМ ДАВЛЕНИИ К ТЕПЛОЕМКОСТИ ГАЗА ПРИ ПОСТОЯННОМ ОБЪЕМЕ ПО СПОСОБУ КЛЕМАНА И ДЕЗОРМА

Цель работы: экспериментальное определение $\gamma = C_p/C_v$ (показателя адиабаты).
Оборудование: лабораторная установка в виде стеклянного теплоизолированного сосуда с нагнетательным насосом и водяным манометром.

Краткая теория

В зависимости от условий осуществления процессов в газах различают: изотермический, изохорический, изобарный, адиабатический процесс.

Поставленную задачу целесообразно решить с помощью адиабатического процесса.

Под адиабатическим процессом понимают процесс сжатия или расширения газа без теплообмена с окружающей средой. Практически такой процесс можно осуществить, совершая расширение или сжатие газа очень быстро или при условии, что потери тепла очень малы по сравнению с теплом, образующимся в системе, а также, если система хорошо теплоизолирована.

Состояние газа при адиабатическом процессе может быть представлено уравнением Пуассона: $pV^{\gamma} = const$ или $TV^{\gamma-1} = const$, или $\frac{p^{\gamma-1}}{T^{\gamma}} = const.$

где: $\gamma = C_p / C_v$ – искомая величина - показатель адиабаты ($\gamma > 1$);

C_p – теплоемкость газа при постоянном давлении,

C_v - теплоемкость газа при постоянном объеме, T – абсолютная температура.

p - давление газа; V- объем, занимаемый газом; $C_p = C_v + R$ - уравнение Майера.

Величину γ можно определить с помощью прибора Клемана-Дезорма, состоящего из баллона с воздухом, насоса и манометра. Представим графически (рис.1) изменения давления и температуры в сосуде относительно первоначального состояния: давление – атмосферное $p_{ат}$, температура - комнатная $T_{ком}$. Метод заключается в следующем. В некоторый сосуд, снабженный открытым манометром для измерения давления в этом сосуде и краном для соединения воздуха в сосуде с атмосферой, накачивают, при открытом кране, немного воздуха. На графиках (рис.1) давления и температуры этому соответствует участок 0-1.

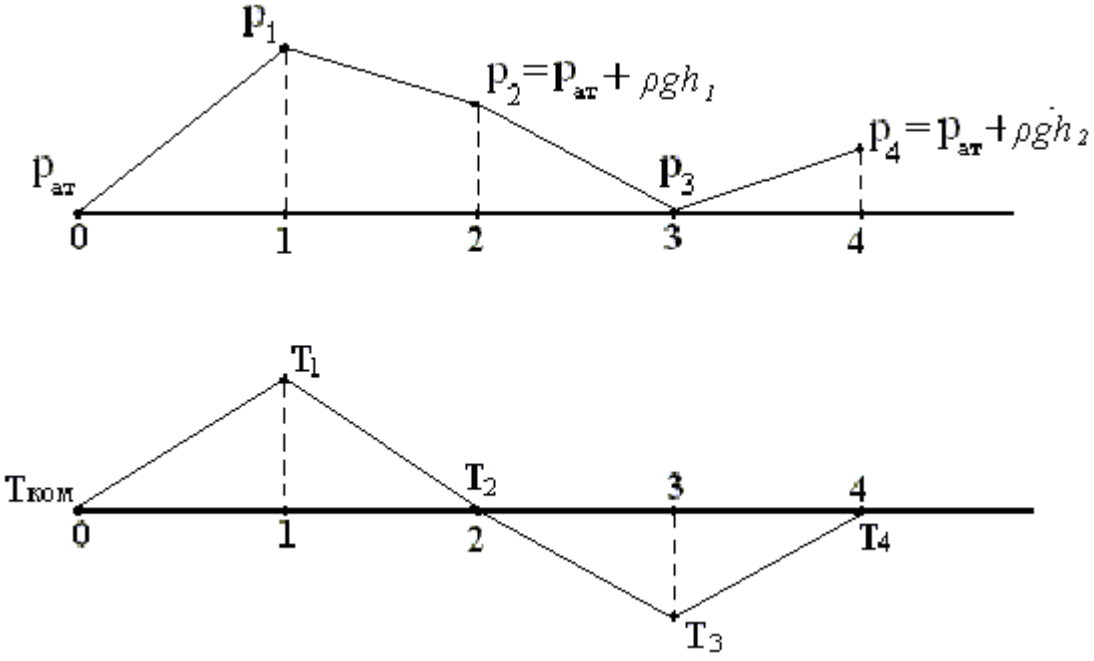


Рисунок 1

Участок 0-1 – подготовительный процесс. При нагнетании воздуха в баллон совершается работа, при этом увеличивается внутренняя энергия газа, а следовательно

повышается температура и становится выше комнатной $T_1 > T_{ком}$. Давление станет выше атмосферного

$p_1 > p_{ат}$.

Участок 1-2 – изохорический процесс (изохорическое охлаждение). Закрываем кран. Происходит теплообмен с окружающей средой, температура воздуха в баллоне понижается до тех пор, пока не станет равней комнатной $T_2 = T_{ком}$. Давление при этом понижается, но остается выше атмосферного на величину $\rho g h_1$: $p_2 = p_{am} + \rho g h_1$.

Участок 2-3 – адиабатический процесс (адиабатическое расширение). Открываем кран и закрываем его в тот момент, когда давление в сосуде станет равным атмосферному (причем сделать это надо достаточно быстро, чтобы теплообменом, происходящим за это время через стенки сосуда, можно было пренебречь), при этом произойдет адиабатическое расширение оставшейся части газа в сосуде. Давление газа станет равным атмосферному $p_3 = p_{ат}$, температура вследствие адиабатического расширения будет ниже комнатной $T_3 < T_{ком}$.

Участок 3-4 – изохорический процесс (изохорическое нагревание). Происходит теплообмен с окружающей средой, при котором температура газа повышается до уровня комнатной $T_4 = T_{ком}$. С повышением температуры давление увеличивается и становится выше атмосферного на величину $\rho g h_2$: $p_4 = p_{am} + \rho g h_2$.

Переход газа из состояния 2 в состояние 3 происходит адиабатически и подчиняется уравнению Пуассона (1), которое в этом случае удобно записать в виде:

$$\frac{p_2^{\gamma-1}}{T_2^{\gamma}} = \frac{p_3^{\gamma-1}}{T_3^{\gamma}}. \qquad (1)$$

Переход из 3 состояния в 4 описывается уравнением Гей-Люссака:

$$\frac{p_3}{T_3} = \frac{p_4}{T_4} \qquad (2)$$

Учитывая, что $T_4 = T_{ком}$, $p_3 = p_{am}$ и решая уравнения (1) и (2) получим:

$$\left(\frac{p_2}{p_{am}}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{p_4}{p_{am}}\right)^{\gamma}.$$

Подставляя в это равенство значения давлений $p_2 = p_{am} + \rho g h_1$ и $p_4 = p_{am} + \rho g h_2$, получим:

$$\left(1+\frac{\rho g h_1}{p_{am}}\right)^{\gamma-1} = \left(1+\frac{\rho g h_2}{p_{am}}\right)^{\gamma}.$$

В условиях опыта $\frac{\rho g h_1}{\delta_{\grave{a}\grave{o}}}$ и $\frac{\rho g h_2}{\delta_{\grave{a}\grave{o}}}$ значительно меньше единицы, поэтому с высокой точностью можно ограничиться лишь двумя первыми членами биномов этих уравнений, что дает:

$$1+\frac{\rho g h_1}{p_{am}}(\gamma-1) \approx 1+\frac{\rho g h_2}{p_{am}}\gamma.$$

Отсюда γ равно:

$$\gamma = \frac{C_p}{C_V} \approx \frac{h_1}{h_1 - h_2}.$$

Порядок выполнения работы

1. Открыть кран и накачать воздух в баллон до разности уровней в коленах манометра 20 – 25 см и закрыть кран.
2. Через несколько минут, когда наступит равновесное состояние (т.е. когда движение столбика жидкости почти остановится) определить разность уровней воды в коленах манометра h_1.

3. На короткое время открыть кран (уровни жидкости в коленах сравняются), кран закрыть.
4. Через несколько минут, когда наступит равновесное состояние (т.е. когда движение столбика жидкости почти остановится) определить разность уровней воды в коленах манометра h_2.
5. Опыт по пунктам 1-5 повторить еще 4 раза, записывая значения h_1 и h_2, в таблицу 1, определяя γ и погрешности её измерения.
6. Окончательный результат записать в виде: $\gamma = \gamma_{ср} \pm \Delta\gamma_{ср}$.
7. Найти теоретическое значение $\boldsymbol{\gamma_{теор} = (i+2) / i}$, считая воздух двухатомным газом с числом степеней свободы $\boldsymbol{i=5}$. Сравнить полученное значение с экспериментальным, сделать вывод.

Таблица 1

№	h_1, *см*	h_2, *см*	γ	$\Delta\gamma$	ε, %
1					
2					
3					
4					
5					
Ср.	----	----			

Контрольные вопросы

1. Первое начало термодинамики. Описать изопроцессы, происходящие в работе.
2. Уравнение Менделеева-Клапейрона, физический смысл величин в данном уравнении.
3. Дать определение теплоемкости тела, удельной и молярной теплоемкостей.
4. Записать уравнение Майера, дать понятие числа степеней свободы молекул.
5. Какой процесс называется адиабатическим? Уравнение Пуассона.
6. Получить расчетную формулу для вычисления γ в данной работе.
7. Первое начало термодинамики по отношению к живым организмам.

Литература

Грабовский Р.И. Курс физики / Р.И. Грабовский.– СПб.: «Лань», 2012. – 608 с.
Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник / А.Н.Ремизов.- 4-е изд., испр. и перераб.- М.: Высшая школа, 2013.- 648 с.

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Лабораторная работа № 2.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЛИНЕЙНОГО РАСШИРЕНИЯ МЕТАЛЛОВ

Цель работы: экспериментальное определение коэффициента линейного расширения металлов.

Оборудование: нагревательный прибор, пробирка, исследуемые металлические стержни, штангенциркуль, термометр.

Краткая теория

Все металлы при изменении температуры изменяют как линейные, так и объемные размеры, т.к.амплитуда колебаний узлов кристаллической решетки изменяется. Если при t_1 линейный размер равен $l_1 = l_0 (1 + \alpha t_1)$, а при t_2 равен $l_2 = l_0 (1+\alpha t_2)$, (здесь l_0 - длина при 0^oC), то, поделив одно уравнение на другое, получаем:

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{1+\alpha t_1}{1+\alpha t_2}. \qquad (1)$$

Откуда коэффициент линейного расширения α определится как:

$$\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1 t_2 - l_2 t_1} \approx \frac{l_2 - l_1}{l_1(t_2 - t_1)} = \frac{\Delta l}{l_1(t_2 - t_1)}, \qquad (2)$$

так как в знаменателе можно взять $l_2 \approx l_1$.

Из уравнения $l = l_0 (1 + \alpha t)$ величина $\Delta l = l_o \alpha \Delta t = l_o \alpha \Delta T$, так как $\Delta t = \Delta T$.

Тогда величина $\alpha = \frac{\Delta l}{l_o \cdot \Delta T}$, т.е. коэффициент линейного расширения α – это физическая величина, численно равная величине обратной температуре (*1/К* или *1/ °С*) при $\frac{\Delta l}{l_o} = 1$. Величина α зависит от рода и состояния вещества.

Порядок выполнения работы

1. Пробирку на 3/4 объема заполнить водой комнатной температуры t_1.
2. Измерить штангенциркулем длину стержня при комнатной температуре.
3. Осторожно опустить стержень в пробирку с водой, записать в таблицу 1 значение комнатной температуры воды t_1.
   1. Пробирку с испытуемым стержнем через резиновую прокладку и отверстие в крышке прибора ввести в нагреватель.
5. Оттянуть шток индикатора вверх и опустить его в углубление на торце стержня.
8. Определить цену деления «С» индикатора и установить его на нулевую отметку (*0*).
9. Включить прибор в сеть.
10. При закипании воды испытуемый образец принимает температуру кипящей жидкости $t_2 = 100\ ^0C$.
11. После того, как стрелка индикатора перестанет перемещаться, выключить питание прибора и измерить удлинение стержня Δl путем умножения цены деления «*С*»индикатора на число делений «*n*», т.е. $\Delta l = C \cdot n$. Повторить эти операции для другого образца.
12. По формуле (2) вычислить $\boldsymbol{\alpha}$.
13. Оценить погрешности измерений величин $\boldsymbol{\alpha}$ для алюминия, бронзы и стали ($\Delta\boldsymbol{\alpha}$ и $\boldsymbol{\varepsilon}$) по сравнению с их табличными значениями $\boldsymbol{\alpha_{табл}}$. (см. их значения ниже):

$$\Delta\alpha = / \alpha_{табл} - \alpha / \qquad и \qquad \varepsilon = \frac{\Delta\alpha}{\alpha_{табл}} \cdot 100\%.$$

14. Сравнить полученные значения α с их теоретическими значениями $\alpha_{табл}$, сделать вывод. *Табличные значения* $\alpha_{табл}$: для алюминия $\alpha_{табл} = 2{,}3 \cdot 10^{-5}$ *1/К*, для стали $\alpha_{табл} = 1{,}2 \cdot 10^{-5}$ *1/К*, для меди $\alpha_{табл} = 1{,}7 \cdot 10^{-5}$ *1/К*.

Таблица 1

Материал стержня	t_1, °С	t_2, °С	l_1, *м*	*n*	Δl, *м*	α, *1/К*	$\Delta\alpha$, *1/ К*	ε, %
Алюминий								
Сталь								
Медь								

Контрольные вопросы

1. Объяснить процесс расширения тел с точки зрения молекулярно-кинетической теории.
2. Физический смысл коэффициента линейного расширения, единицы его измерения.

3. От чего зависит коэффициент линейного расширения?
4. Вывести расчетную формулу для вычисления α в данной работе.
2. Особенности теплового расширения воды. Значение этого феномена для живых организмов.

Литература

Грабовский Р.И. Курс физики / Р.И. Грабовский.– СПб.: «Лань», 2012. – 608 с.
Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник / А.Н.Ремизов.- 4-е изд., испр. и перераб.- М.: Высшая школа, 2013.- 648 с.

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Э Л Е К Т Р О Д И Н А М И К А

Лабораторная работа №3.1

Исследование электростатического поля

Цель работы: определение напряженности электростатического поля по эквипотенциальным линиям этого поля.
Оборудование: осциллограф, вольтметр, реостат, источник постоянного тока, металлические электроды, лист бумаги, проводники, изолированная подставка, вода, зонд.

Краткая теория

Неподвижный заряд создаёт в окружающем пространстве электростатическое поле, которое характеризуется в любой точке этого пространства вектором напряжённости $\vec{E}$ и значением электростатического потенциала φ.

Напряженностью электрического поля $\vec{E}$ называется физическая векторная величина равная силе, с которой поле действует на положительный единичный точечный заряд, помещенный в данную точку поля.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q},$$

Напряженность $\vec{E}$ характеризует силовое действие поля на вносимые в него электрические заряды.

Потенциалом φ данной точки электрического поля называется физическая скалярная величина, численно равная отношению работы A, совершенной электрическим полем по перемещению положительного точечного заряда q из данной точки поля в бесконечность к величине этого заряда (или потенциальной энергии W положительного единичного точечного заряда, помещенного в данную точку), т.е.: $\varphi = \frac{A}{q}$ или $\varphi = \frac{W}{q}$

Потенциал φ является энергетической характеристикой электрического поля.

Электростатическое поле в каждой своей точке может быть описано и с помощью напряженности $\vec{E}$ и с помощью потенциала φ, поэтому между этими величинами существует определенная связь (для трехмерного пространства): $\vec{E} = -grad\varphi$.

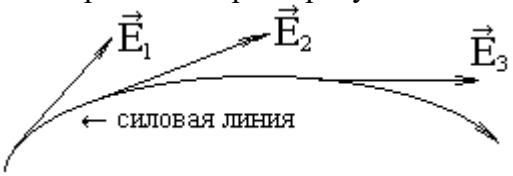
Градиент потенциала $grad\varphi$ – это вектор, указывающий направление наиболее быстрого возрастания потенциала и численно равный изменению потенциала на единицу длины этого направления.

Для одномерного случая (например, для оси X в скалярной форме):

$$E = -\frac{d\varphi}{dx} \quad .$$

Более наглядным является предложенный М.Фарадеем метод изображения электрических полей с помощью *силовых линий* (*линий напряженности*).

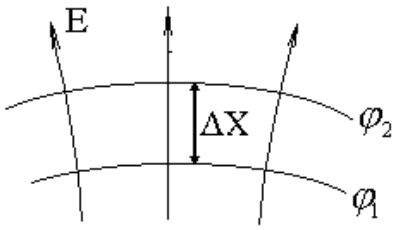
Силовыми линиями называются направленные кривые, касательные к которым в каждой точке совпадают с направлением вектора напряженности поля. Число силовых линий на единице площади поверхности характеризует величину напряженности.



Силовым линиям приписывается направление, совпадающее с направлением вектора напряженности. Изображая силовые линии поля, мы получаем своеобразные графики или карты поля, которые сразу наглядно показывают, чему равна напряженность в разных частях поля и как она изменяется в пространстве.

В электрическом поле можно провести поверхность так, чтоб ее точки имели бы один и тот же потенциал. Такие поверхности называются поверхностями равного потенциала или *эквипотенциальными поверхностями*.

Силовые линии в каждой точке поля перпендикулярны эквипотенциальным поверхностям и направлены в сторону убывания потенциала.



$$E = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta x} \quad , \quad \textbf{(1)} \qquad\qquad \Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 < 0. \quad \textbf{(2)}$$

Физический смысл полученного выражения: напряженность поля определяется уменьшением потенциала, приходящегося на единицу длины вдоль линии напряженности.

В биологических системах также существует распределение электростатического потенциала. На мембранах клеток растений и животных его значение достигает 60-90 мВ. Исчезновение разности потенциала на мембранах клеток всегда свидетельствует об их гибели.

Организмы в целом, например, электрический скат может вырабатывать напряжения до 400-600 В.

В данной работе экспериментально изучается распределение потенциалов электростатического поля между электродами сложной конфигурации.

Существует метод изучения электростатических полей путём искусственного воспроизведения их структуры в проводящих средах, по которым пропускается постоянный или переменный электрический ток. Метод основан на том, что слабые токи в проводящих средах можно рассчитать по закону Ома в дифференциальной форме:

$\vec{j} = \lambda \cdot \vec{E}$, где $\vec{j}$ – плотность тока, λ – удельная электропроводность, $\vec{E}$ – напряжённость поля в данной точке.

Поле тока характеризуется линиями плотности тока, которые по направлению совпадают с линиями напряжённости.

Для изучения потенциалов здесь применён метод зондов. Зонд – дополнительный электрод, который вводят в исследуемую точку поля. Этот электрод соединяется с вольтметром, измеряющим потенциал относительно другой точки поля, принятой за начало отсчёта.

Выполнение работы

1. Положить лист бумаги на изолированную подставку, а на противоположные концы бумаги — электроды (металлические пластины, форма которых задается преподавателем). Обвести контуры электродов. Снять электроды, смочить лист бумаги (вода в данной работе является проводящей средой — электролитом), положить электроды на лист бумаги по обведенным контурам.

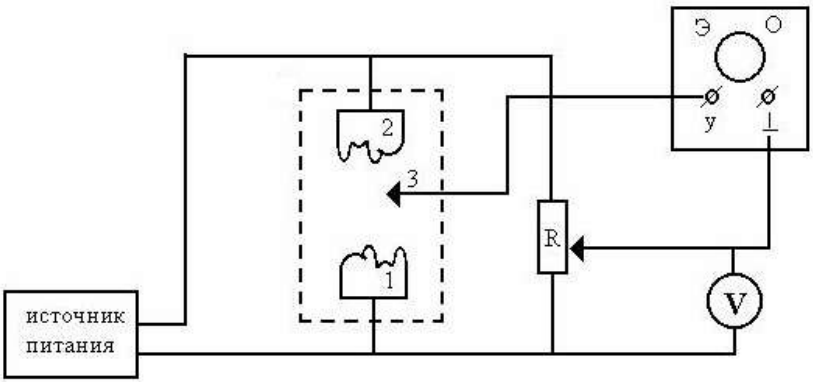


Рис. 1 Схеме экспериментальной установки

1. Собрать схему в соответствии с рис.1.
2. Установить между зондом 3 и электродом 1 разность потенциалов (напряжение) 1В с помощью реостата R.
3. Перемещая зонд 3 вдоль электрода 1 через 1 см, найти точки равного потенциала, при попадании зондом в которые на осциллографе высвечивается горизонтальная линия. Нанести эти точки на лист бумаги.
4. Получить одну из эквипотенциальных линий, соединив точки плавной линией. Указать потенциал линии. Получить аналогичным способом серию линий с потенциалами 2, 3, 4, 5 и 6 вольт.
5. Провести серию силовых линий.
6. Найти напряжённость поля по формуле (1), измерив, наименьшее расстояние между двумя ближайшими эквипотенциальными линиями, в области которых поле можно считать однородным.
7. Повторить опыт по пунктам 1 -7 для другой пары электродов.

Контрольные вопросы

1. Основные характеристики электростатического поля (напряженность, потенциал): определение, формулы, единицы измерения, связь между ними.
2. Какие линии называются силовыми, эквипотенциальными (нарисовать для различных полей)? Каково их взаимное расположение?
3. Сформулируйте принцип суперпозиции полей для системы зарядов.
4. Запишите и поясните теорему Остроградского-Гаусса.
5. Сформулируйте уравнение Нернста для биологических систем.
6. Объясните природу биопотенциалов в живых организмах.

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Лабораторная работа №3.2

ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СОПРОТИВЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ И ПОЛУПРОВОДНИКОВ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ.

Цель работы: определение температурного коэффициента сопротивления различных веществ.

Оборудование: электрическая печь с тремя катушками, источник питания, ключи, омметр, провода, термометр.

Краткая теория

Электрическое сопротивление проводников и полупроводников зависит от температуры. У металлов с увеличением температуры оно возрастает. Это объясняется с точки зрения электронной теории. В металлических проводниках ток представляет собой упорядоченное движение свободных электронов. Положительные ионы металла прочно связаны между собой в узлах кристаллической решётки и совершают колебательные движения около положения равновесия. С повышением температуры увеличивается тепловое колебание ионов. Электроны в процессе упорядоченного движения испытывают большее число столкновений с ионами, отдавая часть своей кинетической энергии — это и приводит к возрастанию электрического сопротивления.

Зависимость сопротивления металлов от температуры с достаточной точностью, в широком диапазоне температур, определяется формулой:

$$R_t = R_0(1+\alpha t), \qquad (1)$$

где: R_t – сопротивление проводника при температуре t,

R_0 – сопротивление проводника при температуре $0^\circ C$,

α - температурный коэффициент сопротивления (у металлов $\alpha.>0$).

Отсюда получаем уравнение для физического смысла α:

$$\alpha = \frac{R_t - R_0}{R_0 \cdot t},$$

α - *температурный коэффициент сопротивления* — физическая величина, показывающая, какую часть составляет изменение сопротивления от исходного значения при нагревании на *1* градус. Из данной формулы:

$$[\alpha] = \frac{1}{^0C}, \qquad \text{а в СИ -} \quad [\alpha] = \frac{1}{K}.$$

Если измерения проводятся при комнатной температуре t_1, то сопротивлении проводника обозначим R_1, которое в соответствии с (1) равно:

$$R_1 = R_0(1+\alpha t_1). \qquad (2)$$

Если измерения проводятся при комнатной температуре t_2, то сопротивлении проводника обозначим R_2, которое в соответствии с (1) равно:

$$R_2 = R_0(1+\alpha t_2). \qquad (3)$$

Поделим почленно выражение (2) на (3):

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_0(1+\alpha t_1)}{R_0(1+\alpha t_2)},$$

откуда получаем значение α: $$\alpha = \frac{R_2 - R_1}{t_2 R_1 - t_1 R_2}, \qquad (4)$$

где t_1 – температура первого измерения, t_2 – температура последующего измерения, R_1 – сопротивление при t_1, R_2 – сопротивление при температуре t_2.

У всех металлов сопротивление увеличивается с увеличением температуры, а следовательно, *для металлов* $\alpha > 0$. Для всех ***чистых металлов*** температурный коэффициент сопротивления близок к ***1/273 1/К = 0,00367 1/К*** , т.е. к величине температурного коэффициента расширения газов. Следует отметить, что некоторые

сплавы имеют весьма малое ***α*** , примером чего может служить константан (*α от -0,00004 до +0,00001 K^{-1}*) . Поэтому проволоки из таких сплавов применяют для изготовления точных образцов (эталонов) сопротивлений.

У полупроводников зависимость сопротивления от температуры обратная — с увеличением температуры сопротивление их уменьшается. Проводимость полупроводников обусловлена носителями заряда двух типов — свободными электронами и «дырками». В элементарной ячейке кристаллической решётки полупроводника каждый атом связан с четырьмя соседними ковалентными связями, в каждой из которых от атома участвуют по одному электрону. При низких температурах эти связи достаточно прочны, и полупроводник ведёт себя почти как диэлектрик. При повышении температуры электроны приобретают дополнительную энергию и разрывают связи. Чем выше температура, тем больше свободных электронов, то есть больше проводимость. Там, где связь является незаполненной, образуется вакантное место — «дырка», которое может заполнить электрон из другой связи. При включении внешнего поля движение электронов и дырок становится упорядоченным, что и представляет собой ток в полупроводниках.

Зависимость сопротивления ***полупроводников*** от температуры также выражается формулой (1). Например, удельное сопротивление полупроводника Ag_2S при комнатной температуре $\rho \approx 5 \cdot 10^4$ *Ом·м*, а его температурный коэффициент $\alpha = -5 \cdot 10^{-2}$ *град*$^{-1}$.

Высокое удельное сопротивление полупроводника и резко выраженная зависимость его сопротивления от температуры позволяют изготовливать полупроводниковые термометры сопротивления (*термисторы*), обладающие малыми размерами и большой чувствительностью. Это даёт возможность использовать термистор для измерения температуры очень малых объектов, например малых участков растительных и животных организмов.

Выполнение работы

1. Собрать схему, согласно рис.1. Термометр установить на уровне плоскости, проходящей через середины катушек измеряемых сопротивлений.
2. Измерить начальную температуру t_1.
3. Переключив ключ *Кл1* на клемму справа (рисунок 1), включаем в цепь мостика катушку K_1. С помощью омметра определяем её сопротивление *R* (нажать кнопку и, не отпуская, с помощью лимба выставить стрелку на ноль). Аналогично, переключив ключи *Кл1* и *Кл2* (по схеме) определить сопротивления катушек K_2 и K_3.

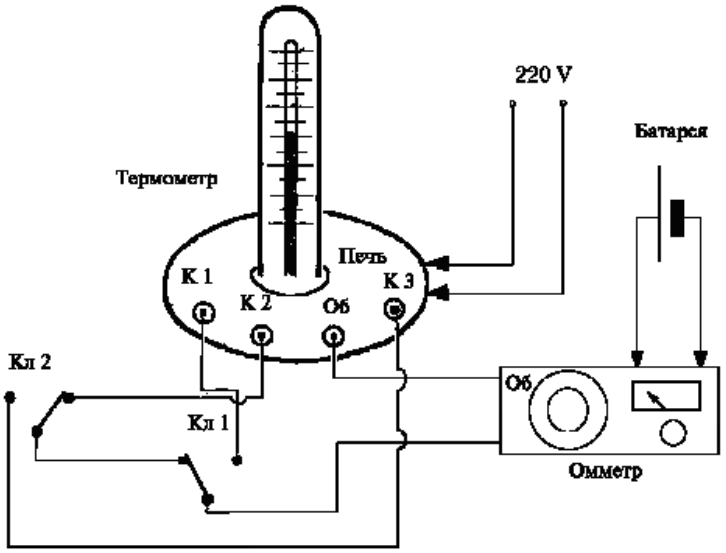


Рис.1
Схема экспериментальной установки

4. Включить печь. Измерять сопротивления катушек через каждые *8°-10°C*, записывая в таблицу 1 значения *R* и *t* для каждого материала. Проделать измерения 6 раз. В момент измерений, печь целесообразно отключать.
5. Рассчитать по формуле (4) значения температурного коэффициента сопротивления для каждой катушки.
6. Определить из какого материала сделаны катушки (чистые металлы, сплавы, полупроводники), сравнивая полученные значения температурного коэффициента сопротивления для каждой катушки со справочными значениями температурного коэффициента сопротивления для различных материалов.

Таблица 1

	t, °C	*R, Ом*	α, $^oC^{-1}$	$\Delta\alpha$, $^oC^{-1}$	$\frac{\Delta\alpha_{ср}}{\alpha_{ср}}\cdot 100\ \%$
Катушка № 1 (материал_____)					
Среднее					
Катушка № 2 (материал_____)					
Среднее					
Катушка № 3 (материал_____)					
Среднее					

Контрольные вопросы

1. Как зависит сопротивление металлов и полупроводников от температуры? Объясните эту зависимость с точки зрения электронной теории.
2. Дайте определение температурного коэффициента сопротивления.
3. Выведите формулу для определения температурного коэффициента сопротивления.
4. Как учитывается температурная зависимость сопротивления полупроводников и металлов в науке и технике?
5. Как используется температурная зависимость сопротивления полупроводников при определении параметров биологических систем?

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Лабораторная работа № 3.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОВОДНИКОВ МОСТИКОМ УИТСТОНА

Цель работы: экспериментальное определение неизвестных сопротивлений мостиком Уитстона.

Оборудование: реохорд, гальванометр, магазин сопротивлений, исследуемые сопротивления, аккумулятор на *1,2 В*, реостат.

Краткая теория

Теоретическая схема мостика Уитстона представляет собой замкнутый контур (рис.1), образованный четырьмя проводниками, имеющими различные сопротивления R_1, R_2, R_3, R_4. Точки A и C этого контура соединены с полюсами источника тока. На участках ABC и ADC происходит падение потенциала от A до C. Можно путём набора сопротивлений R_1 и R_3 найти такую точку D, потенциал которой будет равен потенциалу т. B, то есть $\varphi_B = \varphi_D$. Если эти точки цепи соединить через гальванометр, то он ток не покажет. Так как $\varphi_B = \varphi_D$, то можно записать: $\varphi_A - \varphi_B = \varphi_A - \varphi_D$ *и* $\varphi_B - \varphi_C = \varphi_D - \varphi_C$. (1)

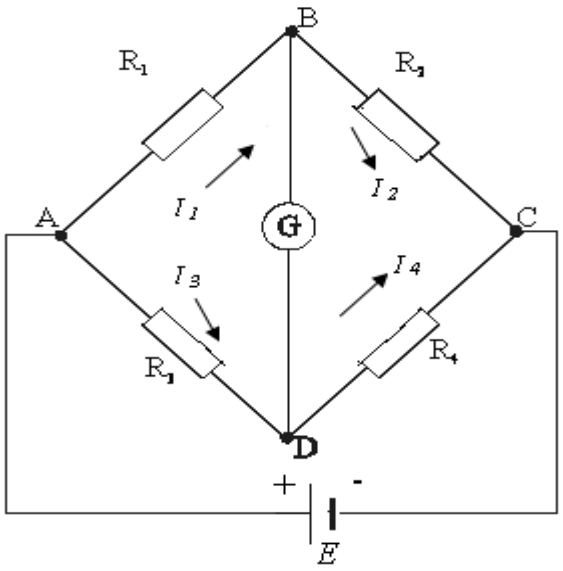


Рис.1
Электрическая схема моста Уитстона

По закону Ома разность потенциалов на участке цепи равна произведению силы тока на сопротивление этого участка, поэтому выражение (1) можно переписать так:

$$\begin{aligned} I_1 \cdot R_1 &= I_3 \cdot R_3 \\ I_2 \cdot R_2 &= I_4 \cdot R_4 \end{aligned} \quad . \qquad (2)$$

Так как ток через гальванометр G не течет, то: $I_1 = I_2$, $I_3 = I_4$. Разделив выражение (2) почленно одно на другое, получим: $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$. (3)

Это уравнение устанавливает зависимость между четырьмя сопротивлениями мостика Уитстона, если потенциалы точек B и D равны.

Пользуясь уравнением (3), можно определить любое из составляющих его четырёх сопротивлений, если известны остальные три.

Искомое сопротивление R_x составляет одну ветвь мостика (рис.2), во вторую ветвь включен магазин сопротивлений R_2 - это сопротивление можно менять в больших пределах. Сопротивления R_3 и R_4 представляют собой реохорд со скользящим контактом

D (рис.2). Перемещая скользящий контакт D по струне реохорда, можно подобрать отношения сопротивления так, чтобы выполнялось равенство (3).

Сопротивления R_3 и R_4 можно рассчитать по формулам:

$$R_3 = \rho\frac{l_3}{S}\ ;\ \ R_4 = \rho\frac{l_4}{S}\cdot$$

Отношение сопротивлений R_3/R_4 равно отношению длин l_3/l_4, так как удельное сопротивление ρ и площадь сечения S по всей длине проволоки одинаковы. Перемещают контакт D по струне АС до тех пор, пока стрелка гальванометра станет на нулевое деление.

Тогда между четырьмя сопротивлениями существует соотношение: $\frac{R_x}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} = \frac{l_3}{l_4}.$

Откуда: $$R_x = R_2 \cdot \frac{l_3}{l_4}. \qquad (4)$$

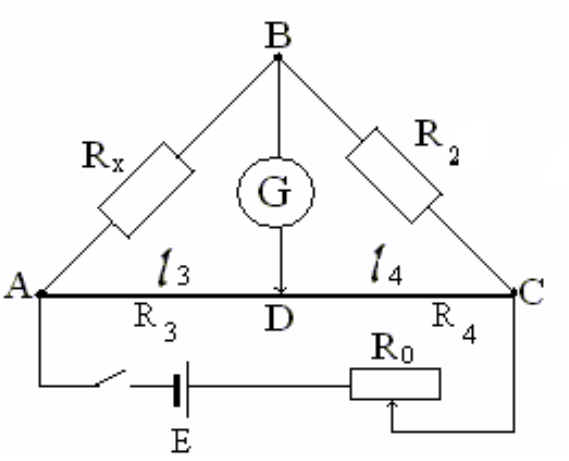


Рис.2

Схема мостика Уитстона с реохордом

Принципиальная схема моста Уитстона лежит в основе приборов, измеряющих физические величины, изменение которых приводит к изменению электрического сопротивления системы.

Выполнение работы

1. Собрать цепь по схеме (рис.2.).
2. Включить при помощи магазина сопротивление R_2 по указанию преподавателя.
3. Двигая ползунком *D,* добиться того, чтобы стрелка гальванометра показывала бы ноль.
4. Определить по шкале реохорда длину участков l_3 и l_4, записать эти и значения последующих измеряемых величин в таблицу 1. *Таблица 1*

5. Измерения произвести не менее трёх раз для различных значений R_2.

		R_2, *Ом*	l_3, *м*	l_4, *м*	R_x, *Ом*	ΔR_x, *Ом*	$\Delta R_{x\,ср} / R_{x\,ср}$, %
R_{x1}	*1*						
	2						
	3						
	Ср						
R_{x2}	*1*						
	2						
	3						
	Ср						
$R_{пос}$	*1*						
	2						
	3						
	Ср						
$R_{пар}$	*1*						
	2						
	3						
	Ср						

6. Аналогичную работу проделать со вторым неизвестным сопротивлением.
7. Соединить неизвестные сопротивления последовательно, параллельно, включая их в цепь мостика и повторяя операции 2 -5.
8. Рассчитать неизвестные сопротивления по формуле (4). Результаты занести в таблицу 1
9. Сравнить экспериментальные данные $R_{пос}$ и $R_{пар}$ из таблицы 1 с их теоретическими значениями, полученными по формулам:

для последовательного - $R_{пос} = R_{x1} + R_{x2}$ и для параллельного соединения: $R_{пар} = \frac{R_{x1} \cdot R_{x2}}{R_{x1} + R_{x2}}$, где $R_{x1} = R_{x1\,ср}$ и $R_{x2} = R_{x2\,ср}$ из таблицы 1.

Контрольные вопросы

1. Принцип работы моста Уитстона.
2. Выведите формулу для расчёта неизвестного сопротивления в мостике Уитстона.
3. С какой целью в схеме используется реохорд? Можно ли в качестве реохорда использовать медную проволоку?
4. Для измерения каких величин можно использовать мостовой способ?
5. С какими целями используют сопротивления в электрических схемах?

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Лабораторная работа №3.4

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗВЕТВЛЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ.

Цель работы: экспериментально проверить законы Кирхгофа для разветвленных электрических цепей.

Оборудование: набор катушек сопротивлений, смонтированных на панели, вольтметр, два аккумулятора, провода.

Краткая теория

При расчете простых электрических цепей используют законы Ома. Если же цепь состоит из большого числа сопротивлений и ЭДС, соединенных между собой как последовательно, так и параллельно, то для нахождения токов в каждом элементе цепи применяют законы Кирхгофа.

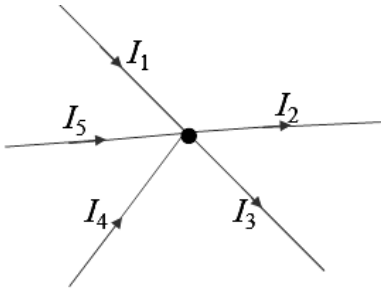


Рис.2 Узел электрической цепи.

Первый закон Кирхгофа: алгебраическая сумма сил токов в узле равна нулю.

$$\sum_{i=1}^{i=n} I_i = 0. \qquad (1)$$

Узел – это точка, где сходится (соединяются) более двух проводников.

Представим себе, что в некоторой точке разветвленной цепи, например, в узле (рис.1) сходятся проводники, при этом ток I_1 направлен к этой точке, а токи I_2 , I_3 , I_4 — от нее.

Так как рассматривается алгебраическая сумма, то необходимо задать правило выбора знака для тока:

ток, входящий в узел электрической цепи, берется со знаком плюс, а выходящий со знаком минус.

Тогда, по первому закону Кирхгофа следует, что: $I_1 - I_2 - I_3 - I_4 = 0$.

Первый закон Кирхгофа исходит из того, что в любой момент времени к узлу (рис.1) притекает такое же количество электричества, которое от него уходит, то есть в узле электрические заряды не накапливаются и не убывают.

Второй закон Кирхгофа относится к любому замкнутому контуру разветвленной цепи. *Контур* – это любая электрическая цепь без разветвлений.

2-й закон гласит: *в замкнутом контуре алгебраическая сумма ЭДС, включенных в данный контур, равна алгебраической сумме напряжений, действующих на отдельных участках этого контура.*

$$\sum_{i=1}^{n} E_i = \sum_{k=1}^{l} U_k . \qquad (2)$$

Так как напряжение, действующее на участке цепи, равно произведению силы тока на сопротивление этого участка, то второй закон Кирхгофа можно выразить так:

$$\sum_{i=1}^{n} E_i = \sum_{k=1}^{l} I_k \cdot R_k , \qquad (3)$$

В замкнутом контуре алгебраическая сумма электродвижущих сил, включенных в данный контур, равна алгебраической сумме произведений токов на сопротивление соответствующих участков контура.

Для правильного применения этого закона необходимо установить правило выбора знаков.

1. Задают произвольно направление обхода контура (по часовой стрелке или против).
2. Если направление обхода совпадает с направлением тока на данном участке цепи, то сила тока и падение напряжения на этом участке берется со знаком «плюс» (+), если не совпадает — со знаком «минус» (-).
3. ЭДС источников, находящихся в данном контуре, берется со знаком «плюс» (+), если при выбранном обходе контура осуществляется переход внутри источника от отрицательного полюса к положительному. В противном случае ЭДС берется со знаком «минус» (-).

Рис.2
Замкнутый контур электрической цепи

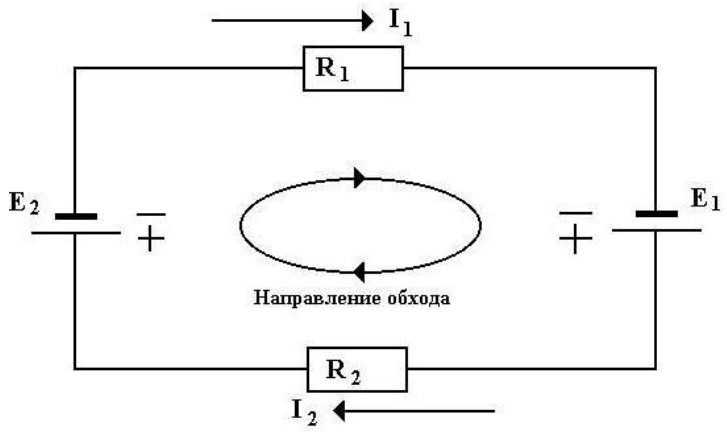
Например, для контура, данного на рис. 2, второй закон Кирхгофа запишется в таком виде:

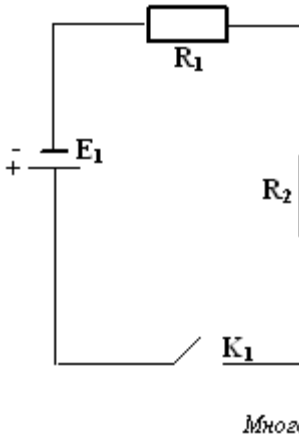
$$E_1 - E_2 = I_1 \cdot R_1 + I_2 \cdot R_2 .$$

Выполнение работы

Для проверки законов собирается сложная электрическая цепь, изображенная на рис.3, где введены следующие обозначения: E_1 и E_2 – аккумуляторы; K_1 и K_2 – ключи; R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7 – сопротивления участков цепи; 1, 2, 3, 4 – номера узлов.

Величины сопротивлений даны на установке. Напряжение на участках цепи измеряется вольтметром. Вольтметр должен иметь большое сопротивление с тем, чтобы его подключение к участкам цепи практически не изменило бы распределение токов в цепях.





1. Занести значения сопротивлений с панели в таблицу 1, подключить источники E_1 и E_2.
2. Измерьте вольтметром ЭДС каждого источника (подключить плюс вольтметра к плюсу источника).
3. Подключить аккумуляторы к панели с катушками сопротивлений.
4. Замкнуть ключи K_1 и K_2.
5. Измерьте вольтметром напряжения, действующие на всех сопротивлениях, определяя при этом направления токов в них, пользуясь обозначением полюсов на вольтметре (за направление тока принято направление от (+) к (–) источника). Обозначить направления токов в каждом резисторе на схеме рис.3.
6. Результаты измерений занести в таблицу.

7. Определить значение силы тока на каждом участке, используя закон Ома для участка цепи $I = \frac{U}{R}$.
8. Зная величину и направление силы тока в каждой ветви цепи, определить по формуле (1) сумму токов для каждого из четырех узлов.

Таблица 1

				Первый закон		*Второй закон*			
	R, Ом	*U, В*	*I, А*	*№ узла*	$\sum_{i=1}^{n} I_i$, *А*	*Контур*	$\sum_{i}^{n} E_i$ *В*	$\sum_{k}^{l} U_k$ *В*	$\sum_{i}^{n} E_i - \sum_{k}^{l} U_k$ *В*
1				*1*		*1-2-E_1-1*			
2				*2*		*1-3-2-1*			
3				*3*		*1-4-3-1*			
4				*4*		*2-3-4-2*			
5									
6									
7									
E_1 = В						*E_2 = В*			

9. Проверить справедливость формулы (2), рассчитав для выбранных контуров (в таблице 1 или в других по указанию преподавателя) значения: $\sum_{i}^{n} E_i$, $\sum_{k}^{l} U_k$, $\sum_{i}^{n} E_i - \sum_{k}^{l} U_k$.

10. Сделать вывод.

Контрольные вопросы

1. Когда целесообразно использовать законы Кирхгоффа для расчёта электрических цепей?
2. Как определяется в данной работе направление токов на участках цепи?
3. Сколько узлов в данной электрической цепи и сколько замкнутых контуров?
4. Первый закон Кирхгофа и правило знаков для токов в узле.
5. Второй закон Кирхгофа и правило выбора знаков для ЭДС и падения напряжения. Записать пример для любого контура в данной схеме.

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Задачи
Механика

Кинематика

1. Две прямые дороги пересекаются под углом $\alpha=60^0$. От перекрёстка по ним удаляются машины: одна со скоростью $\upsilon_1=60$ *км/ч*, другая со скоростью $\upsilon_2=80$ *км/ч*. Определить скорости υ' и υ'', с которыми одна машина удаляется от другой. Перекрёсток машины прошли одновременно.

2. Три четверти своего пути автомобиль прошёл со скоростью $\upsilon_1=60$ *км/ч*, остальную часть пути – со скоростью $\upsilon_2=80$ *км/ч*. Какова средняя путевая скорость $\langle\upsilon\rangle$ автомобиля?

3. Уравнение прямолинейного движение имеет вид $x = At + Bt^2$, где $A = 3м/с$; $B = -0{,}25м/с^2$. Построить графики зависимости координаты и пути от времени для заданного движения.

4. Движения двух материальных точек выражаются уравнениями $x_1 = A_1 + B_1t + C_1t^2$, $x_2 = A_2 + B_2t + C_2t^2$, где $A_1 = 20м$; $A_2 = 2м$; $B_2 = B_1 = 2м/с$; $C_1 = -4м/с^2$; $C_2 = 0{,}5м/с^2$. В какой момент времени t скорости этих точек будут одинаковыми? Определить скорости υ_1 и υ_2 и ускорение a_1 и a_2 точек в этот момент.

5. С какой высоты H упало тело, последний метр своего пути оно прошло за время $t = 0{,}1c$?

6. Движение точки по прямой задано уравнением $x = At + Bt^2$, где $A = 2м/с$; $B = -0{,}5м/с^2$. Определить среднюю путевую скорость $\langle\upsilon\rangle$ движения точки в интервале времени от $t_1 = 1c$ до $t_2 = 3c$.

7. Материальная точка движется по плоскости согласно уравнению $r(t) = iAt^3 + jBt^2$. Написать зависимость: 1) $\upsilon(t)$; 2) $a(t)$.

8. Точка движется по кривой с постоянным тангенциальным ускорением $a_\tau = 0{,}5м/с^2$. Определить полное ускорение a точки на участке кривой с радиусом кривизны $R = 3м$, если точка движется на этом участке со скоростью $\upsilon = 2м/с$.

9. Написать для четырёх случаев, представленных на рис. 1: 1) кинематические уравнения движения $x = f_1(t)$ и $y = f_2(t)$; 2) уравнение траектории $y = \varphi(x)$. На каждой позиции рисунка – *а, б, в, г* – изображены координатные оси, указаны начальное положение точки А, её начальная скорость υ_0 и ускорение g.

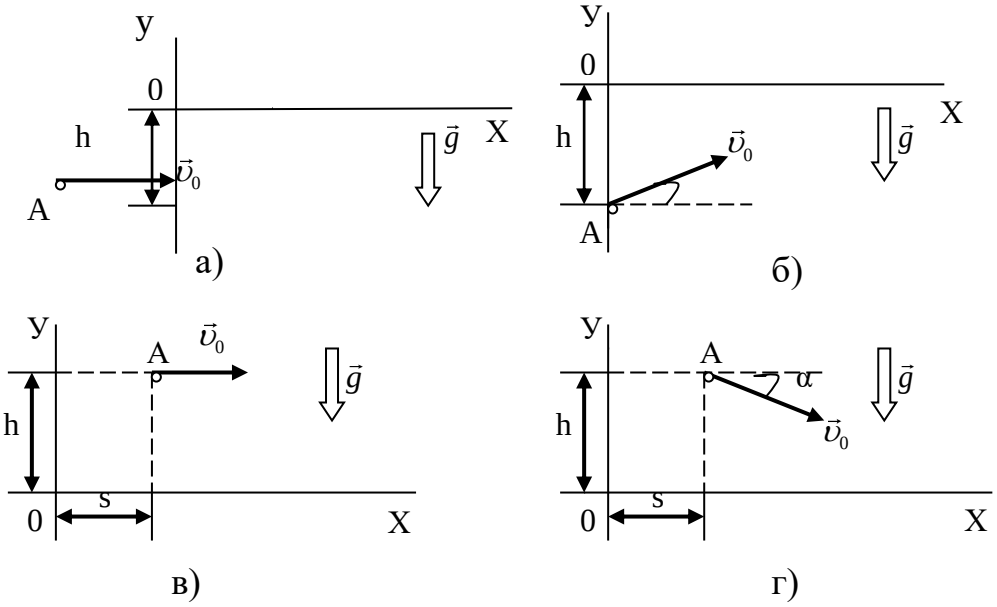


Рис.1

10. Пуля пущена с начальной скоростью $\upsilon_0 = 200м/с$ под углом $\alpha = 60^0$ к горизонту. Определить максимальную высоту H подъёма, дальность s полёта и радиус R кривизны траектории пули в её наивысшей точке. Сопротивлением воздуха пренебречь.

11. Два бумажных диска насажены на общую горизонтальную ось так, что плоскости их параллельны и отстоят на $d = 30см$ друг от друга. Диски вращаются с частотой $n = 25c^{-1}$. Пуля, летевшая параллельно оси, на расстоянии $r = 12см$ от нее пробила оба диска. Пробоины в дисках смещены друг относительно друга на расстояние $s = 5см$, считая по дуге окружности. Найти среднюю путевую скорость $\langle\upsilon\rangle$ пули в промежутке между дисками и оценить создаваемое силой тяжести смещение пробоин в вертикальном направлении. Сопротивление воздуха не учитывать.

12. На цилиндр, который может вращаться около горизонтальной оси, намотана нить. К концу нити привязали грузик и предоставили ему возможность опускаться. Двигаясь

равноускоренно, грузик за время $t=3c$ опустился на $h=1,5м$. Определить угловое ускорение ε цилиндра, если его радиус $r=4см$.

13. Диск радиусом r=20см вращается согласно уравнению $\varphi=A+Bt+Ct^3$, где $A=3рад$; $B=-1рад/с$; $C=0,1рад/с^3$. Определить тангенциальное a_τ, нормальное a_n и полное a ускорения точек на окружности диска для момента времени $t=10c$.

14. Колесо автомашины вращается равноускоренно. Сделав $N=50$ полных оборотов, оно изменило частоту вращения от $n_1=4c^{-1}$ до $n_2=6c^{-1}$. Определить угловое ускорение ε колеса.

15. На токарном станке протачивается вал диаметром $d=60мм$. Продольная подача h резца равна $0,5мм$ за один оборот. Какова скорость υ резания, если за интервал времени $\Delta t=1мин$ протачивается участок вала длиной $l=12см$?

Динамика.

1. На столе стоит тележка массой $m_1=4кг$. К тележке привязан один конец шнура, перекинутого через блок. С каким ускорением a будет двигаться тележка, если к другому концу шнура привязать гирю массой $m_2=1кг$?

2. Наклонная плоскость, образующая угол $\alpha=25^0$ с плоскостью горизонта, имеет длину $l=2м$. Тело, двигаясь равноускоренно, соскользнуло с этой плоскости за время $t=2c$. Определить коэффициент трения f тела о плоскость.

3. Материальная точка массой $m=2кг$ движется под действием некоторой силы F согласно уравнению $x= A+Bt+Ct^2+Dt^3$, где $C=1м/с^2$, $D=-0,2м/с^3$. Найти значение этой силы в моменты времени $t_1=2c$ и $t_2=5c$. В какой момент времени сила равна нулю?

4. Тело массой $m=5кг$ брошена под углом $\alpha=30^0$ к горизонту с начальной скоростью $\upsilon_0=20м/с$. Пренебрегая сопротивлением воздуха, найти: 1) импульс силы F, действующей на тело, за время его полёта; 2) изменение Δp импульса тела за время полёта.

5. Шарик массой $m=100г$ упал с высоты $h=2,5м$ на горизонтальную плиту, масса которой много больше массы шарика, и отскочил от неё вверх. Считая удар абсолютно упругим, определить импульс p, полученный плитой.

6. Автоцистерна с керосином движется с ускорением $a=0,7м/с^2$. Под каким углом φ к плоскости горизонта расположен уровень керосина в цистерне?

7. Диск радиусом $R=40см$ вращается вокруг вертикальной оси. На краю диска лежит кубик. Принимая коэффициент трения $f=0,4$, найти частоту n вращения, при которой кубик соскользнёт с диска.

8. Автомобиль массой $m=5m$ движется со скоростью $\upsilon=10м/с$ по выпуклому мосту. Определить силу F давления автомобиля на мост в его верхней части, если радиус R кривизны моста равен $50м$.

9. Автомобиль идёт по закруглению шоссе, радиус R кривизны которого равен 200м. Коэффициент трения f колёс о покрытие дороги равен $0,1$ (гололёд). При какой скорости v автомобиля начнётся его занос?

10. Тонкое однородное медное кольцо радиусом $R=10см$ вращается относительно оси, проходящей через центр кольца, с угловой скоростью $\omega=10рад/с$. Определить нормальное напряжение σ, возникающей в кольце в двух случаях: 1) когда ось вращения перпендикулярна плоскости кольца и 2) лежит в плоскости кольца Деформацией кольца при вращении пренебречь.

11. Определить момент инерции J материальной точки массой $m=0,3кг$ относительно оси, отстоящей от точки на $r=20см$.

12. Два однородных тонких стержня: AB длиной $l_1=40см$ и массой $m_1=900г$ CD длиной $l_2=40см$ и массой $m_2=400г$ скреплены под прямым углом (рис.2).

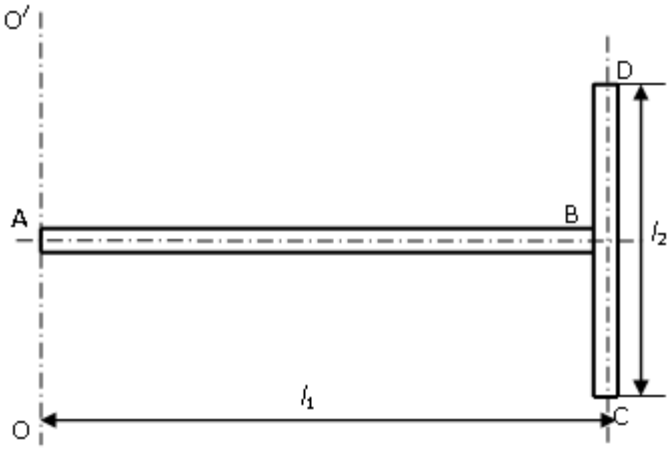


Рис.2

Определить момент инерции J системы стержней относительно оси OO', проходящей через конец стержня AB параллельно стержню CD.

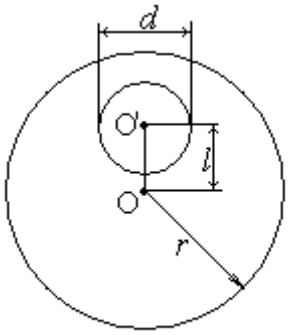


Рис.4

13. Определить момент инерции J проволочного равностороннего треугольника со стороной a *=10см* относительно: 1) оси, лежащей в плоскости треугольника и проходящей через его вершину параллельно стороне, противоположно этой вершине (рис.3, а); 2) оси, совпадающей с одной из сторон треугольника (рис.3, б). Масса треугольника m равна *12 г* и равномерно распределена по длине проволоки.

14. В однородном диске массой m*=1кг* и радиусом r*=30см* вырезано круглое отверстие диаметром d*=20см*, центр которого находится на расстоянии l *=15см* от оси диска (рис.4). Найти момент инерции J полученного тела относительно оси, проходящей перпендикулярно плоскости диска через его центр.

15. Тонкий однородный стержень длиной l*=1м* может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через O на стержне (рис.5). Стержень отклонили от вертикали на угол α и отпустили. Определить для начального момента времени угловое ε и тангенциальное a_τ ускорение точки B на стержне. Вычисления произвести для следующих случаев: 1) a=0, b=2/3l, $\alpha = \pi/2$; 2) a = l/3, b=l, $\alpha = \pi/3$; 3) a = l/4, b=l/2, $\alpha=2/3\pi$.

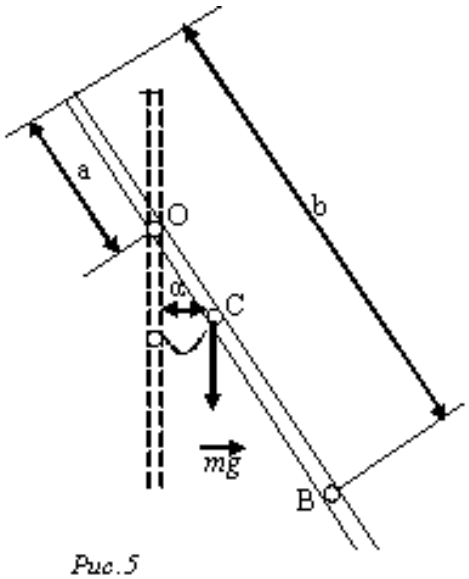
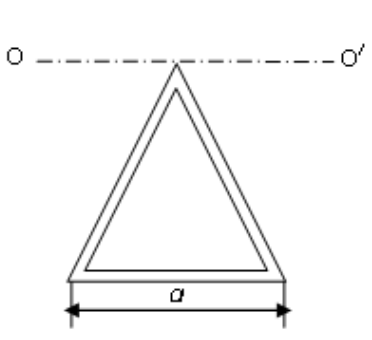
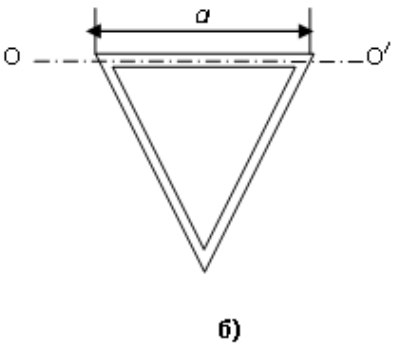


Рис.5



а)



б)

Рис.3

16. Вал массой $m=100кг$ и радиусом $R=5см$ вращался с частотой $n=8с^{-1}$. К цилиндрической поверхности вала прижали тормозную колодку с силой $F=40Н$, под действием которой вал остановился через $t=10с$. Определить коэффициент трения f.

17. Два тела массами $m_1=0,25кг$ и $m_2=0,15кг$ связаны тонкой нитью, переброшенной через блок (рис.6). Блок укреплён на краю горизонтального стола, по поверхности которого скользит тело массой m_1. С каким ускорением a движутся тела и каковы силы T_1 и T_2 натяжение нити по обе стороны от блока? Коэффициент трения тела о поверхность стола равен $0,2$. Масса m блока равна $0,1кг$ и её можно считать равномерно распределённой по ободу. Массой нити и трением в подшипниках оси блока пренебречь.

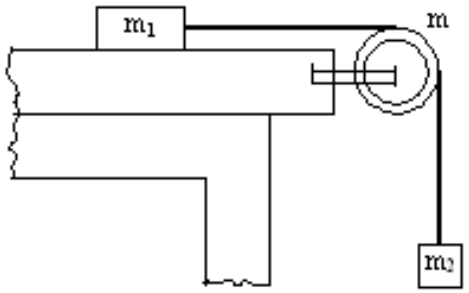


Рис. 6

18. Шар массой $m=10кг$ и радиусом $R=20см$ вращается вокруг оси, проходящей через его центр. Уравнение вращения шара имеет вид $\varphi=A+Bt^2+Ct^3$, где $B=4рад/с^2$; $C=-1рад/с^3$. Найти закон изменения момента сил, действующих на шар. Определить момент сил M в момент времени $t = 2с$.

19. Искусственный спутник обращается вокруг Земли по окружности на высоте $h=3,6Мм$. Определить линейную скорость υ спутника. Радиус R Земли и ускорение свободного падения g на поверхности Земли считать известным.

20. К проволоке диаметром $d=2мм$ подвешен груз массой $m=1кг$. Определить напряжение σ, возникшее в проволоке.

21. Однородный стержень длиной $l =1,2м$, площадью поперечного сечения $S=2см^2$ и массой $m=10кг$ вращается с частотой $n=2с^{-1}$ вокруг вертикальной оси, проходящей через конец стержня, скользя при этом без трения по горизонтальной поверхности. Найти наибольшее напряжение σ_{max} материала стержня при данной частоте вращения.

22. К вертикальной проволоке длиной $l=5м$ и площадью поперечного сечения $S=2мм^2$ подвешен груз массой $m=5,1кг$. В результате проволока удлинилась на $x=0,6мм$. Найти модуль Юнга материала проволоки.

23. К стальному стержню длиной $l =3м$ и диаметром $d =2см$ подвешен груз массой $m=2,5\cdot10^3 кг$. Определить напряжение σ в стержне, относительное ε и абсолютное x удлинения стержня.

24. Проволока длиной $l =2м$ и диаметром $d =1мм$ натянута практически горизонтально. Когда к середине проволоки подвесили груз массой $m=1кг$, проволока растянулась настолько, что точка подвеса опустилась на $h =4см$. Определить модуль Юнга E материала проволоки.

Работа и энергия. Закон сохранения.

1. Под действием постоянной силы F вагонетка прошла путь $s =5м$ и приобрела скорость $\upsilon =2м/с$. Определить работу A силы, если масса m вагонетки равна $400кг$ и коэффициент трения $f =0,01$.

2. Найти работу A подъёма груза по наклонной плоскости длинной $l =2м$,. если масса m груза равна $100кг$, угол наклона $\varphi =30^0$, коэффициент трения $f =0,1$ и груз движется с ускорением $a =1м/с^2$.

3. Тело массой $m = 1кг$, брошенное с вышки в горизонтальном направлении со скоростью $\upsilon_0 = 20м/с$, через $t = 3с$ упало на землю. Определить кинетическую энергию T, которую имело тело в момент удара о землю. Сопротивлением воздуха пренебречь.

4. Материальная точка массой $m = 2кг$ двигалась под действием некоторой силы согласно уравнению $x = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$, где $A = 10м$; $B = -2м/с$; $C = 1м/с^2$; $D = -0{,}2м/с^3$. Найти мощность N, затрачиваемую на движение точки, в моменты времени $t_1 = 2с$ и $t_2 = 5с$.

5. Пружина жёсткостью $k = 10\ кН/м$ была сжата на $x_1 = 4см$. Какую нужно совершить работу A, чтобы сжатие пружины увеличить до $x_2 = 18см$?

6. Две пружины с жёсткостями $k = 0{,}3кН/м$ и $k_2 = 0{,}5кН/м$ скреплены последовательно и растянуты так, что абсолютная деформация x_2 второй пружины равна $3см$. Вычислить работу A, растяжения пружин.

7. Две пружины, жёсткости которых $k_1 = 1кН/м$ и $k_2 = 3кН/м$, скреплены параллельно. Определить потенциальную энергию $П$ данной системы при абсолютной деформации $x = 5см$.

8. Пуля массой $m = 10г$, летевшая со скоростью $\upsilon = 600м/с$, попала в баллистический маятник (рис.7) массой $M = 5кг$ и застряла в нём. На какую высоту h, откачнувшись после удара, поднялся маятник?

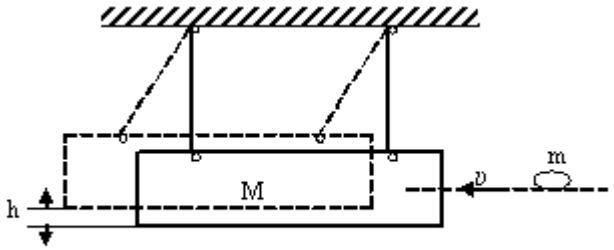


Рис.7

9. Шар массой $m_1 = 200г$, движущийся со скоростью $\upsilon_1 = 10м/с$, ударяет неподвижный шар массой $m_2 = 800г$. Удар прямой, абсолютно упругий. Каковы будут скорости u_1 и u_2 шаров после удара?

10. Шар массой $m_1 = 10кг$, движущийся со скоростью $\upsilon_1 = 4м/с$, сталкивается с шаром массой $m_2 = 4кг$, скорость υ_2 которого равна $12м/с$. Считая удар прямым, неупругим, найти скорость u шаров после удара в двух случаях: 1) малый шар нагоняет большой шар, движущийся в том же направлении; 2) шары движутся навстречу друг другу.

11. В лодке массой $m_1 = 240кг$ стоит человек массой $m_2 = 60кг$. Лодка плывёт со скоростью $\upsilon_1 = 2м/с$. Человек прыгает с лодки в горизонтальном направлении со скоростью $\upsilon = 4м/с$ (относительно лодки). Найти скорость u движение лодки после прыжка человека в двух случаях: 1) человек прыгает вперёд по движению лодки и 2) в сторону, противоположную движению лодки.

12. На железнодорожной платформе установлено орудие. Масса платформы с орудием $M = 15m$. Орудие стреляет вверх под углом $\varphi = 60^0$ к горизонту в направлении пути. С какой скоростью υ_1 покатится платформа вследствие отдачи, если масса снаряда $m = 20кг$ и он вылетает со скоростью $\upsilon_2 = 600м/с$?

13. Снаряд массой $m = 10кг$ обладал скоростью $\upsilon = 200м/с$ в верхней точке траектории. В этой точке он разорвался на две части. Меньшая массой $m_1 = 3кг$ получила скорость $u_1 = 400м/с$ в прежнем направлении. Найти скорость u_2 второй, большей части после разрыва.

14. Маховик вращается по закону, выражаемому уравнением $\varphi = A + Bt + Ct^2$, где $A = 2рад$; $B = 32рад/с$; $C = -4рад/с^2$. Найти среднюю мощность $\langle N \rangle$, развиваемую силами, действующими на маховик при его вращении, до остановки, если его момент инерции $J = 100кг \cdot м^2$.

15. Маховик в виде диска массой $m=80кг$ и радиусом $R=30см$ находится в состоянии покоя. Какую работу A_1 нужно совершить, чтобы сообщить маховику частоту $n=10с^{-1}$? Какую работу A_2 пришлось бы совершить, если бы при той же массе диск имел меньшую толщину, но вдвое больший радиус?

16. Обруч и сплошной цилиндр, имеющие одинаковую массу $m=2кг$, катятся без скольжения с одинаковой скоростью $\upsilon=5м/с$. Найти кинетические энергии T_1 и T_2 этих тел.

17. Определить линейную скорость υ центра шара, скатившегося без скольжения с наклонной плоскости высотой $h=1м$.

18. Однородный тонкий стержень массой $m_1=0,2кг$ и длиной $l=1м$ может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси z, проходящей через точку О (рис.8). В точку А на стержне попадает пластилиновый шарик, летящий горизонтально (перпендикулярно оси z) со скоростью $\upsilon=10м/с$ и прилипает к стержню. Масса m_2 шарика равна $10г$. Определить угловую скорость ω стержня и линейную скорость u нижнего кольца стержня в начальный момент времени. Вычисления выполнить для следующих значений расстояния между точками А иО: 1) l/2; 2) l/3; 3) l/4.

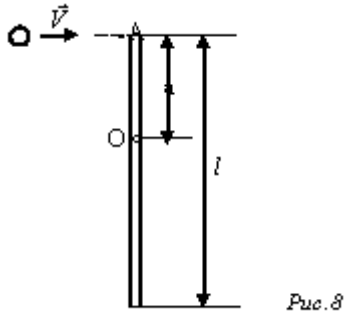


Рис.8

19. Человек стоит на скамье Жуковского и ловит рукой мяч массой $m=0,4кг$, летящий в горизонтальном направлении со скоростью $\upsilon=20м/с$. Траектория мяча проходит на расстоянии $r=0,8м$ от вертикальной оси вращения скамьи. С какой угловой скоростью ω начнёт вращаться скамья Жуковского с человеком, поймавшим мяч, если суммарный момент инерции J человека и скамьи равен $6кг\cdot м^2$?

20. Человек стоит на скамье Жуковского и держит в руках стержень, расположенный вертикально вдоль оси вращения скамейки. Стержень служит осью вращения колеса, расположенного на верхнем конце стержня. Скамья неподвижна, колесо вращается с частотой $n_1=10с^{-1}$. Радиус R колеса равен $20см$, его $m=3кг$. Определить частоту вращения n_2 скамьи, если человек повернёт стержень на угол 180^0? Суммарный момент инерции J человека и скамьи равен $6кг\cdot м^2$. Массу колеса можно считать равномерно распределённой по ободу.

Гармонические колебания

1. Определить период T, частоту ν и начальную фазу φ колебаний, задан ных уравнений $x = A\sin\omega(t+\tau)$, где $\omega = 2,5\pi\ с^{-1}$, $\tau = 0,4\ с$.

2. Точка совершает колебания по закону $x = A\sin(\omega t+\varphi)$, где

3. $A = 4\ см$. Определить начальную фазу φ, если: 1) $x(0) = 2\ см$ и

4. $x(0) < 0$; 2) $x(0) = 2\sqrt{3}\ см$ и $x(0) > 0$; 3) $x(0) = -2\sqrt{2}\ см$ и $x(0) < 0$; 4) $x(0) = -2\sqrt{3}$ $см$ и $x(0) > 0$. Построить векторную диаграмму для момента $t = 0$.

5. Точка равномерно движется по окружности против часовой стрелки с периодом $T = 6\ с$. Диаметр d окружности равен 20 см. Написать уравнение движения проекции точки на оси x, проходящую через центр окружности, если в момент времени, принятый за начальный, проекция на оси x равна нулю. Найти смещение x, скорость x и ускорение x проекции точки в момент $t = 1\ с$.

6. Два одинаково направленных гармонических колебания одного периода с амплитудами $A_1 = 10$ *см* и $A_2 = 6$ *см* складываются в одно колебание с амплитудой $A = 14$ *см.* Найти разность фаз $\Delta\varphi$ складываемых колебаний.
7. Точка участвует в двух одинаково направленных колебаниях: $x_1 = A_1 \sin \omega t$ и $x_2 = A_2 \cos \omega t$, где $A_1 = 1$ *см;* $A_2 = 2$ *см;* $\omega = 1\ c^{-1}$. Определить амплитуду A результирующего колебания, его частоту ν и начальною фазу φ. Найти уравнение этого движения.
8. Складываются два взаимно перпендикулярных колебания, выражаемых уравнениями $x = A_1 \sin \omega t$ и $y = A_2 \cos \omega (t + \tau)$, где $A_1 = 2$ *см;* $A_2 = 1$ *см;* $\omega = \pi\ c^{-1}$; $\tau = 0{,}5$ *с.* Найти уравнение траектории и построить её, показав направление движения точки.
9. Материальная точка массой $m = 50$ *г* совершает колебания, уравнение которых имеет вид $x = A \cos \omega t$, где $A = 10$ *см;* $\omega = 5\ c^{-1}$. Найти силу F, действующую на точку, в двух случаях: 1) в мо мент, когда фаза $\omega t = \pi/3\ c^{-1}$; 2) в положении наибольшего смещения точки.
10. Найти возвращающую силу F в момент $t = 1$ *с* и полную энергию E материальной точки, совершающей колебания по закону $x = A \cos \omega t$, где $A = 20$ *см;* $\omega = 2\pi/3\ c^{-1}$. Масса m материальной точки равна *10 г.*
11. Тонкий обруч, повешенный на гвоздь, вбитый горизонтально в стену, колеблется в плоскости, параллельной стене. Радиус R обруча равен *30 см.* Вычислить период T колебаний обруча.
12. Физический маятник представляет собой тонкий однородный стержень массой m с укреплённым на нём маленьким шариком массой m. Маятник совершает колебания около горизонтальной оси, проходящей через точку O на стержне. Определить период T гармонических колебаний маятника для случаев *а, б, в, г,* изображённых на рисунке 9. Длина l стержня равна *1 м.* Шарик рассматривать как материальную точку.

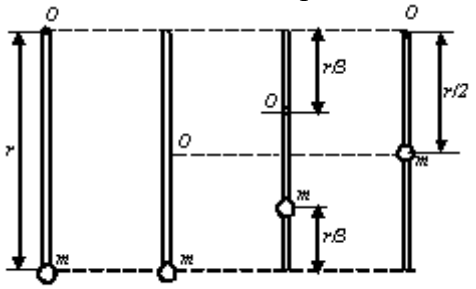


Рис. 9

1. Ареометр массой $m = 50$ *г,* имеющий трубку диаметром $d = 1$ *см,* плавает в воде. Ареометр немного погрузили в воду и затем предоставили самому себе, в результате чего он стал совершать гармонические колебания. Найти период T этих колебаний.
2. Набухшее бревно, сечение которого постоянно по всей длине, погрузилось вертикально в воду так, что над водой находится лишь малая (по сравнению с длиной) его часть. Период T колебаний бревна равен *5 с.* Определить длину l бревна.
3. Амплитуда затухающих колебаний маятника за время $t_1 = 5$ *мин* уменьшилась в два раза. За какое время t_2 считая от начального момента, амплитуды уменьшится в восемь раз?
4. Вагон массой $m = 80$ *т* имеет четыре рессоры. Жесткость k пружин каждой рессоры равна *500 кН/м.* При какой скорости v вагон начнёт сильно раскачиваться вследствие толчков на стыках рельс, если длина l рельса равна *12,8 м*?
5. К спиральной пружине жесткостью $k = 10$ *Н/м* подвесили грузик массой $m = 10$ *г* и погрузили всю систему в вязкую среду. Приняв коэффициент сопротивления r равным *0,1 кг/с,* определить: 1) частоту v_0 собственных колебаний; 2) резонансную частоту $v_{рез}$; 3) резонансную амплитуду $A_{рез}$, если вынуждающая сила изменяется по гармоническому закону и её амплитудное значение $F_0 = 0{,}02$*Н*; 4) отношение резонансной амплитуды к статическому смещению под действием силы F_0.

Гидродинамика

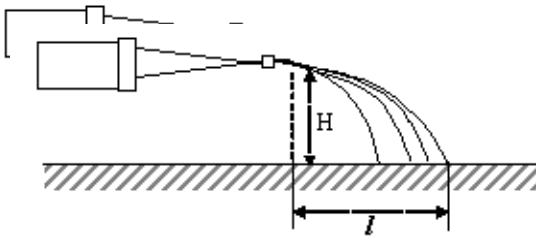


Рис.10

6. Вода течет в горизонтально расположенной трубе переменного сечения. Скорость υ_1 воды в широкой части трубы равна *20 см/с.* Определить скорость υ_2 в узкой части трубы, диаметр d_2 которой в *1,5* раза меньше диаметра d_1 широкой части.
7. В широкой части горизонтально расположенной трубы нефть течет со скоростью $\upsilon_1 = 2м/с$. Определить скорость υ_2 нефти в узкой части трубы, если разность Δp давлений в широкой и узкой частях ее равна *6.65 кПа.*
8. В горизонтально расположенной трубе с площадью S_1 поперечного сечения, равной *20* $см^2$, течет жидкость. В одном месте труба имеет сужение, в котором площадь S_2 сечения равна *12* $см^2$. Разность Δh уровней в двух манометрических трубках, установленных в широкой и узкой частях трубы, равна *8 см.* Определить объемный расход Q_v жидкости.
9. Горизонтальный цилиндр насоса имеет диаметр $d_1 = 20$ *см.* В нем движется со скоростью $\upsilon_1 = 1м/с$ поршень, выталкивая воду через отверстие диаметром $d_2 = 2см$. С какой скоростью υ_2 будет вытекать вода из отверстия? Каково будет избыточное давление ρ воды в цилиндре?
10. К поршню спринцовки, расположенной горизонтально, приложена сила $F = 15$ *Н.* Определить скорость υ истечения воды из наконечника спринцовки, если площадь S поршня равна *12* $см^2$.
11. Давление p ветра на стену равно *200 кПа.* Определить скорость υ ветра, если он дует перпендикулярно стене. Плотность ρ воздуха равна *1,29*$кг/м^3$.
12. Струя воды диаметром $d = 2$ *см,* движущаяся со скоростью υ =10 м/с, ударяется о неподвижную плоскую поверхность, поставленную перпендикулярно струе. Найти силу F давления струи на поверхность, считая, что после удара о поверхность скорость частиц воды равна нулю.
13. Бак высотой $h = 15$ *мм* наполнен до краев водой. На расстоянии $d = 1м$ от верхнего края бака образовалось отверстие малого диаметра. На каком расстоянии l от бака падает на пол струя, вытекающая из отверстия?
14. Струя воды с площадью S_1 поперечного сечения, равной *4* $см^2$, вытекает в горизонтальном направлении из брандспойта, расположенного на высоте $H = 2м$ над поверхностью Земли, и падает на эту поверхность на расстоянии $l = 8м$ (рис.10).Пренебрегая сопротивлением воздуха движению воды, найти избыточное давление p воды в рукаве, если площадь S_2 поперечного сечения рукава равна *50* $см^2$*?*
15. Бак высотой $H = 2м$ до краев заполнен жидкостью. На какой высоте h должно быть проделано отверстие в стене бака, чтобы место падения струи, вытекающей из отверстия, было на максимальном от бака расстоянии.
16. Вода течет по круглой гладкой трубе диаметром $d = 5см$ со средней по сечению скоростью $<\upsilon> = 10см/с$. Определить число Рейнольдса Re для потока жидкости в трубе и указать характер течения жидкости.
17. В трубе с внутренним диаметром $d = 3см$ течет вода. Определить максимальный массовый расход $Q_{m,max}$, воды при ламинарном течении.
18. Медный шарик диаметром $d = 1см$ падает с постоянной скоростью в касторовом масле. Является ли движение масла, вызванное падением шарика, ламинарным? Критическое значение числа Рейнольдса $Re_{кр} = 0,5$.
19. Латунный шарик диаметром $d = 0,5$ *мм* падает в глицерине. Определить: 1) скорость υ установившегося движения шарика; 2) является ли при этой скорости обтекание шарика ламинарным?
20. При движении шарика радиусом $r_1 = 2,4$ *мм* в касторовом масле ламинарное обтекание наблюдается при скорости υ_1 шарика, не превышающей *10см/с.* При какой минимальной скорости υ_2 шарика радиусом $r_2 = 1$ *мм* в глицерине обтекание станет турбулентным?

Молекулярная физика и термодинамика.
Уравнение газового состояния.

1. В цилиндр длиной l = 1,6м., заполненный воздухом при нормальном атмосферном давлении p_0, начали медленно вдвигать поршень площадью S = 200 $см^2$. Определить силу F, которая будет действовать на поршень, если его остановить на расстоянии l_1= 10 см. от дна цилиндра.
2. Оболочка воздушного шара объемом V = 800 $м^3$ целиком заполнена водородом при температуре T_1 = 273 К. На сколько изменится подъемная сила шара при повышении температуры до T_2 = 293 К? Считать объем V оболочки неизменным и вешнее давление нормальным. В нижней части оболочки имеется отверстие, через которое водород может выходить в окружающее пространство.
3. Котел объемом V = 2 $м^3$ содержит перегретый водяной пар массой m = 10кг при температуре T = 500 К. определить давление p пара в котле.
4. Баллон объемом V = 20 л содержит углекислый газ массой m = 500г под давлением p = 1,3МПа. Определить температуру T газа.
5. Манометр в виде стеклянной U-образной трубки с внутренним диаметром *d*=5 мм (рис. 8.1, *а*) наполнен ртутью так, что оставшийся в закрытом колене трубки воздух занимает при нормальном атмосферном давлении объем V_1==10 $мм^3$. При этом разность уровней Δh_1 ртути в обоих коленах трубки равна 10 см. При соединении открытого конца трубки с большим сосудом (рис. 8.1, б) разность Δh_2 уровней ртути уменьшилась до 1 см. Определить давление ρ в сосуде.
6. При нагревании идеального газа на ΔT=1 К при постоянном давлении объем его увеличился на 1/350 первоначального объема. Найти начальную температуру *T* газа.
7. Полый шар вместимостью V=10 $см^3$, заполненный воздухом при температуре T_1=573 К, соединили трубкой с чашкой, заполненной ртутью. Определить массу m ртути, вошедшей в шар при остывании воздуха в нем до температуры T_2=293 К. Изменением вместимости шара пренебречь.
8. В оболочке сферического аэростата находится газ объемом V=1500 м3, заполняющий оболочку лишь частично. На сколько изменится подъемная сила аэростата, если газ в аэростате нагреть от T_0 =273 К до T=293 К? Давления газа в оболочке и окружающего воздуха постоянны и равны нормальному атмосферному давлению.
9. Котел вместимостью V=2 $м^3$ содержит перегретый водяной пар массой m=10кг при температуре *T*=500 К. Определить давление *p* пара в котле.
10. Определить количество вещества *v* водорода, заполняющего сосуд вместимостью V=3 л, если концентрация *n* молекул газа в сосуде равна $2\cdot10^{18}$ $м^{-3}$.
11. Газ массой m=58,5 г находится в сосуде вместимостью V=5 л. Концентрация *n* молекул газа равна $2{,}2\cdot10^{26}$ $м^{-3}$. Какой это газ?

Основное уравнение кинетической теории газов. Энергия молекул.

1. Определить количество вещества υ и число N молекул газа, содержащегося в колбе вместимостью V = 240 $см^3$ при температуре T = 290К и давлении p = 50 кПа.
2. В колбе вместимостью V = 100 $см^3$ содержится некоторый газ при температуре T = 300К. На сколько понизится давление p газа в колбе, если вследствие утечки из колбы выйдет N = 10^{20} молекул?
3. В колбе вместимостью V = 240 $см^3$ находится газ при температуре T = 290 К и давлении p = 50кПа. Определить количество вещества υ газа и число N его молекул.
4. Определить среднюю кинетическую энергию $\langle\varepsilon_П\rangle$ поступательного движения и среднее значение $\langle\varepsilon\rangle$ полной кинетической энергии молекулы водяного пара при температуре T = 600К. Найти также кинетическую энергию W поступательного движения всех молекул пара, содержащего количество вещества υ = 1 кмоль.
5. Найти среднюю квадратичную $\langle u_{кв}\rangle$, среднюю арифметическую $\langle u\rangle$ и наиболее вероятную $u_в$ скорости молекул водорода. Вычисления выполнить для трех значений температуры: 1) T=20 К, 2) T=300 К, 3) T=5 кК.
6. Колба вместимостью V = 4 л содержит некоторый газ массой m = 0,6 г под давлением p = 200 кПа. Определить среднюю квадратичную скорость $\langle u_{кв}\rangle$ молекул газа.

7. Определить среднюю арифметическую скорость <u> молекул газа, если их средняя квадратичная скорость $<u_{кв}> = 1$ км/с.

8. Определить наиболее вероятную $u_в$ скорость молекул водорода при температуре $T = 400$ К.

Явления переноса: диффузия, вязкость, теплопроводность.

1. Средняя длина свободного пробега <l> атомов гелия при нормальных условиях равна 180 нм. Определить диффузию D гелия.

2. Определить, во сколько раз отличается диффузия D_1 газообразного водорода от диффузии D_2 газообразного кислорода, если оба газа находятся при одинаковых условиях.

3. Вычислить динамическую вязкость η кислорода при нормальных условиях.

4. Найти динамическую вязкость η гелия при нормальных условиях, если диффузия D при тех же условиях равна $1{,}06 * 10^{-4}$ м^2/с.

5. Определить зависимость динамической вязкости η от давления *p* при следующих процессах: 1) изотермическом; 2) изохорном. Изобразить эти зависимости на графиках.

6. Найти зависимость теплопроводности λ от температуры *T* при следующих процессах: 1) изобарном; 2) изохорном. Изобразить эти зависимости на графиках.

Теплоемкость идеального газа.

1. Вычислить удельные теплоемкости Ср и Cv газов: 1) гелия; 2) водорода; 3) углекислого газа.

2. Каковы удельные теплоемкости Ср и Cv смеси газов, содержащей кислород массой $m_1 = 10$ г и азот массой $m_2 = 20$ г.

3. Определить удельную теплоемкость Cv смеси газов, содержащей $V_1 = 5$ л водорода и $V_2 = 3$ л гелия. Газы находятся при одинаковых условиях.

4. Смесь газов состоит из аргона и азота, взятых при одинаковых условиях и в одинаковых объемах. Определить показатель адиабаты γ такой смеси.

5. Найти показатель адиабаты γ смеси газов, содержащей кислород и аргон, если количества вещества* того и другого газа в смеси одинаковы и равны *v*.

6. Определить показатель адиабаты γ частично диссоциировавшего газообразного азота, степень диссоциации α которого равна 0,4.

Первое начало термодинамики.

1. Азот массой $m = 5$ кг, нагретый на $\Delta T = 150$ К, сохранил неизменный объем V. Найти: 1) количество теплоты Q, сообщенное газу; 2) изменение ΔU внутренней энергии; 3) совершенную газом работу А.

2. Азот нагревался при постоянном давлении, причем ему было сообщено количество теплоты Q = 21 кДж. Определить работу А, которую совершил при этом газ, и изменение ΔU его внутренней энергии.

3. Водород массой m = 4 г был нагрет на $\Delta T = 10$ К при постоянном давлении. Определить работу А расширения газа.

4. Газ, занимавший объем V = 12 л под давлением p = 100 кПа, был изобарически нагрет от $T_1 = 300$ К до $T_2 = 400$ К. Определить работу А расширения газа.

5. На нагревание кислорода массой m = 160 г на $\Delta T = 12$ К было затрачено количество теплоты Q = 1,76 кДж. Как протекал процесс: при постоянном объеме или постоянном давлении?

6. Азот массой m = 200 г расширяется изотермически при температуре T = 280 К, причем объем газа увеличивается в два раза. Найти: 1) изменение ΔU внутренней энергии газа; 2) совершенную при расширении газа работу А; 3) количество теплоты Q, полученное газом.

7. Какая доля ω_1 количества теплоты Q_1, подводимого к идеальному газу при изобарном процессе, расходуется на увеличение ΔU внутренней энергии газа и какая доля ω_2 — на работу A расширения? Рассмотреть три случая, если газ: 1) одноатомный; 2) двухатомный; 3) трехатомный.

8. В цилиндре под поршнем находится азот массой m=0,6 кг, занимающий объем V_1=1,2 м^3 при температуре T=560 К. В результате подвода теплоты газ расширился и занял объем V_2=4,2 м^3, причем температура осталась неизменной. Найти: 1) изменение ΔU

внутренней энергии газа; 2) совершенную им работу A; 3) количество теплоты Q, сообщенное газу.

9. При изотермическом расширении водорода массой m=1 г, имевшего температуру T=280 К, объем газа увеличился в три раза. Определить работу A расширения газа и полученное газом количество теплоты Q.

10. При изотермическом расширении кислорода, содержавшего количество вещества ν=l моль и имевшего температуру T=300 К, газу было передано количество теплоты Q=2 кДж. Во сколько раз увеличился объем газа?

11. Автомобильная шина накачена до давления p_1=220 кПа при температуре T_1=290 К. Во время движения она нагрелась до температуры T_2=330 К и лопнула. Считая процесс, происходящий после повреждения шины, адиабатным, определить изменение температуры ΔT вышедшего из нее воздуха. Внешнее давление p_0 воздуха равно 100 кПа.

12. Водород при нормальных условиях имел объем V_1=100 м^3**.** Найти изменение ΔU внутренней энергии газа при его адиабатном расширении до объема V_2=150 м^3.

13. Углекислый газ CO_2 массой m=400 г был нагрет на ΔT=50 К при постоянном давлении. Определить изменение ΔU внутренней энергии газа, количество теплоты Q, полученное газом, и совершенную им работу A.

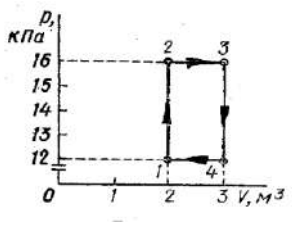
14. Кислород массой m=800 г, охлажденный от температуры t_1=100°С до температуры t_2=20°С, сохранил неизменным объем V. Определить: 1) количество теплоты Q, полученное газом; 2) изменение ΔU внутренней энергии и 3) совершенную газом работу A.

Круговые процессы. Термический К.П.Д. Цикл Карно.

1. В результате кругового процесса газ совершил работу A = 1 Дж и передал охладителю количество теплоты Q_2 = 4,2 Дж. Определить термический к.п.д. η цикла.

2.Совершая замкнутый процесс, газ, получил от нагревателя количество теплоты Q_1 = 4 кДж. Определить работу A газа при протекании цикла, если его термический к.п.д. η = 0,1.

3. Идеальный двухатомный газ, содержащий количество вещества υ = 1 кмоль, совершает замкнутый цикл, график которого изображен на рисунке. Определить: 1) количество теплоты Q_1, полученное от нагревателя; 2) количество теплоты Q_2, переданное охладителю; 3) работу A, совершаемую газом за цикл; 4) термический к.п.д. η цикла.



4. Идеальный двухатомный газ, содержащий количество вещества υ = 1 моль, находящийся под давлением p_1 = 0,1 МПа при температуре T_1 = 300 К, нагревают при постоянном объеме до давления p_2 = 0,1 МПа. После этого газ изотермически расширился до начального давления и затем изобарически был сжат до начального объема V_1. Построить график цикла. Определить температуру T газа для характерных точек цикла и его термический к.п.д. η.

5. Идеальный газ, совершающий цикл Карно, $^2/_3$ количества теплоты Q_1, полученного от нагревателя, отдает охладителю. Температура T_2 охладителя равна 280 К. Определить температуру T_1 нагревателя.

6. Идеальный газ, совершает цикл Карно. Температура T_2 охладителя равна 290 К. Во сколько раз увеличится к.п.д. цикла, если температура нагревателя повысится от $T_1' $ = 400 К до T_2'' = 600 К?

7. Идеальный газ, совершает цикл Карно. Работа A_1 изотермического расширения газа равна 5 Дж. Определить работу A_2 изотермического сжатия, если термический к.п.д. η цикла равен 0,2.

8. Идеальный газ совершает цикл Карно. Работа A_1 изотермического расширения газа равна 5 Дж. Определить работу A_2 изотермического сжатия, если термический КПД η цикла равен 0,2.

Энтропия.

1. Смешали воду массой m_1 = 5 кг при температуре T_1 = 280 К с водой массой m_2 = 8 кг при температуре T_2 = 350 К. Найти: 1) температуру Ø смеси; 2) изменение ΔS энтропии происходящее при смешивании.

2. Найти изменение ΔS энтропии при изобарическом расширении азота массой m = 4 г от объема

V_1 = 5 л до объема V_2 = 9 л.

Лед массой m_1 = 2 кг при температуре $t_1 = 0^0$C был превращен в воду той же температуры с помощью пара, имеющего температуру $t_2 = 100^0$C. Определить массу m_2 израсходованного пара. Каково изменение ΔS энтропии системы лед-пар?

3. Кислород массой *m*=2 кг увеличил свой объем в *n*=5 раз один раз изотермически, другой – адиабатно. Найти изменения энтропии в каждом из указанных процессов.

4. Водород массой *m*=100 г был изобарно нагрет так, что объем его увеличился в *n*=3 раза, затем водород был изохорно охлаждён так, что давление его уменьшилось в *n*=3 раза. Найти изменение *ΔS* энтропии в ходе указанных процессов.

Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние.

1. В сосуде вместимостью V = 10 л находится азот массой m = 0,25 кг. Определить: 1) внутреннее давление *p′* газа: 2) собственный объему молекул.

2. Вычислить критические температуру $T_{кр}$ и давление $p_{кр}$.: 1) кислорода; 2) воды.

3. Определить давление *p,* которое будет производить кислород, содержащий количество вещества υ = 1 моль, если он занимает объем V = 0,5 л при температуре T = 300 К. Сравнить полученный результат с давлением, вычисленным по уравнению Менделеева-Клапейрона.

4. В сосуде вместимостью V = 0,3 л находится углекислый газ, содержащий количество вещества υ = 1 моль при температуре T = 300 К. Определить давление *p* газа: 1) по уравнению Менделеева-Клапейрона; 2) по уравнению Ван-дер-Ваальса.

5. Вычислить постоянные *a и b* в уравнении Ван-дер-Ваальса для азота, если известны критические температуры $T_{кр}$=126 К и давление $p_{кр}$=*3,39* МПа.

6. Во сколько раз концентрация $n_{кр}$ молекул азота в критическом состоянии больше концентрации n_0 молекул при нормальных условиях?

1. Вычислить постоянные a и b в уравнении Ван-дер-Ваальса для азота, если известны критические температуры T кр = 126 К и давление *p* кр = 3,39 МПа.

2. Жидким пентаном C_5H_{12} плотность ρ которого равна 626 кг/м^3, частично заполняют прочную кварцевую колбу и запаивают ее так, что над пентаном остаются только насыщающие пары. Определить, какую часть ε внутреннего объема колбы должен занимать пентан, чтобы можно было наблюдать при нагревании переход вещества через критическую точку. Постоянная b Ван-дер-Ваальса равна 14,5 х 10^{-5}м^3/моль.

3. Определить плотность ρ водяных паров в критическом состоянии.

Внутренняя энергия.

1. Определить внутреннюю энергию U азота содержащего количество вещества υ = 1 моль, при критической температуре T кр = 126 К.Вычисления выполнить для четырех значений объемов V*:*

1) 20 л;2) 2 л; 3) 0,2 л; 4) Vкр.

2. Найти внутреннюю энергию U углекислого газа массой m = 132 г при нормальном давлении p_0 и температуре T = 300 К в двух случаях, когда газ рассматривают: 1) как идеальный; 2) как реальный.

3. Определить изменение *ΔU* внутренней энергии неона, содержащего количество вещества ν=l моль, при изотермическом расширении его объема от V_1=1 л до V_2=2 л.

4. В сосуде вместимостью V_1 = 1 л содержится m = 10 г азота. Определить изменение ΔT температуры азота, если он расширяется в пустоту до объема V_2 = 10 л.

5. Газообразный хлор массой m = 7,1 г находится в сосуде вместимостью V_1 = 0,1 л. Какое количество теплоты Q необходимо подвести к хлору, чтобы при расширении его в пустоту до объема V_2 = 1 л температура газа осталась неизменной?

Поверхностное натяжение. Капиллярные явления.

1. Масса m 100 капель спирта, вытекающего из капилляра, равна 0,71 г. Определить поверхностное натяжение σ спирта, если диаметр d шейки капли в момент отрыва равен 1 мм.

2. Трубка имеет диаметр d_1 = 0,2 см. На нижнем конце трубки повисла капля воды, имеющая в момент отрыва вид шарика. Найти диаметр d_2 этой капли.

3. Какую работу A нужно совершить, чтобы, выдувая мыльный пузырь, увеличить его диаметр от d_1 = 1 см до d_2 = 11 см? Считать процесс изотермическим.

4. Две капли ртути радиусом r = 1 мм каждая слилась в одну большую каплю. Какая энергия E выделится при этом слиянии? Считать процесс изотермическим.

5. Определить силу F, прижимающую друг к другу две стеклянные пластинки размерами 10 x 10 см, расположенные параллельно друг к другу, если расстояние l между пластинками равно 22 мкм, а пространство между ними заполнено водой. Считать мениск вогнутым с диаметром d, равным расстоянию между пластинками.

6. Капиллярная трубка диаметром d = 0,5 мм наполнена водой. На нижнем конце трубки вода провисла в виде капли. Эту каплю можно принять за часть сферы радиуса r = 3 мм. Найти высоту h столбика воды в трубке.

7. На какую высоту h поднимается вода между двумя параллельными друг другу стеклянными пластинками, если расстояние d между пластинками равно 0,2 мм.

8. Воздушный пузырек диаметром d = 2 мкм находится в воде у самой ее поверхности. Определить плотность ρ воздуха в пузырьке, если воздух над поверхностью воды находится при нормальных условиях.

9. На сколько давление p воздуха внутри мыльного пузыря больше атмосферного давления p_0, если диаметр пузыря d = 5 мм ?

10. Покровное стеклышко для микроскопа имеет вид круга диаметром d = 16 мм. На него нанесли воду массой m = 0,1 г и наложили другое такое же стеклышко, в результате оба стеклышка слиплись. С какой силой F, перпендикулярной поверхностям стеклышек, надо растягивать их, чтобы разъединись? Считать, что вода полностью смачивает стекло и поэтому меньший радиус r кривизны боковой поверхности водяного слоя равен половинё расстояния d между стеклышками.

11. Глицерин поднялся в капиллярной трубке на высоту h = 20 мм. Определить поверхностное натяжение σ глицерина, если диаметр d канала трубки равен 1 мм.

12. Диаметр d канала стеклянной трубки чашечного ртутного барометра равен 5 мм. Какую поправку Δp нужно вводить в отсчеты по этому барометру, чтобы получить верное значение атмосферного давления ?

13. Разность Δh уровней жидкости в коленах U-образной трубки равна 23 мм. Диаметры d_1 и d_2 каналов в коленах трубки равны соответственно 2 мм и 0,4 мм. Плотность ρ жидкости равна 0,8 г/см^3. Определить поверхностное натяжение ρ жидкости.

14. В жидкость нижними концами опущены две вертикальные капиллярные трубки с внутренними диаметрами d_1 = 0,05 см и d_2 == 0,1 см. Разность Δh уровней жидкости в трубках равна 11,6 мм. Плотность ρ жидкости равна 0,8 г/см^3. Найти поверхностное натяжение σ жидкости

Электростатика. Взаимодействие зарядов.

1. Два шарика массой m = 0,1 г каждый подвешены в одной точке на нитях длинной l = 20 см каждая. Получив одинарный заряд разошлись так, что нити образовали между собой угол α = 60°. Найти заряд каждого шарика.

2. Расстояние между двумя точечными зарядами Q_1=l мкКл и Q_2=–Q_1 равно 10 см. Определить силу F, действующую на точечный заряд Q=0,1 мкКл, удаленный на r_1=6 см от первого и на r_2=8 см от второго зарядов.

3 Два одинаковых проводящих заряженных шара находятся на расстоянии r=30 см. Сила притяжения F_1 шаров равна 90 мкН. После того как шары были приведены в соприкосновение и удалены друг от друга на прежнее расстояние, они стали отталкиваться с силой F_2=160 мкН. Определить заряды Q_1 и Q_2, которые были на шарах до их соприкосновения. Диаметр шаров считать много меньшим расстояния между ними.

4. Три одинаковых заряда Q = 1 нКл каждый расположены по вершинам равностороннего треугольника. Какой отрицательный заряд Q_1 нужно поместить в центре треугольника, чтобы его притяжение уравновесило силы взаимного отталкивания зарядов? Будет ли это равновесие устойчивым?

5. Тонкий длинный стержень равномерно заряжен с линейной плотностью τ заряда, равной 10 мкКл/м. На продолжении оси стержня на расстоянии a=20 см от его конца находится точечный заряд Q=10 нКл. Определить силу F взаимодействия заряженного стержня и точечного заряда.

6. Тонкая нить длиной l = 20 см равномерно заряжена линейной плотностью τ = 10 нКл/м.

На расстоянии a = 10 см от нити, против ее середины, находится точечный заряд Q = 1 нКл. Вычислить силу F, действующую на этот заряд со стороны заряженной нити.

7. Тонкое полукольцо радиусом R=10 см несет равномерно распределенный заряд с линейной плотностью τ=1 мкКл/м. В центре кривизны полукольца находится заряд Q=20 нКл. Определить силу F взаимодействия точечного заряда и заряженного полукольца.

Напряженность электростатического поля.

1. Расстояние d между двумя точечными зарядами Q_1=+8 нКл и Q_2= –5,3 нКл равно 40 см. Вычислить напряженность E поля в точке, лежащей посередине между зарядами. Чему равна напряженность, если второй заряд будет положительным?

2. Два точечных заряда Q_1=2Q и Q_2= –Q находятся на расстоянии d друг от друга. Найти положение точки на прямой, проходящей через эти заряды, напряженность E поля в которой равна нулю.

3. Тонкое кольцо радиусом R = 8 см несет заряд, равномерно распределенный с линейной плотностью τ = 10 нКл/м. Какова напряженность E электрического поля в точке, равноудаленной от всех точек кольца на расстояние r = 10 см?

4. Две концентрические металлические заряженные сферы радиусами R_1 = 6 см и R_2 = 10 см несут соответственно заряды Q_1 = 1 нКл и Q_2 = - 0,5 нКл. Найти напряженности E поля в точках, отстоящих от центра сфер на расстояниях r_1 =5 см ; r_2 = 9 см ; r_3 = 15 см. Построить график зависимости E (r).

5. Тонкий стержень длиной l=10 см заряжен с линейной плотностью τ=400 нКл/м. Найти напряженность E электрического поля в точке, расположенной на перпендикуляре к стержню, проведенном через один из его концов, на расстоянии r=8 см от этого конца.

6. Две бесконечные параллельные пластины равномерно заряжены с поверхностной плотностью σ_1=10 нКл/м^2 и σ_2= –30 нКл/м^2. Определить силу взаимодействия между пластинами, приходящуюся на площадь S, равную 1 м^3.

7. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими одинаковый равномерно распределенный по площади заряд (σ = 1 нКл/м^2). Определить напряженность E поля: 1) между пластинами; 2) вне пластин. Построить график изменения напряженности вдоль линии, перпендикулярной пластинам.

8. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд с поверхностными плотностями σ_1= 1нКл/м^2 и σ_2 = 3 нКл/м^2. Определить напряженность E поля : 1) между пластинами ; 2) вне пластин. Построить график изменения напряженности вдоль линии, перпендикулярной пластинам.

9. Точечный заряд Q=l мкКл находится вблизи большой равномерно заряженной пластины против ее середины. Вычислить поверхностную плотность σ заряда пластины, если на точечный заряд действует сила F=60 мН.

10. Параллельно бесконечной пластине, несущей заряд, равномерно распределенный по площади с поверхностной плотностью σ=20 нКл/м^2, расположена тонкая нить с равномерно распределенным по длине зарядом (τ=0,4 нКл/м). Определить силу F, действующую на отрезок нити длиной l=1 м.

11. Прямая, бесконечная, тонкая нить несет равномерно распределенный по длине заряд (τ_1=1 мкКл/м). В плоскости, содержащей нить, перпендикулярно нити находится тонкий стержень длиной l. Ближайший к нити конец стержня находится на расстояний l от нее. Определить силу F, действующую на стержень, если он заряжен с линейной плотностью τ_2=0,1 мкКл/м.

12. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд с поверхностными плотностями σ_1= 2нКл/м^2 и σ_2 = -5 нКл/м^2. Определить напряженность E поля : 1) между пластинами ; 2) вне пластин. Построить график изменения напряженности вдоль линии, перпендикулярной пластинам.

13. Эбонитовый сплошной шар радиусом R = 5 см несет заряд, равномерно распределенный с объемной плотностью ρ = 10 нКл/м^3. Определить напряженность E и смещение D электрического поля в точках: 1) на расстоянии r_1 = 3 см от центра сферы; 2) на поверхности сферы; 3) на расстоянии r_2 = 10 см от центра сферы. Построить график зависимости $E(r)$.

14. Полый стеклянный шар несет равномерно распределенный по объему заряд. Его объемная плотность ρ = 100 нКл/м^3 . Внутренний радиус R_1 шара равен 5 см ,

наружный – R_2 = 10 см. Вычислить напряженность E и смещение D электрического поля в точках , отстоящих от центра сферы на расстоянии: 1) r_1 = 3 см ; 2) r_2 = 6 см ; 3) r_3 = 12 см. Построить график зависимости $E(r)$ и $D(r)$.

Поток напряженности электростатического поля. Теорема Остроградского-Гаусса.

1. В центре сферы радиусом R = 10 см находится точечный заряд Q = 10нКл. Определить поток Φ_E вектора напряженности через часть сферической поверхности площадью S = 20 см^2.

2. Электрическое поле создано точечным зарядом Q=0,1 мкКл. Определить поток ψ электрического смещения через круглую площадку радиусом R=30 см. Заряд равноудален от краев площадки и находится на расстоянии a=40 см от ее центра.

3. Электрическое поле создано бесконечной прямой равномерно заряженной линией (τ=0,3 мкКл/м). Определить поток ψ электрического смещения через прямоугольную площадку, две большие стороны которой параллельны заряженной линии и одинаково удалены от нее на расстояние r=20 см. Стороны площадки имеют размеры a=20 см, b=40 см.

4. По тонкому кольцу радиусом R = 10 см равномерно распределен заряд с линейной плотностью τ = 10 нКл/м. Определить потенциал φ в точке, лежащей на оси кольца, на расстоянии a = 5 см от центра.

5. На отрезке тонкого прямого проводника равномерно распределен заряд с линейной плотностью τ = 10нКл/м. Вычислить потенциал φ создаваемый этим зарядом в точке, расположенной на оси проводника и удаленной от ближайшего конца отрезка на расстояние, равное длине этого отрезка.

6. Две бесконечные параллельные плоскости находятся на расстоянии d = 0,5 см друг от друга. На плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями σ_1 = 0,2 мкКл/м^2 и σ_2 = -0,3 мкКл/м^3. Определить разность потенциалов U между плоскостями.

7. Бесконечная плоскость равномерно заряжена с поверхностной плотностью σ = 4 нКл/м^2. Определить значение и направление градиента потенциала электрического поля, созданного этой плоскостью.

Электроемкость.

1. Найти электроемкость C уединенного металлического шара радиусом R = 1 см.

2. Шар радиусом R_1 = *6* см заряжен до потенциала φ_1 = 300В, а шар радиусом R_2 = *4* см – до потенциала φ_2 = 500В. Определить потенциал φ шаров после того , как их соединили металлическим проводником. Емкостью соединительного проводника пренебречь.

3. На пластинах плоского конденсатора равномерно распределен заряд с поверхностной плотностью

σ = 0,2 мкКл/м^2. Расстояние d между пластинами равно 1 мм. На сколько изменится разность потенциалов на его обкладках при увеличении расстояния d между пластинами до 3 мм?

4. В плоский конденсатор вдвинули плитку парафина толщиной d = 1см, которая вплотную прилегает к его пластинам. На сколько нужно увеличить расстояние между пластинами , чтобы получить прежнюю емкость?

5. Две концентрические металлические сферы радиусами R_1 = 2 см и R_2 = 2,1см образуют сферический конденсатор. Определить его электроемкость C , если пространство между сферами заполнено парафином.

6. Конденсатор состоит издвух концентрических сфер. Радиус R_1 внутренней сферы равен 10 см, внешней R_2 = 10,2 см. Промежуток между сферами заполнен парафином. Внутренней сфере сообщен заряд Q = 5 мкКл. Определить разность потенциальв U между сферами.

7. Три одинаковых плоских конденсатора соединены последовательно. Электроемкость C такой батареи конденсаторов равна 89 пФ. Площадь S каждой пластины равна 100см^2. Диэлектрик – стекло. Какова толщина d стекла?

8. Конденсаторы соединены так, как это показано на рис. 17.1. Электроемкости конденсаторов: C_1 = 0,2 мкФ; C_2 = 0,1 мкФ; C_3 = 0,3 мкФ; C_4 = 0,4 мкФ. Определить электроемкость C , батареи конденсаторов.

9. Плоский воздушный конденсатор электроемкостью C = 1,11 нФ заряжен до разности

потенциалов U = 300В. После отключения от источника тока расстояние между пластинами конденсатора было увеличено в пять раз. Определить : 1) разность потенциалов U на обкладках конденсатора после их раздвижения; 2) работу A внешних сил по раздвижению пластин.

10. Конденсатор электроемкостью C_1 = 666 пФ зарядили до разности потенциалов U = 1,5 кВ и отключили от источника тока. Затем к конденсатору присоединили параллельно второй, незаряженный конденсатор электроемкостью C_2 = 444 пФ. Определить энергию, израсходованную на образование искры , проскочившей при соединении конденсаторов.

11. Пластину из эбонита толщиной d = 2 мм и площадью S = 300 см^2 поместили в однородное электрическое поле напряженностью E = 1 кВ/м , расположив так, что силовые линии перпендикулярны ее плоской поверхности. Найти: 1) плотность σ связанных зарядов на поверхности пластин ; 2) энергию W электрического поля, сосредоточенную в пластине.

Постоянный электрический ток.

1. Сила тока в проводнике равномерно нарастает от l_0 = 0 до l = 3А в течение времени t = 10 с. Определить заряд Q, прошедший в проводнике.

2. Определить плотность тока ι в железном проводнике длиной l =10 м, если провод находится под напряжением U = 6 В.

3. Напряжение U на шинах электростанции равно 6,6 кВ. Потребитель находится на расстоянии l = 10 км. Определить площадь S сечения медного провода который следует взять для устройства двух-проводной линии передачи, если сила тока l в линии равно 20А и потери напряжения в проводах не должны превышать 3%.

4. Внутреннее сопротивление r батареи аккумуляторов равно 3 Ом. Сколько процентов от точного значения э.д.с. составляет погрешность, если, измеряя разность потенциалов на зажимах батареи вольтметр с сопротивлением $R_в$ = 200 Ом , приняв ее равной э.д.с.?

5. К источнику тока с э.д.с. ε = 1,5 В присоединили катушку с сопротивлением R = 0,1 Ом. Амперметр показал силу тока, равную l_1 = 0,5 А. Когда к источнику тока присоединили последовательно еще один источник тока с такой же э.д.с., то сила тока I в той же катушке оказалась равной 0,4 А. Определить внутренние сопротивления r_1 и r_2 первого и второго источников тока.

6. Два одинаковых источника тока с э.д.с. ε = 1,2 В и внутренним сопротивлением r = 0,4 Ом соединены, как показано на рис. 19.6, *а,б.* Определить силу тока I в цепи и разность потенциалов U между точками А и В в первом и втором случаях.

7. Две батареи аккумулятора ($ε_1$ = 10 В; r_1 = 1 Ом; $ε_2$ = 8 В; r_2 = 2 Ом) и реостат (R = 6 Ом) соединены, как показано на рис.19.7. Найти силу тока в бата реях и реостате.

8. Два источника тока ($ε_1$ = 8 В; r_1 = 2 Ом; $ε_2$ = 6 В; r_2 = 1,5 Ом) и реостат (R = 10 Ом) соединены, как показано на рис. 19.8. Вычислить силу тока I, текущего через реостат.

9. Три сопротивления R_1 = 5 Ом ; R_2 = 1 Ом и R_3 = 3 Ом, а также источник тока с э.д.с. $ε_1$ = 1,4 В соединены, как показано на рис. 19.11. Определить э.д.с. ε источника тока, который надо подключить в цепь между точками А и В, чтобы в сопротивлении R_3 шел ток силой I = 1 А в направлении, указанном стрелкой. Сопротивление источника тока пренебречь.

10. Лампочка и реостат, соединенные последовательно, присоединены к источнику тока. Напряжение U на зажимах лампочки равно 40 В, сопротивление R реостата равно 10 Ом. Внешняя цепь потребляет мощьность P = 120 Вт. Найти силу тока I в цепи.

11. Э.д.с. батареи аккумуляторов ε = 12 В, сила тока I короткого замыкания равна 5 А. Какую наибольшую мощность P_{max} можно получить во внешней цепи, соединенной с такой батареей?

12. Обмотка электрического кипятильника имеет две секции. Если включена только первая секция, то вода закипает через t_1 = 15 мин, если только вторая, то через t_2 = 30 мин. Через сколько минут закипит вода, если обе секции включить последовательно? параллельно?

13. При силе тока I_1 = 3 А во внешней цепи батареи аккумуляторов выделяется мощность P_1 = 18 Вт, при силе тока I_2 = 1 А – соответственно P_2 = 10 Вт. Определить э.д.с. ε и внутреннее сопротивление r батареи.

14. Сила тока I в металлическом проводнике равна 0,8 А, сечение S проводника 4 мм^2. Принимая, что в каждом кубическом сантиметре металла содержится n = 2,5*10^{22}

свободных электронов, определить среднюю скорость <υ> их упорядоченного движения.

15. Плотность тока j в медном проводнике равна 3 А/мм^2. Найти напряженность E электрического поля в проводнике.

16. В медном проводнике объемом V = 6 см^3 при прохождении по нему постоянного тока за время t = 1 мин выделилось количество теплоты Q = 216 Дж. Вычислить напряженность E электрического поля в проводнике.

17. При силе тока I = 5 А за время t = 10 мин в электролитической ванне выделилось m = 1,02 г двухвалентного металла. Определить его относительную атомную массу A_r.

18. Определить толщину h слоя меди, выделившейся за время t = 5 ч при электролизе медного купороса, если плотность тока j = 80 А/м^2.

19. Сколько атомов двухвалентного металла выделится на 1 см^2 поверхности электрода за время t = 5 мин при плотности тока j = 10 А/м^2?

20. Энергия ионизации атома водорода E_i = 2,18*10^{-18} Дж. Определить потенциал ионизации U_i водорода.

21. Какой наименьшей скоростью υ_{min} должен обладать электрон, чтобы ионизировать атом азота, если потенциал ионизации U_i азота равен 14,5 В.

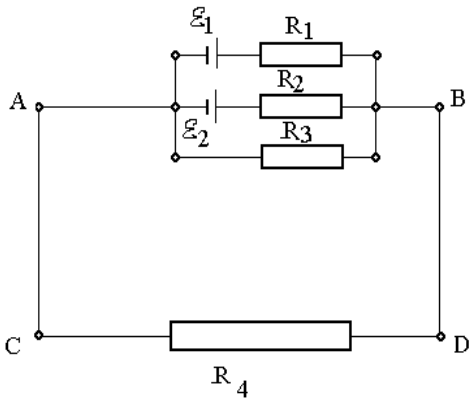


Рис. 1

22. Определить силу токов на всех участках электрической цепи (рис. 1), если ε_1 = 10 В, ε_2 = 12 В, R_1 = 2 Ом, R_2 = 2 Ом, R_3 = 8 Ом, R_4 = 4 Ом. Внутренними сопротивлениями пренебречь.

23. Два источника тока ε_1 = 10 В с внутренним сопротивлением r_1 = 4 Ом и ε_2 = 6 В с внутренним сопротивлением r_2 = 2 Ом соединены, как показано на рис. 2 . Определить силы тока в проводнике и источниках тока. Сопротивление проводника R = 6 Ом.

24. Две батареи (ε_1 = 10 В, r_1 = 2 Ом, ε_2 = 24 В, r_2 = 6 Ом) и проводник сопротивление R = 16 Ом соединены как показано на рис. 2. Определить силу тока в батареях и проводнике.

25. Определить силу тока I_3 в проводнике R_3 (рис. 3) и напряжение U_3 на концах этого проводника, если ε_1 = 8 В, ε_2 = 10 В, R_1 = 2 Ом, R_2 = 4 Ом, R_3 = 3 Ом. Внутренним сопротивление источников тока пренебречь.

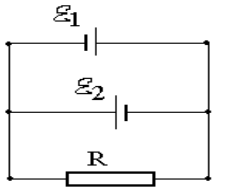


Рис. 2

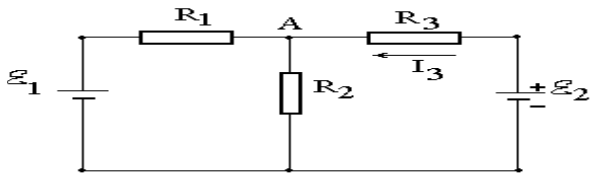


Рис.3

26. Электрическая цепь состоит из двух гальванических элементов, трех сопротивлений и гальванометра (рис. 4). В этой цепи R_1 = 50 Ом, R_2 = 25 Ом, R_3 = 5 Ом, э.д.с. элемента ε_1 = 4 В.

Гальванометр регистрирует ток I_3 = 40 мА, идущий в направлении, указанном стрелкой. Определить э.д.с. ε_2 второго элемента.

27. Воздух между плоскими электродами ионизационной камеры ионизируется рентгеновскими лучами. Силы тока, текущего через камеру, 1,2•10^{-6} А. Площадь каждого электрода 300 см^2 , расстояние между ними 2 см, разность потенциалов 100 В. Определить концентрацию пар ионов между

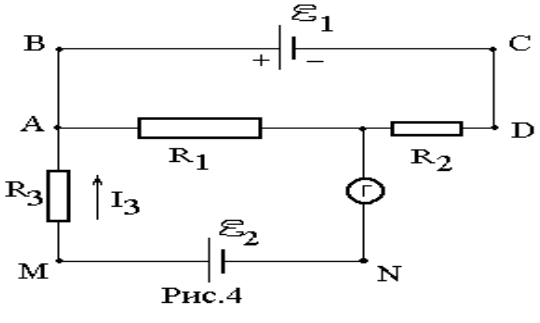


Рис.4

пластинами, если ток далек от насыщения. Подвижность положительных и отрицательных ионов равна соответственно 1,4 и 1,9 $см^2/В•с$. Заряд каждого иона равен элементарному заряду.

Сопротивлением гальванометра и внутренним сопротивлением элементов пренебречь.

28. Газ, заключенный в ионизационной камере между плоскими пластинами, облучается рентгеновскими лучами. Определить плотность тока насыщения $j_{нас,}$ если ионизатор образует в объеме

$V = 3\ см^3$ газа $n = 5•10^6$ пар ионов в секунду. Принять, что каждый ион несет на себе элементарный заряд. Расстояние между пластинами камеры d = 2см.

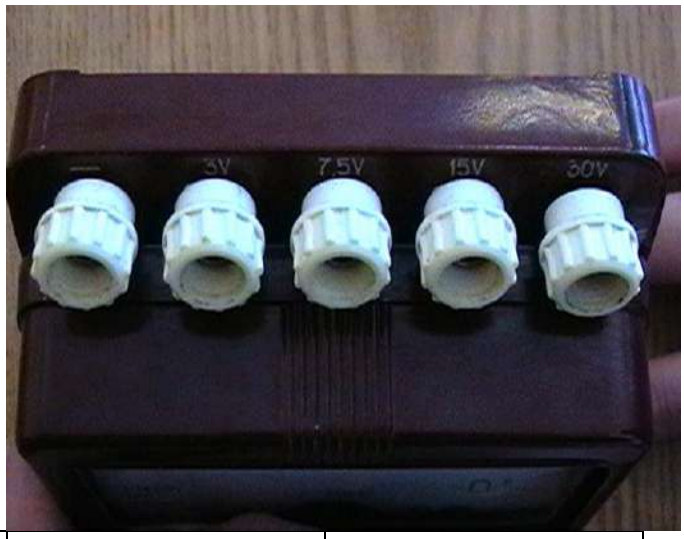
Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц

Множитель	Название	*Приставка*	*Обозначение приставки*	
			русское	международное
$1000000000000000000 = 10^{18}$	квинтиллион	экса	Э	E
$1000000000000000 = 10^{15}$	квадриллион	пета	П	P
$1000000000000 = 10^{12}$	триллион	тера	Т	T
$1000000000 = 10^9$	миллиард	гига	Г	G
$1000000 = 10^6$	миллион	мега	М	M
$1000 = 10^3$	тысяча	кило	к	K
$100 = 10^2$	сто	гекто	г	H
$10 = 10^1$	десять	дека	да	da
$0,1 = 10^{-1}$	одна десятая	деци	д	d
$0,01 = 10^{-2}$	одна сотая	санти	с	c
$0,001 = 10^{-3}$	одна тысячная	милли	м	m
$0,000001 = 10^{-6}$	одна миллионная	микро	мк	μ
$0,000000001 = 10^{-9}$	одна миллиардная	нано	н	n
$0,000000000001 = 10^{-12}$	одна триллионная	пико	п	p
$0,000000000000001 = 10^{-15}$	одна квадриллионная	фемто	ф	f
$0,000000000000000001 = 10^{-18}$	одна квинтиллионная	атто	а	a

Греческий алфавит

Обозначение	*Название*	*Обозначение*	*Название*

Α, α	альфа	**Ν, ν**	ню
Β, β	бета	**Ξ, ξ**	кси
Γ, γ	гамма	**Ο, ο**	омикрон



Δ, δ	дельта	**Π, π**	пи
Ε, ε	эпсилон	**Ρ, ρ**	ро
Ζ, ζ	дзета	**Σ, σ, ς**	сигма
Η, η	эта	**Τ, τ**	тау
Θ, ϑ, θ	тэта	**Υ, υ**	ипсилон
Ι, ι	йота	**Φ, φ**	фи
Κ, κ	каппа	**Χ, χ**	хи
Λ, λ	ламбда	**Ψ, ψ**	пси
Μ, μ	мю	**Ω, ω**	омега

Определение цены деления прибора.

Однопредельные измерительные приборы.

Цена деления шкалы – это значение наименьшего деления шкалы. Чтобы определить цену деления шкалы, нужно взять два любые (можно соседние) числа, из большего отнять меньшее, и результат разделить на число наименьших делений шкалы между этими числами.

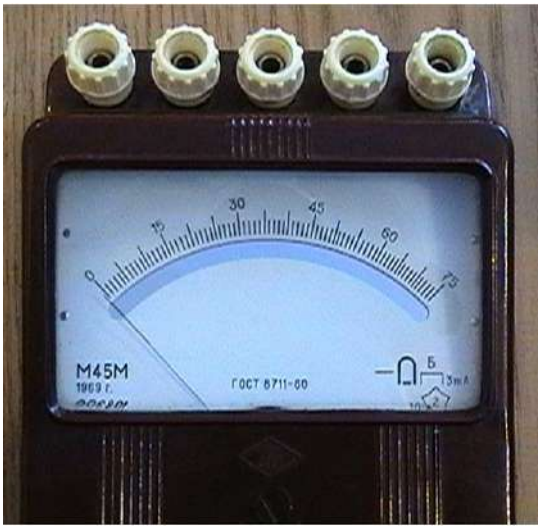


$$\text{Ц.Д.} = \frac{4-5}{5} = 0{,}2$$

Многопредельные электроизмерительные приборы.

Значение измеряемой величины, при которой стрелка прибора отклоняется до конца шкалы, называется предельным значением этого прибора.

Электроизмерительные приборы могут иметь несколько пределов измерений. Цена деления при измерении таким прибором на различных пределах различна. Для определения цены деления шкалы, необходимо узнать пределы измерения прибора, т.е. начальное и конечное значения шкалы.



Пример. Предположим, что вольтметр имеет три предела измерений от 0 до 3В, до 15В и до 30В. На шкале нанесено 75 делений. Тогда цена деления:

для предела от 0 до 3В равна $\frac{3B}{75} = 0{,}04\frac{B}{дел}$

для предела от 0 до 15В равна $\frac{15B}{75} = 0{,}2\frac{B}{дел}$

для предела от 0 до 30В равна $\frac{30B}{75} = 0{,}4\frac{B}{дел}$

Чтобы определить значение измеряемой величины, необходимо **число делений**, на которые указывает стрелка прибора, **умножить на цену** деления шкалы.

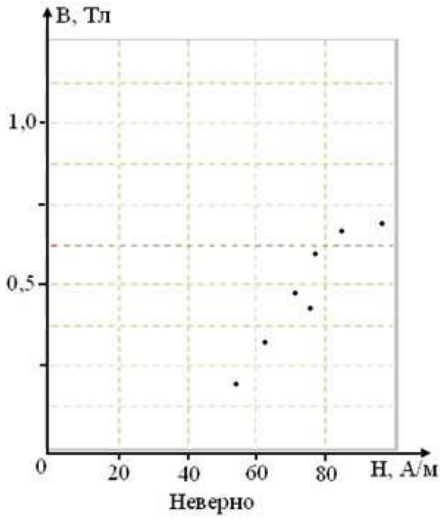
Графическое изображение результатов измерений.

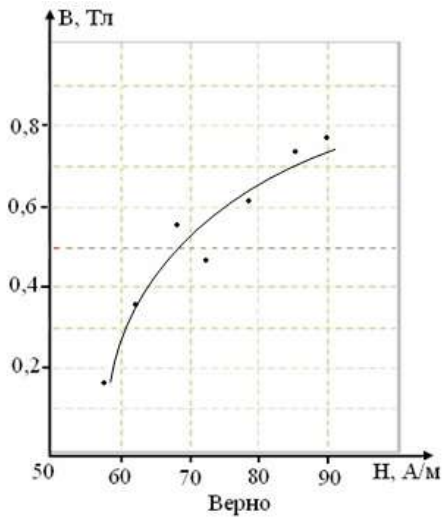
Чтобы графически изобразить соответствующую зависимость, наносят на ось абсцисс (x) шкалу значений аргумента, а на ось ординат (y) шкалу значений функции. Например, зависимость температуры ***T,*** исследуемой жидкости от времени ***t*** определяется функцией ***T=f(t).*** Сравниваем полученную зависимость со стандартной математической зависимостью ***y = f(x)***, отсюда – функцию ***T*** строим по оси ***y***, а аргумент ***t*** – по оси **x**.

Результаты измерений, т.е. соответствующие пары значений аргумента (x) и функции (y), наносят на координатную плоскость в виде точек, а затем эти точки соединяют плавной линией.

При построении графиков следует разумно выбирать масштабы, чтобы измеренные точки располагались на всей площади листа. На рис. 1 изображены примеры правильного и неправильного построения графика. На левом (неправильно построенном) графике экспериментальные точки занимают нижнюю правую часть рисунка. Чтобы этого избежать, следует выбрать более крупный масштаб по оси y и сместить нуль на оси абсцисс, как это сделано на правом графике. *Через экспериментальные точки всегда следует проводить самую простую кривую, совместимую с этими точками. При проведении кривой нужно следить за тем, чтобы на каждом достаточно большом ее участке экспериментальные точки располагались как выше, так и ниже кривой.*

Рисунок 1.





Пример 1. Построить график ***η = f(I₂).***

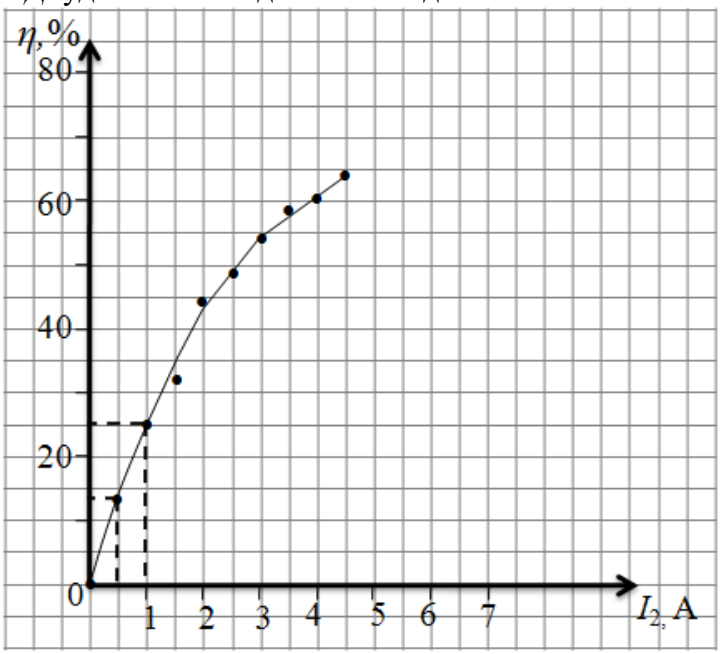
№	I_2, А	η, %
1	0,0	0,0
2	0,5	13,6
3	1,0	26,0
4	1,5	32,6
5	2,0	44,6
6	2,5	48,7
7	3,0	54,5
8	3,5	58,8
9	4,0	60,6
10	4,5	64,6

Сравниваем функцию графика $\eta = f(I_2)$ со стандартной математи-ческой зависимостью
$y = f(x)$ **)**, отсюда – функцию η строим по оси y, а аргумент I_2 – по оси x.

При построении графика выбираем масштабы, чтобы измеренные точки располагались на всей площади листа.

Значение величины I_2 изменяется от 0А до 4,5А, поэтому значение силы тока удобнее откладывать от 0 до 6А с шагом 1А.

Значение величины η изменяется от 0,0% до 64,6%, поэтому значение *КПД* удобнее откладывать от 0 до 80% с шагом 10%.



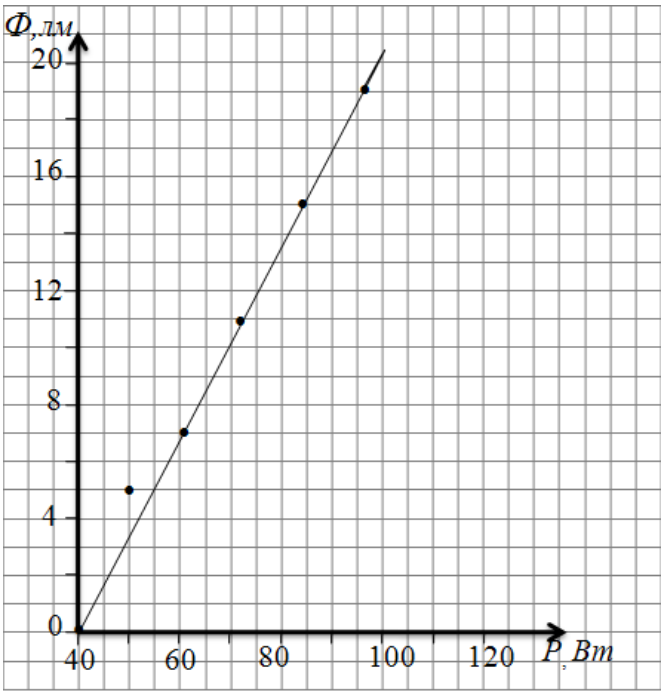
Если значения величин начинает изменяться не от 0, с какой-то величины, то масштаб построения графика выбирается иначе.

Пример 2. Построить график ***Ф = f(P)*** (зависимость светового потока от потребляемой лампочкой мощности).

№	*P, Вт*	*Ф, лм*
1	96,8	19,1
2	84,0	15,1
3	72,0	11,1
4	60,8	7,0
5	49,0	5,0

Значение величины *Ф* изменяется от 19,1 лм до 5,0 лм, поэтому значение светового потока удобнее откладывать от 0 до 20 лм с шагом 2 лм.

Значение величины *P* изменяется от 96,8 *Вт* до 46,0 *Вт* , поэтому значение потребляемой лампочкой мощности удобнее откладывать от 40 до 110 *Вт* с шагом 10 *Вт*.



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

Кафедра физики

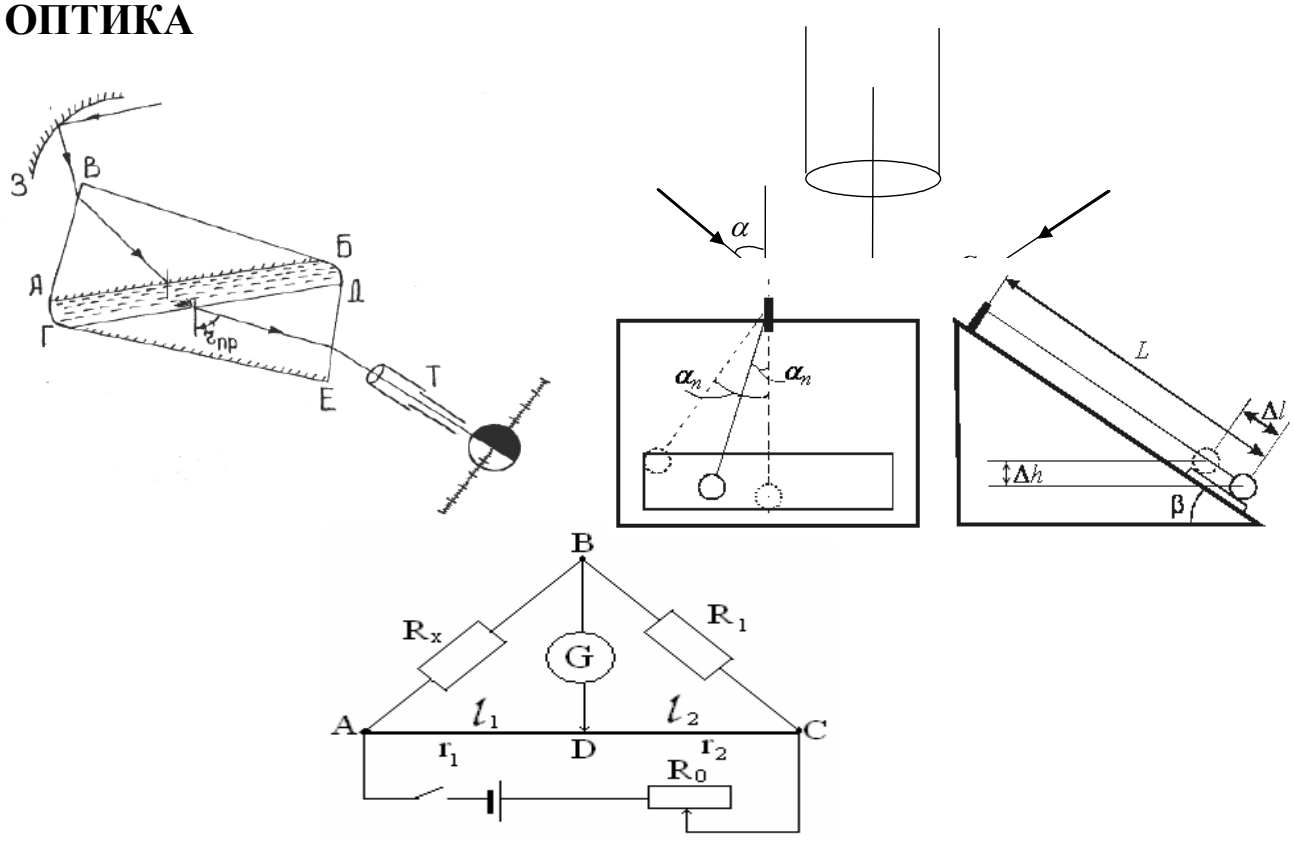
Студента/ки/ -го курса
Факультет_____
Группа_____
Ф.И.О._____

Пустовалов А.П.
Мишина Т.О.
Афанасьев М.Ю.

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ ПО ФИЗИКЕ №2

Методические материалы для самостоятельной работы студентов направления подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

3. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА
4. ОПТИКА



Рязань - 2024

Рабочая тетрадь обсуждена на заседании кафедры «Электротехника и физика» РГАТУ 20 марта 2024 г. (протокол № 8) и рекомендована к изданию.

Зав. кафедрой ЭиФ  _____ С.О. Фатьянов

Оглавление

Электродинамика

3.1. Исследование электростатического поля 4
3.2. Определение удельного заряда электрона с помощью диода……7
3.3. Изучение зависимости сопротивления металлов и полупроводников от температуры ..... ……10
3.4. Определение сопротивления проводников мостиком Уитстона……14
3.5.Исследование разветвлённых электрических систем ……17
3.6. Ознакомление с методами ультравысокочастотной (УВЧ) терапии……..20
3.7. Снятие выходных характеристик транзистора ..... ……...26
3.8 .Определение горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли..... ……29
3.9. Определение коэффициента самоиндукции соленоида…… 33
3.10. Определение коэффициента трансформации и КПД трансформатора... 36

Оптика

4. 1 Определение световой отдачи и удельного расхода мощности лампы накаливания……...39
4.2 Определение показателя преломления стекла с помощью микроскопа . .43
4.3 Определение показателя преломления жидкости при помощи погруженной в нее линзы ..... ……..46
4.4 Определение длины световой волны при помощи дифракционной решётки..... ……49
4.5 Определение длины световой волны излучения He-Ne лазера при помощи дифракционной решетки……52
4.6 Определение концентрации раствора сахара при помощи кругового поляриметра ..... ……55
4.7 Определение чувствительности фотоэлемента и силы света лампы накаливания .....…….. 59

Э Л Е К Т Р О Д И Н А М И К А

Лабораторная работа №3.1

Исследование электростатического поля

Цель работы: определение напряженности электростатического поля по эквипотенциальным линиям этого поля.

Оборудование: осциллограф, вольтметр, реостат, источник постоянного тока, металлические электроды, лист бумаги, проводники, изолированная подставка, вода, зонд.

Краткая теория

Неподвижный заряд создаёт в окружающем пространстве электростатическое поле, которое характеризуется в любой точке этого пространства вектором напряжённости $\vec{E}$ и значением электростатического потенциала φ.

Напряженностью электрического поля $\vec{E}$ называется физическая векторная величина равная силе, с которой поле действует на положительный единичный точечный заряд, помещенный в данную точку поля.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q},$$

Напряженность $\vec{E}$ характеризует силовое действие поля на вносимые в него электрические заряды.

Потенциалом φ данной точки электрического поля называется физическая скалярная величина, численно равная отношению работы A, совершенной электрическим полем по перемещению положительного точечного заряда q из данной точки поля в бесконечность к величине этого заряда (или потенциальной энергии W положительного единичного точечного заряда, помещенного в данную точку), т.е.: $\varphi = \frac{A}{q}$ или $\varphi = \frac{W}{q}$.

Потенциал φ является энергетической характеристикой электрического поля.

Электростатическое поле в каждой своей точке может быть описано и с помощью напряженности $\vec{E}$ и с помощью потенциала φ, поэтому между этими величинами существует определенная связь (для трехмерного пространства): $\vec{E} = -grad\varphi$.

Градиент потенциала $grad\varphi$ – это вектор, указывающий направление наиболее быстрого возрастания потенциала и численно равный изменению потенциала на единицу длины этого направления.

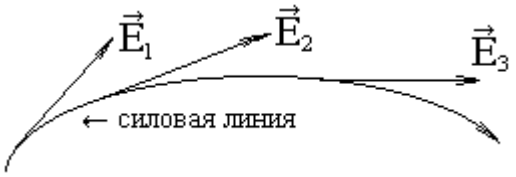
Для одномерного случая (например, для оси X в скалярной форме):

$$E = -\frac{d\varphi}{dx} \quad .$$

Более наглядным является предложенный М.Фарадеем метод изображения электрических полей с помощью *силовых линий* (*линий напряженности*).

Силовыми линиями называются направленные кривые, касательные к которым в каждой точке совпадают с направлением вектора напряженности

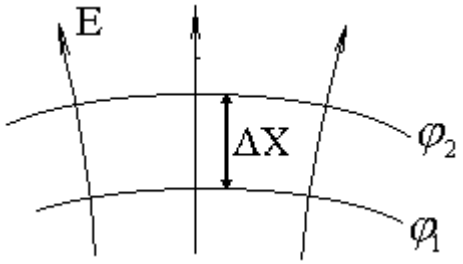
поля. Число силовых линий на единице площади поверхности характеризует величину напряженности.



Силовым линиям приписывается направление, совпадающее с направлением вектора напряженности. Изображая силовые линии поля, мы получаем своеобразные графики или карты поля, которые сразу наглядно показывают, чему равна напряженность в разных частях поля и как она изменяется в пространстве.

В электрическом поле можно провести поверхность так, чтоб ее точки имели бы один и тот же потенциал. Такие поверхности называются поверхностями равного потенциала или *эквипотенциальными поверхностями*.

Силовые линии в каждой точке поля перпендикулярны эквипотенциальным поверхностям и направлены в сторону убывания потенциала.



$$E = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta x} \quad , \quad (1) \qquad\qquad \Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 < 0. \quad (2)$$

Физический смысл полученного выражения: напряженность поля определяется уменьшением потенциала, приходящегося на единицу длины вдоль линии напряженности.

В биологических системах также существует распределение электростатического потенциала. На мембранах клеток растений и животных его значение достигает 60-90 мВ. Исчезновение разности потенциала на мембранах клеток всегда свидетельствует об их гибели.

Организмы в целом, например, электрический скат может вырабатывать напряжения до 400-600 В.

В данной работе экспериментально изучается распределение потенциалов электростатического поля между электродами сложной конфигурации.

Существует метод изучения электростатических полей путём искусственного воспроизведения их структуры в проводящих средах, по которым пропускается постоянный или переменный электрический ток. Метод основан на том, что слабые токи в проводящих средах можно рассчитать по закону Ома в дифференциальной форме:

$\vec{j} = \lambda \cdot \vec{E}$, где $\vec{j}$ – плотность тока, λ – удельная электропроводность,

$\vec{E}$ – напряжённость поля в данной точке.

Поле тока характеризуется линиями плотности тока, которые по направлению совпадают с линиями напряжённости.

Для изучения потенциалов здесь применён метод зондов. Зонд – дополнительный электрод, который вводят в исследуемую точку поля. Этот электрод соединяется с вольтметром, измеряющим потенциал относительно другой точки поля, принятой за начало отсчёта.

Выполнение работы

1. Положить лист бумаги на изолированную подставку, а на противоположные концы бумаги — электроды (металлические пластины, форма которых задается преподавателем). Обвести контуры электродов. Снять электроды, смочить лист бумаги (вода в данной работе является проводящей средой — электролитом), положить электроды на лист бумаги по обведенным контурам.

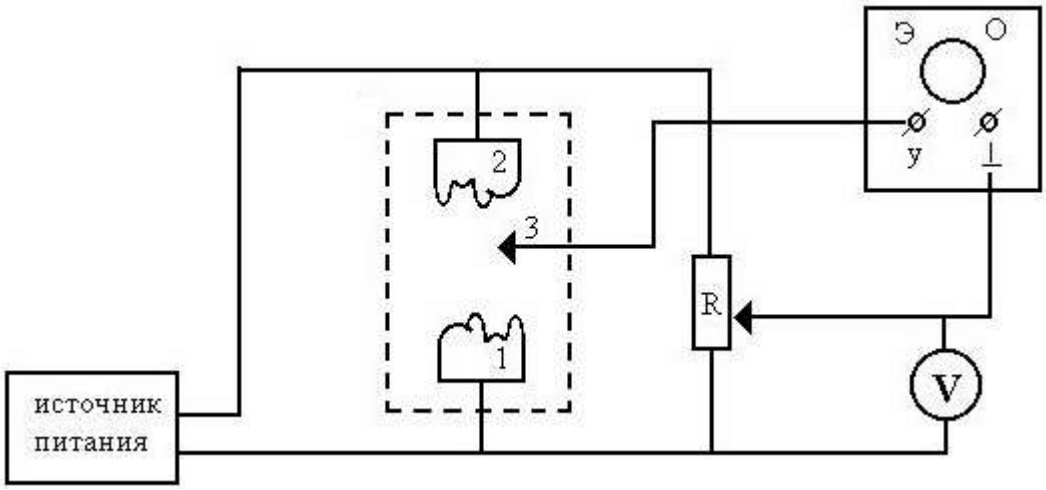


Рис. 1 Схеме экспериментальной установки

2. Собрать схему в соответствии с рис.1.
3. Установить между зондом 3 и электродом 1 разность потенциалов (напряжение) 1В с помощью реостата R.
4. Перемещая зонд 3 вдоль электрода 1 через 1 см, найти точки равного потенциала, при попадании зондом в которые на осциллографе высвечивается горизонтальная линия. Нанести эти точки на лист бумаги.
5. Получить одну из эквипотенциальных линий, соединив точки плавной линией. Указать потенциал линии. Получить аналогичным способом серию линий с потенциалами 2, 3, 4, 5 и 6 вольт.
6. Провести серию силовых линий.
7. Найти напряжённость поля по формуле (1), измерив, наименьшее расстояние между двумя ближайшими эквипотенциальными линиями, в области которых поле можно считать однородным.
8. Повторить опыт по пунктам 1 -7 для другой пары электродов.

Контрольные вопросы

1. Основные характеристики электростатического поля (напряженность, потенциал): определение, формулы, единицы измерения, связь между ними.
2. Какие линии называются силовыми, эквипотенциальными (нарисовать для различных полей)? Каково их взаимное расположение?
3. Сформулируйте принцип суперпозиции полей для системы зарядов.
4. Запишите и поясните теорему Остроградского-Гаусса.
5. Сформулируйте уравнение Нернста для биологических систем.
6. Объясните природу биопотенциалов в живых организмах.

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Лабораторная работа №3.2

Определение удельного заряда электрона с помощью диода

Цель работы: определить удельный заряд электрона.

Оборудование: кенотронный выпрямитель, лампа 5Ц4С, реостат на 5000 Ом, вольтметр М45М (вольтметр включить на 30 В), амперметр - на1А.

Краткая теория

Заряд, электрона «*e*» приходящийся на единицу его массы «*m*», называется удельным зарядом электрона, т.е.: e/m — *удельный заряд электрона*.

Существует несколько методов определения отношения заряда к массе электрона. Рассмотрим метод определения удельного заряда с помощью двухэлектродной электронной лампы (диода), который представляет собой приблизительно конденсатор с плоскопараллельными пластинами (электродами).

Электроемкость C такого диода равна: $C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 \cdot S}{d}$, (1)

где S – площадь электрода, d – расстояние между электродами,

ε – относительная диэлектрическая проницаемость среды (для вакуума ε =1).

$\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}$ *Ф/м* – электрическая постоянная.

Заряд конденсатора равен:

$q = C \cdot U = \frac{\varepsilon_0 \cdot S \cdot U}{d}$, (2) где U – напряжение между катодом и анодом.

Накалённый катод испускает электроны. Ускоряемые электрическим полем, они движутся от катода к аноду (положительно заряженному электроду), создавая ток I:

$$I = q/t = \frac{\varepsilon_0 \cdot S \cdot U}{d \cdot t}, \quad (3)$$

t – время, в течение которого электроны пролетают межэлектродное расстояние.

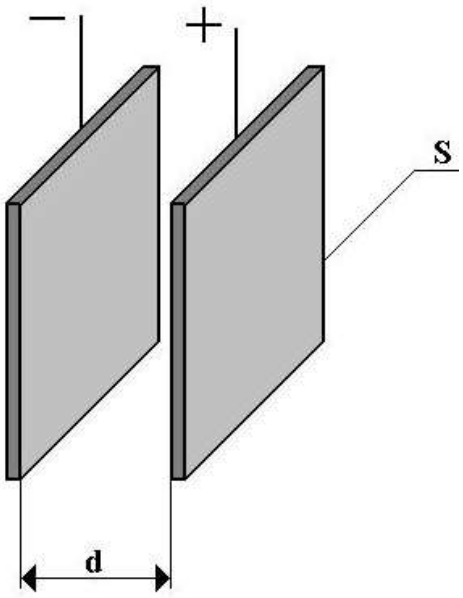


Рис.1
Электроды диода

Умножив числитель и знаменатель формулы (3) на d, получим:

$$I = \frac{\varepsilon_0 \cdot S \cdot U \cdot d}{d^2 \cdot t}, \qquad (4)$$

где d/t – средняя скорость движения электронов в межэлектродном пространстве. Так как начальная скорость электронов мала и ей можно пренебречь, и если конечная скорость электронов, достигших анода υ, то:

$$\upsilon_{ср} = d/t = \frac{1}{2}\upsilon$$

Скорость υ можно найти, исходя из закона сохранения энергии. При движении заряженной частицы в вакууме вся работа сил электрического поля $A_{эл}$ идёт на увеличение её кинетической энергии $E_к$: $A_{эл} = E_к$ или:

$$e \cdot U = \frac{m \cdot \upsilon^2}{2}, \qquad (5)$$

откуда

$$\upsilon = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U}{m}}. \qquad (6)$$

Подставив это значение υ в (4), получим:

$$I = \frac{\varepsilon_0 \cdot S \cdot U \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U}{m}}}{2 \cdot d^2}. \qquad (7)$$

Возведём это равенство в квадрат:

$$I^2 = \frac{\varepsilon_0^2 S^2 2eU^3}{4d^4 m}, \quad \text{отсюда получим:} \quad \frac{e}{m} = \frac{2d^4}{\varepsilon_0^2 S^2} \cdot \frac{I^2}{U^3}. \qquad (8)$$

Иногда энергию измеряют в *эВ* (электронвольт): *1 эВ* – это энергия, которую приобретает электрон, ускоренный разностью потенциалов *1В, т.е.:*

$1эВ = 1,6 \cdot 10^{-19}\ Кл \cdot 1В = 1,6 \cdot 10^{-19}\ Дж.$

Выполнение работы

1. Собрать схему (рис.2).
2. Установить ручку реостата R блока питания на ноль - повернуть ручку реостата (на передней панели слева внизу) против часовой стрелки.
3. Разомкнуть ключ *Кл.* Включить установку в сеть. Когда стрелка миллиамперметра установится, замкнуть ключ *Кл.*
4. Устанавливая реостатом величину подаваемого напряжения (разность потенциалов между катодом и анодом в пределах от *10* до *20 В*), измерить 3 раза величину тока.

5. По формуле (8) вычислить величину *e/m*.Результаты занести в таблицу 1.
6. Вычислите удельный заряд электрона, зная его массу ($m=9{,}1\cdot10^{-31}$ *кг*) и заряд ($e=1{,}6\cdot10^{-19}$ *Кл*), и сравните его с полученными экспериментальными данными, укажите причину погрешности.

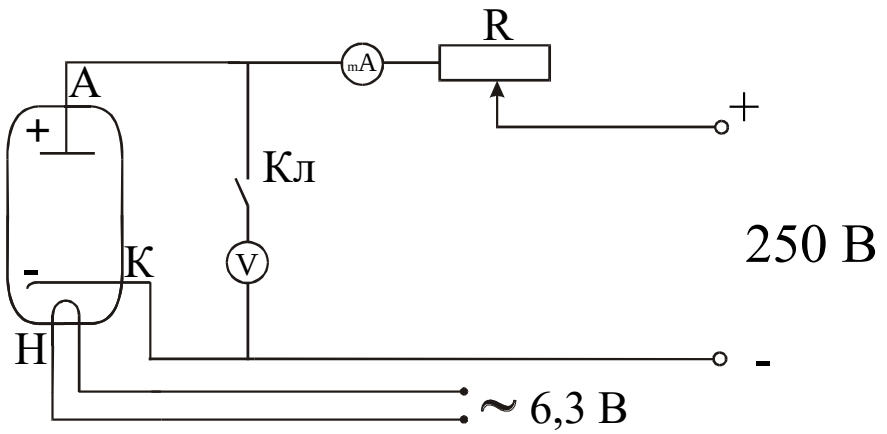


Рис.2

Схема экспериментальной установки.

7. Записать окончательный результат в виде: $\left(e/m\right) = \left(e/m\right)_{ср} \pm \Delta\left(e/m\right)_{ср}$

Рабочая площадь анода $S = 8\cdot10^{-4}\,м^2$ (или по указанию преподавателя). Межэлектродное расстояние $d = 1{,}15\cdot10^{-3}\,м$.

Таблица 1

№	*U, В*	*I, А*	e/m, $\frac{Кл}{кг}$	$\Delta(e/m)$, $\frac{Кл}{кг}$	ε , %
1					
2					
3					
Ср.					

Контрольные вопросы

1. Что называется удельным зарядом электрона?
2. Сила, действующая на электрон и как он движется в электрическом поле?
3. Дайте определение единицы измерения энергии – эВ (электронвольт).
4. Вывести формулу для вычисления удельного заряда электрона в данной работе.

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Лабораторная работа №3.3

Изучение зависимости сопротивления металлов и полупроводников от температуры

Цель работы: определение температурного коэффициента сопротивления различных веществ.

Оборудование: электрическая печь с тремя катушками, источник питания, ключи, омметр, провода, термометр.

Краткая теория

Электрическое сопротивление проводников и полупроводников зависит от температуры. У металлов с увеличением температуры оно возрастает. Это объясняется с точки зрения электронной теории. В металлических проводниках ток представляет собой упорядоченное движение свободных электронов. Положительные ионы металла прочно связаны между собой в узлах кристаллической решётки и совершают колебательные движения около положения равновесия. С повышением температуры увеличивается тепловое колебание ионов. Электроны в процессе упорядоченного движения испытывают большее число столкновений с ионами, отдавая часть своей кинетической энергии — это и приводит к возрастанию электрического сопротивления.

Зависимость сопротивления металлов от температуры с достаточной точностью, в широком диапазоне температур, определяется формулой:

$$R_t = R_0(1+\alpha t), \qquad (1)$$

где: R_t – сопротивление проводника при температуре t,

R_0 – сопротивление проводника при температуре $0^\circ C$,

α - температурный коэффициент сопротивления (у металлов α.>0).

Отсюда получаем уравнение для физического смысла α:

$$\alpha = \frac{R_t - R_0}{R_0 \cdot t},$$

α - *температурный коэффициент сопротивления* — физическая величина, показывающая, какую часть составляет изменение сопротивления от исходного значения при нагревании на *1* градус. Из данной формулы:

$$[\alpha] = \frac{1}{^0C}, \qquad \text{а в СИ} - \quad [\alpha] = \frac{1}{K}.$$

Если измерения проводятся при комнатной температуре t_1, то сопротивлении проводника обозначим R_1, которое в соответствии с (1) равно:

$$R_1 = R_0(1+\alpha t_1). \qquad (2)$$

Если измерения проводятся при комнатной температуре t_2, то сопротивлении проводника обозначим R_2, которое в соответствии с (1) равно:

$$R_2 = R_0(1+\alpha t_2). \qquad (3)$$

Поделим почленно выражение (2) на (3):

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_0(1+\alpha t_1)}{R_0(1+\alpha t_2)},$$

откуда получаем значение α: $$\alpha = \frac{R_2 - R_1}{t_2 R_1 - t_1 R_2}\ , \qquad (4)$$

где t_1 – температура первого измерения, t_2 – температура последующего измерения, R_1 – сопротивление при t_1, R_2 – сопротивление при температуре t_2.

У всех металлов сопротивление увеличивается с увеличением температуры, а следовательно, *для металлов* $\alpha > 0$. Для всех ***чистых металлов*** температурный коэффициент сопротивления близок к ***1/273 1/К = 0,00367 1/К*** , т.е. к величине температурного коэффициента расширения газов. Следует отметить, что некоторые ***сплавы*** имеют весьма малое ***α*** , примером чего может служить константан (*α от -0,00004 до +0,00001* K^{-1}) . Поэтому проволоки из таких сплавов применяют для изготовления точных образцов (эталонов) сопротивлений.

У полупроводников зависимость сопротивления от температуры обратная — с увеличением температуры сопротивление их уменьшается. Проводимость полупроводников обусловлена носителями заряда двух типов — свободными электронами и «дырками». В элементарной ячейке кристаллической решётки полупроводника каждый атом связан с четырьмя соседними ковалентными связями, в каждой из которых от атома участвуют по одному электрону. При низких температурах эти связи достаточно прочны, и полупроводник ведёт себя почти как диэлектрик. При повышении температуры электроны приобретают дополнительную энергию и разрывают связи. Чем выше температура, тем больше свободных электронов, то есть больше проводимость. Там, где связь является незаполненной, образуется вакантное место — «дырка», которое может заполнить электрон из другой связи. При включении внешнего поля движение электронов и дырок становится упорядоченным, что и представляет собой ток в полупроводниках.

Зависимость сопротивления ***полупроводников*** от температуры также выражается формулой (1). Например, удельное сопротивление полупроводника Ag_2S при комнатной температуре $\rho \approx 5 \cdot 10^4$ *Ом ·м,* а его температурный коэффициент $\alpha = -5 \cdot 10^{-2}$ *град*$^{-1}$.

Высокое удельное сопротивление полупроводника и резко выраженная зависимость его сопротивления от температуры позволяют изготовливать полупроводниковые термометры сопротивления (*термисторы*), обладающие малыми размерами и большой чувствительностью. Это даёт возможность использовать термистор для измерения температуры очень малых объектов, например малых участков растительных и животных организмов.

Выполнение работы

1. Собрать схему, согласно рис.1. Термометр установить на уровне плоскости, проходящей через середины катушек измеряемых сопротивлений.
2. Измерить начальную температуру t_1.

3. Переключив ключ *Кл1* на клемму справа (рисунок 1), включаем в цепь мостика катушку K_1. С помощью омметра определяем её сопротивление R (нажать кнопку и, не отпуская, с помощью лимба выставить стрелку на ноль). Аналогично, переключив ключи *Кл1* и *Кл2* (по схеме) определить сопротивления катушек K_2 и K_3.

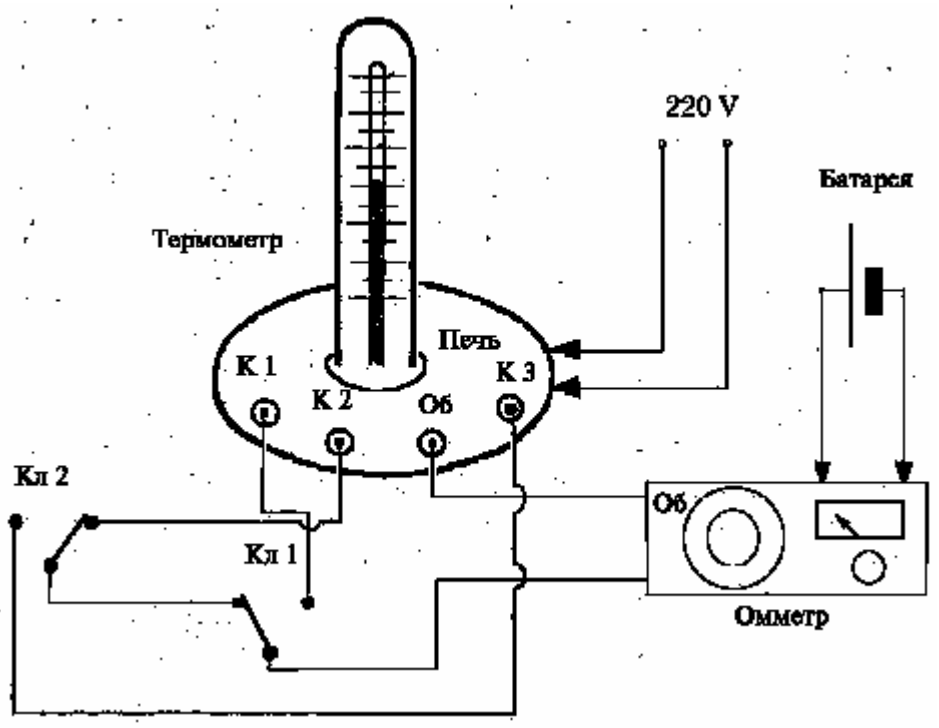


Рис.1
Схема экспериментальной установки

4. Включить печь. Измерять сопротивления катушек через каждые *8°-10°С*, записывая в таблицу 1 значения R и t для каждого материала. Проделать измерения 6 раз. В момент измерений, печь целесообразно отключать.
5. Рассчитать по формуле (4) значения температурного коэффициента сопротивления для каждой катушки.
6. Определить из какого материала сделаны катушки (чистые металлы, сплавы, полупроводники), сравнивая полученные значения температурного коэффициента сопротивления для каждой катушки со справочными значениями температурного коэффициента сопротивления для различных материалов.

Таблица 1

	t, °C	*R, Ом*	α, $^oC^{-1}$	$\Delta\alpha$, $^oC^{-1}$	$\frac{\Delta\alpha_{ср}}{\alpha_{ср}} \cdot 100\ \%$
Катушка № 1					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
Среднее					
Катушка № 2					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
Среднее					
Катушка № 3					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
Среднее					

Контрольные вопросы

1. Как зависит сопротивление металлов и полупроводников от температуры? Объясните эту зависимость с точки зрения электронной теории.
2. Дайте определение температурного коэффициента сопротивления. От чего он зависит?
3. Выведите формулу для определения температурного коэффициента сопротивления в данной работе.
4. Как учитывается температурная зависимость сопротивления полупроводников и металлов в науке и технике?
5. Как используется температурная зависимость сопротивления полупроводников при определении параметров биологических систем?

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Лабораторная работа №3.4

Определение сопротивления проводников мостиком Уитстона

Цель работы: экспериментальное определение неизвестных сопротивлений мостиком Уитстона.

Оборудование: реохорд, гальванометр, магазин сопротивлений, исследуемые сопротивления, аккумулятор на *1,2 В*, реостат.

Краткая теория

Теоретическая схема мостика Уитстона представляет собой замкнутый контур (рис.1), образованный четырьмя проводниками, имеющими различные сопротивления R_1, R_2, R_3, R_4. Точки A и C этого контура соединены с полюсами источника тока. На участках ABC и ADC происходит падение потенциала от A до C. Можно путём набора сопротивлений R_1 и R_3 найти такую точку D, потенциал которой будет равен потенциалу т. B, то есть $\varphi_B = \varphi_D$. Если эти точки цепи соединить через гальванометр, то он ток не покажет. Так как $\varphi_B = \varphi_D$, то можно записать: $\varphi_A - \varphi_B = \varphi_A - \varphi_D$ *и* $\varphi_B - \varphi_C = \varphi_D - \varphi_C$. (1)

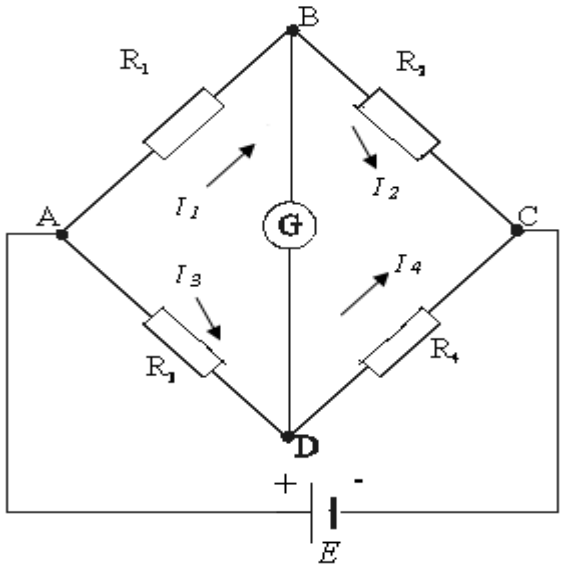


Рис.1
Электрическая схема моста Уитстона

По закону Ома разность потенциалов на участке цепи равна произведению силы тока на сопротивление этого участка, поэтому выражение (1) можно переписать так:

$$\begin{matrix} I_1 \cdot R_1 = I_3 \cdot R_3 \\ I_2 \cdot R_2 = I_4 \cdot R_4 \end{matrix} . \qquad (2)$$

Так как ток через гальванометр G не течет, то: $I_1 = I_2$, $I_3 = I_4$. Разделив выражение (2) почленно одно на другое, получим: $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$. (3)

Это уравнение устанавливает зависимость между четырьмя сопротивлениями мостика Уитстона, если потенциалы точек B и D равны.

Пользуясь уравнением (3), можно определить любое из составляющих его четырёх сопротивлений, если известны остальные три.

Искомое сопротивление R_x составляет одну ветвь мостика (рис.2), во вторую ветвь включен магазин сопротивлений R_2 - это сопротивление можно менять в больших пределах. Сопротивления R_3 и R_4 представляют собой реохорд со скользящим контактом D (рис.2). Перемещая скользящий контакт D по струне реохорда, можно подобрать отношения сопротивления так, чтобы выполнялось равенство (3).

Сопротивления R_3 и R_4 можно рассчитать по формулам:

$$R_3 = \rho\frac{l_3}{S}\ ;\ \ R_4 = \rho\frac{l_4}{S}.$$

Отношение сопротивлений R_3/R_4 равно отношению длин l_3/l_4, так как удельное сопротивление ρ и площадь сечения S по всей длине проволоки одинаковы. Перемещают контакт D по струне AC до тех пор, пока стрелка гальванометра станет на нулевое деление. Тогда между четырьмя сопротивлениями существует соотношение: $\frac{R_x}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} = \frac{l_3}{l_4}$. Откуда:

$$R_x = R_2 \cdot \frac{l_3}{l_4}. \qquad (4)$$

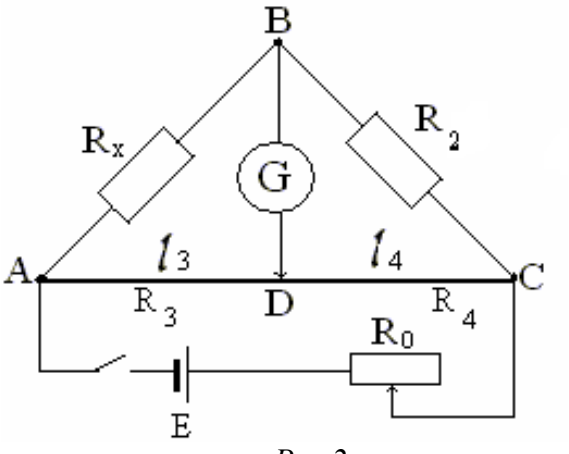


Рис.2
Схема мостика Уитстона с реохордом

Принципиальная схема моста Уитстона лежит в основе приборов, измеряющих физические величины, изменение которых приводит к изменению электрического сопротивления системы.

Выполнение работы

1. Собрать цепь по схеме (рис.2.).
2. Включить при помощи магазина сопротивление R_2 по указанию преподавателя.
3. Двигая ползунком *D*, добиться того, чтобы стрелка гальванометра показывала бы ноль.
4. Определить по шкале реохорда длину участков l_3 и l_4, записать эти и значения последующих измеряемых величин в таблицу 1.
5. Измерения произвести не менее трёх раз для различных значений R_2.
6. Аналогичную работу проделать со вторым неизвестным сопротивлением.
7. Соединить неизвестные сопротивления последовательно, параллельно, включая их в цепь мостика и повторяя операции 2 -5.
8. Рассчитать неизвестные сопротивления по формуле (4). Результаты занести в таблицу 1.
9. Сравнить экспериментальные данные $R_{пос}$ и $R_{пар}$ из таблицы 1 с их теоретическими значениями, полученными по формулам:
   для последовательного - $R_{пос} = R_{x1} + R_{x2}$ и для параллельного соединения: $R_{пар} = \frac{R_{x1} \cdot R_{x2}}{R_{x1} + R_{x2}}$, где $R_{x1} = R_{x1\ ср}$ и $R_{x2} = R_{x2\ ср}$ из таблицы 1.

Таблица 1

		R_2, *Ом*	l_3, *м*	l_4, *м*	R_x, *Ом*	ΔR_x, *Ом*	$\Delta R_{x\ ср} / R_{x\ ср}$, %
R_{x1}	*1*						
	2						
	3						
	Ср						
R_{x2}	*1*						
	2						
	3						
	Ср						
$R_{пос}$	*1*						
	2						
	3						
	Ср						
$R_{пар}$	*1*						
	2						
	3						
	Ср						

Контрольные вопросы

1. Принцип работы моста Уитстона.

2. Выведите формулу для расчёта неизвестного сопротивления с помощью мостика Уитстона.
3. С какой целью в схеме используется реохорд? Можно ли в качестве реохорда использовать медную проволоку?
4. Для измерения каких величин можно использовать мостовой способ?
5. С какими целями используют сопротивления в электрических схемах?

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Лабораторная работа №3.5
Исследование разветвлённых электрических систем

Цель работы: экспериментально проверить законы Кирхгофа для разветвленных электрических цепей.

Оборудование: набор катушек сопротивлений, смонтированных на панели, вольтметр, два аккумулятора, провода.

Краткая теория

При расчете простых электрических цепей используют законы Ома. Если же цепь состоит из большого числа сопротивлений и ЭДС, соединенных между собой как последовательно, так и параллельно, то для нахождения токов в каждом элементе цепи применяют законы Кирхгофа.

Первый закон Кирхгофа: алгебраическая сумма сил токов в узле равна нулю.

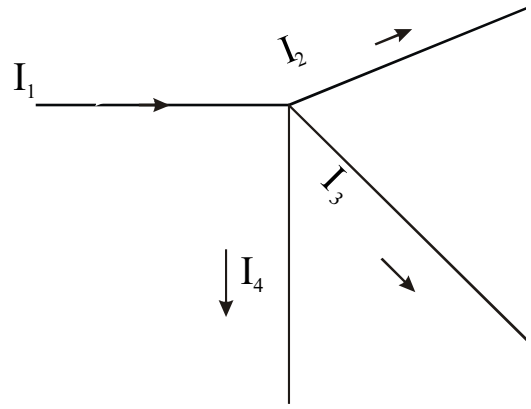


Рис. 1
Узел электрической цепи

$$\sum_{i=1}^{i=n} I_i = 0. \qquad (1)$$

<u>*Узел*</u> – это точка, где сходится (соединяются) более двух проводников.

Представим себе, что в некоторой точке разветвленной цепи, например, в узле (рис.1) сходятся проводники, при этом ток I_1 направлен к этой точке, а токи I_2 , I_3 , I_4 — от нее.

Так как рассматривается алгебраическая сумма, то необходимо задать правило выбора знака для тока:

ток, входящий в узел электрической цепи, берется со знаком плюс, а выходящий со знаком минус.

Тогда, по первому закону Кирхгофа следует, что: $I_1 - I_2 - I_3 - I_4 = 0$.

Первый закон Кирхгофа исходит из того, что в любой момент времени к узлу (рис.1) притекает такое же количество электричества, которое от него уходит, то есть в узле электрические заряды не накапливаются и не убывают.

Второй закон Кирхгофа относится к любому замкнутому контуру разветвленной цепи. *Контур* – это любая электрическая цепь без разветвлений.

2-й закон гласит: *в замкнутом контуре алгебраическая сумма ЭДС, включенных в данный контур, равна алгебраической сумме напряжений, действующих на отдельных участках этого контура.*

$$\sum_{i=1}^{n} E_i = \sum_{k=1}^{l} U_k . \qquad (2)$$

Так как напряжение, действующее на участке цепи, равно произведению силы тока на сопротивление этого участка, то второй закон Кирхгофа можно выразить так:

$$\sum_{i=1}^{n} E_i = \sum_{k=1}^{l} I_k \cdot R_k , \qquad (3)$$

В замкнутом контуре алгебраическая сумма электродвижущих сил, включенных в данный контур, равна алгебраической сумме произведений токов на сопротивление соответствующих участков контура.

Для правильного применения этого закона необходимо установить правило выбора знаков.

1. Задают произвольно направление обхода контура (по часовой стрелке или против).
2. Если направление обхода совпадает с направлением тока на данном участке цепи, то сила тока и падение напряжения на этом участке берется со знаком «плюс» (+), если не совпадает — со знаком «минус» (-).
3. ЭДС источников, находящихся в данном контуре, берется со знаком «плюс» (+), если при выбранном обходе контура осуществляется переход внутри источника от отрицательного полюса к положительному. В противном случае ЭДС берется со знаком «минус» (-).

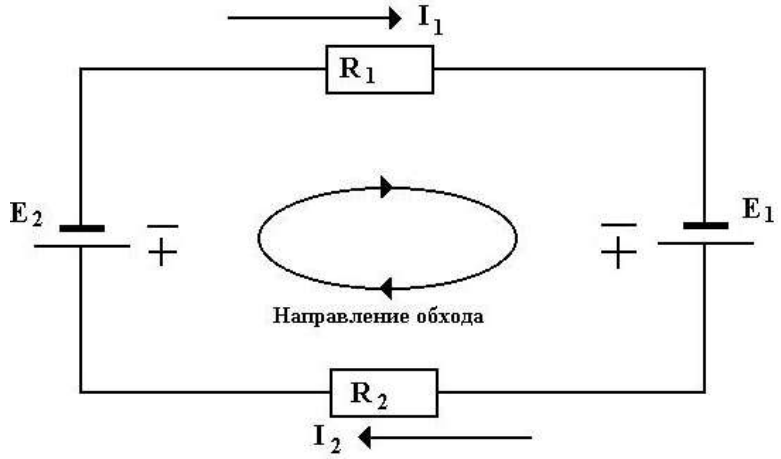


Рис.2

Замкнутый контур электрической цепи

Например, для контура, данного на рис. 2, второй закон Кирхгофа запишется в таком виде:

$$E_1 - E_2 = I_1 \cdot R_1 + I_2 \cdot R_2 .$$

Выполнение работы

Для проверки законов собирается сложная электрическая цепь, изображенная на рис.3, где введены следующие обозначения: E_1 и E_2 – аккумуляторы; K_1 и K_2 – ключи; $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7$ – сопротивления участков цепи; 1, 2, 3, 4 – номера узлов.

Величины сопротивлений даны на установке. Напряжение на участках цепи измеряется вольтметром. Вольтметр должен иметь большое сопротивление с тем, чтобы его подключение к участкам цепи практически не изменило бы распределение токов в цепях.

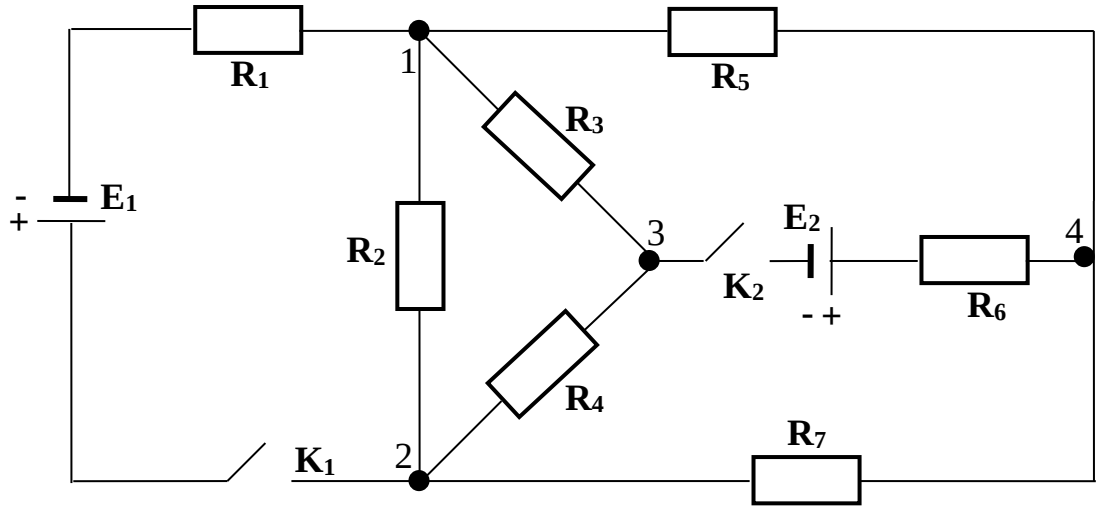


Рис.3
Многоконтурная электрическая цепь

1. Занести значения сопротивлений с панели в таблицу 1, подключить источники E_1 и E_2.
2. Измерьте вольтметром ЭДС каждого источника (подключить плюс вольтметра к плюсу источника).
3. Подключить аккумуляторы к панели с катушками сопротивлений.
4. Замкнуть ключи K_1 и K_2.
5. Измерьте вольтметром напряжения, действующие на всех сопротивлениях, определяя при этом направления токов в них, пользуясь обозначением полюсов на вольтметре (за направление тока принято направление от (+) к (–) источника). Обозначить направления токов в каждом резисторе на схеме рис.3.
6. Результаты измерений занести в таблицу.
7. Определить значение силы тока на каждом участке, используя закон Ома для участка цепи $I = \frac{U}{R}$.
8. Зная величину и направление силы тока в каждой ветви цепи, определить по формуле (1) сумму токов для каждого из четырех узлов.

Таблица 1

	Первый закон	*Второй закон*

	R, Ом	*U, В*	*I, А*	*№ узла*	$\sum_{i=1}^{n} I_i$, *А*	*Контур*	$\sum_{i}^{n} E_i$ *В*	$\sum_{k}^{l} U_k$ *В*	$\sum_{i}^{n} E_i - \sum_{k}^{l} U_k$ *В*
1				*1*		*1-2-E_1-1*			
2				*2*		*1-3-2-1*			
3				*3*		*1-4-3-1*			
4				*4*		*2-3-4-2*			
5									
6									
7									
E_1 = В						*E_2 = В*			

9. Проверить справедливость формулы (2), рассчитав для выбранных контуров (в таблице 1 или в других по указанию преподавателя) значения: $\sum_{i}^{n} E_i$, $\sum_{k}^{l} U_k$, $\sum_{i}^{n} E_i - \sum_{k}^{l} U_k$. 10. Сделать вывод.

Контрольные вопросы

1. Когда целесообразно использовать законы Кирхгоффа для расчёта электрических цепей?
2. Как определяется в данной работе направление токов на участках цепи?
3. Сколько узлов в данной электрической цепи и сколько замкнутых контуров?
4. Первый закон Кирхгофа и правило знаков для токов в узле.
5. Второй закон Кирхгофа и правило выбора знаков для ЭДС и падения напряжения. Записать пример для любого контура в данной схеме.

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Лабораторная работа №3.6

Ознакомление с методами ультравысокочастотной (УВЧ) терапии

Цель работы: ознакомление с методом *УВЧ* терапии, ознакомление с принципом действия аппарата для *УВЧ* терапии, исследование теплового воздействия переменного электрического поля *УВЧ* на диэлектрики и электролиты

Оборудование:. аппарат *УВЧ-66*, кюветы с электролитом и диэлектриком, два термометра, индикатор наличия УВЧ-поля (неоновая лампочка).

Краткая теория

Ткани человека и животных представляют сложную биоэлектрическую цепь, состоящую из своеобразных сложных веществ. Тканевая жидкость, клеточные включения, соли, белковые молекулы, коллоидные частицы, несущие на себе электрические заряды, в основном обеспечивают ионную проводимость тканей.

Помимо ионной проводимости, в тканях за счёт поляризации (структурной и ориентационной) молекул диэлектрика, происходят их колебательные движения.

Воздействие электрического поля вызывает в тканях смещение ионов и других заряженных частиц и молекул. При этом ионные частицы в силу своей свободной ориентации успевают переместиться вдоль линий напряжённости электрического поля, а молекулы диэлектрика - совершить смещения относительно положения равновесия. Под действием переменного электрического поля эти процессы будут носить колебательный характер. Смещение ионов под воздействием *ВЧ* факторов будут чрезвычайно малым, в связи с чем концентрация ионов внутри клетки не меняется и отсутствуют явления, приводящие к электролизу. Эти явления особенно выражены при действии переменных токов частотой свыше *500 кГц.*

Колебательные движения заряженных частиц представляет собой переменный электрический ток, в результате чего выделяется тепло. Тепло образуется внутри тканей и называется эндогенным в отличие от экзогенного тепла, подводимого к тканям извне.

Общий тепловой эффект при воздействии *ВЧ* поля носит термоселективный характер. Это означает, что каждая ткань выделяет наибольшее количество тепла при воздействии определённой частоты поля. Так, например, для мышц избирательной частотой является *140 МГц*, для крови - *115 МГц*, для кожи - *60 МГц*, для печени – *54 МГц*, для мозга - *30 МГц*, для жира - *1 МГц*.

Биофизические процессы в тканях под действием *ВЧ* полей не ограничиваются только процессами теплообразования. Переменные колебания частиц и молекул приводят к сложным изменениям микроструктур, влияют на скорость колебательных движений боковых цепей крупных молекул белка, тем самым изменяя их специфичность. Это нетепловое или осцилляторное действие приводит к развитию своеобразных процессов, изменяющих возбудимость и проводимость клеток, функционирование тканей.

Специфичность действия *ВЧ* факторов во многом определяется именно колебательным эффектом, свойственном определённому диапазону частот. Таким образом, характер воздействия электрического поля на ткани зависит от частоты. Электрические колебания по частоте делятся на несколько следующих диапазонов, которые используются при различных лечебных методах:

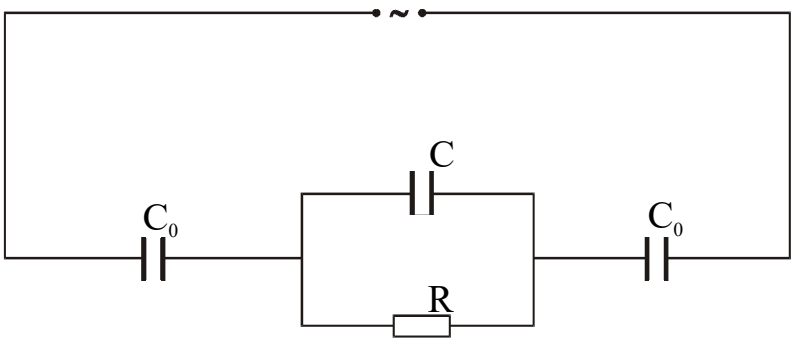
Высокая частота (*ВЧ*) *0,2 – 30 МГц*

Ультравысокая частота(*УВЧ*) *30 – 300 МГц*

Сверхвысокая частота (*СВЧ*) более *300 МГц*

В данной работе изучается характер воздействия электрического поля *УВЧ,* а также принцип действия аппарата *УВЧ*.

Лечебный метод, где действующим фактором является электрическое поле с частотой от *30* до *300 МГц*, подведённое к тканям с помощью конденсаторных



пластин, называется *УВЧ-терапией*. В шкале радиоволн этот вид колебаний относится к диапазону *УКВ* (длина волны от *10 см* до *1 м*). Эквивалентная электрическая схема тканей при *УВЧ-терапии* может быть представлена рис. 1.

Рис.1
Эквивалентная электрическая схема тканей при УВЧ терапии с сопротивлением R, и электроёмкостями ткани C и C_o

Две электроёмкости C_0 обусловлены зазорами под электродами или их изоляцией, а - *C* – прежде всего электроемкостью мембран клеток тканей. Из схемы ясно, почему при *УВЧ* частоте выделяется тепла в тканях значительно больше, чем при воздействии *ВЧ* или *НЧ:* это объясняется уменьшением общего сопротивления цепи.

Сопротивление организма уменьшается с повышением частоты вследствие уменьшения поляризационных явлений, как на электродах, так и внутри тканей организма. Для справки в таблице 1 указаны примерные величины удельного сопротивления некоторых тканей организма при частотах от *1 МГц* до *1000 МГц*.

Таблица 1 (Удельное сопротивление в Ом · м)

Частота (в МГц)	*1*	*200*	*1000*
Кровь	*1*	*0,9*	*0,8*
Мышцы	*1,7*	*1,2*	*0,84*
Внутренние органы	*2-7*	*1,2-1,8*	*0,8-1,2*
Мозг и нервная ткань	*8-10*	*6-8*	*4-5*
Жировая ткань	*20-50*	*15-40*	*11-35*

Известно, что ёмкостное сопротивление X_c, обусловленное C_0 и *C,* обратно пропорционально электроемкости и частоте, т.е.:

$$X_c = \frac{1}{2\pi\nu \cdot C},$$

откуда следует, что X_c уменьшается с повышением частоты. Поэтому, при воздействии *УВЧ* полей через тело могут проходить большие токи по сравнению с *ВЧ* и *НЧ* при одних и тех же значениях напряжения. Это обеспечивает выделение большого количества теплоты.

Действие *УВЧ* поля в жидких токопроводящих средах вызывает направленное колебание ионов, а в тканях диэлектриков — колебания их относительно положения равновесия. Изменение положения ионов, дипольных и полярных молекул сопровождается выделением тепла. В тканях организма, неоднородных по своим электрическим свойствам, при одной и той же напряжённости и частоте поля *УВЧ* образование тепла будет различным и зависит от величины диэлектрической проницаемости и удельной электрической проводимости ткани. Любая ткань организма имеет свои эти значения и поэтому при воздействии электрическим полем *УВЧ* теплообразование выражено как в поверхностных, так и в глубинных тканях.

В России принято использовать в аппарате *УВЧ* частоту *40,58 МГц*. При этой частоте нагревание тканей-диэлектриков происходит интенсивнее, чем тканей-электролитов.

Считается, что электрическое поле *УВЧ* оказывает на ткани организма, особенно на имеющиеся в них нервные рецепторы, главным образом не тепловое, а так называемое осцилляторное действие, не зависящее от теплового эффекта и проявляющееся даже в его отсутствие.

Под осцилляторным действием понимают биологические реакции организма, связанные с тонкими изменениями в клеточной и молекулярной структуре тканей, происходящие под действием электрического поля *УВЧ*. Это даёт основание применять электрическое поле не только в тепловой (то есть при выраженном ощущении тепла), но и при слабой тепловой дозировке, почти не вызывающей ощущения тепла.

Применение электрического поля *УВЧ* в нетепловой дозировке оказывает выраженное осцилляторное действие. Происходит изменение структуры сложных белковых молекул, например, молекул ферментов и др. Имеют место сдвиги концентрации ионов у пограничных клеточных мембран, изменение условий гидратации и дегидратации молекул и т. д., что и приводит к физико-химическим изменениям в клеточной структуре, особенно коллоидных тканей.

Изолировать полностью тепловое и осцилляторное действия практически невозможно, поэтому ответные реакции организма связаны с их суммарным эффектом. При некоторых методиках можно создавать преимущество теплового или осцилляторного действия.

Наиболее полно изучено действие электрического поля *УВЧ* на воспалительные биологические процессы. Оно вызывает усиление микрокровообращения (в капиллярах), улучшается кровоток, усиливаются обменные процессы в очаге воспаления, Электрическое поле *УВЧ* снижает жизнедеятельность бактерий, в то же время замедляет всасывание токсических продуктов из очага воспаления. Усиливаются процессы образования защитного барьера из элементов соединительной ткани. Перечисленное выше позволяет эффективно применять *УВЧ–терапию* в сельском хозяйстве для лечения маститов и некоторых других заболеваний у животных.

Описание лабораторной установки

В работе используется аппарат *УВЧ-66*. Аппарат *УВЧ* состоит из двухтактного лампового генератора (*ЛГ*) и терапевтического контура (*ТК*). Воздействие электрическим полем УВЧ на организм производится посредством электродов пациента (*ЭП*), представляющих собой конденсатор, которые включены в терапевтический контур, индуктивно связанный с основным колебательным контуром генератора.

Индуктивная связь исключает возможность попадания больного под высокое постоянное напряжение, которое подается на аноды ламп генератора.

Наибольшая мощность выделяется в *ТК* при условии резонанса, то есть, когда частота собственных колебаний *ТК* совпадает с частотой колебаний, возникающих в колебательном контуре генератора.

Частота собственных колебаний контура, а следовательно и резонансная частота ω_p зависят от его индуктивности *L* и ёмкости *C:* $\omega_p = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

Электроемкость терапевтического контура складывается из электроемкости между электродами пациента и электроемкости переменного конденсатора. Так как при различных процедурах электроемкость между электродами пациента меняется, то каждый раз необходимо делать подстройку *ТК* в резонанс, изменяя емкость переменного конденсатора ручкой *НАСТРОЙКА*, расположенной на передней панели аппарата.. Вся электрическая схема аппарата смонтирована в металлическом корпусе. Отдельные элементы схемы экранированы. Элементы управления находятся на передней панели и имеют соответствующие подписи.

Переключатель *НАПРЯЖЕНИЕ* служит для регулировки рабочих режимов аппарата в условиях колебания напряжения в сети. Контроль напряжения в сети осуществляется при нажатии кнопки *КОНТРОЛЬ*. Для изменения мощности, отдаваемой генератором, служит переключатель *МОЩНОСТЬ*, имеющий четыре положения: *0; 2; 40; 70 Вт*.

Контроль настройки терапевтического контура в резонанс осуществляется с помощью стрелочного измерительного прибора. На правой боковой стенке аппарата укреплены два кронштейна для установки держателей электродов, имеющих шарнирные соединения, обеспечивающие установку электродов в различные положения.

<u>При работе с аппаратом УВЧ запрещается:</u>

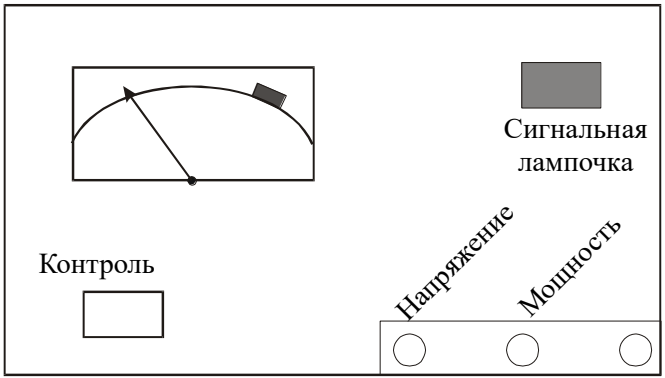
- Приступать к работе, не ознакомившись с описанием работы.
- Подключать или отключать заземление и заменять предохранители при включенном аппарате.
- Подносить к проводам и электродам аппарата металлические предметы во избежание ожогов током ВЧ.
- Заменять электроды и провода при включенном аппарате.
- Близко подходить, наклоняться к электродам при настроенном в резонанс аппарате, подносить близко к нему мобильные телефоны.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с описанием работы.
2. Установить исходное положение органов управления: переключатель *НАПРЯЖЕНИЕ* в положение *ВЫКЛ*, переключатель *МОЩНОСТЬ* в положение *0*.
3. Подвести электроды к кюветам с электролитом и диэлектриком.
4. Подключить шнур питания к сетевой розетке.
5. Произвести включение аппарата в следующей последовательности:

а) перевести ручку переключателя *НАПРЯЖЕНИЕ* в положение *1*, при этом должна загореться сигнальная лампочка;

б) нажать кнопку *КОНТРОЛЬ* и ручкой переключателя *НАПРЯЖЕНИЕ* установить стрелку индикаторного прибора в пределах красного сектора;



в) дать аппарату прогреться *1,5-2 мин*. и только после этого установить ручку переключателя *МОЩНОСТЬ* в заданное положение (в данной работе достаточно мощности *20 Вт*);

г) ручкой *НАСТРОЙКА* аккуратно плавно добиться максимального отклонения стрелки (стрелка будет находиться в пределах $\frac{1}{3}$ части шкалы); д) проверить неоновой лампочкой – индикатором наличие электрического поля у электродов. При поднесении к электродам в режиме резонанса лампочка должна светиться наиболее ярко и стрелка индикатора (миллиамперметра) отклоняется на максимальное значение.

Рис.2
Схема передней панели аппарата

6. Измерьте начальные температуры t_1 и t_2 жидкостей в кюветах.
7. Запишите показания термометров через каждые *3 мин*. в течение *21 мин*.
8. Результаты измерений занесите в таблицу 1.
9. По окончании работы переключатель *МОЩНОСТЬ* поставьте в положение *0*, переключатель *НАПРЯЖЕНИЕ* в положение *ВЫКЛ*. Отключить шнур питания аппарата из сетевой розетки.
10. Построить график зависимости температуры исследуемых жидкостей от времени воздействия на них электрического поля УВЧ. Сделать вывод.

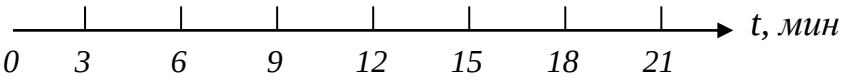
Таблица 1

№	*t, мин.*	*t_1, °C (электролит)*	*t_2, °C (диэлектрик)*
1	*0*		
2	*3*		
3	*6*		
4	*9*		
5	*12*		
6	*15*		
7	*18*		
8	*21*		

Контрольные вопросы

1. Что является причиной нагревания электролитов и диэлектриков при действии на них поля УВЧ?
2. Что называется термоселективным эффектом и прочему он наблюдается при действии ВЧ поля?
3. Осцилляторное действие поля УВЧ.
4. Что представляет собой аппарат УВЧ-терапии?
5. Каково назначение терапевтического контура и конденсатора переменной ёмкости в нем?
6. Какие изменения возникают в тканях под действием поля УВЧ и как это используется при лечении заболеваний?
7. Какое из используемых в данной работе веществ интенсивнее нагревается и почему?





Работа выполнена	*Работа зачтена*

Лабораторная работа №3.7

Снятие выходных характеристик транзистора

Цель работы: снятие выходных характеристик транзистора в схеме с общим эмиттером, проанализировать изменения тока коллектора *Iк* от напряжения коллектора *Uк* при различных значениях тока базы $I_б$. Пользуясь результатами исследования, рассчитать коэффициент усиления по току β при *Uк=const* .

Оборудование: транзистор *p-n-p* типа, миллиамперметр, микроамперметр, реостаты, вольтметр, ключи, источники питания на *1,2 В* и *25 В*, провода.

Краткая теория

Коэффициент усиления транзистора *по току* в схеме с общим эмиттером β - физическая величина, показывающая во сколько раз изменение тока коллектора больше изменения тока базы при постоянном напряжении *Uк* между базой и коллектором, т.е.: $\beta = \frac{\Delta I_к}{\Delta I_б}$, (*Uк = const*).

Транзистор обычно состоит из трёх полупроводниковых пластин. Такие плоскостные транзисторы могут быть двух видов: *p-n-p* и *n-p-n* типов.

Рассмотрим транзистор *p-n-p*-типа (рис.1). Крайние пластины *Э* и *К*, называемые соответственно *эмиттером* и коллектором, имеют дырочную проводимость; средняя пластина О (основание или *база*) имеет электронную проводимость(на рис.4 показано изображение в электрических цепях такого транзистора.

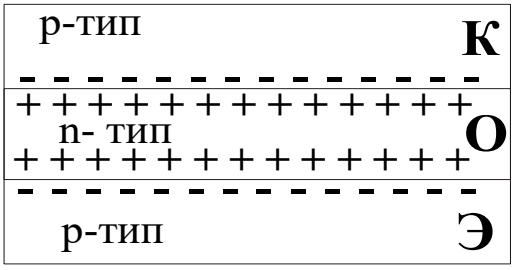


Рис.1
Транзистор p-n-p типа

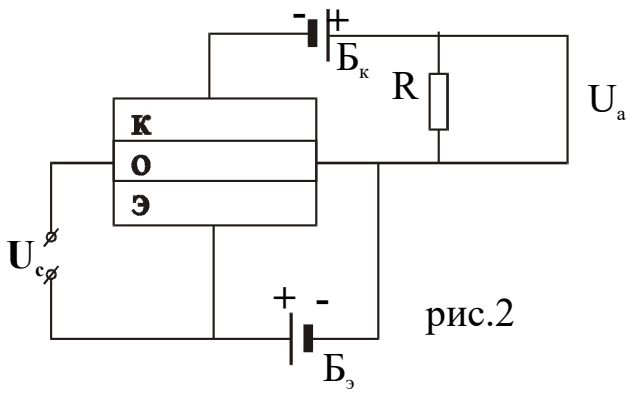


рис.2

Схема усилителя с общим эмиттером

Очевидно, что в транзисторе образуется два запирающих слоя (во взаимно противоположных направлениях): один между эмиттером и базой, другой - между коллектором и базой.

На рисунке 2 представлена простейшая схема транзисторного усилителя слабых сигналов напряжения. Батарея $Б_к$ включена между базой и коллектором так, чтобы коллекторный переход был в запирающем режиме (минус на *p*-полупроводник). Батарея $Б_э$ включена между эмиттером и базой в пропускном направлении (плюс на *p*-полупроводник). Под её влиянием дырки из эмиттера перемещаются в базу, так как для них переход является открытым. Таким образом, эмиттер «впрыскивает» дырки в базу подобно тому, как катод электронной лампы «впрыскивает» электроны в пространство между катодом и анодом.

Транзистор имеет очень тонкое основание, его толщина составляет порядка 10^{-3} см. К тому же концентрация электронов в базе значительно меньше концентрации дырок в эмиттере и коллекторе. Это необходимо для того, чтобы большинство дырок переходили из базы в коллектор, не успев воссоединиться со свободными электронами базы.

Дырки, достигающие коллекторного перехода, втягиваются его полем в коллектор.

Напряжение $U_э$, приложенное между эмиттером и базой играет роль сеточного напряжения лампового усилителя. Оно может уменьшать или увеличивать поток дырок из эмиттера в базу (в зависимости от того в каком направлении — пропускном или запирающем оно приложено). Поэтому, в случае колеблющегося напряжения $U_э$ изменяется концентрация дырок в базе, что в свою очередь вызывает соответствующее изменение тока в цепи коллектора $I_к$ и изменение напряжения U_R на сопротивлении *R*.

Так как $U_R >> U_э$ (сопротивление R велико и $I_к >> I_б$), то и $\Delta U_R >> \Delta U_э$. Таким образом, слабое колебание напряжения цепи эмиттера вызывает значительное колебание напряжения на выходном сопротивлении *R* цепи коллектора.

Транзисторы могут быть использованы для усиления биоэлектрических сигналов. Биопотенциалы — медленно изменяющиеся и слабые сигналы. Малая величина биопотенциалов вызывает необходимость использовать усилители с достаточно большим коэффициентом усиления.

Полупроводниковые диоды и триоды могут иметь весьма малые размеры (порядка 1 см и менее), не нуждаются в нагреве (как накал катода в лампах), просты по устройству, механически прочны, имеют большой срок службы. Поэтому они почти полностью заменили электронные лампы.

Появление полупроводниковых диодов и транзисторов явилось исторической предпосылкой перехода к производству интегральных микросхем. Современная полупроводниковая интегральная микросхема – это функциональный электронный узел, элементы и соединения которого конструктивно неразделимы и изготовляются в едином технологическом процессе в объеме и на поверхности общего кристалла. В настоящее время эффективно внедряется в производстве микросхем «нанотехнологии» (слово - от приставки «нано», в данном случае – 10^{-9}м).

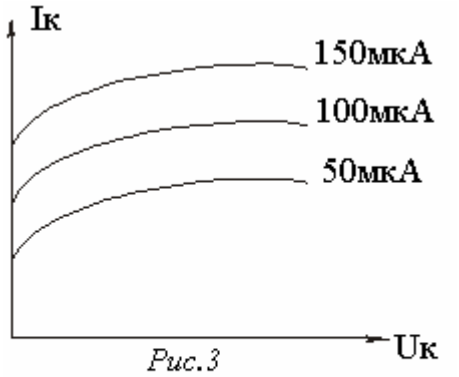


Рис.3

Выходные статические характеристики транзистора в схеме с общим эмиттером

Семейство выходных статических ($U_к$ = *const*) характеристик транзистора в схеме с общим эмиттером (рис.3) выражает зависимость выходного тока — тока коллектора $I_к$ от выходного напряжения коллектора $U_к$ при различных значениях тока базы $I_б$. Такая (рис.3) зависимость объясняется следующими факторами. Под действием прямого напряжения, которое приложено к эмиттеру, дырки переходят в область базы. Если напряжение в цепи коллектора небольшое, то большая часть дырок рекомбинирует с электронами в области базы, а меньшая их часть доходит до коллектора, образуя в нём ток. С увеличением напряжения коллектора ширина перехода «коллектор – база» увеличивается, а ширина базы становится меньше.

Этим облегчается прохождение носителей тока и уменьшается их рекомбинация в области базы. При некотором критическом значении $U_к$ ток коллектора резко возрастает. Это может произойти либо из-за лавинообразной ионизации, либо из-за уменьшения толщины базы (при резком увеличении тока коллектора напряжение сразу же следует уменьшить, иначе транзистор может выйти из строя).

С помощью статических характеристик можно выбрать наиболее выгодный режим работы транзистора, ток смещения базы, коэффициент усиления по току и др.

Выполнение работы

1. Собрать установку по схеме рис.4:
   При этом нужно обратить внимание на то, чтобы цепь была разомкнута, ползунок реостата R_1 находился в положении наибольшего сопротивления, ползунок потенциометра R_2 - в положении наименьшего снимаемого с него сопротивления.
2. Включив установку в сеть и замкнув ключи, устанавливают с помощью реостата R_1 величину тока базы $I_{б1}$ равной *50 мкА* (или другое его значение по указанию преподавателя).
3. Затем, передвигая ползунок потенциометра R_2, увеличивают напряжение в цепи коллектора от *0 В* до *12 В* в соответствии с таблицей 1, записывают показания вольтметра и соответственно миллиамперметра.. При этом ток базы поддерживают реостатом R_1 постоянным.

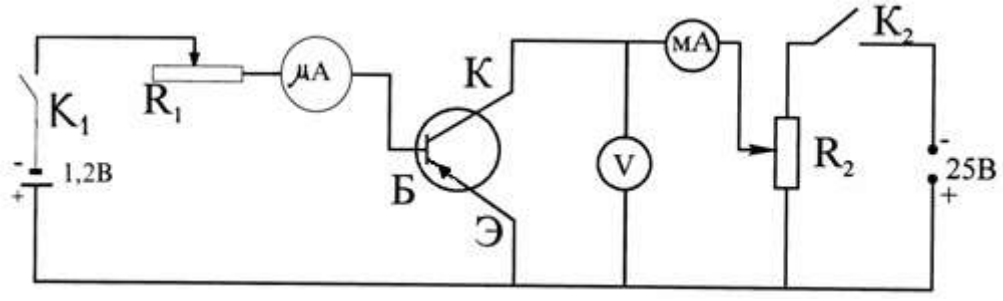


Рис4.
Схема экспериментальной установки

4. Аналогичным образом снимают показания вольтметра и миллиамперметра при токах базы $I_{б2}$ и $I_{б3}$ *100 мкА* и *150 мкА* (или других его значениях по указанию преподавателя).
5. Результаты измерений записывают в таблицу и по ним строят график зависимости тока коллектора от напряжения на коллекторе при соответствующих токах базы.
6. Рассчитать коэффициенты усиления β при различных значениях $U_к$ = *const* и $\Delta I_к$ по формулам:

$$\beta = \frac{\Delta I_к}{\Delta I_б} = \frac{I_{к2} - I_{к1}}{I_{б2} - I_{б1}} \quad или \quad \beta = \frac{\Delta I_к}{\Delta I_б} = \frac{I_{к3} - I_{к2}}{I_{б3} - I_{б2}}, \quad или \quad \beta = \frac{\Delta I_к}{\Delta I_б} = \frac{I_{к3} - I_{к1}}{I_{б3} - I_{б1}}.$$

Таблица 1

№	$U_к$, *В*	$I_{б1}$ = … *мкА*		$I_{б2}$ = … *мкА*		$I_{б3}$ = … *мкА*	
		$I_к$, *мА*	β	$I_к$, *мА*	β	$I_к$, *мА*	β
1	*0*						
2	*2*						
3	*4*						
4	*6*						
5	*8*						
6	*10*						
7	*12*						

Контрольные вопросы

1. Проводимость (электронная и дырочная) полупроводников.
2. Объясните свойства *p-n* перехода.
3. Устройство и принцип работы транзистора.
4. Что называется коэффициентом усиления транзистора по току и как его найти по экспериментальным данным?
5. Изобразить и объяснить выходные статические ($I_б$ = *const*) характеристики транзистора в схеме с общим эмиттером.
6. В чём преимущества транзисторов перед электронными лампами?
7. Особенности строения и функционирования современных интегральных микросхем.

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Лабораторная работа №3.8

Определение горизонтальной составляющей индукции

магнитного поля Земли

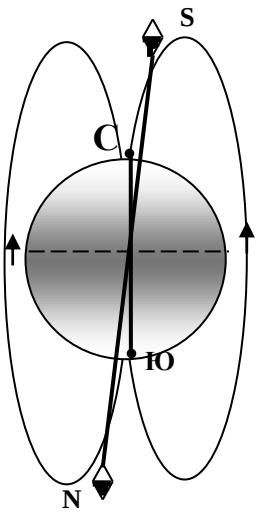


Рис.1

Магнитное поле Земли

Цель работы: определение горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли.

Оборудование: тангенс-гальванометр, миллиамперметр, реостат, двойной переключатель, источник постоянного тока.

Краткая теория

Земля представляет собой огромный магнит, полюса которого лежат вблизи географических полюсов: вблизи северного географического полюса расположен южный магнитный полюс, а вблизи южного географического — северный (рис.1). Линии индукции магнитного поля Земли у экватора направлены горизонтально поверхности земли, у магнитных полюсов — вертикально, а в остальных точках земной поверхности под некоторым углом к поверхности Земли.

Существование магнитного поля в любой точке Земли можно установить с помощью магнитной стрелки. Если подвесить магнитную стрелку на нити L (рис. 2) так, чтобы точка подвеса совпадала с центром тяжести стрелки, то стрелка установит по направлению касательной к силовой линии магнитного поля Земли. В северном полушарии– северный конец будет наклонен к Земле и стрелка составит с горизонтом угол наклонения θ. Вертикальная плоскость, в которой расположится стрелка, называется плоскостью магнитного меридиана. Вектор $\vec{B}$ полной индукции магнитного поля Земли можно разложить на две составляющие: горизонтальную B_Γ и вертикальную B_B (рис. 2).

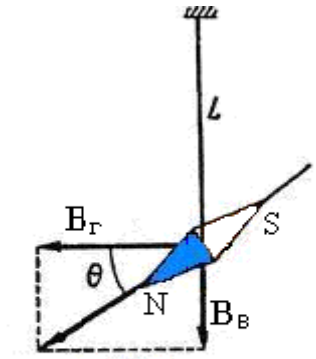


Рис.2

Горизонтально B_Γ и вертикально B_B составляющие магнитного поля Земли B

В соответствии с одной из теорий наличие магнитного поля Земли объясняется существованием электрических токов, циркулирующих на больших глубинах в жидком ядре Земли.

В основу метода измерения горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли положен принцип суперпозиции полей, в соответствии с которым индукция результирующего магнитного поля определяется векторной суммой индукций магнитных полей, налагающихся друг на друга в исследуемой области пространства: $\vec{B}_p = \sum \vec{B}_i$.

Если в области расположения магнитной стрелки, установившейся вдоль магнитного меридиана, создать дополнительное магнитное поле индукцией $B_к$ (рис.3), то магнитная стрелка отреагирует на включение дополнительного магнитного поля поворотом на угол α, соответствующий ориентации вектора индукции результирующего магнитного поля.

По известной величине индукции дополнительного магнитного поля и измеренном угле α можно вычислить горизонтальную составляющую индукции магнитного поля Земли по формуле:

$$B_Г = \frac{B_к}{tg\alpha}.$$

Для определения $B_Г$ служит тангенс-гальванометр. Он представляет собой катушку из нескольких витков. В центре катушки в горизонтальной плоскости расположен компас.

В отсутствии тока в катушке магнитная стрелка компаса расположена в плоскости магнитного меридиана. При выполнении работы плоскость катушки совмещают с плоскостью магнитного меридиана, если после этого по катушке пропустить ток, то магнитная стрелка повернётся на некоторый угол, так как на стрелку будет действовать ещё одно магнитное поле — поле созданное током $B_к$ и направленное перпендикулярно плоскости витка (его направление можно определить по правилу буравчика). Таким образом, на стрелку будут действовать два взаимно перпендикулярных поля. Под действием этих двух полей стрелка установится по направлению равнодействующей индукции.

На рис.3: $B_Г$ – вектор горизонтальной составляющей магнитного поля Земли, $B_к$ – индукция магнитного поля, созданного током, идущим по катушке; α - угол, на который повернулась стрелка компаса.

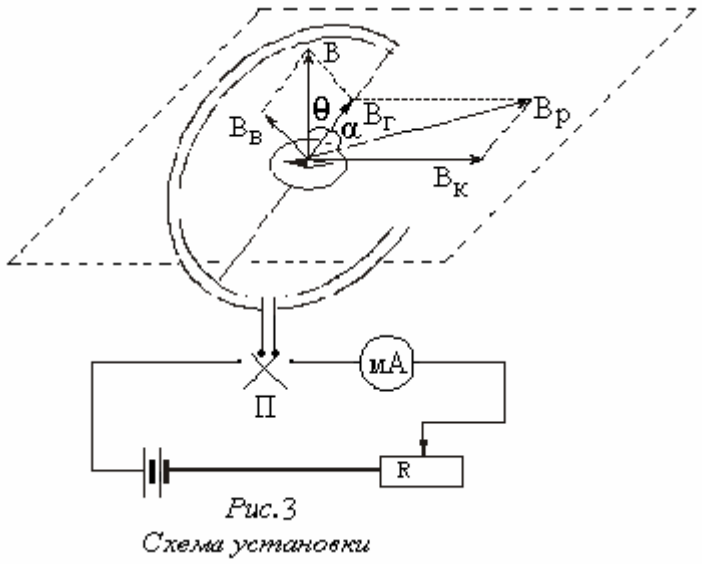


Рис.3

Схема установки

Из рисунка видно, что $tg\alpha = \frac{B_к}{B_Г}$. Индукция магнитного поля для кругового витка (в данном случае для катушки) с током в его центре определяется по формуле: $B_к = \mu\mu_0 \frac{IN}{2R}$, где μ - относительная магнитная проницаемость среды (для воздуха $\mu = 1$), $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ Гн/м$ - магнитная постоянная, I – сила тока в катушке, N – число витков в катушке, R – радиус витков провода катушки.

С учётом двух последних формул получаем:

$$B_Г = \mu\mu_0 \frac{I \cdot N}{2R \cdot tg\alpha}. \qquad (1)$$

Магнитное поле оказывает воздействие на биологические системы, которые в нём находятся. Имеются сведения о морфологических изменениях у животных и растений после пребывания в постоянном магнитном поле, об ориентации растений в магнитном поле, влиянии магнитного поля на нервную систему и изменение характеристик крови. Многие животные, например, муравьи хорошо чувствуют магнитное поле Земли и могут ориентироваться по нему.

Выполнение работы

1. Собрать схему по рисунку 3.
2. Поворачивая тангенс-гальванометр с компасом, устанавливают плоскость катушки тангенс-гальванометра в плоскости магнитного меридиана так, чтобы один конец стрелки компаса совпадал с *0*.
3. Включить постоянный ток, движком реостата установить какое-то значение тока и измерить его по амперметру.
4. Как только стрелка компаса придёт в равновесие, отсчитать по шкале компаса угол поворота стрелки (α_1), изменить переключателем *П* направление тока и измерить угол поворота стрелки (α_2). Определить среднее значение угла $\alpha_{ср} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}$. Опыт повторить три раза при различных значениях тока.
5. По расчётной формуле (1) каждый раз определить $B_Г$. Результаты измерений занести в таблицу 1.
6. Определить абсолютную и относительную погрешности измерений. Записать численный результат в виде: $B_Г = B_{Г\,ср} \pm \Delta B_{Г\,ср.}$

Таблица 1

№	*I, A*	$\alpha_{ср.}$	$tg\alpha$	*R, м*	*N*	$B_Г$, *Тл*	$\Delta B_Г$, *Тл*	$\Delta B_{Г\,ср} / B_{Г\,ср}$
1								
2								
3								
Ср								

Контрольные вопросы

1. Что понимают под магнитным полем?
2. Что называется индукцией магнитного поля?

3. Что называется силовой линией магнитного поля? Как магнитное поле изображается графически?
4. Как индукция магнитного поля связана с напряженностью магнитного поля?
5. Записать и объяснить закон Био-Савара-Лапласа, вывести формулу для определения индукции магнитного поля в центре витка с током.
6. Что из себя представляет магнитное поле Земли? Что такое магнитный меридиан? Как направлен вектор индукции магнитного поля по отношению к магнитному меридиану?
7. Пояснить, что такое горизонтальная и вертикальная составляющие магнитного поля Земли?
8. Как узнать направление тока в витках тангенс-гальванометра по отклонению магнитной стрелки?

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Л

Лабораторная работа №3.9

Определение коэффициента самоиндукции соленоида

Цель работы: определить коэффициент самоиндукции соленоида.
Оборудование: источник переменного тока на *220 В*, амперметр на *1 А*, вольтметры на *30 В* и *300 В*, катушка с сердечником.

Краткая теория

Явление электромагнитной индукции было открыто в 1831 году английским физиком Фарадеем. Он обнаружил, что во всяком замкнутом контуре (проводнике) при изменении потока магнитной индукции (Φ) через площадь, ограниченную этим контуром, возникает электрический ток. Этот ток называется *индукционным* (наведенным) током.

При всяком изменении магнитного потока, пронизывающего проводящий контур, в контуре возникает ЭДС индукции – это явление называется ***электромагнитной индукцией*****.** Возникающую при этом *ЭДС*, принято называть *ЭДС индукции*.

Величина *ЭДС* индукции, возникающая в замкнутом контуре, пропорциональна **скорости изменения магнитного потока** через площадь, ограниченную контуром (*закон Фарадея для электромагнитной индукции*): $\varepsilon \sim d\Phi/dt$,
где Φ – поток магнитной индукции, t - время.

В 1883 г. Ленц установил общее правило для определения направления индукционного тока, получившее название *правила Ленца*:
индукционный ток имеет такое направление, что его собственное магнитное поле компенсирует изменение потока магнитной индукции, вызывающее этот ток.

Математическое выражение основного закона электромагнитной индукции, т.е. формула, объединяющая в себе закон Фарадея и правило Ленца:

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}. \qquad (1)$$

Частным случаем электромагнитной индукции - явление *самоиндукции*. Заключается оно в следующем: если по проводнику идёт переменный ток, то магнитное поле, создаваемое этим током, также не постоянно, следовательно, меняется магнитный поток через площадь, ограниченную этим контуром с током, что ведёт к возникновению в контуре *ЭДС*, которую называют *ЭДС самоиндукции.*

Величина магнитного потока, пронизывающего контур, пропорциональна силе тока:

$$\Phi = L \cdot I. \qquad (2)$$

Подставим значение (2) в формулу (1):

$$\varepsilon = -\frac{d(L \cdot I)}{dt} = -L\frac{dI}{dt}, \qquad (3)$$

где L – *коэффициент самоиндукции или индуктивность* проводника, измеряемая в генри (*Гн*).

Индуктивность (из уравнения (3)) - физическая величина, равная *ЭДС* самоиндукции при равномерном изменении силы тока в проводнике на *1 А* за *1 с*.

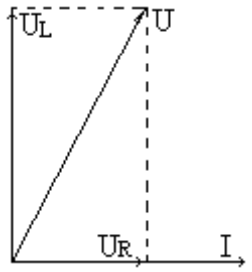


Рис.1
Векторная диаграмма токов и напряжений

Для экспериментального определения коэффициента самоиндукции L выведем закон Ома для цепи переменного тока, содержащей активное и индуктивное сопротивления. Для этого построим векторную диаграмму токов и напряжений.

Так как диаграммы токов и напряжений принято строить для действующих (эффективных) значений токов и напряжений, то на диаграмме отложим векторы, равные действующим значениям токов и напряжений.

$$I_{эф} = I_0/\sqrt{2} \qquad U_R = I_0 R/\sqrt{2},$$

$U_L = I_0 \omega L/\sqrt{2}$, где I_0 – амплитудное значение тока.

Отложим вектор тока $\vec{I}$ в горизонтальном направлении вправо (рис 1). Вектор напряжения на активном сопротивлении совпадает по фазе с током, поэтому вектор $\vec{U}_R$ откладывается также вправо. Вектор напряжения на индуктивном сопротивлении опережает ток на $\pi/2$, поэтому вектор $\vec{U}_L$ откладывается вверх, перпендикулярно вектору $\vec{U}_R$, так как угол (фазу) отсчитываем в направлении против часовой стрелки.

Длина вектора суммарного напряжения $\vec{U}$ находим как гипотенузу прямоугольного треугольника:

$$U = \sqrt{U_R^2 + U_L^2} = \sqrt{(I \cdot R)^2 + (I \cdot \omega \cdot L)^2} = I\sqrt{R^2 + (\omega L)^2},$$

где R – активное сопротивление катушки, ωL – индуктивное сопротивление катушки, ω – циклическая частота.

Отсюда получим формулу закона Ома для цепи переменного тока:

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (\omega \cdot L)^2}}. \qquad (4)$$

Решим уравнение относительно L и получим:

$$L = \frac{1}{\omega}\sqrt{\frac{U^2}{I^2} - R^2} \approx \frac{1}{314}\frac{U}{I} \quad \text{при} \quad \frac{U^2}{I^2} >> R^2 \ . \qquad (5)$$

Индуктивность L зависит от формы и размеров проводника, а также от магнитных свойств среды (сердечника катушки).

Выполнение работы

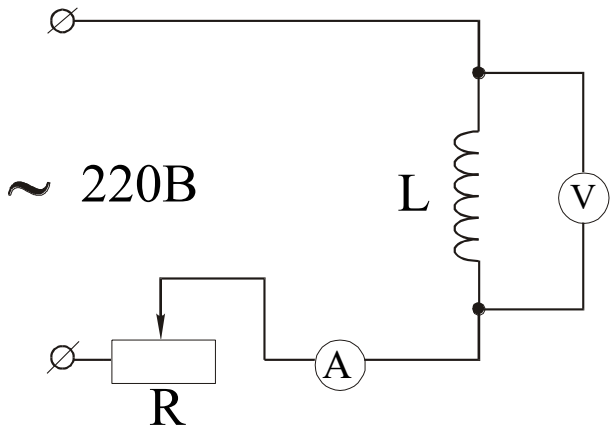


Рис.2
Схема экспериментальной установки

1. Собрать цепь по схеме рис.2:
2. Включить источник тока и записать 3 раза показания амперметра и вольтметра при различных значениях напряжения (*50 - 150 В*).

   Примечание: измерительные приборы показывают эффективные значения тока и напряжения.
3. Ввести в катушку сердечник и снова сделать измерения три раза при напряжениях *100 - 200 В*.
4. Замкнуть сердечник и сделать одно измерение I и U.
5. Рассчитать по формуле (5) коэффициент самоиндукции для каждого значения I и U, где $\nu = 50\ Гц$, $\omega = 2\pi\nu$.
6. Результаты измерений занести в таблицу 1.
7. Определить погрешности измерений.
8. Записать окончательный результат для каждого случая в виде:

$$L_1 = L_{1ср} \pm \Delta L_{1ср} \ (Гн), \quad L_2 = L_{2ср} \pm \Delta L_{2ср} \ (Гн) \ .$$

Сравнить полученные для L результаты и сделать вывод.

Таблица 1

Вид опыта		*U, В*	*I, А*	*R, Ом*	*L, Гн*	*ΔL, Гн*	$\frac{\Delta L_{ср}}{L_{ср}}\%$
Без сердечника - L_1	*1*						
	2						
	3						
	Ср						
С разомкнутым сердечником- L_2	*1*						
	2						
	3						
	Ср						
С замкнутым сердечником	*1*						

Контрольные вопросы

1. В чём заключается явление электромагнитной индукции?
2. Сформулируйте закон Фарадея, правило Ленца для электромагнитной индукции.
3. Какое явление называется явлением самоиндукции, взаимоиндукции?
4. Что называется коэффициентом самоиндукции? В чём его физический смысл?
5. Вывести закон Ома для цепи переменного тока из векторной диаграммы.
6. Почему с вводом сердечника и при его замыкании возрастает индуктивность катушки?
7. Приведите примеры из науки или техники, когда необходимо учитывать явление самоиндукции.

абота выполнена	*Работа зачтена*

Лабораторная работа №3.10

Определение коэффициента трансформации и КПД трансформатора

Цель работы: определить коэффициент трансформации и *КПД* трансформатора.
Оборудование: трансформатор, вольтметр на *300 В*, вольтметр на *15 В*, амперметр на *5 А*, миллиамперметр, реостат на *20 Ом*, провода, ключ.

Краткая теория

Трансформатором называется электромагнитный прибор, предназначенный для преобразования напряжения и силы переменного тока (для их повышения или понижения).

Часто трансформаторы применяют для преобразования напряжения при передаче электроэнергии от электростанции к потребителям, в бытовых электроприборах и др.

Простейший трансформатор состоит из магнитопровода (сердечника) и двух расположенных на нём обмоток с разным числом витков (N_1 и N_2). К одной обмотке подключают источник переменного напряжения (U_1) и

называют ее *первичной*, к другой обмотке подключается потребитель (U_2) — это *вторичная* обмотка (рис.1). Обмотки не соединены друг с другом. Явление трансформации основано на явлении электромагнитной индукции. При подключении первичной обмотки трансформатора к источнику переменного тока (розетка) в магнитопроводе трансформатора возникает переменный магнитный поток:

$$\Phi = \Phi_0 \sin \omega t, \qquad (1)$$

где Φ_0 – максимальное значение магнитного потока, ω – циклическая частота тока, $\omega = 2\pi\nu$, $\nu = 50$ *Гц*.

Этот магнитный поток Φ пронизывает и вторичную обмотку. Согласно теории Максвелла, если неподвижный проводник находится в переменном магнитном поле, то это магнитное поле создаёт переменное электрическое поле, линии которого охватывают линии магнитного поля (вихревое). Оно и вызывает движение зарядов в проводнике.

ЭДС индукции, возникающие в первичной и вторичной обмотках, согласно закону Фарадея, равны соответственно: $\varepsilon_1 = -N_1 \frac{d\Phi}{dt}$, (2)

$$\varepsilon_2 = -N_2 \frac{d\Phi}{dt}. \qquad (3)$$

Исходя из закона Ома для участка цепи с ЭДС можно записать, что напряжение на каждой обмотке, с учетом формул (2) и (3), будет равно:

$U_1 = I_1 \cdot R_1 - \varepsilon_1 = I_1 \cdot R_1 + N_1 \frac{d\Phi}{dt}$, (4) $U_2 = I_2 \cdot R_2 - \varepsilon_2 = I_2 \cdot R_2 + N_2 \frac{d\Phi}{dt}$, (5)

где I_1 и I_2 — ток в первичной и вторичной обмотках, R_1 и R_2 — сопротивления первичной и вторичной обмоток.

У трансформаторов обычно $I_1 \cdot R_1 << \varepsilon_1$ и $I_2 \cdot R_2 << \varepsilon_2$ (при разомкнутой вторичной обмотке $I_2 = 0$).

Разделим почленно (5) на (4) и получим: $\frac{U_2}{U_1} \approx \frac{N_2}{N_1} = K$. (6)

К – коэффициент трансформации - показывает во сколько раз напряжение на вторичной обмотке (их может быть несколько) отличается от первичного.

При $K>1$ трансформатор называют *повышающим*, при $K<1$ - *понижающим*.

Когда вторичная обмотка разомкнута ($I_2 = 0$), то ток I_1 называют *током холостого хода*, а режим работы трансформатора называется *режимом холостого хода*. Полезная мощность при этом равна нулю. При холостом ходе I_1 будет небольшим, так как велико индуктивное сопротивление первичной обмотки.

Мощность $P_1 = I_1^2 \cdot R_1$, потребляемая трансформатором в режиме холостого хода, затрачивается на нагревание первичной обмотки и на магнитные потери, связанные с гистерезисом при перемагничивании сердечника и возникновении токов Фуко. Для их уменьшения магнитопровод делают из отдельных листов магнито-мягкого ферромагнетика.

При замыкании вторичной цепи на нагрузку в ней индуцируется ток I_2, магнитное поле этого тока по правилу Ленца компенсирует магнитное поле первичной обмотки, что ведёт к уменьшению кажущегося сопротивления первичной обмотки, а значит и к возрастанию силы тока I_1.

То есть, мощность, потребляемая в первичной обмотке зависит от мощности, выделяемой во вторичной (на нагрузке). При работе нагруженного трансформатора магнитные потери при постоянном напряжении на первичной обмотке равны потерям холостого хода и не зависят от нагрузки. Их называют *постоянными потерями*.

Потери мощности, связанные с нагреванием обмоток называют *переменными*, так как их величина пропорциональна квадрату силы тока в обмотках, а сила тока зависит от величины нагрузки.

КПД трансформатора равен отношению мощности, выделяемой во вторичной цепи: $P_2 = I_2 \cdot U_2 \cdot \cos\varphi_2$ к мощности подводимой к трансформатору $P_1 = I_1 \cdot U_1 \cdot \cos\varphi_1$.

Углы сдвига фаз между током и напряжением обычно близки к нулю и косинусы этих углов можно считать равными единице. Тогда:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \approx \frac{I_2 U_2}{I_1 U_1}. \qquad (7)$$

Из формулы (7) видно, что *КПД* трансформатора растёт с увеличением нагрузки во вторичной цепи.

Показано, что максимальный *КПД* соответствует такой нагрузке, при которой магнитные потери равны электрическим. Благодаря отсутствию в трансформаторе перемещающихся частей, часто его *КПД* может приближаться к 100%. При $\eta = 100\%$ можно считать, что $P_1 = P_2$ и тогда: $\frac{I_1}{I_2} = \frac{U_2}{U_1} = K.$ (8)

Выполнение работы

1. Собрать электрическую цепь по схеме (рис.1), включив вольтметр V_1 рассчитанный на *300 В*, вольтметр V_2 - на *15 В*.
2. Включить первичную обмотку трансформатора в сеть переменного тока и, не замыкая ключа ***k***, записать показания вольтметров V_1 и V_2. По формуле (6) подсчитать коэффициент трансформации.
3. Замкнуть ключ ***k***, установить реостатом ***R*** силу тока $I_2 = 0{,}5$ *А* и записать показания амперметров A_1 и A_2 и вольтметров V_1 и V_2. Повторить измерения I_2 до *4,5 А* через *0,5 А*. Данные занести в таблицу 1.
4. Вычислить $P_1 = I_1 \cdot U_1$ и $P_2 = I_2 \cdot U_2$ для всех значений в таблице 1.
5. Подсчитать *КПД* по формуле: $\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\%$. 6. Построить график $\eta = f(I_2)$.

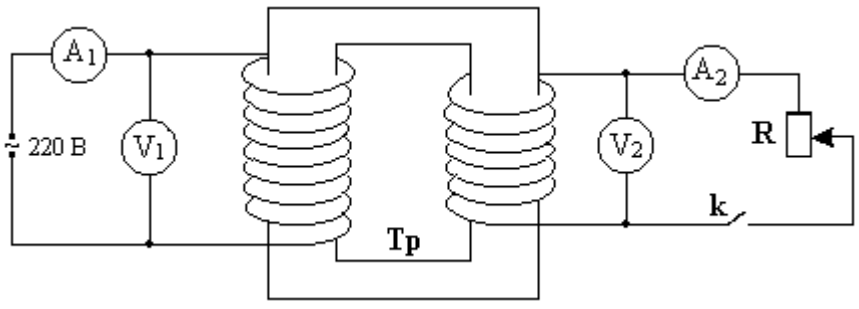


Рис.1

Схема подключения трансформатора

Таблица 1

№	U_1, В	I_1, А	U_2, В	I_2, А	K	P_1, Вт	P_2, Вт	η, %
1				0,0			0,0	0,0
2				0,5				
3				1,0				
4				1,5				
5				2,0				
6				2,5				
7				3,0				
8				3,5				
9				4,0				
10				4,5				

Контрольные вопросы

1. Какой прибор называется трансформатором и для каких целей он используется?
2. Устройство и принцип действия трансформатора.
3. В чем заключается явление электромагнитной индукции, взаимоиндукции?
4. Что называется коэффициентом трансформации, от чего он зависит?
5. Назначение повышающего, понижающего трансформатора, приведите примеры.
6. Работа трансформатора в режиме холостого хода.
7. Каковы потери мощности при замыкании вторичной обмотки на нагрузку?
8. Что называется *КПД* трансформатора и как он зависит от нагрузки во вторичной цепи?

Работа выполнена	*Работа зачтена*

О П Т И К А

Лабораторная работа №4.1

Определение световой отдачи и удельного расхода мощности лампы накаливания

Цель работы: экспериментальное определение световой отдачи и удельного расхода мощности лампы накаливания.

Оборудование: ЛАТР, люксметр, амперметр на 1 А, лампочка.

Краткая теория

Измерение энергетических характеристик света составляет цель фотометрии. Знание законов фотометрии необходимо биофизикам, биохимикам, агрономам, биологам и др.

Работникам сельскохозяйственного производства следует знать фотометрические нормы для успешного развития растениеводства, плодоводства, животноводства. Фотометрия занимает важнейшее место в исследованиях обмена веществ и энергии в организмах, в изучении фотосинтеза растений, в разработке методов фото - и гелиотерапии.

С биологическим действием света связаны многие жизненные процессы. Живые организмы в процессе эволюции приспособились к естественному облучению. У растений чувствительны к свету листья, стебли. У некоторых растений (эвкалипты, подсолнечник) наблюдается так называемый *гелиотропизм*, то есть движение по направлению к Солнцу. Действием света можно стимулировать рост растений, бороться с заболеваниями, вызывать гибель бактерий.

Работникам сельского хозяйства следует знать приборы и методы для определения светового режима в парниках, чтобы выявить закономерности влияния интенсивности спектрального состава света на развитие растений. Селекционерам и генетикам необходимо установить влияние освещенности на растение в ходе естественного отбора и искусственного культивирования, овощеводам - на развитие и созревание плодовых культур. Лесоводы осуществляют посадку растений с учетом их световосприимчивости.

Большое значение имеет спектральный состав излучения. Опыты показали, что для нормального развития растений решающее значение имеет видимый свет. В зимних условиях закрытого грунта целесообразно применять люминесцентные лампы со спектральным составом излучения близким к солнечному.

Основные фотометрические величины, характеризующие восприятие света глазом человека

Основной единицей световых величин в СИ является *единица силы света* «I» *кандела (кд). 1 кд* – это сила света, испускаемого специальным эталоном света (в состав которого входит платина) с поверхности площадью $S = 1/600000\ м^2$ полного излучателя в перпендикулярном направлении при температуре излучателя, равной температуре затвердевания платины при нормальном атмосферном давлении.

С 1979 года определение канделы также дается следующим образом: *кандела* - это сила света «*I*» в данном направлении от источника, испускающего монохроматическое излучение с частотой $\nu = 540 \cdot 10^{12}$ *Гц* ($\lambda \approx 555$ *нм),* энергетическая сила света которого в этом направлении $I_e = 1{,}683$ *Вт/ср.* (*1 ср* – телесный угол – стерадиан).

Световым потоком Φ, посылаемым источником света в некоторый телесный угол Ω, называется величина, равная произведению силы света I источника на телесный угол Ω, т.е.: $\Phi = I\Omega$.

Единиц светового потока - *1 люмен* (*1лм*). *1 лм* – это световой поток, испускаемый точечным источником света в телесный угол *1 ср* при силе света *1 кд*. $[\Phi] = 1\ кд \cdot 1\ ср = 1\ лм$. Световой поток определяет ощущение света, которое вызывает поток (мощность – в ваттах) излучения источника света.

Силу света источника можно найти по формуле $I = \frac{d\Phi}{d\Omega}$. Для точечного источника при полном телесном угле равном 4π ($\Omega = 4\pi$) и при величине светового потока Φ сила света равна: $I = \frac{\Phi}{4\pi}$.

Освещенностью E называют величину, равную отношению светового потока Φ, падающего равномерно на поверхность, к площади этой поверхности S, т.е.: $E = \Phi / S$.

Единицей освещенности является *1 люкс (1 лк).* *1 лк* – это освещенность поверхности площадью $1\ м^2$ при равномерном световом потоке падающего на нее излучения, равном *1 лм*. $1\ лк = 1\ лм / 1\ м^2$.

Яркостью B_φ светящейся поверхности в некотором направлении φ называют величину, равную отношению силы света I в этом направлении к площади проекции S светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную данному направлению $(S \cos\varphi)$, т.е.: $B_\varphi = I/(S \cos\varphi)$.

Единицей яркости является $1\ кд/м^2$. $1\ кд/м^2$ – это яркость равномерно светящейся поверхности площадью $1 м^2$ в перпендикулярном к ней направлении при силе света *1 кд*.

$$[B_\varphi] = 1\ кд/1\ м^2.$$

Эту единицу яркости иногда называют *1 нит (1 нит = 1 кд/1* $м^2$*).*

Для фотометрических расчетов важно знать зависимость освещенности E в данной точке поверхности от силы света I источника и расстояния R до источника света.

Рассмотрим точечный источник света силой света I, выделив в пространстве телесный угол $d\Omega$ *(рис.1)*. Величина светового потока равна: $d\Phi = I \cdot d\Omega$

Площадь поверхности, на которую падает этот световой поток, равна:

$$dS_O = d\Omega \cdot R^2$$

Тогда формула для ее освещенности будет иметь вид:

$$E = \frac{d\Phi}{dS_0} = \frac{I \cdot d\Omega}{d\Omega \cdot R^2} = \frac{I}{R^2}. \qquad (1)$$

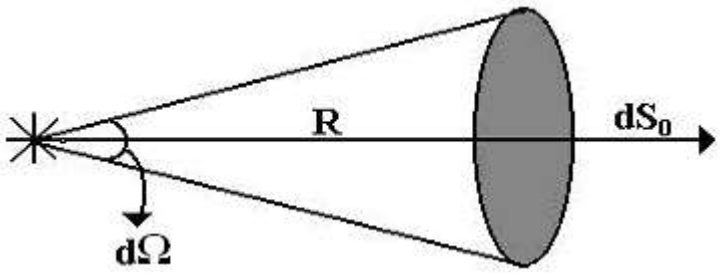


Рис.1
Освещенность поверхности dS_o точечным источником света силой света I

Если площадка *dS* расположена к падающим лучам света под углом, отличным от *90°* (поверхность *dS* расположена под углом α к dS_o) (рис.2), то площадь *dS* больше площади dS_o, а световой поток приходится на *dS* тот же самый. Следовательно, освещенность E' в какой-то данной точке поверхности *dS* прямо пропорциональна косинусу угла падения лучей (рис.2).

$$E' = \frac{d\Phi}{dS_0} = \frac{d\Phi}{dS_0} \cdot \cos\alpha \qquad \text{или} \qquad E' = E \cdot \cos\alpha . \qquad (2)$$

Подставив (2) в формулу (1), получаем: $E = \frac{I}{R^2} \cdot \cos\alpha$. (3)

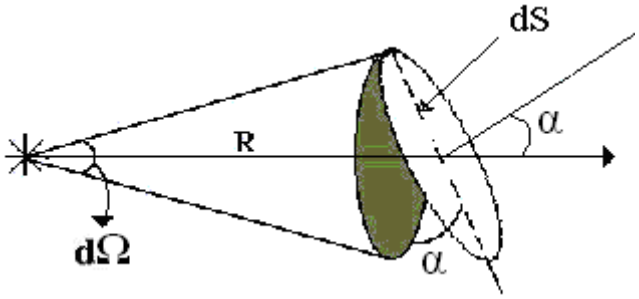


Рис.2
Освещенность поверхности dS
точечным источником света силой света I

Закон освещенности*: освещенность поверхности тела прямо пропорциональна силе света, косинусу угла падения лучей на неё и обратно пропорциональна квадрату расстояния от источника до поверхности:* $E = \frac{I}{R^2} \cdot \cos\alpha$.

Эта же формула справедлива для источников света, наибольший размер которых *d* значительно меньше расстояния от источника до поверхности *R*, *m.e.:* $d << R$.

Если источником является светящаяся бесконечная плоскость, то освещенность не зависит от расстояния. Это используется при освещении просторных помещений, аудиторий, теплиц, оранжерей и т.п.

Потребляемая источником света мощность электрической энергии оценивается в ваттах.

Основными экономическими характеристиками ламп являются *световая отдача* γ и *удельный расход мощности* β, связывающие электрические и световые величины.

Световой отдачей «γ» называют физическую величину, численно равную световому потоку *Ф*, получаемому с единицы потребляемой мощности *P*, т.е.:

$$\gamma = \frac{\Phi}{P},\ \left(лм/Вт\right). \qquad (4)$$

Удельным расходом мощности «*β*» называют физическую величину, численно равную мощности электрической энергии *P*, необходимой для получения средней силы света в одну канделу.

$$\beta = \frac{P}{I},\qquad \left(Вт/кд\right). \qquad (5)$$

Световая отдача и удельный расход мощности являются показателями экономичности источников света.

Выполнение работы

1. Собрать электрическую цепь по схеме рис.3:
2. Установить ЛАТРом максимальное напряжение *220 В* (на вольтметре).
Записать в таблицу показания вольтметра, амперметра, люксметра (расстояние *R = 0,25 м* от фотоэлемента до испытуемой лампы оставляют постоянным).
3. Уменьшают напряжение на *20 В* и вновь измеряют напряжение *U*, силу тока *i*, освещенность *E*.
4. Произвести измерения для пяти различных напряжений (см. таблицу 1).

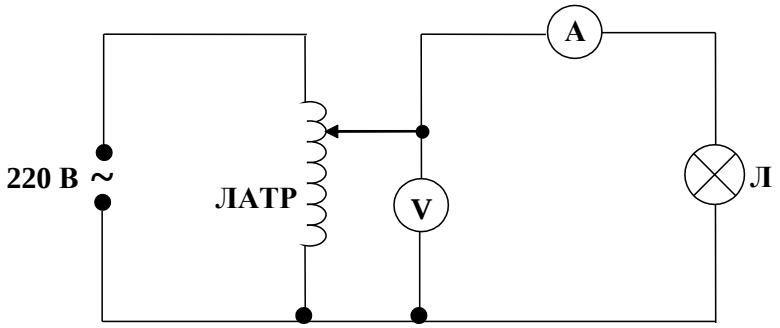


Рис.3
Схема экспериментальной установки

5. Для каждого измерения найти потребляемую лампой мощность по формуле $P = i \cdot U$.
6. По значениям *R* и *E* определить силу света испытуемой лампы по формуле $I = E \cdot R^2$.
7. Считая испытуемую лампу равномерным точечным источником света, вычислить ее световой поток по формуле $\Phi = 4\pi I$
8. По формулам (4) и (5) для каждого значения мощности найти световую отдачу γ и удельный расход мощности *β*. Данные занести в таблицу 1.

Таблица 1

№	*i, A*	*U, B*	*P, Вт*	*R, м*	*E, лк*	*I, кд*	*Ф, лм*	*γ,* $лм/Вт$	*β,* $Вт/кд$
1		*220*							
2		*200*							
3		*180*							
4		*160*							

5		*140*							

9. Построить графики зависимости светового потока, световой отдачи и удельного расхода мощности от потребляемой мощности: $\Phi = f(P)$, $\gamma = f(P)$, $\beta = f(P)$, при этом на графиках одна горизонтальная ось – мощность P, а по вертикали – три оси: Φ, γ и β.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение основных фотометрических характеристик и их единиц измерения.
2. Сформулируйте и запишите законы освещенности.
3. Дайте определение удельного расхода мощности, световой отдачи лампы накаливания.
4. Какие значения должны иметь (большие или меньшие) величины удельного расхода мощности и световой отдачи наиболее экономичные источники света?
5. Приведите примеры световой чувствительности у разных видов животных и растений.

6. Почему необходимо знание законов фотометрии работникам сельского хозяйства?

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Лабораторная работа №4.2

Определение показателя преломления стекла с помощью микроскопа

Цель работы: экспериментальное определение показателя преломления стекла с помощью микроскопа.

Оборудование: микроскоп, стеклянная пластинка, микрометр.

Краткая теория

В однородной среде свет распространяется прямолинейно. При переходе света из одной среды в другую может происходить изменение направления распространения света - *преломление.*

Законы преломления света гласят следующим образом:

1. Падающий луч, преломленный луч и нормаль, восстановленная в точку падения к границе раздела двух сред, лежат в одной плоскости.

2. Отношение синуса угла падения α к синусу угла преломления γ является постоянной величиной для данных двух сред и называется *относительным показателем преломления* 2-й среды по отношению к 1-й ($n_{1,2} = \frac{n_2}{n_1}$).

$$n_{1,2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}. \qquad (1)$$

Относительный показатель преломления определяется также отношением скорости света в первой среде υ_1 к скорости света во второй среде υ_2:

$$n_{1,2} = \frac{\upsilon_1}{\upsilon_2}. \qquad (2)$$

Если в качестве первой среды рассматривается вакуум, то показатель преломления *относительно вакуума* n называется *абсолютным*:

$$n = \frac{c}{\upsilon}, \text{ где } c \text{ – скорость света в вакууме.} \quad (3)$$

Кроме этого показатель преломления среды n для света, как электромагнитной волны, связан с диэлектрической проницаемостью ε и магнитной проницаемостью μ этой среды следующим образом: $n = \sqrt{\varepsilon \cdot \mu}$. (4)

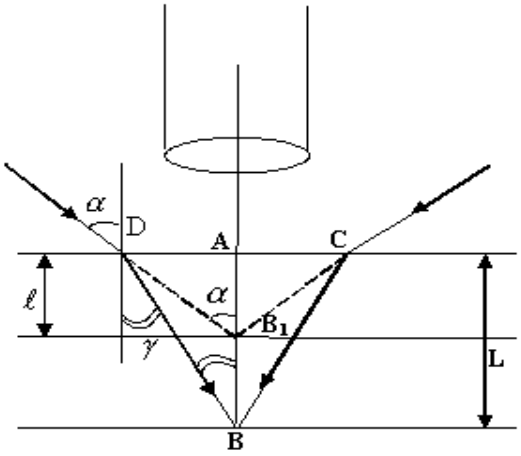


Рис.1

Ход лучей в стеклянной пластинке толщиной L и схема экспериментальной установки

Эффект преломления света приводит к тому, что предмет всегда кажется ближе к наблюдателю, если рассматривается через слой прозрачного вещества. Измеряя толщину прозрачного слоя L и кажущееся приближение предмета, можно определить показатель преломления n прозрачного предмета (рис.1), а также скорость распространения света в таком предмете.

В данной работе измеряется показатель преломления n стеклянной пластинки. Для таких измерений пластинка имеет на нижней B и верхней A стороне метки (царапины).

Микроскоп последовательно фокусируют (опуская или поднимая тубус микроскопа) на резкое изображение верхней метки A (рис.1). Затем опускают с помощью микрометрического винта тубус микроскопа и получают резкое изображение нижней метки B. Тубус микроскопа приходится перемещать на расстояние $AB_1<AB$. Лучи света проходят пластинку почти перпендикулярно ее поверхности, поэтому углы α и γ малы и в формуле (1) отношение синусов можно заменить приблизительно отношением тангенсов:

$$tg\gamma = \frac{AD}{AB}, \qquad tg\alpha = \frac{AD}{AB_1}.$$

Тогда $$n \approx \frac{tg\alpha}{tg\gamma} = \frac{AD \cdot AB}{AB_1 \cdot AD} = \frac{AB}{AB_1}$$

или $$n \approx \frac{L}{l}, \qquad (6)$$

где L – толщина пластинки, l – расстояние при перемещении тубуса.

Выполнение работы

1. Ознакомиться с устройством микроскопа.
2. Поместить стеклянную пластинку на предметный столик микроскопа.
3. Вращением микрометрического винта добиться точного (резкого) изображения верхней метки, нанесенной на стекле.
4. Установить нуль на индикаторе перемещения микроскопа, вращением внешнего кольца.
5. Вращая микрометрический винт перемещения тубуса микроскопа, добиться четкого изображения нижней метки.

6. По шкале индикатора отсчитать длину перемещения l тубуса микроскопа. Измерения произвести 5 раз.
7. Измерить микрометром один раз толщину пластинки L. Результаты занести в таблицу.
8. По величинам L и l рассчитать показатель преломления по формуле (6) для каждого случая. Рассчитать среднее значение n. Вычислить абсолютную и относительную погрешности измерений.
9. Записать результат в виде $n = n_{ср} \pm \Delta n_{ср}$.

Таблица 1

№	L, м	l, м	n	Δn	$\Delta n_{ср} / n_{ср} \cdot 100\%$
1					
2					
3					
4					
5					
Ср.	----------				

Контрольные вопросы

1. Основные законы геометрической оптики.
2. Что называется абсолютным и относительным показателями преломления?
3. В чем состоит физический смысл показателя преломления? Как зависит абсолютный показатель преломления среды от диэлектрической и магнитной проницаемости этой среды?
4. Вывести формулу для вычисления относительного показателя преломления при помощи микроскопа в данной работе.
5. Начертить ход лучей в простейшем микроскопе (система двух линз).
6. Что понимается под разрешающей способностью микроскопа, от чего и как она зависит?
7. От чего и как зависит увеличение микроскопа? Как проще найти увеличение стоящего перед Вами микроскопа?

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Лабораторная работа №4.3

Определение показателя преломления жидкости при помощи погруженной в нее линзы

Цель работы: экспериментальное определение показателя преломления жидкости при помощи погруженной в нее линзы.

Оборудование: лампочка, собирающая линза, кювета, экран, оптическая скамья, линейка, вода.

Краткая теория

Линзы являются основными элементами различных оптических систем. Они представляют собой тела из светопроницаемого материала, ограниченные двумя сферическими соосными поверхностями радиуса R_1 и R_2 (одна поверхность может быть плоской) и показатель преломления которого n отличается от показателя преломления окружающей среды.

Линзы делятся на *собирающие и рассеивающие* в зависимости от направления отклонения преломленного луча: к главной оптической оси или от нее.

Линза характеризуется радиусами кривизны сферических поверхностей, показателем преломления материала, из которого она выполнена, фокусным расстоянием.

Так как преломление луча зависит от материала граничащих с линзой сред, то очевидно, фокусное расстояние линзы зависит и от показателя преломления среды n_1 или n_2, окружающей линзу следующим образом:

$$\frac{1}{F_1}=\left(\frac{n}{n_1}-1\right)\cdot\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right), \qquad \frac{1}{F_2}=\left(\frac{n}{n_2}-1\right)\cdot\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right), \qquad (1)$$

где n_1 или n_2 – показатель преломления среды, окружающей линзу;

n – абсолютный показатель преломления материала линзы;

R_l, R_2 - радиусы кривизны поверхностей, ограничивающих линзу;

F_1 и F_2 - фокусные расстояния линзы соответственно в среде с n_1 или n_2.

Оптической силой линзы D называется физическая величина, численно равная величине обратной фокусному расстоянию линзы F *,т.е.:* $D=\frac{1}{F}$. Оптическая силы линзы измеряется в диоптриях (*дптр*): *1 дптр = 1/м.* Для собирающих линз $D>0$, а для рассеивающих линз $D<0$.

Фокусное расстояние может быть определено и по-другому, зная расстояния от предмета AB до линзы - a и от линзы до изображения A_1B_1 этого предмета - b (рис 1):

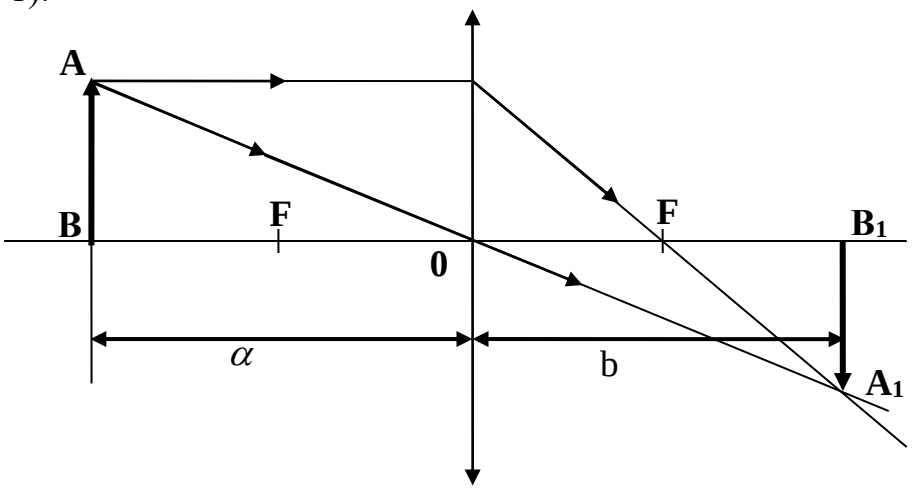


Рис.1

Изображение A_1B_1 предмета AB в собирающей *линзе*

Исходя из рис. 1 можно найти фокусное расстояние линзы F :

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{a}+\frac{1}{b} \quad \text{или} \quad F=\frac{a\cdot b}{a+b}. \qquad (2)$$

Для нахождения показателя преломления окружающей среды n_2 необходимо решить совместно уравнения (1). Решая эти уравнения, получаем:

$$n_2 = \frac{F_2 \cdot n \cdot n_1}{F_1(n - n_1) + F_2 \cdot n_1}, \qquad (3)$$

где $n_1 = 1$ – показатель преломления воздуха, $n = 1{,}6$ – показатель преломления линзы (стекла), (для справки: $n_2 = 1{,}33$ - показатель преломления воды).

Необходимые для расчета n_2 фокусные расстояния F_1 и F_2 определяют по формуле (2), измеряя a и b.

Выполнение работы

Для определения фокусного расстояния линзы используется оптическая скамья (рис 2). Оптическая скамья представляет собой направляющие, вдоль которых могут перемещаться источник света (Л), экран (Э), кювета с линзой (К). В кювету наливается исследуемое вещество.

1. Поместить линзу в пустую кювету, получить четкое изображение предмета на экране, измерить расстояние a_1 и b_1. Рассчитать F_1 по формуле (2):

$$F_1 = \frac{a_1 \cdot b_1}{a_1 + b_1}.$$

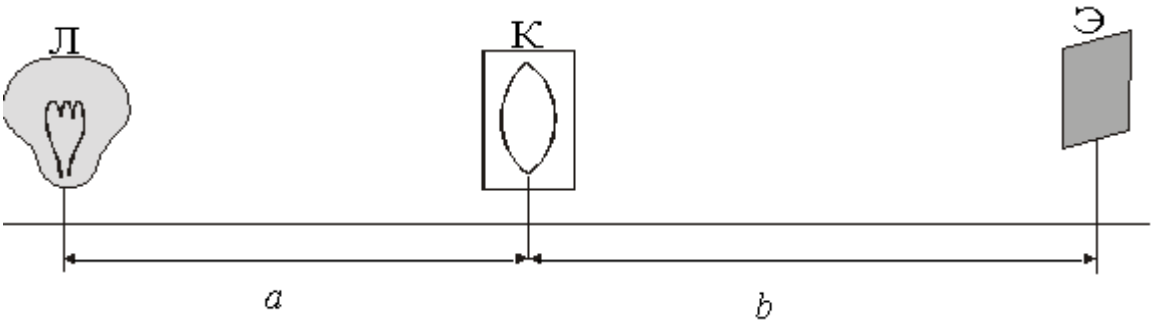


Рис.2 Схема экспериментальной установки

2. Измерения провести три раза, изменяя положение линзы и экрана. Полученные данные занести в таблицу 1.
3. Заполнить кювету жидкостью, измерить a_2 и b_2. Выполнить измерения три раза, изменяя положение линзы и экрана. Рассчитать F_2 по формуле (2): $F_2 = \frac{a_2 \cdot b_2}{a_2 + b_2}$.
4. По формуле (3) рассчитать 3 раза n_2 и найти его среднее значение $n_{2\,ср}$.
5. Вычислить погрешности измерений.

Таблица 1

№	a_1, м	b_1, м	F_1, м	a_2, м	b_2, м	F_2, м	n_2	Δn_2	$\frac{\Delta n_{2ср}}{n_{2ср}}100\%$
1									
2									
3									
Ср									

Окончательный результат записать в виде $n_2 = n_{2\,ср} \pm \Delta n_{2\,ср}$.

Контрольные вопросы

1. Что называется линзой, собирающей и рассеивающей линзой?
2. Ход лучей и построение изображений в линзах.
3. Что называется фокусом линзы, фокусным расстоянием и оптической силой линзы?
4. Как фокусное расстояние линзы зависит от среды, окружающей линзу?
5. Записать формулы для фокусного расстояния линзы через показатели преломления линзы и окружающей её среды и радиусы кривизны поверхностей линзы. Может ли двояковыпуклая (двояковогнутая) линза быть рассеивающей (собирающей)?
6. Особенности строения глаза как оптической системы. Возможные дефекты зрения и методы их исправления с помощью линз.

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Лабораторная работа №4.4
Определение длины световой волны при помощи дифракционной решётки

Цель работы: экспериментальное определение длин световых волн различного цвета при помощи дифракционной решётки.

Оборудование: установка с линейкой и экраном, дифракционная решетка, лампа, светофильтры.

Краткая теория

Явление дифракции света состоит в отклонении от прямолинейного его распространения вблизи непрозрачных препятствий (огибание светом препятствий). Размеры препятствия при этом должны быть соизмеримы с длиной волны. Дифракция света обусловлена взаимодействием световых волн с краями препятствий. Лучи света после прохождения препятствия дифрагируют, затем интерферируют. В результате этого, на экране появляются области максимальной или минимальной освещенности из-за разности хода лучей.

В дальнейшем будем рассматривать лишь *дифракцию Фраунгофера*, то есть такую дифракцию, при которой дифракционная картина образована системами параллельных лучей. В этом случае дифракционная картина в виде темных и

светлых полос может наблюдаться глазом, либо на экране при прохождений света через собирающую линзу.

Дифракцию света можно наблюдать при помощи *дифракционной решетки* - оптического устройства, представляющего собой совокупность большого числа параллельных, обычно равностоящих друг от друга щелей (рис.1). Суммарную ширину щели *a* и непрозрачного промежутка *b* между щелями называют *постоянной* или *периодом* дифракционной решетки *d.*

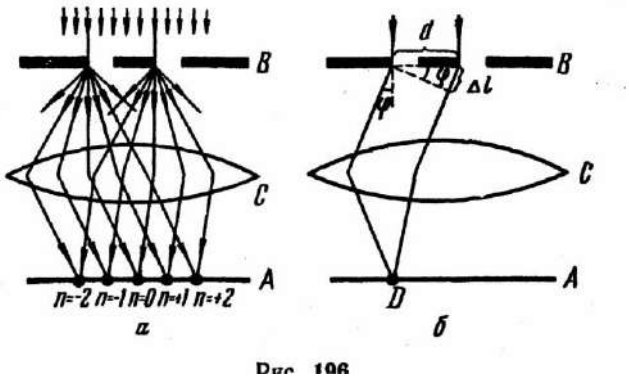


Рис.1 Дифракция на дифракционной решетке лучей, составляющих угол φ с нормалью к решетке

Рассмотрим дифракцию от *N* щелей дифракционной решетки. Пусть свет с длиной волны λ падает на решетку нормально (рис 1). За щелями в результате дифракции лучи будут распространяться по разным направлениям. Рассмотрим, например, лучи, составляющие угол φ с нормалью к решетке. Разность хода лучей Δl равна: $\Delta l = (a+b)\sin\varphi = d\cdot\sin\varphi$ (1),

где $d = a + b$ – период решетки.

На экран лучи будут падать от разных точек щели, то есть они будут иметь разность хода Δl и, следовательно, интерферировать. На экране волны могут встретиться в одинаковых фазах - тогда происходит усиление колебаний, в противоположных - ослабление.

Условие образования максимумов будет иметь следующий вид

$$\Delta l = d\cdot\sin\varphi = 2n\frac{\lambda}{2}, \quad \text{где} \quad n = 0, 1, 2,... \qquad (2)$$

Максимумы, удовлетворяющие данному условию, называются главными. Интенсивность максимумов постепенно убывает при увеличении порядка максимума *n*. Чем больше постоянная решетки *d*, тем большее число спектров можно получить и тем менее яркими и более узкими становятся отдельные спектральные линии. При разности хода, равной нечетному числу полуволн:

$$\Delta l = d\cdot\sin\varphi = (2n+1)\cdot\frac{\lambda}{2}$$ - лучи на экране дадут минимум.

Из условия (2) следует, что при $n=0$, $\sin\varphi=0$ на экране появляется дифракционный максимум, называемый нулевым. По обе стороны от нулевого максимума располагаются первые максимумы ($n=1$), далее располагаются вторые ($n=2$) и т.д.

С помощью дифракционной решетки можно достаточно точно определить длину световой волны.

Выполнение работы

Работа по определению длины световой волны выполняется на установке, представленной на рис.3, где S – источник света, Э – экран, Д.Р.– дифракционная решетка, С – спектр 1-го и 2-го порядков на экране.

На экран лучи будут падать от разных точек щели, то есть они будут иметь разность хода Δ и, следовательно, интерферировать. Волны могут встретиться в одинаковых фазах - тогда происходит усиление колебаний, в противоположных – ослабление, поэтому на экране (шкале с отверстием) наблюдаются максимумы (спектры) и минимумы (черные полосы).

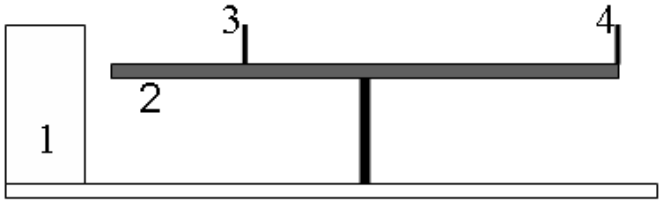


Рис.2
Схема установки:
1 – источник света, 2 – линейка,
3 – шкала с отверстием, 4 –дифракционная решетка.

1. Установить шкалу с отверстием 3 (рис.2) на некотором расстоянии *l* от дифракционной решетки 4 (по заданию преподавателя).
2. Через дифракционную решетку рассмотреть на шкале изображение спектров слева и справа от щели.

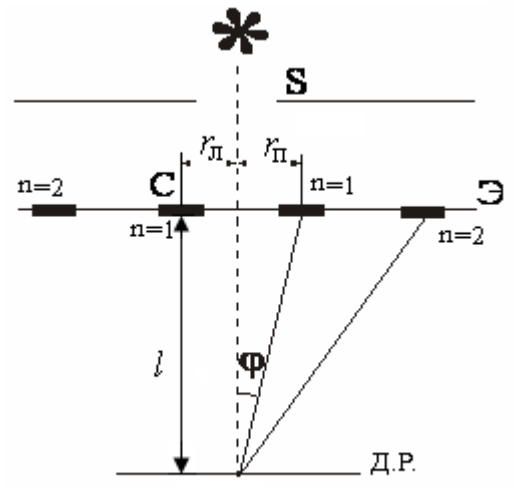


Рис. 3
Схема экспериментальной установки

3. Измерить расстояния $r_л$, $r_п$ от щели до середины красной линии в спектрах первого (n=1) и второго (n=2) порядка (рис.3) и занести их в таблицу 1.
4. Рассчитать постоянную решетки *d* при *n =1 и 2*.

Определим постоянную решетки из формулы $d = \frac{2n \cdot \lambda/2}{\sin\varphi} = \frac{n\lambda}{\sin\varphi}$, где для малых углов $\sin\varphi \approx tg\varphi$; из рис.3 $tg\varphi = \frac{r_{ср}}{l}$, тогда получаем:

$$d = \frac{n\lambda}{\sin\varphi} \approx \frac{n\lambda}{tg\varphi} = \frac{n\lambda l}{r_{ср}} \Rightarrow d = \frac{n\lambda l}{r_{ср}}$$

(*d* округлить до целого числа). Значение $r_{ср}$ определяется как среднее арифметическое от $r_л$ и $r_п$: $r_{ср} = \frac{r_л + r_п}{2}$.

Таблица 1

Цвет светофильтра	λ, *мкм*	*Порядок спектра n*	$r_л$, *м*	$r_п$, *м*	$r_{ср}$, *м*	*l, м*	*d, мкм*	Δd, *мкм*	$\varepsilon = \frac{\Delta d_{ср}}{d_{ср}} 100\%$
Красный	*0,7*	*1*							
		2							
Среднее									

Таблица 2

Цвет светофильтра	*Порядок спектра n*	$r_л$, *м*	$r_п$, *м*	$r_{ср}$, *м*	*l, м*	$d_{ср}$, *мкм*	λ, *мкм*	$\Delta\lambda$, *мкм*	$\varepsilon = \frac{\Delta\lambda_{ср}}{\lambda_{ср}} \cdot 100\%$
Жёлтый	*1*								
	2								
Среднее									
Зелёный	*1*								
	2								
Среднее									
Фиолетовый	*1*								
	2								
Среднее									

5. Используя найденное значение постоянной решетки *d*, определить длины волн для зеленого, желтого и фиолетового цветов, повторяя п. 2, 3, по формуле:

$$\lambda = \frac{d \cdot \sin\varphi}{n} \approx \frac{d \cdot tg\varphi}{n} = \frac{d \cdot r_{ср}}{n \cdot l} \quad \Rightarrow \quad \lambda = \frac{d_{ср} \cdot r_{ср}}{n \cdot l} \qquad \text{при } n = 1 \text{ и } 2.$$

Полученные данные занести в таблицу 2.

Контрольные вопросы

1. Сформулируйте принцип Гюйгенса - Френеля.
2. Какие волны называются когерентными?
3. Что понимается под временной и пространственной когерентностью?
4. В чем заключаются явления дифракции и интерференции?
5. Что представляет собой дифракционная решетка?
6. Записать и пояснить рисунками уравнения максимумов и минимумов при дифракции на дифракционной решетке.
7. Каков порядок следования цветов в дифракционных спектрах?

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Лабораторная работа №4.5

Определение длины световой волны излучения гелий-неонового (He – Ne) лазера при помощи дифракционной решетки

Цель работы: экспериментальное определение длины световой волны излучения *He-Ne* лазера при помощи дифракционной решетки.

Оборудование: лазер, дифракционная решетка, экран.

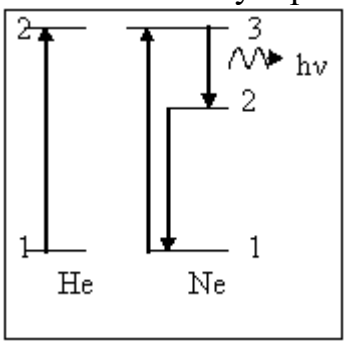
Краткая теория

В 1950-х годах были созданы устройства, при прохождении через которые электромагнитные волны усиливаются за счет вынужденного излучения. Такие приборы, работающие в видимом диапазоне длин волн, получили название *лазер*, либо их так же называют оптическими квантовыми генераторами.

При воздействии на вещество света с длиной волны λ возможны два процесса: 1) вынужденное поглощение света, 2) вынужденное излучение света. В системе атомов находящихся в термодинамическом равновесии, поглощение падающей световой волны будет преобладать над вынужденным излучением, так что падающая волна при прохождении через вещество будет ослабляться.

Для получения усиления падающей волны, нужно сделать так, чтобы в состоянии с большей энергией E_n находилось большее число атомов, чем в состоянии с меньшей энергией E_m. В данном случае говорят об *инверсной населенности* атомов.

В гелий-неоновом лазере атомы возбуждают (электроны в нем переходят на вышестоящий энергетический уровень) за счет электрического разряда. В данной смеси газа излучающими являются атомы неона, атомы гелия играют вспомогательную роль.



При электрическом разряде у части атомов неона электроны переходят с 1 на 3 уровень. Для чистого неона время жизни электрона на 3 уровне мало и электроны переходят с 3 на 1 и 2 уровни. Чтобы получить инверсную населенность нужно увеличить населенность 3 и уменьшить населенность 2 уровней.

Атомы гелия способствуют увеличению населенности 2 уровня неона. Возбужденный уровень гелия 2 совпадает с 3 неона, поэтому при соударении атомов происходит передача энергии от *He* к *Ne*. Для разгрузки 2-го уровня неона конструктивно подбирают размеры газоразрядной трубки так, чтобы при соударении с ее стенками атом отдавал энергию, переходя на 1-й уровень.

Таким образом добиваются инверсной населенности между 3-м и 2-м уровнями неона. При прохождении вынуждающего излучения с частотой кванта $\nu=(E_3-E_2)/h$ происходит вынужденный переход электронов атомов неона с 3-го на 2-й уровень *(строгая монохроматичность)*, сопровождающийся излучением большого количества квантов энергии *(большая мощность излучения)*. Индуцированное излучение тождественно падающему во всех отношениях, в том числе и по фазе, поэтому говорят о когерентном усилении электромагнитной волны *(высокая степень когерентности излучения)*.

Излучаемый одним атомом фотон может вызвать излучение у других атомов, что приводит к увеличению числа излучаемых квантов энергии. Фотоны, возникающие при вынужденном излучении, выходят в том же направлении, что и падающие фотоны. Фотоны в зависимости от направления излучения либо выходят за пределы боковой поверхности трубки, либо

многократно отражаются от торцевых зеркал и вызывают вынужденные переходы *(малая расходимость светового пучка)*. Для такого лазера $\lambda = 632{,}8$ *нм* $\approx 0{,}63$ *мкм.*

Лазерное излучение отличается рядом замечательных особенностей:

1) монохроматичность;
2) временная и пространственная когерентность;
3) поляризованность;
4) узкость пучка, возможна большая интенсивность.

Лазеры нашли широкое применение в медицине, технике и научных исследованиях. С помощью лазеров производят «приваривание» отслойки сетчатки, лечение глаукомы, их используют как бескровный нож в хирургии и т.д.

Высокая когерентность излучения открывает широкие перспективы в использовании лазеров для целей радиосвязи.

Пучки света со столь высокой плотностью мощности можно использовать для механической обработки и сварки, для прожигания малых отверстий, для воздействия на ход химических реакций.

Длину волны лазерного излучения можно определить при помощи дифракционной решетки. Явление дифракции было рассмотрено в предыдущей работе. Зная период решетки, определяем длину волны:

$$\lambda = \frac{d \cdot \sin\varphi}{n} \quad (1),$$ где d — период решётки, $n = 1, 2, 3\ldots$

Выполнение работы

1. Записать в таблицу 1 период дифракционной решетки $d = 9{,}1 \cdot 10^{-6}$*м*.
2. Установить дифракционную решётку в держателе.
3. Включить лазер и направить луч на экран через дифракционную решетку. Измерить расстояние L от дифракционной решетки до экрана.
4. Замерить расстояние $\boldsymbol{l}$ от центрального максимума до максимума первого порядка. Результаты занести в таблицу 1.
5. Рассчитать значение $\sin\varphi = \frac{l}{S}$, где $S = \sqrt{l^2 + L^2}$.
6. Определить по формуле (1) длину волны для максимума первого порядка ($n = 1$).

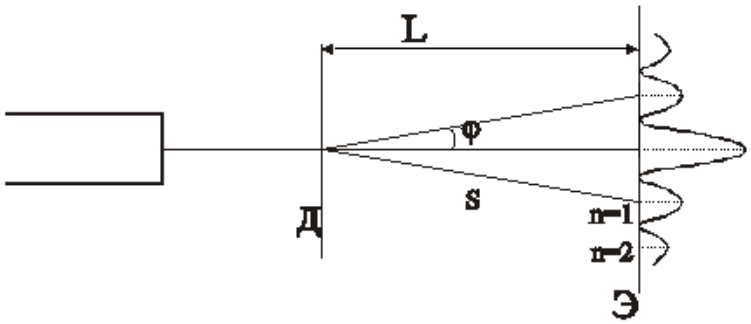


Рис.2
Схема экспериментальной установки

7. Повторить аналогичные измерения для максимумов второго и третьего порядка ($n=2,3$). Рассчитать длину волны. (Теоретически $\lambda \approx 0{,}63$ *мкм*).

8. Вычислить среднюю длину волны лазерного излучения. Рассчитать погрешности измерений.

Таблица 1

	d, м	***l**, м*	*L, м*	sin φ	*λ, м*	*Δλ, м*	$\frac{\Delta\lambda_{ср}}{\lambda_{ср}}\cdot 100\%$
n =1	$9{,}1\cdot 10^{-6}$						
n =2	$9{,}1\cdot 10^{-6}$						
n =3	$9{,}1\cdot 10^{-6}$						
Ср.							

9. Окончательный результат записать в виде $\lambda = \lambda_{ср} \pm \Delta\lambda_{ср}$.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается явление дифракции?
2. Какие источники называются когерентными?
3. В чем заключается явление интерференции света? Сформулировать и пояснить условия максимума и минимума освещенности при интерференции.
4. Какое излучение называется вынужденным, каким образом его получают?
5. Принцип работы *He-Ne* лазера.
6. Свойства лазерного излучения.
7. Использование лазеров в науке, технике, в сельском хозяйстве.

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Лабораторная работа №4.6

Определение концентрации раствора сахара при помощи кругового поляриметра

Цель работы: экспериментальное определение удельного вращения и концентрации раствора сахара при помощи кругового поляриметра.

Оборудование: поляриметр СМ-3, две трубки водного раствора сахара с известной и неизвестной концентрацией.

Краткая теория

Свет представляет собой поперечные электромагнитные волны. Электромагнитная волна характеризуется двумя векторами: вектором напряженности электрического поля $\vec{E}$ и вектором напряженности магнитного поля $\vec{H}$, которые изменяются и распространяются во взаимно перпендикулярных плоскостях в одинаковых фазах (рис.1).

Обычный естественный луч слагается из множества электромагнитных волн, в которых колебания вектора $\vec{E}$ ориентированы случайным образом: в результирующей волне колебания $\vec{E}$ распределены в пространстве равновероятно.

Поляризованным называется такой свет, в котором колебания вектора $\vec{E}$ происходят только в одной плоскости (плоскополяризованный свет), которая называется *плоскостью поляризации.*

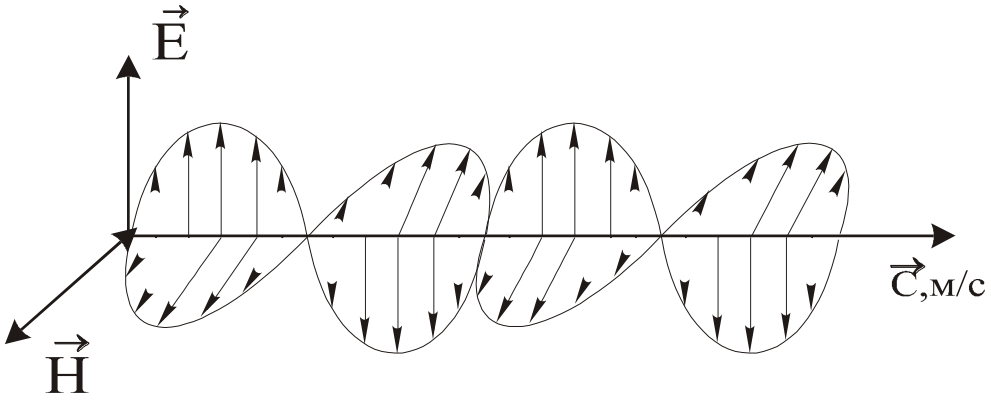


Рис.1
Электромагнитная волна

При прохождении плоскополяризованного луча через некоторые растворы (например, сахара) наблюдается поворот плоскости поляризации светового луча.

Вещества, вращающие плоскость поляризации, называются *оптически активными*.

Угол поворота плоскости поляризации α пропорционален величине пути движения луча в растворе, то есть длине трубки *l*, и концентрации *C,* например, сахара в растворе:

$$\alpha = [\alpha] \cdot l \cdot C, \qquad \text{где } [\alpha] \text{ — удельное вращение.} \qquad (1)$$

Удельное вращение $[\alpha]$- это физическая величина численно равная уголу поворота плоскости поляризации луча в растворе длиной *1 м* при концентрации *1 г* оптически активного вещества в *100 г* раствора (*1%*) при *20°C* и длине волны света *589 нм* (желтая «линия» натрия). Удельное вращение зависит от рода и состояния вещества. Например, для сахара $[\alpha] = 6,65 \frac{градус}{\% \cdot м}$, для глюкозы - $[\alpha] = 5,28 \frac{градус}{\% \cdot м}$.

Угол поворота плоскости поляризации α обратно пропорционален квадрату длины волны свет (*закон Био*), т. е.: $\alpha = \frac{b}{\lambda^2}$, где b – коэффициент пропорциональности.

Поляриметр, например, круговой СМ - 3 предназначен для измерения угла вращения плоскости поляризации оптически активными прозрачными однородными растворами и жидкостями. Поляриметр применяется в сельском хозяйстве, медицине, химической промышленности. Его применяют не только для определения концентрации растворов, но и как метод исследования структурных превращений, в частности в молекулярной биофизике.

Для получения плоскополяризованного луча в поляриметре (в призме *Николя)* использовано явление двойного лучепреломления— это явление разделения естественного луча на два поляризованных луча при прохождении через некоторые кристаллы, например, исландского шпата.

В поляриметре использованы две последовательные призмы Николя: первая — ее назвали *поляризатором* — получает из естественного света плоскополяризованный луч. Вторая призма служит для определения плоскости колебания луча и называется *анализатором.* Изменяя угол расположения оптической оси анализатора к оптической оси поляризатора, можно наблюдать изменение интенсивности света. По закону *Малюса* интенсивность света, вышедшего из анализатора I_a , равна интенсивности света, падающего на анализатор (вышедшего из поляризатора) I_n , умноженного на квадрат косинуса угла α между плоскостями поляризации анализатора и поляризатора, т. е.: $I_a = I_n \cdot \cos^2\alpha$.

В поляриметре СМ - 3 применен принцип уравнивания яркостей разделенного на две части поля зрения. Яркости полей сравнения уравнивают вблизи полного затемнения поля зрения. При помещении между анализатором и поляризатором трубки с сахарным раствором плоскость поляризации поворачивается на угол α и равенство яркостей полей нарушается. Поворотом анализатора на такой же угол α восстанавливается равенство яркостей полей.

Выполнение работы

1. Осветить поле зрения лампочкой и, перемещая втулку 1 (рис.5), навести на резкость.

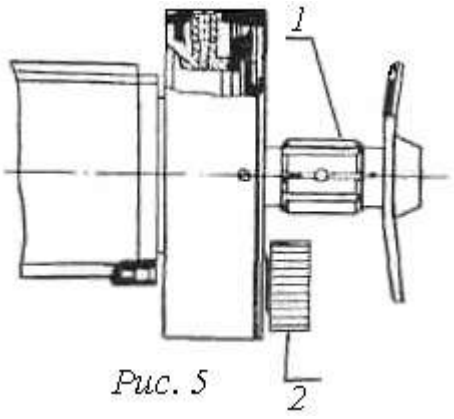


Рис. 5

2. Определить нулевое положение прибора <u>без</u> трубки с раствором - угол α_0. Для этого, вращая фрикцион 2 (рис.5) наблюдательной трубки установить окуляр по глазу на резкое изображение линии раздела полей сравнения (рис.6 *в* или *д*). После этого, вращением втулки 2 (рис.5) повернуть анализатор и добиться равенства яркостей полей сравнения (*при минимальной освещенности!!!)*. При этом в поле зрения не должно быть заметно резкого выделения сторон освещенного поля. Удобнее и быстрее добиться равенства яркостей полей при переходе от одной картины к другой.

Окуляр поляриметра

Например, при переходе от картины *в* (рис.6) к картине *д* по наименьшему пути вращения втулки (или от картины *д* к картине *в*).

Для измерения угла пользуются лимбом и отсчетными устройствами. На лимбе нанесена 360-градусная шкала с ценой деления 0,5 градуса (рис.6 *а*). На корпусе закреплены нониусы отсчетных устройств. Каждый нониус имеет 25 делений с ценой деления 0,02 градуса. Если нулевой штрих нониуса оказался относительно нулевого штриха лимба смещенным по часовой стрелке, то поправка на нуль берется со знаком "+", если - против часовой стрелки - со знаком "-". Отсчет угла делаем или по левому или по правому отсчетному устройству следующим образом: определяем на сколько градусов повернута шкала лимба по отношению к шкале отсчетного устройства (*0* нониуса), затем

по штрихам отсчетного устройства, совпадающими со штрихами шкалы лимба, отсчитываем доли градуса. К числу градусов, взятых по шкале лимба, прибавляем значение по шкале отсчетного устройства.

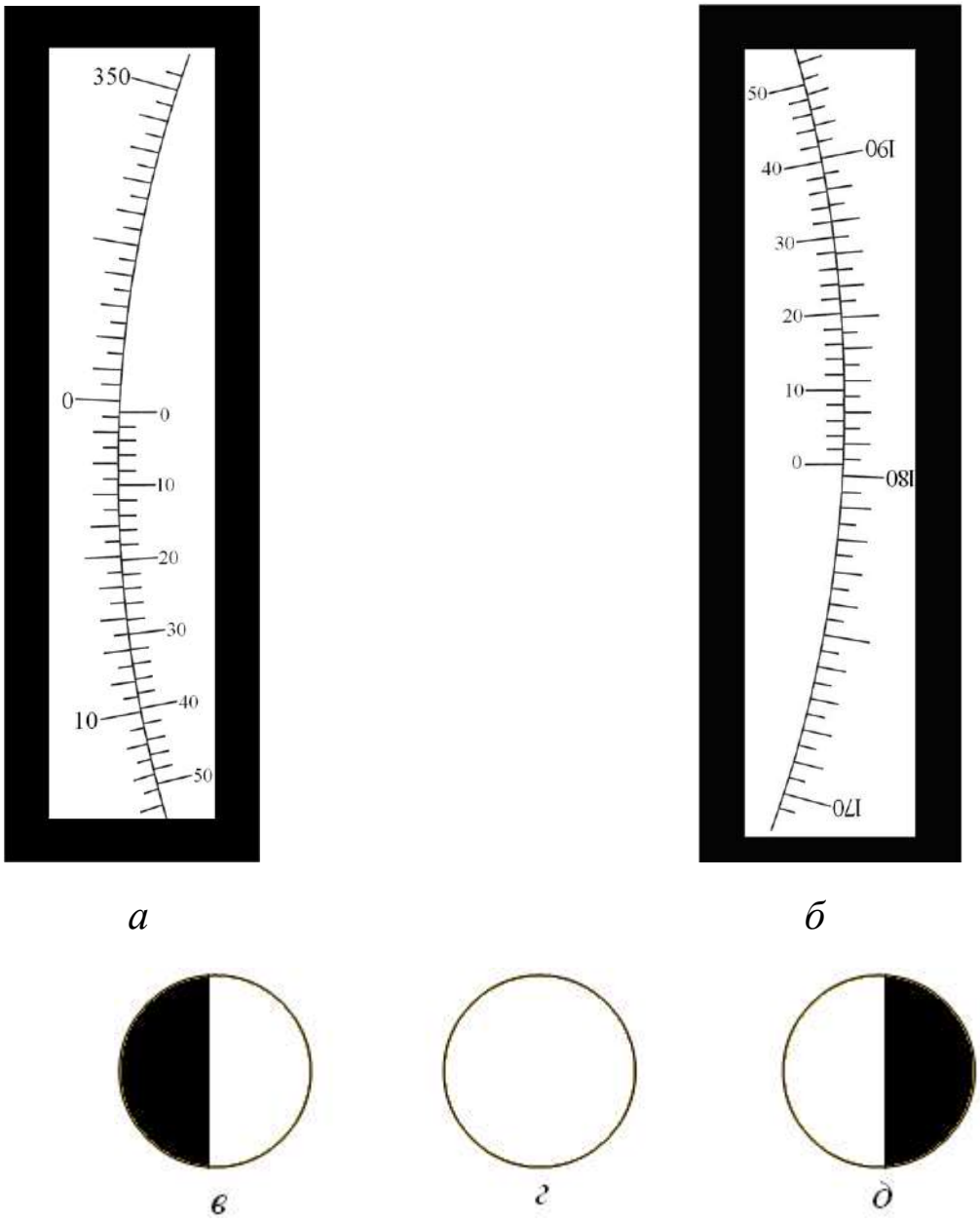


Рис.6
Измерительные шкалы (а и б) и поле зрения (в, г, д) поляриметра

Например, на рис.4*а* отсчет по шкале лимба 0^0. По штрихам отсчетного устройства совпадает 16 штрих, что соответствует 15 делениям, а это составляет $0{,}30^0$. Складываем значения: $0^0 + 0{,}30^0 = 0{,}30^0$.

Если вести отсчет по правой части шкалы (рис 6 *б*), то результат будет $180{,}30^0$.

3. Определить нулевой отсчет пять раз. Данные занести в таблицу 1.

4. Трубку с сахарным раствором известной концентрации C_1 поместить в соединительную трубку прибора и закрыть шторкой. Снова установить поворотом анализатора двойное поле на равномерное освещение и сделать отсчет угла поворота плоскости поляризации луча (α_1). Сделать пять измерений.

5. В соответствии с формулой (1) определить удельное вращение сахара, учитывая, что $\alpha = \alpha_1 - \alpha_0$:

$[\alpha] = \frac{\alpha_1 - \alpha_0}{l_1 \cdot C_1}$, где l_1 — длина трубки с концентрацией раствора сахара C_1 .

6. Вынуть трубку с раствором, установить поле зрения на равномерную затененность и снова определить нулевой отсчет пять раз. Данные занести в таблицу 2.

7. Между поляризатором и анализатором поместить трубку с раствором неизвестной концентрации C_2, установить равномерную затененность поля зрения и сделать отсчет по лимбу (α_2). Измерения провести пять раз, занести полученные значения в таблицу 2.

8. По нижеследующей формуле определить концентрацию раствора сахара:

$C_2 = \frac{\alpha_2 - \alpha_0}{[\alpha] \cdot l_2}$, где l_2 — длина трубки с концентрацией раствора сахара C_2.

Таблица 1

№	α_0, *град*	α_1, *град*	C_1, %	l_1, *м*	$[\alpha], \frac{град}{\% \cdot м}$	$\Delta\alpha, \frac{град}{\% \cdot м}$	$\Delta[\alpha]_{ср} / [\alpha]_{ср} \cdot 100\%$
1							
2							
3							
4							
5							
Ср.							

Таблица 2

№	α_0, *град*	α_2, *град*	l_2, *м*	$[\alpha], \frac{град}{\% \cdot м}$	C_2, %	ΔC_2, %	$\Delta C_{2ср} / C_{2_{ср}} \cdot 100\%$
1							
2							
3							
4							
5							
Ср.							

Окончательные результаты записать в виде: $[\alpha] = [\alpha]_{ср} \pm \Delta[\alpha]_{ср}$ и $C_2 = C_{2_{ср}} \pm \Delta C_{2ср}$.

Контрольные вопросы

1. Какой свет называется естественным?
2. В чем состоит явление поляризации света?
3. Какие вещества называются оптически активными?
4. Что называется удельным вращением? Записать и пояснить закон Био.
5. Сформулируйте и поясните закон Брюстера.

6. Сформулируйте и поясните закон Малюса.
7. В чем состоит явление двойного лучепреломления? Устройство призмы Николя и способ поляризации света с ее помощью.
8. Как устроен поляриметр, принцип его работы и для каких целей он используется?
9. Сущность метода определения удельного вращения и концентрации раствора сахара в данной работе.

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Лабораторная работа №4.7

Определение чувствительности фотоэлемента и силы света лампы накаливания

Цель работы: экспериментальное определение чувствительности фотоэлемента и силы света лампы накаливания.

Оборудование: фотоэлемент, гальванометр, реостат, источник постоянного тока (выпрямитель), эталонная и испытуемая лампа, провода.

Краткая теория

Явление фотоэлектрического эффекта состоит в том, что под действием света в некоторых веществах происходит освобождение электронов от связей с атомами и молекулами вещества.

Различают следующие *виды фотоэффекта*:

1. *Внешний фотоэффект*, при котором вырванные электроны выходят за пределы освещаемого вещества.

2. *Внутренний фотоэффект,* при котором электроны, выбитые из атома, переходят в свободное состояние, но остаются внутри освещаемого металла и становятся носителями тока. Этим свойством обладают селен и другие полупроводники.

3. Фотоэффект *в запирающем слое,* при котором электроны переходят из одного тела в другое твердое тело или жидкость, а на границе перехода образуется слой, обладающий односторонней проводимостью с определенной контактной разностью потенциалов.

В данной работе применяется вакуумный фотоэлемент с внешним фотоэффектом. Рассмотрим подробнее явление внешнего фотоэффекта.

Сущность явления фотоэффекта объясняется *квантовой теорией* света, согласно которой излучение и поглощение света происходит отдельными порциями — квантами света (фотонами). Энергия одного кванта света равна:

$$\varepsilon = h\nu ,$$

где $h \approx 6,63 \cdot 10^{-34}\ Дж \cdot с$ – постоянная Планка. ν – частота электромагнитной волны света.

Законы внешнего фотоэффекта открыты и исследованы экспериментально А.Г.Столетовым в следующем виде:

1. *Фототок насыщения* $I_{нас}$ (максимальное число электронов, освобождаемых светом в единицу времени) прямо пропорционален световому потоку Φ (то есть числу падающих квантов света).

$$I_{нас} = \mu \cdot \Phi, \qquad \text{где } \mu \text{ — фоточувствительность фотоэлемента.}$$

2. *Максимальная скорость* фотоэлектронов возрастает с увеличением частоты падающего света и не зависит от его светового потока Φ.

3. Фотоэффект для каждого вещества начинается только при определенной минимальной частоте ν_o (максимальной длине волны λ_o) света, называемой *красной границей фотоэффекта*.

Объяснение явления внешнего фотоэффекта было дано *А.Эйнштейном* на основе квантовой теории света.

Энергия фотона $h\nu$, поглощенная электроном, расходуется на совершение электроном работы выхода из металла A и на сообщение электрону максимальной кинетической энергии $\frac{m\upsilon^2_{макс}}{2}$, т.е.:

$$h \cdot \nu = A + \frac{m\upsilon^2_{макс}}{2} \quad (1) \quad \text{-уравнение Эйнштейна.}$$

Согласно уравнению Эйнштейна с уменьшением частоты света кинетическая энергия электрона уменьшается, так как работа выхода A для данного металла постоянна. При некоторой частоте падающего света кинетическая энергия станет равной нулю и фотоэффект прекратиться. Тогда из уравнения (1) получаем: $h \cdot \nu_o = A$, откуда $\nu_0 = \frac{A}{h}$ или с учетом того, что $\lambda_0 = \frac{c}{\nu_o}$ имеем: $\lambda_0 = \frac{h \cdot c}{A}$.

В природе с явлением фотоэффекта мы встречаемся при рассмотрении явления фотосинтеза. *Фотосинтез* - это процесс образования органических веществ в зеленых частях растений под действием света с поглощением углекислого газа и выделением кислорода.

Суммарное уравнение фотосинтеза можно записать в следующем виде:

$$6H_2O + 6CO_2 \ (+ \text{ хлорофилл}) \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2.$$

В науке и технике широкое применение получили *фотоэлементы* — приборы, использующие явление фотоэффекта. Вакуумный фотоэлемент представляет собой вакумный стеклянный или кварцевый баллон, внутри него на слой магния или серебра нанесен слой светочувствительного металла. Этот слой излучает электроны при освещении его светом (катод). Его соединяют с минусом источника. В середине фотоэлемента расположен металлический анод в виде кольца (рис.1). Электрическое поле направляет вылетающие электроны к аноду.

Характеристикой фотоэлемента является *чувствительность* μ – численно равна величине силы электрического тока i, отнесенного к единице светового

потока, т.е.: $\mu = \frac{i}{\Phi}$ (измеряется в СИ в *А/лм*, во внесистемных единицах - в *мА/лм*, *мкА/лм* и др.).Так как $\Phi = E \cdot S$, то $\mu = \frac{i}{E \cdot S}$,

где E - освещенность фотоэлемента, S - площадь катода фотоэлемента.

Выполнение работы

Упражнение 1. Определение чувствительности фотоэлемента

1. Собрать цепь по схеме рис.1, расположить фотоэлемент на расстоянии, например, r=0,8 м от лампочки.

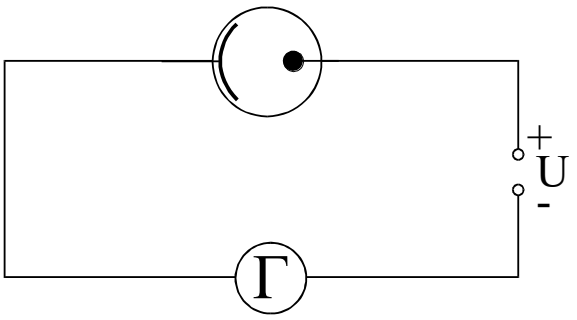


Рис.1
Схема экспериментальной установки с гальванометром G, источник постоянного тока напряжением U

2. Осветить фотоэлемент лампочкой с известной силой (эталона) света $I_э$ и записать показания гальванометра ($n_э$). Вычислить i: $i = n \cdot c$, где n – число делений гальванометра, с - цена деления гальванометра.
3. Повторить опыт для пяти различных расстояний r между фотоэлементом и лампочкой? Занести данные в таблицу 1.
4. Найти освещенность E по формуле $E = \frac{I_э}{r^2}$.
5. Найти чувствительность фотоэлемента (площадь катода $S = 3 \cdot 10^{-4} м^2$) $\mu = \frac{i}{E \cdot S}$.
6. Построить график зависимости $E = f(r)$.

Упражнение 2. Определение силы света источника

1. Сменить эталонную лампу на исследуемую с силой света $I_{иссл}$ и осветить фотоэлемент.
2. Располагая исследуемую лампу на тех же расстояниях, что и эталонную (см. таблицу 1), записать показания отклонения светового «зайчика» гальванометра $n_{иссл}$.
3. Рассчитать силу света $I_{иссл}$, используя соотношение: $\frac{I_{э}}{I_{èññë}} = \frac{n_{э}}{n_{èññë}}$. Из этого соотношения получаем: $I_{иссл} = I_э \frac{n_{иссл}}{n_э}$, где $I_э$ и $n_э$ берутся из таблицы 1.
4. Рассчитать среднюю силу света $I_{иссл.ср}$.

5. Окончательные результаты записать в виде:

$$\mu = \mu_{ср} \pm \Delta\mu_{ср} \quad \text{и} \qquad I_{иссл} = I_{ср.иссл} \pm \Delta I_{ср.иссл}.$$

Таблица 1

№	$I_э$, кд	r, м	$n_э$	i, мкА	E, лк	$\mu, \frac{мкА}{лм}$	$\Delta\mu, \frac{мкА}{лм}$	$\frac{\Delta\mu_{ср}}{\mu_{ср}}$, %
1	70							
2								
3								
4								
5								
Ср.	----------	---------	--------	---------	---------			

Таблица 2

№	$I_Э$, кд	$n_э$	$n_{иссл}$	$I_{иссл}$, кд	$\Delta I_{иссл}$, кд	$\Delta I_{иссл\ ср} / I_{иссл\ ср}$,%
1	70					
2						
3						
4						
5						
Ср.		----------	----------			

Контрольные вопросы

1. В чём заключается явление фотоэффекта? Виды фотоэффекта.
2. Сформулируйте законы внешнего фотоэффекта.
3. Запишите уравнение А.Эйнштейна для фотоэффекта и объясните на его основе законы фотоэффекта.
4. Объясните устройство и принцип действия вакуумного фотоэлемента.
5. Что называется чувствительностью фотоэлемента, от чего она зависит?
6. Цель и сущность практической части данной работы.

7. Использование явления фотоэффекта в науке и технике. Где в природе встречается явление фотоэффекта?

Работа выполнена	*Работа зачтена*

Определение цены деления шкалы измерительного прибора.

Однопредельные измерительные приборы.

Цена деления шкалы – это значение наименьшего деления шкалы. Чтобы определить цену деления шкалы, нужно взять два любые (можно соседние) числа, из большего отнять меньшее, и результат разделить на число наименьших делений шкалы между этими числами.

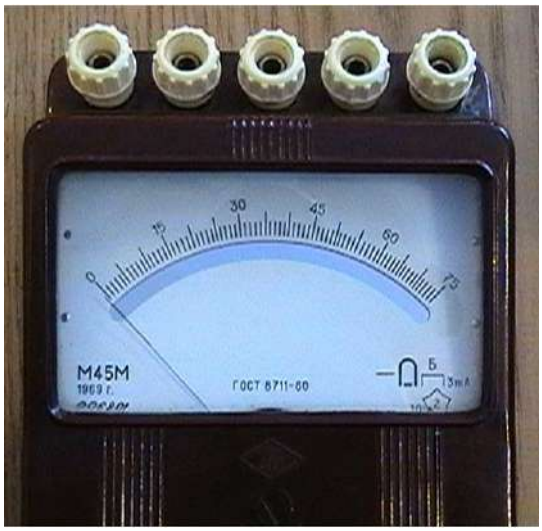


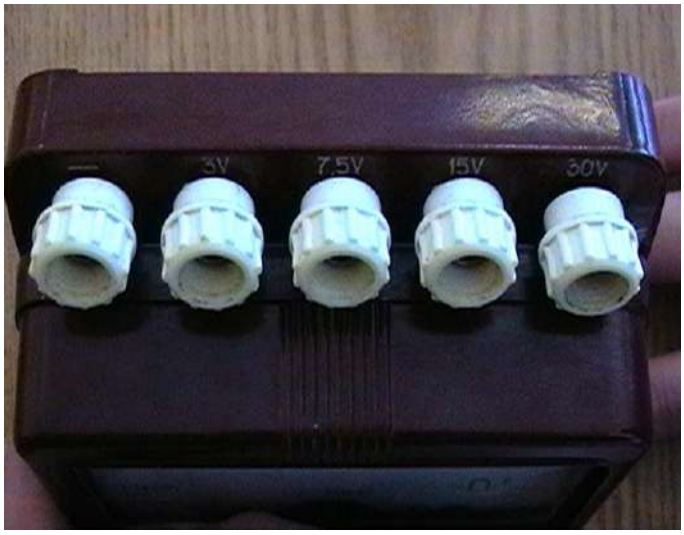
$$\text{Ц.Д.} = \frac{4-5}{5} = 0{,}2$$

Многопредельные электроизмерительные приборы.

Значение измеряемой величины, при которой стрелка прибора отклоняется до конца шкалы, называется предельным значением этого прибора.

Электроизмерительные приборы могут иметь несколько пределов измерений. Цена деления при измерении таким прибором на различных пределах различна. Для определения цены деления шкалы, необходимо узнать пределы измерения прибора, т.е. начальное и конечное значения шкалы.





Пример. Предположим, что вольтметр имеет три предела измерений от 0 до 3В, до 15В и до 30В. На шкале нанесено 75 делений. Тогда цена деления:

для предела от 0 до 3В равна $\frac{3B}{75} = 0{,}04\frac{B}{дел}$; для предела от 0 до 15В равна $\frac{15B}{75} = 0{,}2\frac{B}{дел}$;

для предела от 0 до 30В равна $\frac{30B}{75} = 0{,}4\frac{B}{дел}$.

Чтобы определить значение измеряемой величины, необходимо **число делений**, на которые указывает стрелка прибора, **умножить на цену** деления шкалы.

Графическое изображение результатов измерений.

Чтобы графически изобразить соответствующую зависимость, наносят на ось абсцисс (x) шкалу значений аргумента, а на ось ординат (y) шкалу значений функции. Например,

зависимость температуры ***T,*** исследуемой жидкости от времени ***t*** определяется функцией ***T=f(t).*** Сравниваем полученную зависимость со стандартной математической зависимостью ***y = f(x),*** отсюда – функцию ***T*** строим по оси ***y***, а аргумент ***t*** – по оси **x**.

Результаты измерений, т.е. соответствующие пары значений аргумента (x) и функции (y), наносят на координатную плоскость в виде точек, а затем эти точки соединяют плавной линией.

При построении графиков следует разумно выбирать масштабы, чтобы измеренные точки располагались на всей площади листа. На рис. 1 изображены примеры правильного и неправильного построения графика.

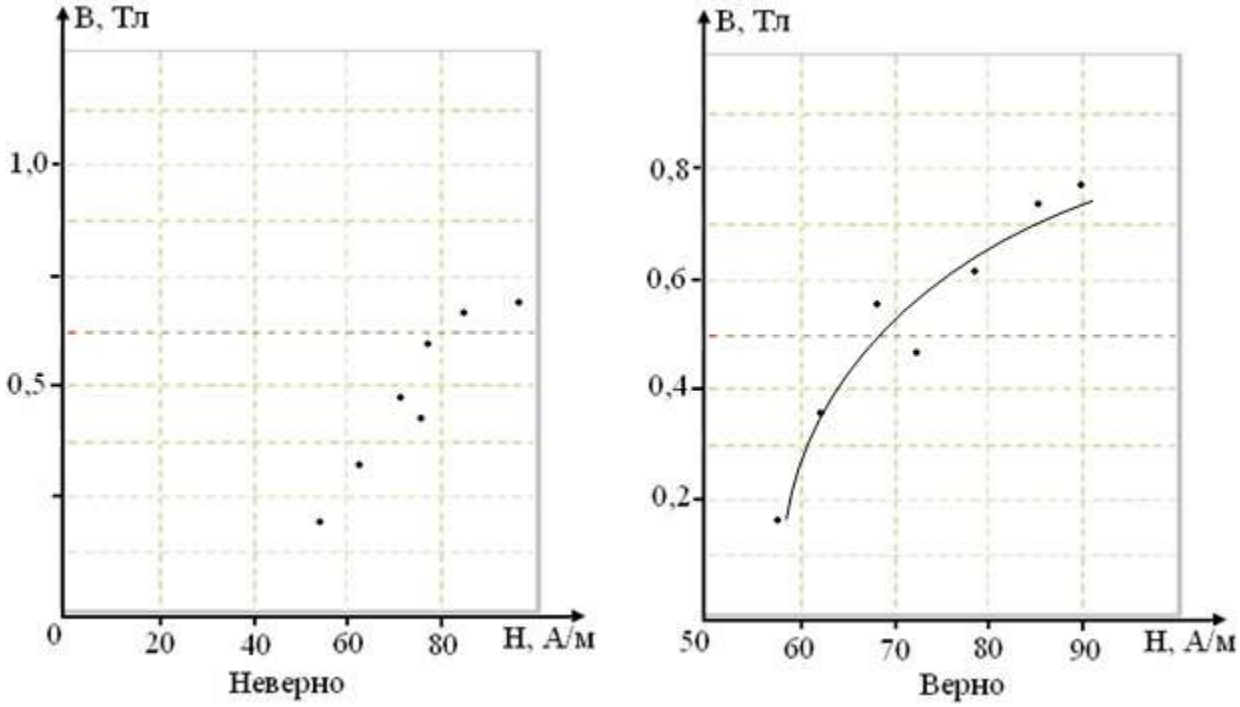


Рисунок 1.

На левом (неправильно построенном) графике экспериментальные точки занимают нижнюю правую часть рисунка. Чтобы этого избежать, следует выбрать более крупный масштаб по оси y и сместить нуль на оси абсцисс, как это сделано на правом графике.

Через экспериментальные точки всегда следует проводить самую простую кривую, совместимую с этими точками.

При проведении кривой нужно следить за тем, чтобы на каждом достаточно большом ее участке экспериментальные точки располагались как выше, так и ниже кривой.

Пример 1. Построить график $\boldsymbol{\eta = f(I_2)}$.

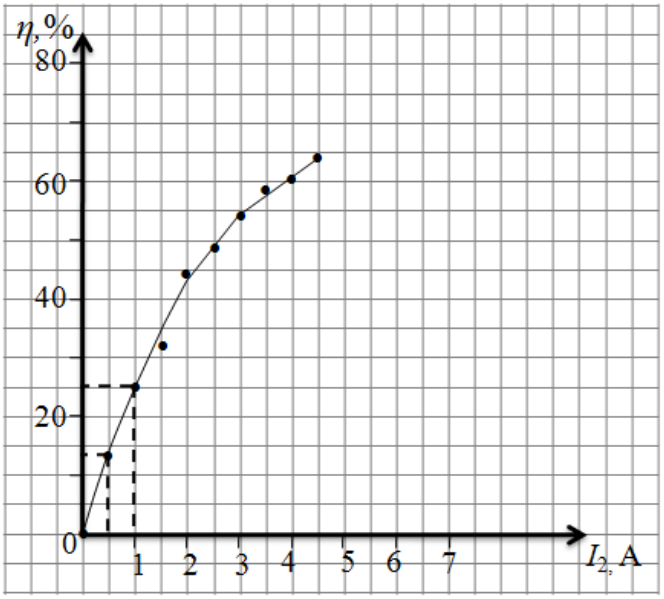
Сравниваем функцию графика $\eta = f(I_2)$ со стандартной математической зависимостью $y = f(x)$ **)**, отсюда – функцию η строим по оси y, а аргумент I_2 – по оси x.

При построении графика выбираем масштабы, чтобы измеренные точки располагались на всей площади листа.

Значение величины I_2 изменяется от 0А до 4,5А, поэтому значение силы тока удобнее откладывать от 0 до 6А с шагом 1А.

Значение величины η изменяется от 0,0% до 64,6%, поэтому значение *КПД* удобнее откладывать от 0 до 80% с шагом 10%.

№	I_2, А	η, %
1	0,0	0,0
2	0,5	13,6
3	1,0	26,0
4	1,5	32,6
5	2,0	44,6
6	2,5	48,7
7	3,0	54,5
8	3,5	58,8
9	4,0	60,6
10	4,5	64,6



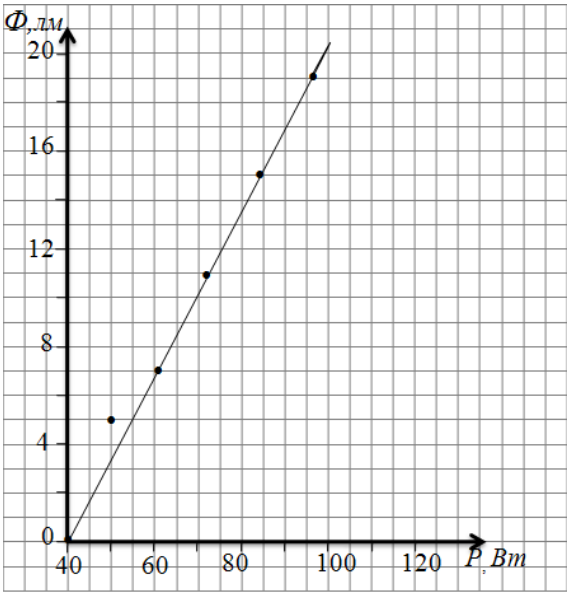
Если значения величин начинает изменяться не от 0, с какой-то величины, то масштаб построения графика выбирается иначе.

Пример 2. Построить график ***Ф = f(P)*** (зависимость светового потока от потребляемой лампочкой мощности).

№	*P, Вт*	*Ф, лм*
1	96,8	19,1
2	84,0	15,1
3	72,0	11,1
4	60,8	7,0
5	49,0	5,0

Значение величины *Ф* изменяется от 19,1 лм до 5,0 лм, поэтому значение светового потока удобнее откладывать от 0 до 20 лм с шагом 2 лм.

Значение величины *P* изменяется от 96,8 *Вт* до 46,0 *Вт*, поэтому значение потребляемой лампочкой мощности удобнее откладывать от 40 до 110 *Вт* с шагом 10 *Вт*.



Задачи

4. ЭЛЕКТРОСТАТИКА. ПОСТОЯННЫЙ ТОК

Электростатика

1. Два шарика массой m = 0,1 г каждый подвешены в одной точке на нитях длинной l = 20 см каждая. Получив одинарный заряд разошлись так, что нити образовали между собой угол $\alpha = 60°$. Найти заряд каждого шарика.

2. Расстояние между двумя точечными зарядами Q_1=l мкКл и Q_2=–Q_1 равно 10 см. Определить силу *F,* действующую на точечный заряд Q=0,1 мкКл, удаленный на r_1=6 см от первого и на r_2=8 см от второго зарядов.

3. Два одинаковых проводящих заряженных шара находятся на расстоянии r=30 см. Сила притяжения F_1 шаров равна 90 мкН. После того как шары были приведены в соприкосновение и удалены друг от друга на прежнее расстояние, они стали отталкиваться с силой F_2=160 мкН. Определить заряды Q_1 и Q_2, которые были на шарах до их соприкосновения. Диаметр шаров считать много меньшим расстояния между ними.

4. Три одинаковых заряда Q = 1 нКл каждый расположены по вершинам равностороннего треугольника. Какой отрицательный заряд Q_1 нужно поместить в центре треугольника, чтобы его притяжение уравновесило силы взаимного отталкивания зарядов? Будет ли это равновесие устойчивым?

5. Тонкий длинный стержень равномерно заряжен с линейной плотностью τ заряда, равной 10 мкКл/м. На продолжении оси стержня на расстоянии a=20 см от его конца находится точечный заряд Q=10 нКл. Определить силу F взаимодействия заряженного стержня и точечного заряда.

6. Тонкая нить длиной l = 20 см равномерно заряжена линейной плотностью τ = 10 нКл/м. На расстоянии a = 10 см от нити, против ее середины, находится точечный заряд Q = 1 нКл. Вычислить силу *F,* действующую на этот заряд со стороны заряженной нити.

7. Расстояние d между двумя точечными зарядами Q_1=+8 нКл и Q_2= –5,3 нКл равно 40 см. Вычислить напряженность E поля в точке, лежащей посередине между зарядами. Чему равна напряженность, если второй заряд будет положительным?

8. Два точечных заряда Q_1=2Q и Q_2= –Q находятся на расстоянии d друг от друга. Найти положение точки на прямой, проходящей через эти заряды, напряженность E поля в которой равна нулю.

9. Две концентрические металлические заряженные сферы радиусами R_1 = 6 см и R_2 = 10 см несут соответственно заряды Q_1 = 1 нКл и Q_2 = - 0,5 нКл. Найти напряженности E поля в точках, отстоящих от центра сфер на расстояниях r_1 =5 см ; r_2 = 9 см ; r_3 = 15 см. Построить график зависимости *E (r).*

10. Эбонитовый сплошной шар радиусом R = 5 см несет заряд, равномерно распределенный с объемной плотностью ρ = 10 нКл/м^3. Определить напряженность E и смещение D электрического поля в точках: 1) на расстоянии r_1 = 3 см от центра сферы; 2) на поверхности сферы; 3) на расстоянии r_2 = 10 см от центра сферы. Построить график зависимости *E(r).*

11. Полый стеклянный шар несет равномерно распределенный по объему заряд. Его объемная плотность ρ = 100 нКл/м^3 . Внутренний радиус R_1 шара равен 5 см , наружный – R_2 = 10 см. Вычислить напряженность E и смещение D электрического поля в точках , отстоящих от центра сферы на расстоянии: 1) r_1 = 3 см ; 2) r_2 = 6 см ; 3) r_3 = 12 см. Построить график зависимости *E(r)* и *D(r).*

12. Найти электроемкость C уединенного металлического шара радиусом R = 1 см.

13. Шар радиусом R_1 = *6* см заряжен до потенциала φ_1 = 300В, а шар радиусом R_2 = *4* см – до потенциала φ_2 = 500В. Определить потенциал φ шаров после того , как их соединили металлическим проводником. Емкостью соединительного проводника пренебречь.

14. На пластинах плоского конденсатора равномерно распределен заряд с поверхностной плотностью σ = 0,2 мкКл/м^2. Расстояние d между пластинами равно 1 мм. На сколько изменится разность потенциалов на его обкладках при увеличении расстояния d между пластинами до 3 мм?

15. В плоский конденсатор вдвинули плитку парафина толщиной d = 1см, которая вплотную прилегает к его пластинам. На сколько нужно увеличить расстояние между пластинами , чтобы получить прежнюю емкость?

16. Две концентрические металлические сферы радиусами R_1 = 2 см и R_2 = 2,1см образуют сферический конденсатор. Определить его электроемкость C , если пространство между сферами заполнено парафином.

17. Конденсатор состоит издвух концентрических сфер. Радиус R_1 внутренней сферы равен 10 см, внешней R_2 = 10,2 см. Промежуток между сферами заполнен парафином. Внутренней сфере сообщен заряд Q = 5 мкКл. Определить разность потенциальв U между сферами.

18. Плоский воздушный конденсатор электроемкостью C = 1,11 нФ заряжен до разности потенциалов U = 300В. После отключения от источника тока расстояние между пластинами конденсатора было увеличено в пять раз. Определить : 1) разность потенциалов U на обкладках конденсатора после их раздвижения; 2) работу A внешних сил по раздвижению пластин.

19. Конденсатор электроемкостью C_1 = 666 пФ зарядили до разности потенциалов U = 1,5 кВ и отключили от источника тока. Затем к конденсатору присоединили параллельно второй, незаряженный конденсатор электроемкостью C_2 = 444 пФ. Определить энергию, израсходованную на образование искры , проскочившей при соединении конденсаторов.

Постоянный ток

20. Сила тока в проводнике равномерно нарастает от l_0 = 0 до l = 3А в течение времени t = 10 с. Определить заряд Q, прошедший в проводнике.

21. Определить плотность тока ι в железном проводнике длиной l =10 м, если провод находится под напряжением U = 6 В.

22. Напряжение U на шинах электростанции равно 6,6 кВ. Потребитель находится на расстоянии l = 10 км. Определить площадь S сечения медного провода который следует взять для устройства двух-проводной линии передачи, если сила тока l в линии равно 20А и потери напряжения в проводах не должны превышать 3%.

23. Внутреннее сопротивление r батареи аккумуляторов равно 3 Ом. Сколько процентов от точного значения э.д.с. составляет погрешность, если, измеряя разность потенциалов на зажимах батареи вольтметр с сопротивлением $R_в$ = 200 Ом , приняв ее равной э.д.с.?

24. К источнику тока с э.д.с. ε = 1,5 В присоединили катушку с сопротивлением R = 0,1 Ом. Амперметр показал силу тока, равную l_1 = 0,5 А. Когда к источнику тока присоединили последовательно еще один источник тока с такой же э.д.с., то сила тока I в той же катушке оказалась равной 0,4 А. Определить внутренние сопротивления r_1 и r_2 первого и второго источников тока.

25. Два одинаковых источника тока с э.д.с. ε = 1,2 В и внутренним сопротивлением r = 0,4 Ом соединены, как показано на рис. 19.6, *а,б.* Определить силу тока I в цепи и разность потенциалов U между точками А и В в первом и втором случаях.

26. Лампочка и реостат, соединенные последовательно, присоединены к источнику тока. Напряжение U на зажимах лампочки равно 40 В, сопротивление R реостата равно 10 Ом. Внешняя цепь потребляет мощьность P = 120 Вт. Найти силу тока I в цепи.

27. Э.д.с. батареи аккумуляторов ε = 12 В, сила тока I короткого замыкания равна 5 А. Какую наибольшую мощность P_{max} можно получить во внешней цепи, соединенной с такой батареей?

28. Обмотка электрического кипятильника имеет две секции. Если включена только первая секция, то вода закипает через t_1 = 15 мин, если только вторая, то через t_2 = 30 мин. Через сколько минут закипит вода, если обе секции включить последовательно? параллельно?

29. Плотность тока j в медном проводнике равна 3 А/мм^2. Найти напряженность E электрического поля в проводнике.

30. В медном проводнике объемом V = 6 см^3 при прохождении по нему постоянного тока за время t = 1 мин выделилось количество теплоты Q = 216 Дж. Вычислить напряженность E электрического поля в проводнике.

31. При силе тока I = 5 А за время t = 10 мин в электролитической ванне выделилось m = 1,02 г двухвалентного металла. Определить его относительную атомную массу A_r.

32. Определить толщину h слоя меди, выделившейся за время t = 5 ч при электролизе медного купороса, если плотность тока j = 80 А/м^2.

33. Две батареи (ε_1 = 10 В, r_1 = 2 Ом, ε_2 = 24 В, r_2 = 6 Ом) и проводник сопротивление R = 16 Ом соединены как показано на рис. 2. Определить силу тока в батареях и проводнике.

34. Определить силу тока I_3 в проводнике R_3 (рис. 3) и напряжение U_3 на концах этого проводника, если ε_1 = 8 В, ε_2 = 10 В, R_1 = 2 Ом, R_2 = 4 Ом, R_3 = 3 Ом. Внутренним сопротивление источников тока пренебречь.

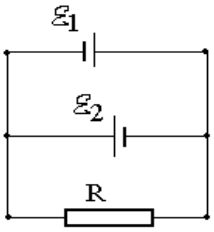


Рис. 2

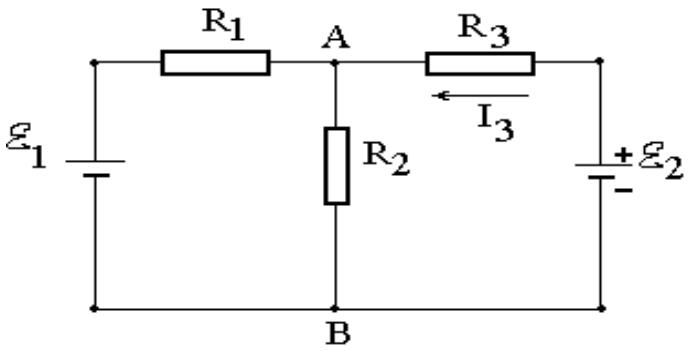


Рис.3

5. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

Магнитное поле постоянного тока

1. Напряженность *H* магнитного поля равна 79,6 кА/м. Определить магнитную индукцию B_0 этого поля в вакууме.

2. Магнитная индукция *B* поля в вакууме равна 10 мТл. Найти напряженность *H* магнитного поля.

3. Найти магнитную индукцию в центре тонкого кольца, которому идет ток *I*=10 А. Радиус r кольца равен 5 см.

4. Напряженность *H* магнитного поля в центре кругового витка радиусом r=8 см равна 30 А/м. Определить напряженность H_1.

5. Длинный прямой соленоид из проволоки диаметром *d*=0,5 мм намотан так, что витки плотно прилегают друг к другу. Какова напряженность *H* магнитного поля внутри соленоида при силе тока *I*=4 А? Толщиной изоляции пренебречь.

6. По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток *I*=50 А. Определить магнитную индукцию ***B*** в точке, удаленной на расстояние r=5 см от проводника.

7. Два длинных параллельных провода находятся на расстоянии r=5 см один от другого. По проводам текут в противоположных направлениях одинаковые токи *I*=10 А каждый. Найти напряженность *H* магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии r_1=2 см от одного и r_2=3 см от другого провода.

8. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи I_1=20 А и I_2=30 А в одном направлении. Расстояние *d* между проводами равно 10 см. Вычислить магнитную индукцию ***B*** в точке, удаленной от обоих проводов на одинаковое расстояние r=10 см.

9. Электрон в невозбужденном атоме водорода движется вокруг ядра по окружности радиусом r=53 пм. Вычислить силу эквивалентного кругового тока *I* и напряженность *H* поля в центре окружности.

Сила, действующая на проводник с током
в магнитном поле. Магнитный поток

1. Прямой провод, по которому течет ток *1*=1 кА, расположен в однородном магнитном поле перпендикулярно линиям индукции. С какой силой *F* действует поле на отрезок провода длиной *l*=1 м если магнитная индукция *B* равна 1 Тл?

2. Прямой провод длиной *l*=10 см, по которому течет ток *I*=20 А, находится в однородном магнитном поле с индукцией *B* =0,01 Тл. Найти угол α между направлениями вектора **B** и тока, если на провод действует сила ***F***=10 мН.

3. Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи I= 1 кА. Определить силу $\boldsymbol{F}$, действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии, равном ее длине.

4. По двум параллельным проводам длиной l=1 м каждый текут одинаковые токи. Расстояние d между проводами равно 1 см. Токи взаимодействуют с силой F=1 мН. Найти силу тока I в проводах.

5. По витку радиусом r=5 см течет ток I=10 А. Определить магнитный момент p_m кругового тока.

6. Очень короткая катушка содержит N=1000 витков тонкого провода. Катушка имеет квадратное сечение со стороной длиной a=10 см. Найти магнитный момент P_m катушки при силе тока I= 1 А.

7. Электрон в атоме водорода движется вокруг ядра по круговой орбите некоторого радиуса. Найти отношение магнитного момента p_m эквивалентного кругового тока к моменту импульса L орбитального движения электрона. Заряд электрона и его массу считать известными. Указать направления векторов $\mathbf{p_m}$ и $\boldsymbol{L}$.

8. Проволочный виток радиусом R=5 см находится в однородном магнитном поле напряженностью H=2 кА/м. Плоскость витка образует угол α=60° с направлением поля. По витку течет ток I=4 А. Найти механический момент M, действующий на виток.

9. Вычислить циркуляцию вектора индукции вдоль контура, охватывающего токи I_1= 10 А, I_2= 15 А, текущие в одном направлении, и ток I_3=20 А, текущий в противоположном направлении.

10. Найти магнитный поток Ф, создаваемый соленоидом сечением S= 10 см^2, если он имеет n = 10 витков на каждый сантиметр его длины при силе тока I=20 А.

11. Плоский контур, площадь S которого равна 25 см^2, находится в однородном магнитном поле с индукцией B=0,04 Тл. Определить магнитный поток Ф, пронизывающий контур, если плоскость его составляет угол β=30° с линиями индукции.

12. Плоская квадратная рамка со стороной a=20 см лежит в одной плоскости с бесконечно длинным прямым проводом, по которому течет ток I =100 А. Рамка расположена так, что ближайшая к проводу сторона параллельна ему и находится на расстоянии I=10 см от провода. Определить магнитный поток Ф, пронизывающий рамку.

Работа по перемещению проводника с током
в магнитном поле. Электромагнитная индукция.
Индуктивность.

1. В однородном магнитном поле с индукцией B=0,01 Тл находится прямой провод длиной l=8 см, расположенный перпендикулярно линиям индукции. По проводу течет ток I=2 А. Под действием сил поля провод переместился на расстояние s=5 см. Найти работу A сил поля.

2. Плоский контур, площадь S которого равна 300 см^2, находится в однородном магнитном поле с индукцией B =0,01 Тл. Плоскость контура перпендикулярна линиям индукции. В контуре поддерживается неизменный ток I=10 А. Определить работу A внешних сил по перемещению контура с током в область пространства, магнитное поле в которой отсутствует.

3. Магнитный поток Ф=40 мВб пронизывает замкнутый контур. Определить среднее значение ЭДС индукции $<\mathcal{E}_i>$, возникающей в контуре, если магнитный поток изменится до нуля за время Δt=2 мс.

4. Прямой провод длиной l=40 см движется в однородном магнитном поле со скоростью υ=5 м/с перпендикулярно линиям индукции. Разность потенциалов U между концами провода равна 0,6 В. Вычислить индукцию B магнитного поля.

5. В однородном магнитном поле с индукцией B=0,4 Тл в плоскости, перпендикулярной линиям индукции поля, вращается стержень длиной l=10 см. Ось вращения проходит через один из концов стержня. Определить разность потенциалов U на концах стержня при частоте вращения n=16 с$^{-1}$.

6. Рамка площадью S=200 см^2 равномерно вращается с частотой n=10 с$^{-1}$ относительно оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля (B=0,2 Тл). Каково среднее значение ЭДС индукции $<\varepsilon_i>$ за время, в течение которого магнитный поток, пронизывающий рамку, изменится от нуля до максимального значения?

7. Магнитная индукция B поля между полюсами двухполюсного генератора равна 0,8 Тл. Ротор имеет N=100 витков площадью S=400 см^2. Определить частоту n вращения якоря, если максимальное значение ЭДС индукции ε_i =200 В.

8. Проволочный виток радиусом r=4 см, имеющий сопротивление R=0,01 Ом, находится в однородном магнитном поле с индукцией B=0,04 Тл. Плоскость рамки составляет угол α=30° с линиями индукции поля. Какое количество электричества Q протечет по витку, если магнитное поле исчезнет?

9. Проволочное кольцо радиусом r=10 см лежит на столе. Какое количество электричества Q протечет по кольцу, если его повернуть с одной стороны на другую? Сопротивление R кольца равно 1 Ом. Вертикальная составляющая индукции B магнитного поля Земли равна 50 мкТл.

10. По катушке индуктивностью L=0,03 мГн течет ток I=0,6 А. При размыкании цепи сила тока изменяется практически до нуля за время Δt=120 мкс. Определить среднюю ЭДС самоиндукции $<\varepsilon_i>$, возникающую в контуре.

11. С помощью реостата равномерно увеличивают силу тока в катушке на ΔI=0,1 А в 1 с. Индуктивность L катушки равна 0,01 Гн. Найти среднее значение ЭДС самоиндукции $<\varepsilon_i>$.

12. Индуктивность L катушки равна 2 мГн. Ток частотой υ=50 Гц, протекающий по катушке, изменяется по синусоидальному закону. Определить среднюю ЭДС самоиндукции $<\varepsilon_i>$, возникающую за интервал времени Δt, в течение которого ток в катушке изменяется от минимального до максимального значения. Амплитудное значение силы тока I_0=10 А.

13. Соленоид индуктивностью L=4 мГн содержит N=600 витков. Определить магнитный поток Ф, если сила тока I, протекающего по обмотке, равна 12 А.

Энергия магнитного поля, колебательный контур.

1. По обмотке соленоида индуктивностью L=0,2 Гн течет ток I=10 А. Определить энергию W магнитного поля соленоида.

2. Индуктивность L катушки (без сердечника) равна 0,1 мГн. При какой силе тока I энергия W магнитного поля равна 100 мкДж?

3. Соленоид содержит N=1000 витков. Сила тока I в его обмотке равна 1 А, магнитный поток Ф через поперечное сечение соленоида равен 0,1 мВб. Вычислить энергию W магнитного поля.

4. При индукции B поля, равной 1 Тл, плотность энергии ω магнитного поля в железе равна 200 Дж/м^3. Определить магнитную проницаемость μ, железа в этих условиях .

5. Определить объемную плотность энергии ω магнитного поля в стальном сердечнике, если индукция B магнитного поля равна 0,5 Тл*.

6. Найти плотность энергии ω магнитного поля в железном сердечнике соленоида, если напряженность H намагничивающего поля равна 1,6 кА/м.

7. Катушка индуктивностью L=l мГн и воздушный конденсатор, состоящий из двух круглых пластин диаметром D=20 см каждая, соединены параллельно. Расстояние d между пластинами равно 1 см. Определить период T колебаний.

8. Конденсатор электроемкостью C=500 пФ соединен параллельно с катушкой длиной l=40 см и площадью S сечения, равной 5 см^2. Катушка содержит N=1000 витков. Сердечник немагнитный. Найти период T колебаний.

9. Катушка (без сердечника) длиной l=50 см и площадью S_1 сечения, равной 3 см^2, имеет N=1000 витков и соединена параллельно с конденсатором. Конденсатор состоит из двух пластин площадью S_2=75 см^2 каждая. Расстояние d между пластинами равно 5 мм. Диэлектрик — воздух. Определить период T колебаний контура.

10. На какую длину волны λ будет резонировать контур, состоящий из катушки индуктивностью L=4 мкГн и конденсатора электроемкостью C=1,11 нФ?

6. ОПТИКА

Геометрическая оптика

1. На столе лежит лист бумаги. Луч света, падающий на бумагу под углом ε=30°, дает на ней светлое пятно. Насколько сместится это пятно, если на бумагу положить плоскопараллельную стеклянную пластину толщиной *d*=5 см?

2. Луч падает под углом ε=60° на стеклянную пластинку толщиной d=30 мм. Определить боковое смещение *Δx*; луча после выхода из пластинки.

3. Луч света переходит из среды с показателем преломления n_1 в среду с показателем преломления n_2. Показать, что если угол между отраженным и преломленным лучами равен $\pi/2$, то выполняется условие $\operatorname{tg}\varepsilon_1 = n_2/n_1$ (ε_1 — угол падения).

4. Луч света падает на грань призмы с показателем преломления *n* под малым углом. Показать, что если преломляющий угол θ призмы мал, то угол отклонения σ лучей не зависит от угла падения и равен θ(n — 1).

5. На тонкую линзу падает луч света. Найти построением ход луча после преломления его линзой: а) собирающей (рис. 28.7, *а);* б) рассеивающей (рис. 28,7 б). На рисунке: О — оптический центр линзы; *F* — главный фокус.

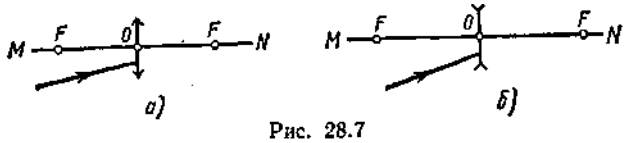


Рис. 28.7

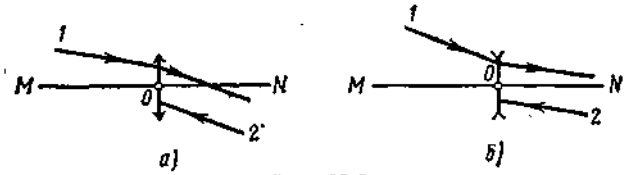


Рис. 28.8

6. На рис. 28.8, *а, б,* указаны положения главной оптической оси *MN* линзы и ход луча *1*. Построить * ход луча *2* после преломления его линзой.

7. Линза, расположенная на оптической скамье между лампочкой и экраном, дает на экране резко увеличенное изображение лампочки. Когда Лампочку передвинули Δ*l*=40 см ближе к экрану, на нем появилось резко уменьшенное, изображение лампочки. Определить фокусное расстояние *f* линзы, если расстояние *l* от лампочки до экрана равно 80 см.

8. Каково наименьшее возможное расстояние *l* между предметом и его действительным изображением, создаваемым собирающей линзой с главным фокусным расстоянием *f*=12 см?

9. Из стекла требуется изготовить плосковыпуклую линзу, оптическая сила Ф которой равна 5 дптр. Определить радиус *R* кривизны выпуклой поверхности линзы.

10. Из двух часовых стекол с одинаковыми радиусами *R* кривизны, равными 0,5 м, склеена двуяковогнутая «воздушная» линза. Какой оптической силой Ф будет обладать такая линза в воде?

11. Тонкая линза, помещенная в воздухе, обладает оптической силой Φ_1=5 дптр, а в некоторой жидкости Φ_2=-0,48 дптр. Определить показатель преломления n_2 жидкости, если показатель преломления n_1 стекла, из которого изготовлена линза, равен 1,52.

12. Фокусное расстояние f_1 объектива микроскопа равно 8 мм, окуляра f_2=4 см. Предмет находится на Δ*a*=0,5 мм дальше от объектива, чем главный фокус. Определить увеличение Г микроскопа.

Фотометрия. Интерференция света

1. Определить силу света *I* точечного источника, полный световой поток Ф которого равен 1 лм.

2. Лампочка, потребляющая мощность P=75 Вт, создает на расстоянии r=3 м при нормальном падении лучей освещенность E=8 лк. Определить удельную мощность p лампочки (в ваттах на канделу) и световую отдачу η лампочки (в люменах на ватт).

3. На высоте h=3 м над землей и на расстоянии r=4 м от стены висит лампа силой света I=100 кд. Определить освещенность E_1 стены и E_2 горизонтальной поверхности земли у линии их пересечения.

4. Над центром круглой площадки висит лампа. Освещенность E_1 в центре площадки равна 40 лк, E_2 на краю площадки равна 5 лк. Под каким углом в падают лучи на край площадки?

5. Сколько длин волн монохроматического света с частотой колебаний $\upsilon=5*10^{14}$ Гц уложится на пути длиной l=1,2 мм: 1) в вакууме; 2) в стекле?

6. На пути световой волны, идущей в воздухе, поставили стеклянную пластинку толщиной h=1 мм. На сколько изменится оптическая длина пути, если волна падает на пластинку: 1) нормально; 2) под углом ε=30°?

7. Расстояние d между двумя когерентными источниками света (λ=0,5 мкм) равно 0,1 мм. Расстояние b между интерференционными полосами на экране в средней части интерференционной картины равно 1 см. Определить расстояние l от источников до экрана.

8. При некотором расположении зеркала Ллойда ширина b интерференционной полосы на экране оказалась равной 1 мм. После того как зеркало сместили параллельно самому себе на расстояние Δd=0,3 мм, ширина интерференционной полосы изменилась. В каком направлении и на какое расстояние Δl следует переместить экран, чтобы ширина интерференционной полосы осталась прежней? Длина волны λ монохроматического света равна 0,6 мкм.

9. Плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной d=1,2 мкм и показателем преломления n=1,5 помещена между двумя средами с показателями преломления n_1 и n_2 (рис. 30.8). Свет с длиной волны λ=0,6 мкм падает нормально на пластинку. Определить оптическую разность хода Δ волн 1 и 2, отраженных от верхней и нижней поверхностей пластинки, и указать, усиление или ослабление интенсивности света происходит при интерференции в следующих случаях: 1) $n_1<.n<n_2$; 2) $n_1>n>n_2$; 3) $n_1<n>n_2$; 4) $n_1>n<n_2$.

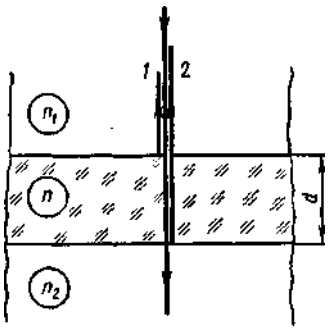


Рис. 30.8

10. На мыльную пленку (n=1,3), находящуюся в воздухе, падает нормально пучок лучей белого света. При какой наименьшей толщине d пленки отраженный свет с длиной волны λ=0,55 мкм окажется максимально усиленным в результате интерференции?

11. Пучок монохроматических (λ=0,6 мкм) световых волн падает под углом ε_1=30° на находящуюся в воздухе мыльную пленку (n=1,3). При какой наименьшей толщине d пленки отраженные световые волны будут максимально ослаблены интерференцией? максимально усилены?

12. Плосковыпуклая линза выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Определить толщину d слоя воздуха там, где в отраженном свете (λ=0,6 мкм) видно первое светлое кольцо Ньютона.

13. На экране наблюдается интерференционная картина от двух когерентных источников света с длиной волны λ=480 нм. Когда на пути одного из пучков поместили тонкую пластинку из плавленого кварца с показателем преломления n=1,46, то интерференционная картина сместилась на m=69 полос. Определить толщину d кварцевой пластинки.

14. В оба пучка света интерферометра Жамена были помещены цилиндрические трубки длиной l=10 см, закрытые с обоих концов плоскопараллельными прозрачными пластинками; воздух из трубок был откачан. При этом наблюдалась интерференционная картина в виде светлых и темных полос. В одну из трубок был впущен водород, после чего интерференционная картина сместилась на m=23,7 полосы. Найти показатель преломления n водорода. Длина волны λ света равна 590 нм.

Дифракция света. Поляризация света

1. На щель шириной a=0,05 мм падает нормально монохроматический свет (λ=0,6 мкм). Определить угол φ между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.

2. На щель шириной a=0,1 мм падает нормально монохроматический свет (λ=0,5 мкм). За щелью помещена собирающая линза, в фокальной плоскости которой находится экран. Что будет наблюдаться на экране, если угол φ дифракции равен: 1) 17'; 2) 43'.

3. Сколько штрихов на каждый миллиметр содержит дифракционная решетка, если при наблюдении в монохроматическом свете (λ=0,6 мкм) максимум пятого порядка отклонен на угол φ=18°?

4. На дифракционную решетку, содержащую n=100 штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет. Зрительная труба спектрометра наведена на максимум третьего порядка. Чтобы навести трубу на другой максимум того же порядка, ее нужно повернуть на угол Δφ=20°. Определить длину волны λ света.

5. Дифракционная решетка содержит n=200 штрихов на 1 мм. На решетку падает нормально монохроматический свет (λ=0,6 мкм). Максимум какого наибольшего порядка дает эта решетка?

6. На грань кристалла каменной соли падает параллельный пучок рентгеновского излучения (λ=147 пм). Определить расстояние d между атомными плоскостями кристалла, если дифракционный максимум второго порядка наблюдается, когда излучение падает под углом ϑ=31°30' к поверхности кристалла.

7. Какова длина волны λ монохроматического рентгеновского излучения, падающего на кристалл кальцита, если дифракционный максимум первого порядка наблюдается, когда угол ϑ между направлением падающего излучения и гранью кристалла равен 3°?

Расстояние d между атомными плоскостями кристалла принять равным 0,3 нм.

8. Параллельный пучок рентгеновского излучения падает на грань кристалла. Под углом ϑ=65° к плоскости грани наблюдается максимум первого порядка. Расстояние d между атомными плоскостями кристалла 280 пм. Определить длину волны λ рентгеновского излучения.

9. Пучок света, идущий в воздухе, падает на поверхность жидкости под углом ε_1=54°. Определить угол преломления $\varepsilon`_2$ пучка, если отраженный пучок полностью поляризован.

10. На какой угловой высоте φ над горизонтом должно находиться Солнце, чтобы солнечный свет, отраженный от поверхности воды, был полностью поляризован?

11. Пучок естественного света, идущий в воде, отражается от грани алмаза, погруженного в воду. При каком угле падения $\varepsilon_в$ =отраженный свет полностью поляризован?

12. Анализатор в **k=2** раза уменьшает интенсивность света, приходящего к нему от поляризатора. Определить угол α между плоскостями пропускания поляризатора и анализатора. Потерями интенсивности света в анализаторе пренебречь.

7. КВАНТОВООПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ. ФИЗИКА АТОМА

1. Определить температуру T, при которой энергетическая светимость M_e черного тела равна 10 кВт/м^2 .

2. Поток энергии $Ф_e$, излучаемый из смотрового окошка плавильной печи, равен 34 Вт. Определить температуру T печи, если площадь отверстия S = 6 см^2.

3. Определить энергию W излучаемую за время t= 1 мин из смотрового окошка площадью S=8 см^2 плавильной печи, если ее температура Т=1,2 кК.

4. Можно условно принять, что Земля излучает как серое тело, находящееся при температуре Т=280 К. Определить коэффициент теплового излучения ε Земли, если энергетическая светимость M_e ее поверхности равна 325 кДж/(м^2*ч).

5. На какую длину волны λ_m приходится максимум спектральной плотности

энергетической светимости $(M_{\lambda,T})_{max}$ черного тела при температуре t=0°C?

6. Определить температуру *T* черного тела, при которой максимум спектральной плотности энергетической светимости $(M_{\lambda,T})_{max}$ приходится на красную границу видимого спектра (λ_1 =750 нм); на фиолетовую (λ_2=*380* нм).

7. Максимальная спектральная плотность энергетической светимости $(M_{\lambda,T})_{max}$ черного тела равна $4{,}16*10^{11}$ (Вт/м^2)/м. На какую длину волны λ_m она приходится?

8. Температура *T* черного тела равна 2 кК. Определить:

1) спектральную плотность энергетической светимости $(M_{\lambda,T})$ *для* длины волны λ=600 нм; 2) энергетическую светимость M_e в интервале длин волн от λ_1=590 нм до λ_2 =610 нм. Принять, что средняя спектральная плотность энергетической светимости тела в этом интервале равна значению, найденному для длины волны λ=600 нм.

9. Определить работу выхода *A* электронов из натрия, если красная граница фотоэффекта λ_0=500 нм.

10. Какая доля энергии фотона израсходована на работу вырывания фотоэлектрона, если красная граница фотоэффекта λ_0 = 307 нм и максимальная кинетическая энергия T_{max} фотоэлектрона равна 1 эВ?

11. На поверхность лития падает монохроматический свет (λ=310 нм) Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов *U* не менее 1,7 В. Определить работу выхода *A*.

12. Определить длину волны λ ультрафиолетового излучения, падающего на поверхность некоторого металла, при максимальной скорости фотоэлектронов, равной 10 Мм/с. Работой выхода электронов из металла пренебречь.

13. Определить максимальную скорость v_{max} фотоэлектронов, вылетающих из металла под действием γ-излучения с длиной волны λ=0,3 нм.

14. Определить поверхностную плотность I потока энергии излучения, падающего на зеркальную поверхность, если световое давление *p* при перпендикулярном падении лучей равно 10 мкПа.

15. На зеркальце с идеально отражающей поверхностью площадью S=1,5 см^2 падает нормально свет от электрической дуги. Определить импульс *p,* полученный зеркальцем, если поверхностная плотность потока излучения φ, падающего на зеркальце, равна 0,1 МВт/м^2. Продолжительность облучения t = 1с.

16. Определить длину волны λ, массу *m* и импульс *p* фотона с энергией ε =1 МэВ. Сравнить массу этого фотона с массой покоящегося электрона.

17. Определить длину волны λ фотона, импульс которого равен импульсу электрона, обладающего скоростью v =10 Мм/с.

18. Монохроматическое излучение с длиной волны λ=500 нм падает нормально на плоскую зеркальную поверхность и давит на нее с силой F=10 нН. Определить число N_1 фотонов, ежесекундно падающих на эту поверхность.

19. Вычислить радиусы r_2 и r_3 второй и третьей орбит в атоме водорода.

20. Определить скорость v электрона на второй орбите атома водорода.

21. Определить частоту обращения электрона на второй орбите атома водорода.

22. Определить потенциальную П, кинетическую *T* и полную *E* энергии электрона, находящегося на первой орбите атома водорода.

23. Определить длину волны λ, соответствующую третьей спектральной линии в серии Бальмера.

24. Найти наибольшую λ_{max} наименьшую λ_{min} длины волн в первой инфракрасной серии спектра водорода (серии Пашена).

25. Вычислить длину волны λ, которую испускает ион гелия He^+ при переходе со второго энергетического уровня на первый. Сделать такой же подсчет для иона лития Li^{++}.

26. Определить скорость v электронов, падающих на антикатод рентгеновской трубки, если минимальная длина волны λ_{min} в сплошном спектре рентгеновского излучения равна 1 нм.

27. Определить коротковолновую границу λ_{min} сплошного спектра рентгеновского излучения, если рентгеновская трубка работает под напряжением U=30 кВ.

28. Вычислить наибольшую длину волны λ_{max} в K-серии характеристического

рентгеновского спектра скандия.

29 Рентгеновская трубка работает под напряжением U=1 МВ. Определить наименьшую длину волны λ_{min} рентгеновского излучения.

8. ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ. СТРОЕНИЕ АТОМНЫХ ЯДЕР. РАДИОАКТИВНОСТЬ.

1. Зная постоянную Авогадро N_A , определить массу m_a нейтрального атома углерода ^{12}C и массу *m,* соответствующую углеродной единице массы.

2. Хлор представляет собой смесь двух изотопов с относительными атомными массами A_{r1}=34,969 и A_{r2}=36,966. Вычислить относительную атомную массу A_r хлора, если массовые доли ω_1 и ω_2 первого и второго изотопов соответственно равны 0,754 и 0,246.

3. Бор представляет собой смесь двух изотопов с относительными атомными массами A_{r1}=10,013 и A_{r2}=11,009. Определить массовые доли ω_1 и ω_2 первого и второго изотопов в естественном боре. Относительная атомная масса A_r бора равна 10,811.

4. Ядро радия $^{226}_{88}Ra$ выбросило α-частицу (ядро атома гелия $^{4}_{2}He$). Найти массовое число *A* и зарядовое число Z вновь образовавшегося ядра. По таблице Д. И. Менделеева определить, какому элементу это ядро соответствует.

5. Ядро азота $^{14}_{7}N$ захватило α-частицу и испустило протон. Определить массовое число *A* и зарядовое число Z образовавшегося в результате этого процесса ядра. Указать, какому элементу это ядро соответствует.

6. В ядре изотопа углерода $^{14}_{6}C$ один из нейтронов превратился в протон (β^{--}-распад). Какое ядро получилось в результате такого превращения?

7. Ядро плутония $^{238}_{94}Pu$ испытало шесть последовательных α-распадов. Написать цепочку ядерных превращений с указанием химических символов, массовых и зарядовых чисел промежуточных ядер и конечного ядра.

8. Постоянная распада λ рубидия ^{89}Rb равна 0,00077 $с^{-1}$. Определить его период полураспада $T_{1/2}$.

9. Какая часть начального количества атомов радиоактивного актиния ^{225}Ac останется через 5 сут? через 15 сут?

10. За какое время *t* распадается ¼ начального количества ядер радиоактивного изотопа, если период его полураспада $T_{1/2}$=24 ч?

11. При распаде радиоактивного полония ^{210}Po в течение времени *t*= 1ч образовался гелий $^{4}He,$ который при нормальных условиях занял объем V=89,5 $см^3$. Определить период полураспада $T_{1/2}$ полония.

12. Определить число *N* атомов, распадающихся в радиоактивном изотопе за время t=10 с, если его активность A=0,1 МБк. Считать активность постоянной в течение указанного времени.

13. За время *t*=1сут активность изотопа уменьшилась от A_1=118 ГБк до A_2=*7,4* ГБк. Определить период полураспада $T_{1/2}$ этого нуклида.

14. Какая доля ω всех молекул воздуха при нормальных условиях ионизируется рентгеновским излучением при экспозиционной дозе X==258 мкКл/кг?

15. Воздух при нормальных условиях облучается γ-излучением. Определить энергию *W,* поглощаемую воздухом массой m=5 г при экспозиционной дозе излучения X=258 мк Кл/кг.

16. Под действием космических лучей в воздухе объемом *V*=1 $см^3$ на уровне моря образуется в среднем N=120 пар ионов за промежуток времени Δt = 1 мин. Определить экспозиционную дозу *X* излучения, действию которого подвергается человек за время *t* = 1 сут.

17. Используя известные значения масс нейтральных атомов $^{1}_{1}H$, $^{2}_{1}H$, $^{12}_{6}C$ и электрона, определить массы m_p протона, $m_я$ ядра $^{12}_{6}C$.

18. Определить дефект массы Δm и энергию связи $E_{св}$ ядра атома тяжелого водорода.

19. Определить удельную энергию связи $E_{уд}$ ядра $^{12}_{6}C$

20. Энергия связи $E_{св}$ ядра, состоящего из двух протонов и одного нейтрона, равна 7,72 МэВ. Определить массу m_a нейтрального атома, имеющего это ядро.

21. Определить энергию *E,* которая выделится при образовании из протонов и нейтронов ядер гелия $^{4}_{2}He$ массой m=1 г.

22. Какую наименьшую энергию связи *E* нужно затратить, чтобы разделить ядро $^{4}_{2}He$ на две одинаковые части?

23. Определить наименьшую энергию *E,* необходимую для разделения ядра углерода $^{12}_{6}C$ на три одинаковые части.

9. ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ ВОЛНОВЫЕ СВОЙСТВА МИКРОЧАСТИЦ

1. Определить длину волны де Бройля λ характеризующую волновые свойства электрона, если его скорость v =1 Мм/с. Сделать такой же подсчет для протона.

2. Электрон движется со скоростью v = 200 Мм/с. Определить длину волны де Бройля λ, учитывая изменение массы электрона в зависимости от скорости.

3. Определить длину волны де Бройля λ электрона, если его кинетическая энергия T = 1 кэВ.

4. Найти длину волны де Бройля λ протона, прошедшего ускоряющую разность потенциалов U: 1) 1 кВ; 2) 1 МВ.

5. Электрон движется по окружности радиусом r = 0,5 см в однородном магнитном поле с индукцией B = 8 мТл. Определить длину волны де Бройля λ электрона.

6. Определить неточность Δ*x* в определении координаты электрона, движущегося в атоме водорода со скоростью v = l,5 $\cdot 10^6$ м/с, если допускаемая неточность Δv в определении скорости составляет 10 % от ее величины. Сравнить полученную неточность с диаметром *d* атома водорода, вычисленным по теории Бора для основного состояния, и указать, применимо ли понятие траектории в данном случае.

7. Электрон с кинетической энергией T = 15 эВ находится в металлической пылинке диаметром *d* = 1 мкм. Оценить относительную неточность Δ*v*, с которой может быть определена скорость электрона.

8. Написать уравнение Шредингера для линейного гармонического осциллятора. Учесть, что сила, возвращающая частицу в положение равновесия, $f = -\beta x$ (где β — коэффициент пропорциональности, *x*—смещение).

9. Временная часть уравнения Шредингера имеет вид

$i\hbar\frac{\partial\Psi}{\partial t} = E\Psi$ Найти решение уравнения.

10. Может ли $[\psi(x)]^2$ быть больше единицы?

11. Электрон находится в бесконечно глубоком прямоугольном одномерном потенциальном ящике шириной *l* (рис. 46.4). Написать уравнение Шредингера и его решение (в тригонометрической форме) для области ***II*** ($0<x<l$).

12. Электрон находится в потенциальном ящике шириной *l* = 0,5 им. Определить наименьшую разность Δ*E* энергетических уровней электрона. Ответ выразить в электрон-вольтах.

13. Частица в потенциальном ящике шириной *l* находится в возбужденном состоянии (n = 2). Определить, в каких точках интервала ($0 < x < l$) плотность вероятности $[\psi_2(x)]^2$ нахождения частицы максимальна и минимальна.

14. Электрон находится в потенциальном ящике шириной *l*. В каких точках в интервале ($0 < x < l$)плотность вероятности нахождения электрона на первом и втором энергетических уровнях одинакова? Вычислить плотность вероятности для этих точек. Решение пояснить графически.

ТАБЛИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Некоторые астрономические величины

Радиус Земли. . . . . . .*6,37·10^6 м*
Масса Земли. . . . . 5,98 ·10^{24} кг
Радиус Солнца. . . . . 6,95 ·10^8 м
Масса Солнца. . . . . .1,98·10^{30} кг
Радиус Луны. . . . . 1,74·10^6 м
Масса Луны. . . . . .7,33·10^{30} кг
Расстояние от центра Земли до центра Солнца. . . . 1,49·10^{11} м
То же, до центра Луны. . . . . 3,84·10^8 м
Период обращения Луны вокруг Земли. . . . . .27,3сут = 2,36·10^6 с

Диэлектрическая проницаемость ε

Вода. 81
Масло(трансформаторное) 2,2
Парафин. 2,0
Слюда. 7,0
Стекло. 7,0
Фарфор. 5,0
Эбонит. 3,0

Удельное сопротивление ρ и температурный коэффициент α проводников

Вещество	ρ при 20^{0}С, нОм·м	α, ^{0}С$^{-1}$
Железо	98	6,2·10^{-3}
Медь	17	4,2·10^{-3}
Алюминий	26	3,6·10^{-3}
Графит	3,9·10^3	-0,8·10^3

Показатели преломления n

Алмаз. 2,42
Вода. 1,33
Масло коричное. 1,60
Сероуглерод. 1,63
Стекло. 1,50

Примечание. Показатели преломления стекла зависят от сорта стекла и длины волны проходящего через него излучения. Поэтому приведенное здесь значение показателя преломления следует рассматривать как условное н использовать его только в том случае, когда он не указан в условии задачи.

Работа выхода электронов из металла

Металл	А,эВ	А ·10^{-19}, Дж
Калий	2,2	3,5
Литий	2,3	3,7
Натрий	2,5	4,0
Платина	6,3	10,1
Серебро	4,7	7,5
Цинк	4,0	6,4

Масса нейтральных атомов

Элемент	Порядковый номер	Изотоп	Масса, а.е.м.
(Нейтрон)	0	N	1,00867
Водород	1	^{1}H	1,00783
		^{2}H	2,01410
		^{3}H	3.01605
Гелий	2	^{3}He	3,01603
		^{4}He	4,00260
Литий	3	^{6}Li	6,01513
		^{7}Li	7,01601
Бериллий	4	^{7}Be	7,01693
		^{9}Be	9,01219
		^{10}Be	10,01354
Бор	5	^{9}B	9,01333
		^{10}B	10,01294
		^{11}B	11,00931
Углерод	6	^{10}C	10,00168
		^{12}C	12,00000
		^{13}C	13,00335
		^{14}C	14,00324
Азот	7	^{13}N	13,00574
		^{14}N	14,00307
		^{15}N	15,00011
Кислород	8	^{16}0	15,99491
		^{17}0	16,99913
		^{18}0	17,99916
Фтор	9	^{19}F	18,99840
Натрий	11	^{22}Na	21,99444
		^{23}Na	22,98977
Магний	12	^{23}Mg	22,99414
Алюминий	13	^{30}Al	29,99817
Кремний	14	^{31}Si	30,97535
Фосфор	15	^{31}P	30,97376
Калий	19	^{31}K	40,96184
Кальций	20	^{44}Ca	43,95549
Свинец	82	^{206}Pb	205,97446
Полоний	84	^{210}Po	209,98297

Масса и энергия покоя некоторых элементарных частиц и легких ядер

Частица	Масса		Энергия	
	m_0, кг	m_0 а.е.м.	E_0,Дж	E_0,МэВ
Электрон	$9{,}11\cdot10^{-31}$	0,00055	$8{,}161\cdot10^{-14}$	0,511
Нейтральный мезон	$2{,}41\cdot10^{-28}$	0,145261	—	135
Протон	$1{,}67\cdot10^{-27}$	1,00728	$1{,}50\cdot10^{-10}$	938
Нейтрон	$1{,}68\cdot10^{-27}$	1,00867	$1{,}5\cdot10^{-10}$	939
Дейтон	$3{,}35\cdot10^{-27}$	2,01355	$3{,}00\cdot10^{-10}$	1876
α-Частица	$6{,}64\cdot10^{-27}$	4,00149	$5{,}96\cdot10^{-10}$	3733

Период полураспада радиоактивных изотопов

Изотоп	Символ изотопа	Тип распада	Период полураспада

Актиний	$^{225}_{89}Ac$	α	10 сут
Йод	$^{131}_{53}I$	β^-, γ	8 сут
Иридий	$^{192}_{77}Ir$	β^-, γ	75 сут
Кобальт	$^{60}_{27}Co$	β^-, γ	5,3 года
Магний	$^{27}_{12}Mg$	β^-	10 мин
Радий	$^{219}_{88}Ra$	α	10^{-3} с
Радий	$^{226}_{88}Ra$	α, γ	$1{,}62\cdot10^3$ лет
Радон	$^{222}_{86}Rn$	α	3,8 сут
Стронций	$^{90}_{38}Sr$	β^-	28 лет
Торий	$^{229}_{90}Th$	α, γ	$7\cdot10^3$ лет
Уран	$^{238}_{92}U$	α, γ	$4{,}5\cdot10^9$ лет
Фосфор	$^{32}_{15}P$	β^-	14,3 сут
Натрий	$^{22}_{11}Na$	γ	2,6 года

1 рад/ч = $2{,}78\cdot10^{-6}$ Гр/с

Экспозиционная доза рентгеновского и гамма-излучений

1 Р = $2{,}58\cdot10^{-4}$ Кл/кг

Мощность экспозиционной дозы рентгеновского и гамма-излучения

1 Р/мин = $4{,}30\cdot10^{-6}$ А/кг

1 Р/ч = $7{,}17\cdot10^{-8}$ А/кг

Активность нуклида в радиоактивном источнике (активность изотопа)

1 расп./с = 1 Бк

1 Ки = $3{,}70\cdot10^{10}$ Бк

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

Технологический факультет

Кафедра селекции и семеноводства, лесного дела и садоводства

Методические указания для лабораторных работ
студентов по дисциплине

«Химия»

Уровень профессионального образования: бакалавриат

Направление подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

Профиль: Организация перевозок на автомобильном транспорте

Квалификация выпускника: Бакалавр

Рязань, 2024

Химия: методические указания для лабораторных работ студентов направления подготовки: 23.03.01 «Технология транспортных процессов». – Сост.: С.Д. Полищук, д.т.н., профессор ФГБОУ ВО РГАТУ. – Рязань, РГАТУ, 2024. – 35 с.

Рецензент: д.б.н, профессор кафедры общей химии с курсом биоорганической и органической химии ГБОУ ВПО РязГМУ Минздрава России Чурилов Г.И.

Методические указания разработаны в соответствии с ФГОС и рабочей программой учебной дисциплины «Химия» по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов.

Данные методические указания являются необходимой составной частью учебно-методического комплекса по дисциплине «Химия» и включают описание основных 9 лабораторных работ. Их последовательность соответствует расположению основных разделов курса химии в рабочих программах по химии. Описанию лабораторных работ предшествуют небольшие теоретические введения, а завершают их задания для выполнения по данной теме и контрольные вопросы для самопроверки. В приложение включены справочные таблицы, необходимые при решении задач и выполнении лабораторных работ.

Указания содержат общие правила работы в химической лаборатории, технику безопасности, порядок оформления отчетов по лабораторным работам, а также список рекомендованной литературы.

Разработчик: профессор кафедры селекции и семеноводства, лесного дела и садоводства



Полищук С.Д.

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «20» марта 2024 г., протокол № 8

Зав. кафедрой селекции и семеноводства, лесного дела и садоводства



Г.Н. Фадькин

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по курсу дисциплины «Химия» для студентов направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов». Методические указания дают основу теоретических знаний, необходимых для выполнения лабораторных работ, а также знакомят с методиками экспериментов и расчетов.

На лабораторных занятиях студенты углубляют теоретические знания и овладевают навыками и техникой химического эксперимента. Без умения экспериментировать даже при совершенном овладении теорией не может быть полноценного специалиста любых отраслей АПК. Это умение не является природным даром, а вырабатывается практикой.

К выполнению лабораторных работ допускаются студенты после инструктажа и проверки преподавателем правил работы и техники безопасности в химической лаборатории. Перед выполнением лабораторных работ студенты должны ознакомиться с теоретическим введением и методиками, после выполнения – подготовить отчет по работе.

Методические указания составлены в соответствии с государственным стандартом и рабочими программами по «Химии» для студентов очной и заочной форм обучения. Предназначены для проведения лабораторно-практических занятий студентов по основным разделам дисциплины «Химия». В приложении приведены основные физические и химические величины, а также перечень химических понятий, необходимых для изучения неорганической химии. Представлен список рекомендуемой литературы.

Методические указания ориентированы на процесс освоения учебной дисциплины «Химия» и формирование у обучающихся следующей компетенции:

Таблица 2 - Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
	ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК- 1.1. Демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности; ОПК-1.2. Умеет использовать знания основных законов математических и естественных наук, методы математического анализа и моделирования для решения стандартных задач в профессиональной деятельности

2. Порядок работы в химической лаборатории

Студенты допускаются к работе в лаборатории общего практикума только после инструктажа по технике безопасности и получения зачета по правилам работы в химической лаборатории и техники безопасности.

Студенты обязаны расписаться в журнале в том, что они ознакомлены с правилами техники безопасности работ и обязуются их выполнять.

3. Правила безопасности при работе студентов в химической лаборатории

1. Перед началом лабораторной работы необходимо внимательно ознакомиться с заданием, оборудованием, реактивами и правилами безопасности при выполнении данного задания.

2. Химические реакции проводят с таким количеством реагентов указанной концентрации и в тех приборах и посуде, которые указаны в руководстве. При этом необходимо решить вопрос о том (если это не указано в руководстве), где следует проводить опыт: на лабораторном столе или в вытяжном шкафу.

3. На лабораторном столе выполняются опыты, которые не представляют опасности для работающего.

4. В вытяжном шкафу выполняются все опыты с ядовитыми, неприятно пахнущими веществами, с концентрированными кислотами и щелочами. Эти вещества должны находиться в вытяжном шкафу и выносить их на лабораторные столы запрещается.

5. Разбавление концентрированных кислот производится в вытяжном шкафу в тонкостенной химической посуде, при этом кислота вливается в воду небольшими порциями и при перемешивании особую осторожность нужно соблюдать при разбавлении серной кислоты (сильный разогрев!).

6. При работе с электроприборами (электрические плитки, муфельные печи, сушильные шкафы и др.) нужно обращать внимание на их исправность, правильную изоляцию контактов, заземление. Нельзя использовать приборы с оголенными контактами, неисправными вилками и т.п.

7. В лаборатории категорически запрещается принимать пищу.

8. При проведении опытов нельзя отвлекаться от основной работы и оставлять приборы без наблюдения.

9. Запрещается исследовать запах газа, выделяющегося при реакции, непосредственно из реакционного сосуда. Нужно осторожно движением руки направить на себя воздух с примесью этого газа.

4. Правила пользования реактивами, посудой

1. Если необходимо провести пробирочную реакцию с растворами веществ, то при помощи пипетки отбирается небольшое количество раствора и вводится в пробирку. При этом нельзя глубоко опускать пипетку в пробирку и касаться стенок пробирки кончиком пипетки.

Если в руководстве не указаны количества веществ, необходимых для выполнения опыта, то брать их нужно в малом количестве (1/6 объема пробирки). Если раствора окажется в пробирке больше, чем нужно, то обратно в склянку этот раствор выливать нельзя.

2. При работе с сухими веществами необходимо брать их специальной ложечкой или шпателем. После использования шпатель тщательно обтереть фильтровальной бумагой и только тогда можно брать другую порцию реактива.

Если в руководстве не указано количество сухого вещества, то брать его нужно в малом количестве (должно быть закрыто дно пробирки). Если сухого реактива оказалось в избытке, то обратно в склянку высыпать реактив нельзя!

3. При нагревании раствора, содержащегося в пробирке, необходимо соблюдать следующие правила: пробирка вносится в пламя при помощи специального держателя; отверстие пробирки должно быть направлено в сторону от себя и от других работающих

рядом сотрудников; необходимо производить легкое перемешивание жидкости в пробирке.

4. При нагревании сухого вещества, содержащегося в пробирке, также соблюдается указанные правила.

5. Растворы, осадки, содержащие соединения серебра и других редких металлов, нельзя выливать в канализацию, а нужно сливать в специальные сосуды для сбора остатков этих солей.

6. Остатки крепких кислот выливают в специальные банки для слива..

7. В лаборатории необходимо соблюдать тишину и дисциплину.

8. После окончания работы следует вымыть посуду и привести в порядок рабочее место.

5. Оказание первой помощи в лаборатории при несчастных случаях

При несоблюдении правил техники безопасности в лаборатории возможны следующие поражения: легкое отравление хлором, окисью углерода и др. легкие ожоги от нагревательных приборов, порезы стеклом, поражения концентрированных кислотами и щелочами.

Во всех случаях поражения необходимо немедленно обратиться к преподавателю или лаборанту, у которых есть телефон и аптечка.

1. При порезах стеклом нужно удалить осколки из ранки, смазать ее йодом и перевязать.

2. При ожоге рук или лица серной кислотой необходимо быстро смыть кислоту большим количеством воды, а затем 10%-ым раствором соды.

3. Попавшую на лицо или руки щелочь нужно смыть большим количеством воды (пока кожа не перестанет быть скользкой). Затем промывают раствором уксусной кислоты.

4. При отравлении хлором, сероводородом и др. немедленно вывести пострадавшего на чистый воздух.

5. При ожогах глаз концентрированными кислотами нужно тщательно промыть глаза большим количеством воды, затем 2% раствором $NaHCO_3$ (питьевая сода). Затем немедленно обратиться к врачу.

6. При ожогах глаз крепкими щелочами: NaOH, KOH, NH_4OH нужно после тщательного промывания глаз водой промыть их слабой кислотой (2% раствором борной или уксусной кислоты). Необходимо срочно обратиться к врачу.

Все лабораторные работы проводятся под контролем преподавателя или лаборанта.

6. Оформление лабораторных работ

Каждый студент оформляет отчет по выполненной лабораторной работе в соответствии с рекомендуемой формой:

1) дата выполнения;

2) название лабораторной работы;

3) цель данной работы;

4) название опыта;

5) наблюдения, уравнения реакций, схемы приборов, расчеты, таблицы, графики;

6) выводы;

7) используемая литература;

8) домашнее задание.

В большинстве лабораторных работ необходимо проводить расчеты. Для числовых значений рассчитываемых величин достаточно 3–4 значащих цифры (число знаков, стоящих после предшествующих им нулей).

Для учета отклонения результатов измерений от истинных значений проводят расчет ошибок, для этого необходимо получить не менее трех результатов измерений. Среднее арифметическое этих значений наилучшим приближением к истинному значению.

При обработке результатов отдельных измерений следует определять абсолютную и относительную ошибки данной величины. Абсолютная ошибка показывает, на сколько данная величина больше или меньше истинной; отношение этой ошибки к истинной величине, умноженной на 100, дает относительную ошибку (%).

В ряде лабораторных работ результаты измерений представляют в виде графиков. Их строят на миллиметровой бумаге и вклеивают в отчет. Около осей координат указывают буквенные обозначения величин и их единицы измерений. Через равные интервалы на оси наносят деления в соответствующем масштабе, но не менее трех и не более 6–8. Масштаб выбирают так, чтобы кривая полученной зависимости занимала почти всю площадь графика и не была прижата к одной из осей координат или расположена на каком-то небольшом участке. Против делений на осях ставят числовые значения измеряемой величины. Кривую проводят через точки, руководствуясь не только их расположением, но теоретическими соображениями о виде полученной зависимости. Например, если известно, что исследуемая зависимость линейная, то проводят прямую, хотя экспериментальные точки могут несколько отличаться от нее вследствие погрешности эксперимента.

Лабораторная работа № 1. Строение атома. Заполнение энергетических уровней. Описание свойств элементов по положению в П.С.Э.

Тема 1. «Квантово-механическая модель строения атома»

Цель: Сформировать современные представления о строении атома, изучить его влияние на свойства элементов и их соединений, изучить систему квантовых чисел для характеристики энергетического состояния электрона в атоме.

Индивидуальные задания выполняются по варианту, номер которого совпадает с порядковым номером фамилии студента в журнале группы. При выполнении заданий следует использовать Периодическую таблицу Д.И. Менделеева, справочную и учебную литературу по химическим свойствам элементов и их соединений.

Задание №1. Для трех элементов с порядковыми номерами Z_1, Z_2 и Z_3 составьте полные электронные конфигурации атомов. Подчеркните валентные электроны. Укажите, к каким электронным семействам (*s*-, *p*-, *d*- или *f*-) относятся данные элементы. Исходя из положения в Периодической системе элементов, кратко опишите химические свойства подчёркнутого элемента (металлические или неметаллические, возможные степени окисления, формулу высшего гидроксида и др.).

Таблица 2

№	Z_1, Z_2, Z_3	№	Z_1, Z_2, Z_3	№	Z_1, Z_2, Z_3	№	Z_1, Z_2, Z_3
1	42, 49, 88	9	52, 60, 74	17	39, 61, 80	25	34, 42, 101
2	46, 59, 84	10	51, 56, 105	18	41, 72, 94	26	55, 65, 89
3	47, 51, 104	11	57, 66, 86	19	36, 69, 89	27	35, 57, 100
4	55, 77, 90	12	38, 72, 92	20	57, 97, 107	28	57, 66, 86
5	40, 54, 85	13	43, 79, 89	21	56, 62, 82	29	48, 53, 78
6	48, 53, 78	14	45, 87, 91	22	53, 65, 106	30	39, 61, 80
7	50, 70, 81	15	37, 75, 93	23	33, 64, 72	31	51, 56, 105
8	44, 73, 83	16	35, 63, 103	24	46, 55, 94	32	46, 59, 84

Задание №3. Полная электронная формула атома. По валентным электронам атома, указанным в Вашем варианте, определите его порядковый номер и символ, представьте полную электронную конфигурацию этого атома.

Таблица 3

№	Внешние электроны	№	Внешние электроны	№	Внешние электроны	№	Внешние электроны
1	$4f^2\,5d^0\,6s^2$	9	$5f^2\,6d^1\,7s^2$	17	$5s^2\,5p^3$	25	$6s^2$
2	$5d^{10}\,6s^1$	10	$6s^2\,6p^1$	18	$4s^2\,4p^4$	26	$4d^{10}\,5s^1$
3	$5s^2$	11	$4f^7\,5d^0\,6s^2$	19	$6s^2\,6p^6$	27	$5f^8\,6d^1\,7s^2$
4	$6s^2\,6p^4$	12	$5s^2\,5p^6$	20	$5d^{10}\,6s^1$	28	$4d^5\,5s^1$
5	$4d^{10}\,5s^2$	13	$6s^2\,6p^3$	21	$7s^1$	29	$5f^7\,6d^1\,7s^2$
6	$7s^2$	14	$5f^4\,6d^1\,7s^2$	22	$5s^2\,5p^2$	30	$6s^1$
7	$5d^7\,6s^2$	15	$4d^2\,5s^2$	23	$4d^8\,5s^1$	31	$6s^2\,6p^3$
8	$4d^3\,5s^2$	16	$5f^3\,6d^1\,7s^2$	24	$5s^2\,5p^4$	32	$5d^{10}\,6s^2$

Контрольные вопросы:

1. На чем основана квантово-механическая модель строения атома?
2. Дайте определение атому, из чего он состоит?
3. Строение многоэлектронных атомов.
4. Принцип Паули, правило Гунда, правила Клечковского.
5. Электронные конфигурации атомов, электронные формулы атомов и ионов?

Библиографический список:

1. Глинка Н.Л. Общая химия: учебное пособие для вузов. / Под ред. А.И. Ермакова. М.: Интеграл-Пресс, 2009. С. 55-105.

2. Третьяков Ю.Д., Тамм М.Е. Неорганическая химия Том 1: учебник для студ. высш. уч. заведений. М.: издательский центр «Академия», 2004. – С. 119-133.

Тема №2. Периодический закон и периодическая система Д.И. Менделеева

Периодичность (или повторяющееся изменение отличительных характеристик предметов и явлений) – это неотъемлемое свойство движущейся материи, позволяющее с помощью ограниченного набора элементов реализовать бесконечное многообразие Природы. Однако только в химии это фундаментальное положение естествознания сформулировано в 1869 году Дмитрием Ивановичем Менделеевым как Периодический закон. Сейчас хорошо известно, что причиной периодического изменения химических свойств простых и сложных веществ является сходство в строении внешних (валентных) электронных оболочек атомов.

В электронейтральном атоме число электронов совпадает с зарядом атомного ядра, который определяется числом протонов *p*. В свою очередь, заряд атомного ядра совпадает с порядковым номером элемента. Современная формулировка Периодического закона Д.И. Менделеева отражает эти закономерности: «Свойства атомов, а также соединений, ими образуемых, находятся в периодической зависимости от порядкового номера элемента в Периодической таблице».

К периодически изменяющимся относятся кислотно-основные и окислительные свойства веществ, радиусы атомов и ионов, энергии ионизации, характер химических связей и др. Как показывают расчеты по формулам (6) и (7), у элементов, относящихся к одной подгруппе Периодической системы элементов Д.И. Менделеева, эффективный заряд ядра приблизительно одинаков, в результате чего по мере возрастания порядкового номера элемента радиус атомов, как правило, последовательно увеличивается, а энергия электрона – уменьшается.

При переходе слева направо вдоль каждого периода радиус атомов постепенно уменьшается, поскольку в пределах одного периода число заселённых энергетических уровней остаётся постоянным, средний радиус электронов любого энергетического уровня, определяемый преимущественно главным квантовым числом *n* также мало изменяется, а заряд ядра последовательно возрастает.

Энергию связи внешних электронов с атомным ядром характеризует энергия (потенциал) ионизации I_i. Для свободного атома – это первый потенциал ионизации I_1, для однозарядного катиона – второй I_2, для двухзарядного – третий I_3 и т.д. Если известно соответствующее значение энергии ионизации, то, пользуясь формулой (6), можно определить эффективный заряд атомного ядра[7] из условия $E_n = - I_i$

$$Z^* = \sqrt{\frac{I_i n^2}{R}}. \qquad (8)$$

Используя формулу (4) и найденное значение Z^*, можно рассчитать средний размер атомной орбитали с квантовыми числами *n* и *l*:

$$r = \frac{5,29n^2}{Z^*}\left(\frac{3}{2} - \frac{l(l+1)}{2n^2}\right). \qquad (9)$$

Размеры, форма и энергетические характеристики АО внешних энергетических уровней атомов определяют периодический характер изменения в периодах и подгруппах большого количества свойств элементов и образуемых ими соединений. Так, к периодически изменяющимся в зависимости от положения атома в Периодической таблице относятся, наряду с радиусами атомов и потенциалов ионизации, электроотрицательность, молярный объем, устойчивые степени окисления, тип химических связей у простых веществ, кислотно-основной характер оксидов и гидроксидов, окислительно-восстановительные свойства.

Существуют также свойства, которые связаны со строением электронных оболочек атомов и ионов, но периодического изменения в зависимости от зарядов атомных ядер не наблюдается. Одним из таких свойств является окраска соединений, которая обусловлена переходами валентных электронов между энергетическими подуровнями внешних энергетических уровней. Эти переходы определяются преимущественно характером и прочностью химических связей в соединениях, изменение которых даже для однотипных веществ имеет сложный характер.

«Изменение свойств элементов и их соединений в зависимости от расположения их в Периодической системе Д.И. Менделеева»

Цель: сформировать знания о периодической системе и периодическом законе как основание систематики элементов и их свойств.

Индивидуальные задания выполняются по варианту, номер которого совпадает с порядковым номером фамилии студента в журнале группы. При выполнении заданий следует использовать Периодическую таблицу Д.И. Менделеева, справочную и учебную литературу по химическим свойствам элементов и их соединений.

Задание №1. Электронное строение атомов в соединениях. Для Вашего варианта составьте химические формулы соединений, в которых реализуется указанная степень окисления атомов. Запишите электронные конфигурации, отвечающие этим степеням окисления.

Таблица 1

№	ионы	№	ионы	№	ионы	№	ионы
1	As^{3-}, Cd^{+2}	9	P^{3-}, Co^{+3}	17	N^{3-}, Hg^{+}	25	As^{+3}, Mo^{+2}
2	Fe^{+3}, I^{-}	10	Fe^{6+}, Br^{-}	18	Pb^{2+}, Mn^{+7}	26	Br^{-}, Mn^{4+}
3	Cr^{+3}, Ge^{4-}	11	Ni^{+3}, Sn^{4-}	19	Cr^{+2}, I^{-}	27	S^{2-}, W^{2+}
4	Mn^{4+}, Te^{2-}	12	S^{2-}, Ba^{+2}	20	Br^{-}, Cu^{+2}	28	Sb^{3-}, Tl^{+}
5	Se^{2-}, Fe^{+2}	13	Bi^{3+}, Ni^{+2}	21	Au^{+}, Se^{4+}	29	Si^{4-}, Mo^{6+}
6	Si^{4+}, Ag^{+}	14	Cl^{-}, Rb^{+}	22	Te^{2-}, Ti^{+3}	30	Nb^{+3}, Si^{4-}
7	Ge^{4+}, V^{+2}	15	Pb^{4+}, Ag^{+}	23	As^{5+}, Mn^{6+}	31	P^{5+}, Cu^{+}
8	Mn^{+2}, Te^{2-}	16	Ga^{3+}, Sn^{2+}	24	Br^{-}, Cu^{+2}	32	Ni^{3+}, Ti^{4+}

Задание №2. Изменение свойств элементов в подгруппах. В соответствии с Вашим вариантом, для подгруппы элементов II—V периодов составьте конфигурацию внешних валентных электронов. Пользуясь справочным материалом, для каждого элемента укажите значения радиуса атомов или ионов, первого потенциала ионизации и электроотрицательности. Исходя из положения элементов в Периодической таблице, опишите окислительно-восстановительные свойства простых веществ. Сделайте вывод, как изменяются указанные свойства атомов при увеличении порядкового номера элемента в подгруппе. Что является причиной периодического изменения свойств атомов?

Таблица 2

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Подгруппа	IVA	VIB	VA	IVB	VIA	VIIB	IIIA	VIB	IIA	VB
№	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Подгруппа	VIA	IVB	VA	VIIB	IIIB	VIB	IIB	VB	IVA	VIB
№	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Подгруппа	IVB	IA	VIB	IB	IIIB	VA	IIB	IIIA	IIA	VB

Задание №3. Изменение радиусов атомов в периоде. Для заданных в Вашем варианте атомов с порядковыми номерами Z_4, Z_5, Z_6, Z_7 составьте полные электронные конфигурации, укажите валентные электроны, укажите к какой подгруппе (главной или побочной) относятся эти атомы.

Таблица 3

№	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	№	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	№	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7
1	38	41	49	50	11	37	39	49	51	21	20	28	31	33
2	37	40	50	52	12	38	43	50	54	22	19	27	32	34
3	55	72	81	83	13	38	41	49	50	23	37	39	49	51
4	56	73	82	86	14	37	40	51	53	24	38	43	50	54
5	38	43	49	52	15	55	72	81	83	25	56	73	82	86
6	38	40	50	53	16	56	73	76	82	26	20	28	31	33
7	56	75	81	84	17	39	43	49	51	27	55	72	81	83
8	56	72	82	83	18	38	40	48	50	28	39	43	49	51
9	20	28	31	33	19	72	75	81	84	29	38	41	49	50
10	19	27	32	34	20	56	72	82	83	30	20	28	31	33

Сделайте выводы о том,

− как изменяются радиусы атомов в пределах одного периода;

− какие факторы оказывают основное влияние на размеры атомов.

Задание №6. Изменение кислотно-основных свойств элементов в периодах. Для элементов III периода, за исключением хлора и аргона, запишите электронные конфигурации валентных подуровней, возможные степени окисления и химические формулы оксидов и гидроксидов, отвечающие наиболее высоким степеням окисления. Запишите названия этих соединений.

Проведите опыты, с помощью которых можно установить химический характер гидроксидов с высшими степенями окисления каждого атома. При выполнении опытов следует использовать таблицу растворимости солей, оснований и кислот в воде.

Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте Периодический закон Д.И.Менделеева?
2. Типы элементов (s, p, d, f) и их расположение в периодической системе?
3. Периодическое изменение свойств элементов в соответствии с электронной структурой их атомов по периодам и группам.
4. Атомные и ионные радиусы. Энергия ионизации. Сродство к электрону. Электроотрицательность.

Библиографический список:

1. Глинка Н.Л. Общая химия: учебное пособие для вузов. / Под ред. А.И. Ермакова. М.: Интеграл-Пресс, 2009. С. 46-52.
2. Третьяков Ю.Д., Тамм М.Е. Неорганическая химия Том 1: учебник для студ. высш. уч. заведений. М.: издательский центр «Академия», 2004. – С. 140-146.

Лабораторная работа №2
«Получение и свойства неорганических веществ»

Краткая теория к работе :ОСНОВНЫЕ КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Неорганические соединения классифицируются как по составу, так и по свойствам (функциональным признакам). По составу они подразделяются на двухэлементные (бинарные) и многоэлементные соединения. По функциональным признакам неорганические соединения подразделяются на классы в зависимости от характерных свойств и состава. Выделяют следующие основные классы: оксиды, кислоты, основания (как частный случай гидроксидов, т. е. соединений, включающих группу ОН) и соли.

Оксиды – сложные вещества, состоящие из атомов кислорода и другого элемента. В оксидах кислород проявляет степень окисления –2. Общая формула оксидов: $Э_xO_y^{-2}$.

Оксиды делятся на солеобразующие и несолеобразующие. Последних довольно мало (CO, NO, N_2O). Они не образуют солей ни с кислотами, ни со щелочами. Солеобразующие оксиды делятся на основные (их гидраты – основания), кислотные (их гидраты – кислоты), амфотерные (их гидраты проявляют свойства, как кислот, так и оснований).

По современной номенклатуре названия этого класса строятся следующим образом: к слову «оксид» добавляется название элемента с указанием его степени окисления, если она не постоянная. Например, MgO – оксид магния; CO – оксид углерода (II); CO_2 – оксид углерода (IV).

К основным оксидам относятся оксиды щелочных и щелочноземельных металлов, а также многие оксиды других металлов со степенью окисления +1, +2. Они взаимодействуют с водой с образованием оснований:

$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2.$$

Основные оксиды взаимодействуют с кислотными оксидами и кислотами, образуя соли:

$$CaO + CO_2 = CaCO_3; \quad CaO + 2HCl = CaCl_2 + H_2O$$

Кислотные оксиды образуют неметаллы (Cl_2O, CO_2, SO_2, N_2O_5 и др.), а также металлы со степенью окисления +5, +6, +7 (V_2O_5, CrO_3, Mn_2O_7).

Многие кислотные оксиды непосредственно взаимодействуют с водой, образуя кислоты:

$$CO_2 + H_2O = H_2CO_3; \quad SO_3 + H_2O = H_2SO_4$$

Со щелочами кислотные оксиды образуют соль и воду:

$$N_2O_5 + 2NaOH = 2NaNO_3 + H_2O$$

Амфотерные оксиды образуют металлы, имеющие степень окисления +2, +3, иногда +4. К амфотерным оксидам относятся, например, BeO, ZnO, Al_2O_3, Cr_2O_3, SnO, PbO, MnO_2 и др. Они характеризуются реакциями солеобразования и с кислотами, и с основаниями, так как в зависимости от условий проявляют как основные, так и кислотные свойства. Например: $Cr_2O_3 + 6HCl = 2CrCl_3 + 3H_2O$; $Cr_2O_3 + 2NaOH = 2NaCrO_2 + H_2O$

Оксиды можно получить следующими способами:

1) непосредственно взаимодействием простого вещества с кислородом:

$$2Mg + O_2 = 2MgO; \quad 4P + 5O_2 = 2P_2O_5$$

2) разложением сложных веществ: $Cu(OH)2 =_{t^\circ} CuO + H_2O$; $CaCO3 =_{t^\circ} CaO + CO_2$

$$2Zn(NO_3)_2 =_{t^\circ} 2\,ZnO + 4NO_2 + O_2$$

Кислоты – вещества, при электролитической диссоциации которых катионами могут быть только положительно заряженные ионы водорода H+ (фактически ионы гидроксония [H3O]+): $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$

Основность кислоты определяется числом катионов водорода, которые образуются при диссоциации молекулы кислоты: HCl – одноосновная кислота, H_2SO_4 – двухосновная, H_3PO_4 – трехосновная.

Кислоты можно разделить на бескислородные (HCl, HBr, HCN, H_2S) и кислородсодержащие (HNO_3, H_2SO_4, H_3PO_4).

Названия кислородсодержащих кислот, в которых степень окисления кислотообразующего элемента (центрального атома) равна номеру группы в периодической системе элементов Д. И. Менделеева (высшая степень окисления), образуется от названия элемента с добавлением суффикса –н (–ов или –ев) и окончания –ая. Например: HNO_3 – азот–**н**–ая кислота, H_2SiO_3 – кремни–**ев**–ая кислота. При меньшей степени окисления центрального атома названия кислот

образуются с суффиксом – ист. Например, HNO_2 – азот–**ист**–ая кислота, H_2SO_3 – серн–**ист**–ая кислота. В зависимости от содержания молекул воды некоторые кислоты могут находиться в мета- или ортоформе. Приставка мета- означает минимальное содержание молекул воды, орто- – на одну или несколько молекул больше. Например, HPO_3 – метафосфорная кислота, H_3PO_4 ($HPO_3 + H_2O$) – ортофосфорная кислота.

В названиях бескислородных кислот к наименованию элемента добавляют слово «водородная». Например, HCl – хлороводородная, H_2S – сероводородная.

В соответствии с электролитической диссоциацией **общие свойства** кислот обусловлены ионами водорода H^+.

1) В растворах кислот индикаторы меняют свою окраску: лакмус становится красным, метиловый оранжевый – розовым.

2) Кислоты реагируют с основаниями и основными оксидами:

$$H_2SO_4 + Mg(OH)_2 = MgSO_4 + 2H_2O; \qquad 2HNO_3 + CaO = Ca(NO_3)_2 + H_2O$$

3) При взаимодействии кислот с солями могут образовываться новые соль и кислота. Реакции этого типа идут при условии образования малорастворимых, летучих или малодиссоциирующих (слабых электролитов) продуктов реакции:

$$2HCl + CaCO_3 = CaCl_2 + H_2CO_3; \qquad H_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4 + 2HCl.$$

Кислоты получают гидратацией кислотных оксидов: $P_2O_5 + H_2O = H_3PO_4$

обменной реакцией соли с кислотой: $Ca_3(PO4)_2 + 3H_2SO_4 = 3CaSO_4 + 2H_3PO_4$

Основания – вещества, при электролитической диссоциации которых в качестве анионов образуются гидроксид-ионы OH^-: $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$

Кислотность основания определяется числом ионов OH-, образующихся при диссоциации молекулы гидроксида. NaOH – однокислотное основание, $Ca(OH)_2$ – двухкислотное основание, $Fe(OH)_3$ – трехкислотное основание.

По растворимости в воде различают:

а) основания, растворимые в воде – щелочи, например, LiOH, NaOH, KOH, $Ca(OH)_2$, $Ba(OH)_2$ и др.;

б) основания, нерастворимые в воде, например: $Cu(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, $Cr(OH)_3$;

Названия оснований образуются из слова «гидроксид» и названия соответствующего металла с указанием его степени окисления, если она переменная. Например, $Ca(OH)_2$ – гидроксид кальция, $Fe(OH)_2$ – гидроксид железа (II), $Fe(OH)_3$ – гидроксид железа (III).

1) Водные растворы щелочей изменяют окраску индикаторов. В их присутствии фиолетовый лакмус синеет, бесцветный фенолфталеин становится малиновым.

2) Щелочи реагируют с кислотными оксидами и кислотами:

$$Ba(OH)_2 + CO_2 = BaCO_3 + H_2O; \qquad 2NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2H_2O$$

3) При действии щелочей на растворы солей получаются новая соль и новое основание, причем одно из полученных веществ должно выпадать в осадок:

$$2KOH + CuSO_4 = Cu(OH)_2 + K_2SO_4$$
$$Ca(OH)_2 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + 2NaOH$$

С точки зрения электролитической диссоциации общие свойства щелочей обусловлены гидроксид-ионами OH-.

Нерастворимые в воде основания, так же, как и щелочи, взаимодействуют с кислотами:

$$Fe(OH)_3 + 3HCl = FeCl_3 + 3H_2O$$

и разлагаются при нагревании: $2Fe(OH)_3 \xrightarrow{t^\circ} Fe_2O_3 + 3H_2O$

Получить щелочи можно растворением в воде соответствующих металлов и их оксидов:

$$2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2 \quad ; \quad CaO + H_2O = Ca(OH)_2$$

Общий способ получения нерастворимых в воде оснований – действие щелочей на растворимые соли металлов, основания которых нерастворимы:

$$2NaOH + FeSO_4 = Fe(OH)_2 + Na_2SO_4$$

Основания являются частным случаем группы соединений с общим названием «гидроксиды». Гидроксиды – вещества, содержащие группу OH-, получаются соединением оксидов с водой. В зависимости от того, какой ион (H^+ или OH-) образуется при электролитической диссоциации, гидроксиды бывают трех видов: основные (основания), кислотные (кислородсодержащие кислоты) и амфотерные (амфолиты).

Амфолиты – это гидроксиды, которые проявляют как основные, так и кислотные свойства. К ним относятся, например, $Cr(OH)_3$, $Zn(OH)_2$, $Be(OH)_2$, $Al(OH)_3$ и др.

Амфотерные гидроксиды способны реагировать как с кислотами, так и со щелочами. С кислотами они реагируют как основания, а со щелочами – как кислоты. Чтобы установить амфотерность гидроксида, следует провести две реакции взаимодействия его с кислотой и со щелочью. Если обе реакции имеют место, то гидроксид амфотерен. Например, гидроксид алюминия $Al(OH)_3$ при взаимодействии со щелочью ведет себя как кислота H_3AlO_3 (ортоалюминиевая) или $HAlO_2$ (метаалюминиевая):

$$Al(OH)_3 + 3HCl = AlCl_3 + 3H_2O \; ; \quad Al(OH)_3 + 3NaOH = Na_3AlO_3 + 3H_2O$$

Соли – вещества, при диссоциации которых образуются катионы металлов (или аммония NH_4+) и анионы кислотных остатков.

Соли можно рассматривать как продукты полного или частичного замещения атомов водорода в молекуле кислоты атомами металла или гидроксильных групп в молекуле основания кислотными остатками. В зависимости от этого соли делятся на средние, кислые и основные.

Средние соли – продукты полного замещения, они состоят только из катионов металлов или NH_4+ и анионов кислотных остатков.

Чтобы правильно написать формулу какой-либо соли, следует учитывать величины зарядов катиона и аниона. Число каждого иона должно быть таким, чтобы алгебраическая сумма зарядов была равна нулю, т.е. соединение было электронейтральным. Например, сульфат хрома (III) состоит из ионов Cr^{3+} и SO_4^{2-}, имеет состав $Cr_2(SO_4)_3$, а ортофосфат кальция, состоящий из ионов Ca^{2+} и PO_4^{3-}, – $Ca_3(PO_4)_2$.

Названия солей составляют из названия аниона кислоты в именительном падеже и названия катиона в родительном падеже (хлорид натрия, карбонат кальция и т.п.). Если степень окисления катиона металла переменная, ее указывают римскими цифрами в скобках (сульфат железа (II) – $FeSO_4$, сульфат железа (III) – $Fe_2(SO_4)_3$).

Кислые соли (гидросоли) – продукты неполного замещения ионов водорода многоосновных кислот катионами металлов. Их образуют только многоосновные кислоты. Признак кислой соли – наличие в ее составе незамещенных H+. Для верного написания формул кислых солей следует рассчитать заряд аниона с учетом незамещенных ионов H+ (HCO_3^+, HPO_4^{2+}, $H_2PO_4^+$). Число ионов подбирается так, чтобы соединение было электронейтральным. Например, формула кислой соли из ионов $Cr3^+$ и HPO_4^{2-} имеет состав $Cr_2(HPO_4)_3$.

Названия кислых солей образуются добавлением к названию аниона (кислотного остатка) приставки гидро- или дигидро-, если не замещены два иона H+, что возможно только для трехосновных кислот: $Ca(HCO_3)_2$ – гидро-карбонат кальция, $Al_2(HPO_4)_3$ – гидроортофосфат алюминия, $Al(H_2PO_4)_3$ – дигидроортофосфат алюминия.

Основные соли (гидроксосоли) по составу являются продуктами неполного замещения гидроксогрупп основания на кислотные остатки. Их образуют только многокислотные основания. Признак гидроксосоли – наличие в составе незамещенных OH-. Для верного написания формул основных солей следует рассчитать заряд катиона с учетом незамещенных групп OH- ($CaOH^+$, $AlOH^{2+}$, $Al(OH)_2^+$). Далее число ионов, как для средних и кислых солей, подбирается так, чтобы соединение было электронейтральным. Например, формула гидроксосоли из ионов $Al(OH)_2^+$ и SO_4^{2-}: $(Al(OH)_2)_2SO_4$.

Названия основных солей образуются добавлением к названию катиона металла приставки гидроксо- или дигидроксо-, если незамещены две гидроксогруппы, что возможно только для трехкислотных оснований: $(CuOH)_2CO_3$ – карбонат гидроксомеди; $Al(OH)SO_4$ – сульфат гидроксоалюминия, $(Al(OH)_2)_2SO_4$ – сульфат дигидроксоалюминия.

Средние соли получают следующими способами:

1) металл + неметалл: $2Na + Cl_2 = 2NaCl$
2) металл + кислота: $Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2$
3) металл + соль: $Zn + CuSO_4 = Cu + ZnSO_4$
4) основной оксид + кислотный оксид: $CaO + CO_2 = CaCO_3$
5) основание + кислота: $Zn(OH)_2 + 2HNO_3 = Zn(NO_3)_2 + 2H_2O$
6) соль + соль: $Pb(NO_3)_2 + Na_2SO_4 = PbSO_4 + 2NaNO_3$
7) основной оксид + кислота: $CuO + H_2SO_4 = CuSO_4 + H_2O$
8) кислотный оксид + основание: $P_2O_5 + 6NaOH = 2Na_3PO_4 + 3H_2O$
9) щелочь + соль: $Ba(OH)_2 + K_2CO_3 = BaCO_3 + 2KOH$
10) кислота + соль: $H_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4 + 2HCl$

Кислые соли могут быть получены в кислой среде:

1) основание + кислота (избыток): $NaOH + H_3PO_4 = NaH_2PO_4 + H_2O$
$2NaOH + H_3PO_4 = Na_2HPO_4 + H_2O$

2) средняя соль + кислота (избыток): $Na_3PO_4 + 2H_3PO_4 = 3NaH_2PO_4$
$2Na_3PO_4 + H_3PO_4 = 3Na_2HPO_4$

Основные соли могут быть получены в щелочной среде:

1) кислота + основание (избыток): $Al(OH)_3 + 2HCl = AlOHCl_2 + 2H_2O$
$Al(OH)_3 + HCl = Al(OH)_2Cl + H_2O$

2) средняя соль + щелочь: $AlCl_3 + NaOH = AlOHCl_2 + NaCl$
$AlCl_3 + 2NaOH = Al(OH)_2Cl + 2NaCl$

Превращение кислых и основных солей в средние происходит следующими способами:

1) кислая соль + щелочь: $NaHSO_3 + NaOH = Na_2SO_3 + H_2O$
$Ca(H_2PO_4)_2 + 2Ca(OH)_2 = Ca_3(PO_4)_2 + 4H_2O$

2) основная соль + кислота: $(CuOH)_2SO_4 + H_2SO_4 = 2CuSO_4 + 2H_2O$

Лабораторная работа
«Получение и свойства неорганических веществ»

Цель работы – получение и ознакомление со свойствами оксидов, кислот, оснований, амфотерных гидроксидов и солей.

Оборудование и реактивы: аппарат Киппа, тигельные щипцы, пробирки цилиндрические, стеклянные палочки, спиртовка; карбонат гидроксомеди, медь, цинк, мел, ацетат натрия; растворы серной кислоты, гидроксида натрия – (2 М), ортофосфорной кислоты (разбавленная), гидроксида кальция (насыщенная), сульфата меди, хлорида железа (III), хлорида или сульфата цинка, сульфата алюминия, сульфата хрома (III), хлорида натрия, хлорида бария, хлорида кальция, карбоната натрия, сульфата кобальта (II) – (0,5М); индикаторы: лакмус, фенолфталеин, индикаторная бумага.

Опыт 1. Получение оксида кальция разложением карбоната кальция.
Зажать щипцами небольшой кусочек мела и прокалить его в течение 5–7 мин в верхней части пламени горелки. На какие вещества разлагается $CaCO_3$ при нагревании? Написать уравнение реакции. Затем, добавив в пробирку с водой несколько капель фенолфталеина, опустить прокаленный кусочек. Записать наблюдения и составить уравнения реакций.

Опыт 2. Получение уксусной кислоты.
Положить в пробирку немного кристаллов ацетата натрия $NaCH_3COO$ и прибавить несколько капель H_2SO_4. Определить по запаху, какое вещество образовалось. Написать уравнение реакции.

Опыт 3. Получение гидроксида кальция.
Взболтать в пробирке небольшое количество оксида кальция с водой. Отстоявшийся раствор осторожно слить в другую пробирку и прилить к нему несколько капель фенолфталеина. Как изменился цвет раствора? Составить уравнение реакции.

Опыт 4. Получение нерастворимых в воде оснований.
Налить в две отдельные пробирки растворы солей $CuSO_4$ и $FeCl_3$ и в каждую пробирку добавить раствора гидроксида натрия. Отметить окраску образовавшихся осадков. К полученным осадкам добавить раствор серной кислоты до полного их растворения. Записать уравнения всех химических реакций.

Опыт 5. Получение амфотерных гидроксидов и изучение их свойств.
В две пробирки внести 1–2 мл раствора любой соли цинка. В каждую добавить по каплям раствор NaOH до образования осадка (пробирки встряхивать для перемешивания). К полученному осадку в одну пробирку прибавить раствор кислоты, в другую – избыток раствора щелочи. Происходит ли растворение осадка в обеих пробирках? Записать наблюдения и составить уравнения реакций.

Сделать вывод о характере гидроксидов цинка, алюминия и хрома (III).

Опыт 6. Получение соли при взаимодействии металла с кислотой
В пробирку с раствором серной кислоты внести кусочек цинка. Испытать выделяющийся газ с помощью горящей лучины. Составить уравнение реакции.

Опыт 7. Получение соли взаимодействием двух растворимых солей
В четыре пробирки налить растворы солей: в первую пробирку NaCl и $AgNO_3$, во вторую – Na_2SO_4 и $BaCl_2$, в третью – $CaCl_2$ и Na_2CO_3, в четвертую – $Pb(NO_3)_2$ и KI. Отметить окраску образовавшихся осадков и записать уравнения реакций.

Задачи для самостоятельной работы:
1. Напишите формулы оксидов, которым соответствуют следующие основания: $Mg(OH)_2$, LiOH, $Fe(OH)_3$, $Bi(OH)_3$, $Cu(OH)_2$.
2. С какими из следующих веществ будет реагировать оксид углерода (IV): Al, H_2O, MgO, NaCl, $AgNO_3$, NaOH, ZnO?
3. С какими из следующих веществ будет реагировать оксид цинка: SO_3, P_2O_5, H_3PO_4, CaO, $Ba(OH)_2$, N_2, NO?
4. С какими из следующих оксидов будет реагировать соляная кислота: SiO_2, CuO, SO_2, Fe_2O_3, P_2O_5, CO_2?
5. Могут ли одновременно находиться в растворе: LiOH и NaOH, KOH и SO_2, $Sr(OH)_2$ и NO_2, NaOH и P_2O_5, Ba(OH)2 и CO2, Ca (OH)2 и HCl, NaCl и NaOH, CaCO3 и CO2?
6. Какие из приведенных ниже гидроксидов растворяются в щелочах: $Mg(OH)_2$, $Ni(OH)_2$, $Zn(OH)_2$, $Cd(OH)_2$, $Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, $Al(OH)_3$, $Ca(OH)_2$, $Sn(OH)_2$?
7. Можно ли приготовить растворы, которые содержали бы одновременно: $AlCl_3$ и NaOH; $KAlO_2$ и HCl? Ответ мотивируйте. Составьте уравнения соответствующих реакций.
8. Составьте уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:
а) $Al \rightarrow Na[Al(OH)_4] \rightarrow Al(OH)_3 \rightarrow Al_2O_3 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 \rightarrow BaSO_4$;
б) $Mg \rightarrow MgO \rightarrow Mg(NO_3)_2 \rightarrow Mg(OH)_2 \rightarrow MgCl_2 \rightarrow MgCO_3 \rightarrow CO_2 \rightarrow KHCO_3$;

в) $Zn \rightarrow ZnSO_4 \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow Na_2ZnO_2 \rightarrow ZnCl_2 \rightarrow ZnCO_3 \rightarrow ZnO$;
г) $Cu \rightarrow CuO \rightarrow Cu(NO_3)_2 \rightarrow Cu(OH)_2 \rightarrow CuO$;
д) $Na \rightarrow NaOH \rightarrow NaHSO_4 \rightarrow Na_2SO_4 \rightarrow BaSO_4$;
е) $Cl_2 \rightarrow HCl \rightarrow NaCl \rightarrow AgCl$;
ж) $S \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 \rightarrow BaSO_4$;
з) $P \rightarrow P_2O_5 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow NaH_2PO_4 \rightarrow Na_2HPO_4 \rightarrow Na_3PO_4$;
и) $N_2O_5 \rightarrow HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 \rightarrow Cu(OH)_2 \rightarrow CuO$;
к) $N_2 \rightarrow NH_3 \rightarrow (NH_4)_2SO_4 \rightarrow NH_3 \rightarrow NO$;
л) $S \rightarrow FeS \rightarrow H_2S \rightarrow SO_2 \rightarrow Na_2SO_3 \rightarrow Na_2SO_4 \rightarrow BaSO_4$;

Контрольные вопросы:

1. На какие основные классы подразделяются неорганические соединения?
2. Назовите типы оксидов и дайте характеристику каждого из них, способы их получения.
3. Что такое основность кислоты? Укажите свойства кислот и способы их получения.
4. Что такое кислотность основания? Укажите их свойства и способы их получения.
5. Какие соединения называют гидроксидами? Назовите типы гидроксидов.
6. Какие металлы образуют амфотерные гидроксиды? Укажите их свойства.
7. Что называется солью? Охарактеризуйте средние, кислые соли и основные соли.
8. Укажите способы получения средних солей.
9. Укажите способы получения гидро- и гидроксосолей, взаимные переходы различных типов солей.

Библиографический список:

1. Коренев Ю.М., Овчаренко В.П., Егоров Е.Н. Общая и неорганическая химия. Часть II. Основные классы неорганических соединений. – М.: Школа имени А.Н. Колмогорова, Издательство Московского университета, 2000. 36 с.
2. Глинка Н.Л. Общая химия: учебное пособие для вузов. / Под ред. А.И. Ермакова. М.: Интеграл-Пресс, 2009. С. 37-43.

Лабораторная работа № 3 Скорость химической реакции и факторы, влияющие на нее. Катализ. Смещение химического равновесия.

Целью работы являются изучение влияния концентрации, температуры, катализаторов на скорость химических реакций и измерение каталитической активности различных катализаторов.

Оборудование и реактивы: пробирки, цилиндры (50 мл), стаканы (100 мл), бюретки (25–50 мл), термометры, пробирки Освальда, секундомер; диоксид марганца, диоксид свинца, активированный уголь, бихромат калия; растворы тиосульфата натрия (0,1 н.), серной кислоты (1 моль/л), пероксида водорода (30 %-ный).

Краткая теория к работе. *Химическая кинетика* – наука, изучающая скорость и механизмы протекания химических реакций.

Система – это вещество или совокупность веществ, ограниченных одним объемом.

Фаза – совокупность всех однородных частей системы, обладающих одинаковым химическим составом и отделенных от остальных частей системы поверхностью раздела.

$$H_2O \rightarrow \text{вода}_{(ж.)} + \text{лед}_{(тв.)}$$

Каждое твердое вещество образует одну фазу. *Гомогенная система* состоит из одной фазы. *Гетерогенная система* состоит из нескольких фаз, ограниченных друг от друга поверхностью раздела.

Реакции, протекающие в однофазной системе, называются *гомогенными*:

$$H_{2\,(г)} + Cl_{2\,(г)} = 2\,HCl_{(г)}$$

Реакции, протекающие в многофазных системах, называются *гетерогенными*. Они протекают на границе раздела фаз: $FeO\,(т) + CO\,(г) = Fe\,(т) + CO_2\,(г)$

Скорость химической реакции – изменение концентрации реагирующих веществ (С) или продуктов реакции в единицу времени (τ).

$$\upsilon = \Delta C/\Delta\tau, \text{ или } \upsilon = \frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1}$$

Опыт 1. Влияние концентрации реагирующих веществ на скорость химической реакции

В три пробирки налейте 0.1 н. раствор тиосульфата натрия: в первую – 4 мл, во вторую – 8 мл и третью – 12 мл. После этого в первую пробирку добавьте 8 мл, а во вторую – 4 мл дистиллированной воды. Затем в три другие пробирки налейте по 5 мл О.1 н. раствора серной кислоты. Слейте попарно приготовленные растворы, в результате чего произойдет реакция

$$Na_2S_2O_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + SO_2 + H_2O + S \quad (1)$$

С помощью секундомера отметьте, через какое время появляется сера в каждой пробирке. Результаты запишите в табл.1.

Таблица 1

Номер опыта	Объем, мл				Время, сек	Условная скорость реакции, $1/\tau$
	$Na_2S_2O_3$	H_2O	H_2SO_4	Общий		
1	4	8	5	17		
2	8	4	5	17		
3	12	0	5	17		

Какой вывод можно сделать из полученных данных?

Опыт 2. Влияние температуры на скорость химической реакции.

Определите влияние температуры на скорость реакции взаимодействия $Na_2S_2O_3$ с H_2SO_4 . Отметьте время появления серы в пробирках. Полученные данные запишите в таблицу.

Таблица 2

Номер опыта	Температура, ° С	Объем , мл			Время, сек	Условная скорость реакции, $1/\tau$
		$Na_2S_2O_3$	Вода	H_2SO_4		
1	Комнатная температура	4	8	5		
2	30	4	8	5		
3	40	4	8	5		

Какие выводы можно сделать относительно влияния температуры на скорость реакции из полученных результатов?

Опыт 3. Влияние величины поверхности раздела реагирующих веществ на скорость химической реакции

Приготовьте два небольших приблизительно одинаковых кусочка мела. Один из них разотрите пестиком на кусочке бумаги и пересыпьте в коническую пробирку,

второй целиком поместите в другую пробирку. В обе пробирки одновременно добавьте по 15—20 капель концентрированной соляной кислоты (пл. 1,19 *г/см³)*. Напишите уравнение реакции. Отметьте наблюдаемые явления и объясните их. Какой фактор в данном случае влияет на увеличение скорости реакции?

Контрольные вопросы

1. Для каких реакций можно предсказать зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ?
2. Перечислите в порядке понижения значимости факторы, влияющие на скорость химической реакции и на константу скорости химической реакции.
3. Каков физический смысл константы скорости? Как она определяется? Когда численные значения константы скорости и скорости совпадают? Каковы размерности и единицы измерения константы скорости и скорости?
4. Предложите определения понятий порядка и молекулярности химической реакции. Укажите необходимые признаки, характеризующие эти понятия. Особое внимание обратите на то, что молекулярность всегда целое небольшое число, а порядок может быть равным нулю, целому и дробному числам.
5. Как скажутся на значении константы скорости следующие факторы, влияющие на скорость реакции: а) различные начальные концентрации реагирующих веществ; б) изменение температуры; в) введение различных веществ; г) смена растворителя; д) изменение объема системы?

Библиографический список:

1. Глинка, Николай Леонидович. Общая химия [Текст] : учебник для студентов нехимических специальностей вузов / Глинка, Николай Леонидович ; под ред. В.А. Попкова, А.В. Бабкова. - 18-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011. - 886 с.

Лабораторная работа № 4
«Приготовление растворов с заданной концентрацией»

Целью работы является приобретение навыков приготовления растворов различной концентрации из сухой соли или более концентрированного раствора.

Материалы и оборудование: мерные колбы, пипетки, пипетки Мора, бюретки, мерные цилиндры и мензурки, раствор хлорида натрия

Большинство физиологических процессов в организмах человека, животных и в растениях, различных промышленных процессов, биохимических процессов в почвах и т.п. протекают в растворах.

Краткая теория к работе. Раствор – это многокомпонентная гомогенная система, в состав которой входят растворитель и растворенное вещество.

Классификация растворов:

1. По агрегатному состоянию (жидкие, газовые, твердые).
2. По количеству растворенного вещества (концентрированные, разбавленные).
3. По насыщению растворенным веществом (насыщенные, ненасыщенные, перенасыщенные).

Концентрацией раствора называется количество вещества, содержащееся в единице массы или объема раствора. Выделяют следующие способы выражения концентрации:

1. *Процентная* (массовая доля вещества) выражается числом граммов растворенного вещества, содержащегося в 100 г раствора:

$$\omega\,(\%) = \frac{\text{m р. вещества}}{\text{m раствора}} \times 100\%\ ,$$

m раствора = m растворителя + m растворенного вещества.

2. *Молярная* концентрация выражается числом молей растворенного вещества, содержащегося в 1 л раствора:

$$Cm = \frac{\text{m р. вещества}}{\text{M р. вещества} \cdot \text{V раствора}}\ \text{(моль/л)}.$$

3. *Моляльная* концентрация выражается числом молей растворенного вещества в 1 кг растворителя:

$$Cм = \frac{\text{m р. вещества}}{\text{M р.вещества} \cdot \text{m растворителя}}\ \text{(моль/кг)}.$$

4. *Молярная* *концентрация эквивалента* выражается числом моль-эквивалентов вещества в 1 л раствора:

$$Cm = \frac{\text{m р. вещества}}{\text{M экв. р. вещества} \cdot \text{V раствора}}\ \text{(моль-экв/л)}.$$

5. *Титр* выражается числом граммов растворенного вещества в 1 мл раствора:

$$T = \frac{\text{m р.вещества}}{\text{V раствора}}\ \text{(г/мл)}.$$

При решении задач на концентрации растворов иногда необходимо переводить единицы массы раствора в объемные, и наоборот. Для этого надо помнить формулу плотности раствора: $m = \rho * V$,
где m – масса раствора, г; ρ – плотность раствора, г/мл; V – объем раствора, мл.

Ход работы:

1. Рассчитать количество вещества и объем воды, необходимый для приготовления следующих растворов:

а) 200 г 15%-го раствора хлорида натрия;

Ход работы:

1. Приготовить раствор.
2. С помощью ареометра измерить плотность раствора.
3. Рассчитать молярную концентрацию раствора.
4. Заполнить таблицу.

Таблица

Масса вещества, г	Объем воды, мл	Плотность раствора, г/см^3	t, ℃	Молярная концентрация, моль/л

Сделать вывод.

Контрольные вопросы:

1. Растворы, их место среди других многокомпонентных систем.
2. Физическая и химическая теории растворов.

3. Коллигативные свойства растворов. Закон Рауля. Эбулиоскопическая и криоскопическая константы.

4. Осмотическое давление. Роль осмотического давления в биологических системах.

5. Роль водных растворов в биологических системах.

6. Способы выражения процентной, моляльной и молярной концентрации эквивалента растворов (нормальной). Титр раствора.

Библиографический список:

1. Глинка, Николай Леонидович. Общая химия [Текст] : учебник для студентов нехимических специальностей вузов / Глинка, Николай Леонидович ; под ред. В.А. Попкова, А.В. Бабкова. - 18-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011. - 886 с.

Лабораторная работа № 5

Электролитическая диссоциация. «Гидролиз солей».

Цель работы – экспериментальное изучение процесса электролитической диссоциации и электропроводности сильных и слабых электролитов.

Оборудование и реактивы: лабораторный реостат, угольные электроды; хлорид натрия, мрамор, хлорид аммония; растворы соляной кислоты, гидроксида натрия, уксусной кислоты, гидроксида аммония, хлорида железа (III), метасиликата натрия, хлорида бария.

Краткая теория к работе *Электролитами* называются вещества, растворы или расплавы которых проводят электрический ток.

Электролитическая диссоциация – это процесс распада электролита на ионы под действием полярных молекул растворителя. В зависимости от степени электролитической диссоциации (α) различают сильные и слабые электролиты.

Степень диссоциации – это отношение числа молекул распавшихся на ионы (n) к общему числу молекул (N): $A = N / n$

Если α > 0,3, т.е. из 100 молекул более 30 молекул распались на ионы, то электролит сильный. К сильным электролитам относятся:

- некоторые неорганические кислоты, такие как HCl, HBr, HI, HNO_3, H_2SO_4, H_2SeO_4, $HClO_4$, $HMnO_4$;
- основания щелочных и некоторых щелочноземельных металлов;
- почти все растворимые соли.

Сильные электролиты диссоциируют в одну стадию, количественной характеристикой процесса является константа диссоциации (отношение произведения равновесных концентраций образовавшихся ионов к равновесной концентрации исходного вещества). Например: $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2}$

$$K_Д = \frac{[H^+]^2[SO_4^{-2}]}{[H_2SO_4]}$$

Слабые электролиты могут диссоциировать ступенчато, причем процесс протекает преимущественно по первой ступени, слабее по второй и совсем незначительно по третьей.

$$H_2CO_3 \leftrightarrow H^+ + HCO_3^- \qquad K_{Д1} = \frac{[H^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$$

$$HCO_3^- \leftrightarrow H^+ + CO_3^{-2} \qquad K_{Д2} = \frac{[H^+][CO_3^{-2}]}{[HCO_3^-]}$$

К слабым электролитам относятся:
1) все органические кислоты;
2) неорганические кислоты, кроме упомянутых выше;
3) основания металлов, за исключением щелочных и щелочноземельных;
4) вода.

Одновременно с процессом диссоциации (распада на ионы) происходит процесс ассоциации (соединения положительно и отрицательно заряженных ионов в молекулы), т. е. электролитическая диссоциация является обратимой реакцией.

На степень электролитической диссоциации существенное влияние оказывают концентрация электролита и температура. Обычно при разбавлении раствора и повышении температуры процесс усиливается.

Опыт 1. Направление обменных ионных процессов в растворах электролитов

а) Образование малорастворимых веществ. В три пробирки внесите по 2-3 капли следующих растворов: в первую - хлорида железа $FeCl_3$, во вторую - силиката натрия Na_2SiO_3, в третью - разбавленной серной кислоты H_2SO_4. Добавьте в них по такому же количеству растворов: в первую пробирку - едкого натра, во вторую - соляной кислоты, в третью — хлорида бария. Напишите в молекулярном и ионном виде уравнения протекающих реакций, направленных в сторону образования малорастворимых веществ.

б) Образование слабых кислот и оснований. В две пробирки внесите по 5-7 капель: в первую - раствора ацетата натрия $NaCH_3COO$, во вторую - хлорида аммония. Добавьте в первую пробирку несколько капель серной кислоты (1: 1), перемешайте раствор стеклянной палочкой и слегка подогрейте.

Определите по запаху, что реакция протекала в сторону образования слабой уксусной кислоты. Напишите молекулярное и ионное уравнения реакций. Во вторую пробирку добавьте 4 н. раствора щелочи и подогрейте раствор. Определите по запаху выделение аммиака. Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций.

в) Реакции нейтрализации. Возьмите в две пробирки по 5-7 капель 2 н. раствора щелочи и добавьте по одной капле фенолфталеина. Под влиянием каких ионов фенолфталеин окрасился в красный цвет? В одну пробирку добавляйте по каплям 2 н. раствор соляной или серной кислоты, во вторую - 2 н. раствор уксусной кислоты до обесцвечивания раствора. Чем объясняется исчезновение гидроксид-ионов при добавлении кислоты? В каком случае обесцвечивание раствора наступило быстрее?

Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций нейтрализации щелочи соляной и уксусной кислотами.

г) Образование летучих продуктов реакции. Поместите в две пробирки по 5—7 капель раствора соды Na_2CO_3. Проверьте наличие в растворе иона CO_3^{2-}, для чего в одну пробирку добавьте несколько капель хлорида кальция. Какое вещество выпало в осадок? Напишите ионное уравнение реакции.

Добавьте во вторую пробирку несколько капель серной кислоты (1:1) и наблюдайте выделение газа. Подогрейте слегка пробирку, дождитесь конца выделения газа и добавьте

несколько капель раствора хлорида кальция. Почему не выпадает осадок $CaCO_3$? Напишите ионное уравнение реакции взаимодействия соды **с** серной кислотой.

Опыт 2. Определение характера среды растворов с помощью индикаторов.

Для каждого индикатора подготовьте две пробирки: одну с 0,01 н. HCl, другую – с 0.01н раствором NaOH (2 мл). Внесите в каждую пробирку по две капли индикатора. Перемешайте. Запишите цвет, оценку pH в следующую таблицу

Таблица

№ пары пробирок	Индикатор	Наблюдаемая окраска	
		В сильнокислой среде (pH)	В сильнощелочной среде (pH)

Определение pH исследуемого раствора. Получите у преподавателя задание (раствор соли, кислоты, основания). Определите pH раствора с помощью универсальной индикаторной бумаги, pH- метра . По найденной величине pH (найденной с помощью pH- метра) оцените степень диссоциации электролита.

Опыт 2. «Гидролиз солей».

Целью работы является экспериментальное изучение гидролиза солей в зависимости от их природы, влияния различных факторов на степень гидролиза, определение и измерение водородного показателя при растворении веществ в воде, указывающее на протекание в растворе гидролиза.

Оборудование и реактивы: спиртовка, пробирки на 10 мл – 8 шт, стакан емкостью 50 мл – 1 шт, pH-метр; растворы хлорида натрия, карбоната натрия, сульфата алюминия, сульфата калия, хлорида алюминия, ацетата калия – 0,1 моль/л, нитрата висмута – 0,5 моль/л, фенолфталеина, метилового оранжевого; металл – цинк.

Краткая теория к работе. Химическое обменное взаимодействие ионов растворенной соли с водой, приводящее к образованию слабодиссоциирующих продуктов (молекул слабых кислот или оснований, анионов кислых и катионов основных солей) и сопровождающееся измерением pH среды, называется *гидролизом*.

Изменение pH при растворении солей в воде является одним из основных признаков, указывающих на протекание в растворе гидролиза. Так, раствор, получающийся при растворении ацетата натрия в воде, имеет щелочную реакцию (pH > 7):

$$NaCH_3COO + H_2O \leftrightarrow CH_3COOH + NaOH$$

или в ионной форме $CH_3COO^- + H_2O \leftrightarrow CH_3COOH + OH^-$

Характер гидролиза растворенного вещества определяется природой соли. Различают несколько вариантов взаимодействия соли с водой.

1. Гидролиз по аниону. Соль, образованная сильным основанием и слабой кислотой, гидролизуется по аниону, так как анион образует с ионами водорода слабодиссоциирующее соединение: $KCN + H_2O \leftrightarrow KOH + HCN$

или в ионной форме $CN^- + H_2O \leftrightarrow OH^- + HCN$.

Реакция среды щелочная (pH > 7).

Соли, образованные многоосновной слабой кислотой, гидролизуются ступенчато.

Первая ступень: $K_2CO_3 + H_2O \leftrightarrow KHCO_3 + KOH$

или в ионной форме $CO_3^{-2} + H_2O \leftrightarrow HCO_3^- + OH^-$

Вторая ступень: $KHCO_3 + H_2O \leftrightarrow H_2CO_3 + KOH$

или в ионной форме $HCO^{3-} + H_2O \leftrightarrow H_2CO_3 + OH^-$

2. Гидролиз по катиону. Соль, образованная слабым основанием и сильной кислотой, гидролизуется по катиону, так как катион образует с ионами гидроксида слабодиссоциирующее соединение. Поскольку в результате гидролиза образуется сильная кислота, то раствор такой соли имеет pH < 7. Соли слабых многокислотных оснований гидролизуются ступенчато.

Первая ступень: $Fe_2(SO4)_3 + 2H_2O \leftrightarrow 2FeOHSO_4 + H_2SO_4$

$Fe^{+3} + H_2O \leftrightarrow (FeOH)^{+2} + H^+$

Вторая ступень: $2FeOHSO_4 + 2H_2O \leftrightarrow [Fe(OH)_2]_2SO_4 + H_2SO_4$

$(FeOH)^{+2} + H_2O \leftrightarrow Fe(OH)_2^{+2} + H^+$

Третья ступень: $[Fe(OH)_2]_2SO_4 + 2H_2O \leftrightarrow 2Fe(OH)_3 + H_2SO_4$

$Fe(OH)_2^+ + H_2O \leftrightarrow Fe(OH)_3 + H^+$

3. Гидролиз по катиону и аниону. Соль, образованная слабым основанием и слабой кислотой, гидролизуется и по катиону, и по аниону:

$NH_4CH_3COO + H_2O \leftrightarrow CH_3COOH + NH_4OH$

или в ионной форме $NH_4^+ + CH_3COO^- + H_2O \leftrightarrow NH_4OH + CH_3COOH$.

От силы образующихся слабых кислоты и основания зависит pH среды, обычно составляющий 6–8.

4. Соль, образованная сильным основанием и сильной кислотой – гидролизу не подвергается.

3.1. Образование основных и кислых солей при ступенчатом гидролизе.

Поместите в чистые пробирки 5-6 капель каждого из предложенных растворов солей, внесите по две капли индикатора и зафиксируйте значения pH. Заполните таблицу и напишите молекулярные и ионные уравнения гидролиза каждой соли по ступеням.

Таблица

Название соли	Окраска индикаторов		Порядок pH в растворе pH=7,0 pH<7,0; pH>7,0
	Метиловый оранжевый	Фенолфталеин	
Сульфат алюминия Карбонат натрия Ацетат натрия Хлорид натрия Ацетат аммония			

Контрольные вопросы

1. Какие вещества называются электролитами?
2. В чем заключается механизм процесса диссоциации?
3. Что такое степень и константа диссоциации электролита и от чего зависят их величины?
4. В чем суть закона разбавления Освальда?
5. Что называется гидролизом?
6. Какие типы гидролиза в зависимости от состава солей известны?

7. Что такое степень и константа гидролиза?
8. Какие факторы и как влияют на степень гидролиза солей?
9. Что называется водородным показателем? Каково значение pH в нейтральной, кислой и щелочной средах?

Библиографический список:

1. Глинка, Николай Леонидович. Общая химия [Текст] : учебник для студентов нехимических специальностей вузов / Глинка, Николай Леонидович ; под ред. В.А. Попкова, А.В. Бабкова. - 18-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011. - 886 с.

Лабораторная работа №6

«Восстановление перманганат-иона в различных средах».

(Окислительно – восстановительные процессы).

Цель работы – изучение окислительно-восстановительных свойств веществ, приобретение опыта составления окислительно-восстановительных реакций.

Реактивы: растворы с концентрацией 0,1 н.: $BaCl_2$, $SnCl_2$, KI, I_2, H_2O_2, $K_2Cr_2O_7$; растворы с концентрацией 2 н.: KOH, HNO_3, HCl, H_2SO_4; раствор $KMnO_4$ с концентрацией 0,01 н., хлорная вода; концентрированная серная кислота (96%-ная), концентрированная азотная кислота (60%-ная); сухие вещества: цинк в гранулах, сульфит калия или натрия.

Краткая теория к работе. *Окисли́тельно-восстанови́тельные реакции* – это химические реакции, протекающие с изменением степеней окисления атомов, входящих в состав реагирующих веществ, реализующихся путём перераспределения электронов между атомом-окислителем и атомом-восстановителем.

В процессе окислительно-восстановительной реакции восстановитель отдаёт электроны, то есть *окисляется*; окислитель присоединяет электроны, то есть *восстанавливается*. Причём любая окислительно-восстановительная реакция представляет собой единство двух противоположных превращений – окисления и восстановления, происходящих одновременно и без отрыва одного от другого

Опыт 1. Влияние pH среды на окислительно восстановительный процесс.

В три пробирки внесите 3-4 капли раствора перманганата калия $KMnO_4$. В первую (чтобы получить pH раствора <7) добавьте 2-3 капли раствора серной кислоты, во вторую (pH раствора >7) добавьте 2-3 капли раствора щелочи, в третьей пробирке (pH 7). Затем в каждую из пробирок внесите по два микрошпателя сульфита натрия Na_2SO_3 и тщательно размешайте стеклянными палочками до полного растворения кристаллов. Через некоторое время отметьте изменение окраски растворов во всех трех пробирках. Напишите уравнение соответствующих реакций и расставьте коэффициенты методом электронного баланса.

Отметить изменение цвета раствора после добавления реактива.

1. $KMnO_4 + H_2SO_4 + Na_2SO_3 \rightarrow K_2SO_4 + MnSO_4 + Na_2SO_4 + H_2O$
2. $KMnO_4 + KOH + Na_2SO_3 \rightarrow K_2MnO_4 + Na_2SO_4 + H_2O$
3. $KMn0_4 + H_2O + Na_2SO_3 \rightarrow MnO_2 \downarrow + Na_2SO_4 + KOH$

Опыт 2. Влияние реакций среды на окислительно восстановительный потенциал. В две пробирки поместите по пять капель хромата калия K_2CrO_4 (раствор желтого цвета) и внесите по 2-3 капли: в одну – раствора серной кислоты, в другую – раствора щелочи. Изменение окраски раствора в одной из пробирок на оранжевую обусловлено переходом иона CrO_4^{2-}, устойчивого в щелочной среде, в ион $Cr_2O_7^{2-}$, устойчивый в кислой среде. В каждую пробирку добавьте по нескольку капель нитрита калия. В обоих ли случаях изменилась окраска раствора? В какой среде произошло изменение окислительного числа хрома от +6 до +3 (зеленая окраска характерна для иона Cr^{3+}). Напишите уравнение соответствующих реакций и расставьте коэффициенты методом электронного баланса.

Задание 1. Расставьте коэффициенты в уравнениях методом электронного баланса:
1) K_2 Cr_2 O_7 + H2SO4 = CrO3 + K2SO4 + H2O;
2) KMnO4 + KOH + Na2SO3 = K2MnO4 + Na2SO4 + H2O.
3) Ag + H2S + O2 → Ag S + H2O;
4) Fe (CrO2)2 + K2CO3 + O2 → Fe2O3 + K2 CrO4 + CO2;
5) Na2MoO4 + HC1 +A1 → MoCl2 + A1C13 + NaCl + H2O;
6) PbS + H2O2 → PbSO4 + H2O;
7) Fe2O3 + Na2CO3 + KNO3 → Na2FeO4 + CO2 + KNO2;
8) SnCl2 + K 2Cr2O7 + H 2SO4 → Sn (SO4)2 + SnCl4 +Cr2 (SO4)3 + K2SO4 + H2O;
9) NO2 + O2 + H2O → HNO3.

Контрольные вопросы

1. Что называется степенью окисления элемента?
2. Что происходит с электронами при окислении, восстановлении элемента?
3. Дать определение процессу диспропорционирования.
4. Как относятся понятия «степень окисления» и «валентность» элемента?

Библиографический список:

1. Глинка, Николай Леонидович. Общая химия [Текст] : учебник для студентов нехимических специальностей вузов / Глинка, Николай Леонидович ; под ред. В.А. Попкова, А.В. Бабкова. - 18-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011. - 886 с.

Лабораторная работа №7
«Электролиз растворов электролитов»

Цель работы – изучение химических процессов электролиза водных растворов электролитов с использованием инертных и растворимых анодов.

Оборудование и реактивы: лабораторная электролизная ячейка, пробирки, стаканы, стеклянные палочки; растворы хлорида олова, йодида калия, крахмала, сульфата натрия, сульфата меди, сульфата никеля (II), фенолфталеина.

Краткая теория к работе. Совокупность ОВР , которые протекают на электродах в растворах или расплавах электролитов при пропускании через них электрического тока, называют электролизом.

На катоде источника тока происходит процесс передачи электронов катионам из раствора или расплава, поэтому катод является «восстановителем». На аноде происходит отдача электронов анионами, поэтому анод является «окислителем».

При электролизе как на аноде, так и на катоде могут происходить конкурирующие процессы (см.Приложение 3).

Опыт 1. Электролиз раствора хлорида олова (II) с инертными электродами

Опыты проводят с помощью электролизера, представляющего собой U-образную трубку. Электроды присоединяются к выпрямителю. В качестве электродов используются графитовые электроды или проволока из соответствующих металлов. Электроды в электролизер помещают через резиновые пробки, которые вставлены в прибор неплотно. Во всех опытах электролизер заполнять электролитом на 1/2 его объема. Электроды перед каждым опытом тщательно промывать дистиллированной водой.

В электролизер налить раствор хлорида олова (II). В оба колена электролизера опустить графитовые электроды и соединить их с выпрямителем. Наблюдать на катоде появление блестящих кристаллов металлического олова. Сделать вывод о том, какой процесс происходит на катоде – окислительный или восстановительный. Записать уравнение катодного процесса.

Доказать образование свободного хлора на аноде, для чего через 4–5 мин после прохождения электрического тока вынуть анод из электролизера, внести в анодное пространство по 3–4 капли растворов йодида калия и крахмала, после чего наблюдать появление синего окрашивания. Записать уравнение анодного процесса.

Опыт 2. Электролиз раствора йодида калия с инертными электродами

В пробирку налить 3/4 объема йодида калия и добавить по 5–6 капель фенолфталеина и крахмального клейстера. Раствор перемешать и залить в электролизер. Опустить в электролизер графитовые электроды и присоединить к выпрямителю. Отметить изменение цвета раствора в анодном и катодном пространстве. Записать уравнение катодного и анодного процессов. Объяснить изменение цвета растворов в катодном и анодном пространстве. Сделать вывод о характере процесса, произошедшего на аноде.

По окончании опыта анод обработать сначала тиосульфатом натрия для полного удаления йода с его поверхности, а затем дистиллированной водой.

Опыт 3. Электролиз раствора сульфата натрия с инертными электродами

В пробирку налить приблизительно 1/2 ее объема раствора сульфата натрия и 1/4 объема нейтрального раствора лакмуса, перемешать и вылить полученный раствор в электролизер. Пропустить через электролизер электрический ток и отметить изменение окраски в обоих коленах электролизера. Составить уравнение катодного и анодного процессов, протекающих при электролизе сульфата натрия. Определить, какие вещества выделяются на катоде и аноде. Объяснить изменение окраски лакмуса в катодном и анодном пространствах.

Опыт 4. Электролиз водного раствора сульфата меди с растворимым анодом

Налить в электролизер 0,5 н. раствор сульфата меди, опустить в него графитовые электроды и пропустить через раствор электрический ток. Через 4–5 мин прекратить электролиз и отметить на катоде образование красного налета меди. Записать уравнения катодного и анодного процессов. Наблюдать, какой газ и в каких количествах выделяется на аноде. Выключив выпрямитель, поменять полюса электродов, вследствие чего электрод, покрывшийся вначале медью, становится анодом. Вновь пропустить

электрический ток. Наблюдать изменения, происходящие на аноде и катоде. Записать уравнения катодного и анодного процессов, протекающих при электролизе сульфата меди с медным анодом.

Опыт 5. Электролиз водного раствора сульфата никеля с растворимым анодом

Налить в электролизер 0,5 н. раствор сульфата никеля (II), опустить в него графитовые электроды и пропустить через раствор электрический ток. Через 4–5 мин прекратить электролиз. Записать уравнения катодного и анодного процессов. Наблюдать выделение газа на аноде. Какой это газ? Выключив выпрямитель, поменять местами полюса электродов. Электрод, покрывшийся вначале опыта никелем, становится анодом. Затем вновь пропустить через раствор электрический ток. Составить уравнения катодного и анодного процессов, протекающих при электролизе сульфата никеля (II) с никелевым анодом.

Контрольные вопросы

1. Что называется электролизом?
2. Нарисуйте схему лабораторного варианта электролизера (электролитической ячейки).
3. Что называется катодом и анодом, какие процессы происходят на катоде и аноде?
4. Какой из металлов: медь, никель, кобальт, цинк – может быть использован в качестве материала для анода в гальваническом элементе?
5. Написать уравнение реакций катодного и анодного процессов, протекающих при электролизе с графитовыми электродами водных растворов: хлорида никеля (II), нитрата кальция, гидроксида натрия, сульфата железа (II), серной кислоты, нитрата серебра.
6. Какие продукты будут выделяться на катоде и аноде на первой стадии электролиза водных растворов на угольных электродах, если в электролизере находится смесь следующих солей: $CuSO_4$ и KCl; $NiSO_4$ и NaCl; $FeCl_3$ и $NaSO_4$; $SnCl_2$ и KI?
7. Написать уравнения реакций, протекающих на электродах при электролизе раствора: сульфата никеля с никелевыми электродами; нитрата серебра с серебряными электродами; хлорида меди с медными электродами.

Библиографический список:

1. Глинка, Николай Леонидович. Общая химия [Текст] : учебник для студентов нехимических специальностей вузов / Глинка, Николай Леонидович ; под ред. В.А. Попкова, А.В. Бабкова. - 18-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011. - 886 с.

Лабораторная работа №8.

«Коррозия металлов и способы их защиты.

Целью работы является ознакомление с процессами, происходящими при электрохимической коррозии металлов, и способами защиты металлов и сплавов от коррозии.

Оборудование и реактивы: пробирки, стеклянные палочки; растворы серной кислоты, соляной кислоты, сульфата меди, гексацианоферрата (III) калия, дихромата калия, хлорида меди, хлорида натрия; уротропин, формалин; медная и стальная проволока, гранулы цинка и олова, стальные и алюминиевые пластинки.

Краткая теория к работе Электрохимическая коррозия – это самопроизвольное разрушение металла при контакте с электролитами, протекающее с возникновением электрического тока.

Процесс разрушения металла – это окислительный процесс, протекающий на аноде. Восстановительный процесс происходит на катоде и называется катодной деполяризацией. В кислой среде деполяризатором является водород, в нейтральной и щелочной средах протекает кислородная деполяризация. Например, коррозия железа в кислой среде:

Анод: $Fe^0 - 2e \rightarrow Fe^{2+}$

Катод: $2H^+ + 2e \rightarrow H_2^0\uparrow$

В щелочной и нейтральной средах процесс химической коррозии выражается следующими превращениями:

A: $Fe^0 - 2e \rightarrow Fe^{2+}$

K: $O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$

Анодное окисление и катодная деполяризация называются первичными коррозионными процессами. Если продукты первичных реакций образуют между собой нерастворимое соединение, происходит вторичный процесс. В данном случае:

$$Fe^{2+} + 2OH^- \rightarrow Fe(OH)_2\downarrow$$

Гидроксид железа (II) легко окисляется кислородом воздуха и образующаяся смесь $Fe(OH)_2$ и $Fe(OH)_3$ представляют собой бурую ржавчину:

$$4\ Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4\ Fe(OH)_3$$

Электрохимическая коррозия может быть усилена, если металл находится в контакте с другим металлом (образуется микрогальванический элемент) или металл содержит примеси других металлов (возникает большое число микрогальванических элементов). Металл с более электроотрицательным значением электродного потенциала будет являться анодом, а значит будет корродировать: $Me^0 - 2e \rightarrow Me^{n+}$.

Другой металл будет катодом и на нем происходит в кислой среде водородная деполяризация, а в нейтральной и щелочной – кислородная деполяризация. В любом случае поток электронов направлен от более активного металла к менее активному. Скорость коррозии тем больше, чем больше разность электродных потенциалов металлов, образующих гальваническую пару.

Одним из факторов, влияющих на скорость электрохимической коррозии сплавов, является образование микрогальванических пар.

Опыт 1. Образование гальванической пары при химических процессах коррозии сплавов

1. В пробирку налить 1–2 мл 2 н. серной кислоты и опустить гранулу цинка. Наблюдать выделение пузырьков водорода на цинковой грануле. Коснуться медной проволокой цинка. Наблюдать, как изменяется интенсивность выделения водорода и на каком из металлов он выделяется. Убрать медную проволоку от цинка и убедиться, что интенсивность выделения водорода снова изменяется. Записать схему гальванического элемента, образующегося при контакте Zn – Cu, и указать направление перехода электронов. Какой металл будет иметь отрицательный заряд и являться катодом для ионов водорода в растворе?

2. В две пробирки налить по 1–2 мл 2 н. серной кислоты. В одну из пробирок прибавить 0,5 мл раствора сульфата меди и в обе пробирки опустить по одной грануле цинка. Наблюдать различную интенсивность выделения водорода в пробирках. Что появилось на поверхности цинка в присутствии сульфата меди? Какова роль соли меди, в присутствии которой водород выделяется интенсивней? Записать уравнение реакции взаимодействия цинка с сульфатом меди.

Опыт 2. Коррозия оцинкованного и луженого железа

В две пробирки налить на 1/2 их объема дистиллированную воду и добавить по 2–3 капли растворов 2 н. серной кислоты и гексацианоферрата (III) калия $K_3[Fe(CN)_6]$. Последний является чувствительным реактивом на ионы Fe^{2+}, с которыми он дает синее окрашивание. Растворы перемешать стеклянной палочкой. Очистить наждачной бумагой две стальные проволочки. Одной плотно обмотать гранулу цинка, другой – гранулу олова и опустить их в приготовленные растворы. Наблюдать через несколько минут помутнение раствора, в который погружена стальная проволочка в контакте с оловом. Как объяснить появление ионов Fe^{+2} в растворе? Представить схемы гальванических элементов в случае контакта Fe – Zn и Fe – Sn. Указать направление движения электронов при коррозии оцинкованного и луженого железа. В каком случае при местном разрушении защитного покрытия будет происходить ржавление железа под остающимся неизменным защитным слоем?

Опыт 3. Испытание коррозийной устойчивости оксидных пленок

Стальную пластинку тщательно очистить наждачной бумагой. Один конец пластинки зажать в держателе штатива, а под другим поместить пламя спиртовки. По мере нагревания пластинки на ней появляются цвета побежалости. После этого пластинку снять с огня и охладить. На охлажденную пластинку через каждые 2 см по длине пластинки налить по капле 0,1 н. раствора сульфата меди. По скорости появления медного пятна судят о защитных свойствах различных участков оксидной пленки, образующейся на металле.

Опыт 4. Оксидирование

Оксидирование стальных изделий проводят двумя способами: мокрым, или химическим, и сухим, который называется еще термическим. Для получения защитных пленок на изделиях из железа наиболее широко применяется химический способ. Химическое оксидирование проводят в растворах щелочных металлов. Нагреть приготовленный для оксидирования раствор до кипения и опустить в него стальные пластинки до появления на изделии красивого черного цвета с синеватым оттенком, после чего пластинки вынуть из раствора, тщательно промыть и испытать на коррозионную устойчивость, как указано в опыте 3. Сравнить защитные свойства оксидированных и неоксидированных пластинок, для чего нанести на их поверхность по капле 0,1 н. раствора сульфата меди.

Опыт 5. Пассивирование алюминия

В стаканчик с небольшим количеством насыщенного раствора дихромата калия $K_2Cr_2O_7$ опустить алюминиевую пластинку, предварительно очищенную наждачной бумагой. Через 3–4 мин осторожно промыть пластинку водой. Промытую пластинку опустить во второй стаканчик с раствором хлорида меди $CuCl_2$ (уровень раствора $CuCl_2$ должен быть выше уровня раствора $K_2Cr_2O_7$). Какая часть пластинки сразу же начинает омедняться? Омеднение какой части задерживается? Объяснить причину.

Опыт 6. Ингибиторы коррозии

В три пробирки налить по 5–6 мл раствора концентрированной соляной кислоты. В первую пробирку добавить немного измельченного уротропина, во вторую – 1–2 мл формалина. Третья пробирка контрольная. В каждую из пробирок опустить по кусочку железной стружки. Наблюдать интенсивность и время появления пузырьков в пробирках. Что называется ингибитором и каково его влияние на процесс коррозии?

Опыт 7. Активаторы, или стимуляторы, коррозии

В две пробирки положить по кусочку алюминия. В одну прилить немного раствора сульфата меди $CuSO_4$. Отметить происходящие явления. В пробирку с раствором сульфата меди добавляют немного кристаллического хлорида натрия. Записать уравнения реакций. Какой ион в данном опыте является стимулятором? Какие стимуляторы еще знаете?

Контрольные вопросы

1. В чем сущность электрохимической коррозии металлов?
2. Как будет влиять на коррозию железа контакт его с алюминием и как с никелем? Ответ мотивировать уравнениями реакций. Указать в каком случае и какой из металлов будет катодом, какой – анодом.
3. Медное изделие покрыто никелем. Будет ли сохраняться защитное действие никеля после повреждения поверхности покрытия? Ответ мотивировать уравнениями реакций.
4. Какой металл будет подвергаться электрохимической коррозии при нарушении сплошности покрытия при следующих условиях: а) цинк покрыт медью;
б) железо покрыто оловом (луженое железо); в) медь – алюминием.
5. Медные листы склепаны алюминиевыми заклепками. Какой из металлов будет корродировать в нейтральной среде? Ответ мотивировать уравнениями реакций.
6. Стальные детали часто хромируют. Как влияет это покрытие на коррозионную устойчивость железных изделий? Что будет происходить при нарушении сплошности хромового покрытия? Какое это покрытие – анодное или катодное?
7. Привести примеры и объяснить сущность анодной и катодной защиты металлов от коррозии.
8. Каков механизм возникновения и протекания электрокоррозии под влиянием блуждающих токов? Каковы способы защиты от этого вида коррозии?

Библиографический список:

1. Глинка, Николай Леонидович. Общая химия [Текст] : учебник для студентов нехимических специальностей вузов / Глинка, Николай Леонидович ; под ред. В.А. Попкова, А.В. Бабкова. - 18-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011. - 886 с.

Лабораторная работа №9.
«Химические свойства металлов»

Цель работы – изучение химических свойств металлов.

Оборудование и реактивы: пробирки, штатив-подставка, стеклянные палочки; растворы гидроксида натрия, соляной кислоты, азотной кислоты, серной кислоты (разбавленные и конц.); металлы: железо, алюминий, свинец, медь, цинк, магний; растворы солей этих металлов.

Краткая теория к работе. Все элементы главных подгрупп I и II групп периодической системы, а также водород и гелий, относят к s-элементам (всего 13 элементов). Электронная структура внешнего энергетического уровня имеет вид ns^1 и ns^2 соответственно.

Все они, кроме *водорода* и *гелия*, являются металлами. Металлы I группы называют *щелочными,* так как они реагируют с водой, образуя щелочи. Металлы II группы, за исключением бериллия и магния, называют *щелочноземельными***.** Франций, завершающий I группу, и радий, завершающий II группу, являются *радиоактивными*.

Химические свойства s-элементов сходны между собой – они легко отдают свои валентные электроны, т.е. являются типичными восстановителями, и образуют ионы с устойчивыми конфигурациями благородных газов. Высокая восстановительная активность щелочных и щелочноземельных металлов проявляется в очень низких значениях их потенциалов (энергий) ионизации (ПИ) и электроотрицательностей (ЭО). Это активные металлы. Сверху вниз по группе их активность увеличивается, так как уменьшаются потенциалы ионизации. Как правило, они образуют соединения с ионным типом связи (кроме водорода – ковалентная связь).

Наиболее характерная степень окисления: +1, +2. У атомов s-элементов второй группы более устойчивая электронная конфигурация, состоящая из заполненного двумя электронами s-подуровня и незаполненного 2p-подуровня.

Опыт 1. Химическая активность металлов (вытеснение одних металлов другими из растворов их солей)

Исходя из активности металлов, их располагают в определенной последовательности (ряд напряжений металлов). Более активный металл (расположенный левее в ряду напряжений) будет вытеснять менее активный из раствора его соли. В растворы солей цинка, железа, свинца и меди опустить металлы: цинк, железо, свинец, медь (каждый металл в раствор соли, кроме своей). Где происходит вытеснение металлов? Соответствуют ли полученные результаты положению металлов в ряду напряжений? Написать уравнения химических реакций.

Опыт 2. Реакции взаимодействия металлов с водой

С водой взаимодействуют металлы, стоящие в ряду активности до железа, с образованием соответствующего гидроксида металла и водорода. Однако эта реакция протекает активно с металлами, стоящими до магния. Остальные металлы, как правило, покрыты оксидными пленками.

Кусочки магния или алюминия опустить в пробирку с водой. Записать наблюдения. Положить в пробирку немного алюминия и взболтать с 3–5 мл воды. Объяснить, почему реакция не идет. Кипятить алюминиевые опилки, добавив в пробирку 2–3 мл разбавленного раствора щелочи. Слить жидкость, несколько раз промыть опилки водой для удаления щелочи и оставить опилки в воде. Через некоторое время происходит выделение пузырьков газа. Составить уравнение реакции взаимодействия алюминия с водой. Указать условие возможности протекания этой реакции.

Опыт 3. Взаимодействие металлов с растворами щелочей

Амфотерные металлы (Zn, Al, Pb, Sn,…) взаимодействуют с растворами щелочей с образованием комплексных соединений и выделением водорода. В пробирки поместить немного Al, Zn, Pb и осторожно прилить разбавленный раствор гидроксида натрия. Что наблюдается? Составить уравнения реакций.

Опыт 4. Получение и свойства гидроксидов амфотерных металлов

1. К раствору соли алюминия в пробирке прилить по каплям раствор гидроксида натрия до образования осадка. Что он собой представляет, каков его цвет? Составить уравнение реакции в молекулярной и ионной форме.

2. Разделить осадок, полученный в опыте, на две пробирки. В одну пробирку прибавить разбавленный раствор соляной кислоты, в другую – раствор щелочи. Что наблюдается? Сделать вывод о химическом характере гидроксида. Составить уравнение реакции в молекулярной и ионной формах, имея в виду, что алюминат образуется в форме гидроксокомплекса.

Опыт 5. Взаимодействие металлов с соляной кислотой

Разбавленная соляная кислота взаимодействует с металлами, расположенными до водорода в ряду напряжений, с выделением водорода. Концентрированная кислота растворяет металлы, стоящие и после водорода (например, медь). В пробирки налить по 2–3 мл 2 н. соляной кислоты. Опустить в каждую пробирку указанные преподавателем кусочки металлов. Отметить наблюдения. Составить уравнения химических реакций.

Опыт 6. Взаимодействие металлов с серной кислотой

Разбавленная серная кислота взаимодействует с металлами, расположенными до водорода в ряду напряжений, с выделением водорода. Концентрированная кислота взаимодействует с металлами, стоящими в ряду напряжений и после водорода (за исключением серебра, золота, платины). В зависимости от активности металла может выделяться либо оксид серы (IV), либо сера, либо сероводород. Повторить предыдущий опыт, заменив соляную кислоту серной кислотой. Сначала опыты проводить с разбавленной (2 н.) H_2SO_4, затем с концентрированной*. Написать уравнения соответствующих реакций.

Опыт 7. Взаимодействие металлов с азотной кислотой

Азотная кислота взаимодействует почти со всеми металлами (за исключением золота, платины, родия, иридия). В зависимости от природы металла и концентрации кислоты продуктами реакции могут быть NH_4NO_3, азот, оксиды азота (N_2O, NO, NO_2). Чем более активный металл взаимодействует с кислотой, тем более глубоко протекает восстановление азота. В две пробирки положить по кусочку меди. В одну из них налить 2–3 мл разбавленной азотной кислоты, в другую 2–3 мл концентрированной кислоты. Какой газ выделяется? Написать уравнения реакций.

В две пробирки положить по кусочку металла (цинк или магний), стоящих в ряду напряжений до водорода, прилить в одну из них 2–3 мл разбавленной азотной кислоты, в другую 2–3 мл концентрированной азотной кислоты. Сделать наблюдения. Написать уравнения реакций.

Контрольные вопросы

1. Перечислите важнейшие физические и химические свойства металлов.
2. Какие металлы относятся к группе щелочных, щелочноземельных, «благородных» металлов, какие металлы называются черными и цветными металлами?
3. Какие металлы взаимодействуют со щелочами, пассивируются в конц. кислотах?
4. Как изменяются металлические свойства элементов в группах и периодах в периодической системе элементов?
5. Алюминиевая пластинка опущена в раствор хлорида никеля и хлорида меди. Какой металл осаждается? Написать уравнение реакции.

Библиографический список:

1. Глинка, Николай Леонидович. Общая химия [Текст] : учебник для студентов нехимических специальностей вузов / Глинка, Николай Леонидович ; под ред. В.А. Попкова, А.В. Бабкова. - 18-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011. - 886 с.

Приложение 1

Произведения растворимости малорастворимых в воде веществ при 25 º С

Вещество	ПР	Вещество	ПР
AgBr	$7{,}7 \cdot 10^{-13}$	CdS	$1 \cdot 10^{-29}$
AgCN	$2{,}0 \cdot 10^{-12}$	$Co(OH)_2$	$2 \cdot 10^{-16}$
AgSCN	$1 \cdot 10^{-12}$	Cu_2S	$2{,}5 \cdot 10^{-50}$
AgCl	$1{,}6 \cdot 10^{-10}$	CuS	$4 \cdot 10^{-38}$
Ag_2CO_3	$6{,}2 \cdot 10^{-12}$	$FeCO_3$	$2{,}5 \cdot 10^{-11}$
Ag_2CrO_4	$4{,}05 \cdot 10^{-12}$	$Fe(OH)_2$	$4{,}8 \cdot 10^{-16}$
AgI	$1 \cdot 10^{-16}$	$Fe(OH)_3$	$4 \cdot 10^{-38}$
$BaCO_3$	$8{,}0 \cdot 10^{-9}$	FeS	$4 \cdot 10^{-19}$
BaC_2O_4	$1{,}7 \cdot 10^{-7}$	Hg_2Cl_2	$2 \cdot 10^{-18}$
$BaCrO_4$	$2{,}3 \cdot 10^{-10}$	$Mg(OH)_2$	$5 \cdot 10^{-12}$
$BaSO_4$	$1{,}1 \cdot 10^{-10}$	MgS	$2{,}0 \cdot 10^{-15}$
$CaCO_3$	$4{,}8 \cdot 10^{-9}$	$Mn(OH)_2$	$4 \cdot 10^{-14}$
CaC_2O_4	$2{,}5 \cdot 10^{-9}$	MnS	$1{,}4 \cdot 10^{-15}$
$CaSO_4$	$6{,}1 \cdot 10^{-5}$	$NiCO_3$	$1{,}4 \cdot 10^{-7}$
$Ni(OH)_2$	$7 \cdot 10^{-14}$	Sb_2S_3	$1{,}0 \cdot 10^{-30}$
$PbCO_3$	$1{,}5 \cdot 10^{-13}$	H_2SiO_3	$1{,}0 \cdot 10^{-10}$
$PbCl_2$	$1{,}7 \cdot 10^{-5}$	SnS	$1 \cdot 10^{-28}$
$PbCrO_4$	$1{,}7 \cdot 10^{-13}$	$SrCO_3$	$1{,}0 \cdot 10^{-9}$
PbI_2	$8{,}7 \cdot 10^{-9}$	SrC_2O_4	$5{,}6 \cdot 10^{-8}$
$Pb(OH)_2$	$2 \cdot 10^{-16}$	$SrSO_4$	$2{,}8 \cdot 10^{-7}$
PbS	$1 \cdot 10^{-29}$	$Zn(OH)_2$	$5 \cdot 10^{-17}$
$PbSO_4$	$2 \cdot 10^{-8}$	ZnS	$8 \cdot 10^{-26}$

Приложение 2

Константы диссоциации кислот и оснований

$$KA \leftrightarrows K^+ + A^- \qquad K_{дис} = \frac{[K^+]\cdot[A^-]}{[KA]}$$

Соединение	Формула	$K_{дис}$
Азотистая кислота	HNO_2	$5{,}1\cdot10^{-4}$
Кремневая кислота	H_2SiO_3	$2{,}2\cdot10^{-10}$ (K_1) $1{,}6\cdot10^{-12}$ (K_2)
Муравьиная кислота	$HCOOH$	$1{,}7\cdot10^{-4}$
Сернистая кислота	H_2SO_3	$1{,}3\cdot10^{-2}$ (K_1) $6{,}3\cdot10^{-8}$ (K_2)
Сероводородная кислота	H_2S	$8{,}9\cdot10^{-8}$ $1{,}3\cdot10^{-13}$
Синильная кислота	HCN	$4{,}9\cdot10^{-10}$
Угольная кислота	H_2CO_3	$4{,}5\cdot10^{-7}$ (K_1) $4{,}7\cdot10^{-11}$ (K_2)
Уксусная кислота	CH_3COOH	$1{,}7\cdot10^{-5}$
Фосфорная кислота (орто)	H_3PO_4	$7{,}6\cdot10^{-3}$ $6{,}2\cdot10^{-8}$ $4{,}4\cdot10^{-13}$
Щавелевая кислота	$H_2C_2O_4$	$5{,}6\cdot10^{-2}$ (K_1) $5{,}1\cdot10^{-5}$ (K_2)
Гидроксид аммония	NH_4OH	$6{,}3\cdot10^{-5}$
Гидроксид бария	$Ba(OH)_2$	$2{,}3\cdot10^{-1}$
Гидроксид кальция	$Ca(OH)_2$	$4{,}3\cdot10^{-2}$ (K_2)
Гидроксид магния	$Mg(OH)_2$	$2{,}5\cdot10^{-3}$ (K_2)
Гидроксид меди	$Cu(OH)_2$	$3{,}4\cdot10^{-7}$ (K_2)
Гидроксид серебра	$AgOH$	$1{,}1\cdot10^{-4}$
Гидроксид хрома	$Cr(OH)_3$	$1{,}02\cdot10^{-10}$ (K_3)
Гидроксид цинка	$Zn(OH)_2$	$4{,}0\cdot10^{-5}$ (K_2)
Гидроксид марганца	$Mn(OH)_2$	$5{,}0\cdot10^{-4}$ (K_2)
Гидроксид никеля	$Ni(OH)_2$	$2{,}5\cdot10^{-5}$ (K_2)
Гидроксид железа	$Fe(OH)_3$	$1{,}35\cdot10^{-12}$ (K_3)
Гидроксид алюминия	$Al(OH)_3$	$1{,}38\cdot10^{-9}$ (K_3)

Приложение 4

Стандартные окислительно-восстановительные потенциалы (φ°)
(ряд напряжений металлов)

Элемент	Электродный процесс	φ°, В
Li	$Li - e \leftrightarrow Li^{+}$	-3,04
Rb	$Rb - e \leftrightarrow Rb^{+}$	-2,95
K	$K - e \leftrightarrow K^{+}$	-2,93
Cs	$Cs - e \leftrightarrow Cs^{+}$	-2,92
Ba	$Ba - 2e \leftrightarrow Ba^{+2}$	-2,90
Sr	$Sr - 2e \leftrightarrow Sr^{+2}$	-2,89
Ca	$Ca - 2e \leftrightarrow Ca^{+2}$	-2,87
Na	$Na - e \leftrightarrow Na^{+}$	-2,71
Mg	$Mg - 2e \leftrightarrow Mg^{+2}$	-2,37
Al	$Al - 3e \leftrightarrow Al^{+3}$	-1,66
Ti	$Ti - 2e \leftrightarrow Ti^{+2}$	-1,63
Mn	$Mn - 2e \leftrightarrow Mn^{+2}$	-1,18
Zn	$Zn - 2e \leftrightarrow Zn^{+2}$	-0,76
Cr	$Cr - 3e \leftrightarrow Cr^{+3}$	-0,74
Fe	$Fe - 2e \leftrightarrow Fe^{+2}$	-0,44
Cd	$Cd - 2e \leftrightarrow Cd^{+2}$	-0,40
Co	$Co - 2e \leftrightarrow Co^{+2}$	-0,28
Ni	$Ni - 2e \leftrightarrow Ni^{+2}$	-0,25
Sn	$Sn - 2e \leftrightarrow Sn^{+2}$	-0,14
Pb	$Pb - 2e \leftrightarrow Pb^{+2}$	-0,13
H	$H2 - 2e \leftrightarrow 2H^{+}$	0,00
Sb	$Sb - 3e \leftrightarrow Sb^{+3}$	+0,20
Bi	$Bi - 3e \leftrightarrow Bi^{+3}$	+0,22
Cu	$Cu - 2e \leftrightarrow Cu^{+2}$	+0,34
Ag	$Ag - e \leftrightarrow Ag^{+}$	+0,80
Hg	$Hg - 2e \leftrightarrow Hg^{+2}$	+0,85
Pt	$Pt - 2e \leftrightarrow Pt^{+2}$	+1,19
Au	$Au - 3e \leftrightarrow Au^{+3}$	+1,50

Список использованной литературы

1. Глинка, Николай Леонидович. Общая химия [Текст] : учебник для студентов нехимических специальностей вузов / Глинка, Николай Леонидович ; под ред. В.А. Попкова, А.В. Бабкова. - 18-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011. - 886 с.
2. Коровин, Николай Васильевич. Общая химия [Текст] : Учебник / Коровин, Николай Васильевич. - 6-е изд. ; испр. - М. : Высшая школа, 2005. - 558 с. : ил.
3. Лидин, Р.А. Справочник по общей и неорганической химии [Текст] / Лидин, Ростислав Александрович. - 2-е изд.; испр. и доп. - М.: КолосС, 2008. - 350 с.
4. Павлов, Н.Н. Общая и неорганическая химия: Учебник для студ. вузов по спец. "Технология продуктов питания", "Защита окружающей среды" / Павлов, Николай Николаевич. - 3-е изд.; перераб. и доп. - М.: Лань, 2011. - 448 с.
5. Хаханина, Татьяна Ивановна. Неорганическая химия [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим специальностям / Хаханина, Татьяна Ивановна, Никитина, Нина Георгиевна, Гребенькова, Валентина Иосифовна. - М. : Юрайт, 2010. - 288 с. - (Основы наук).
6. Хомченко, Г.П. Неорганическая химия [Текст]**:** Учеб.для студентов с.-х.вузов/ Г.П. Хомченко, И.К. Цитович - 2-е изд. перер. и доп. - СПб: ООО «ИТК Гранит»,2009- 464с.
7. Глинка Н.Г. Задачи и упражнения по общей химии/ Глинка Н.Г. // Ленинград, «Химия» - 1985.-262с.
8. Платонов Ф.П. Практикум по неорганической химии / Платонов Ф.П., Дейлова З.Е.//Москва Высш. шк.-1985. – 252с.
9. Практикум по общей химии/ Под редакцией д. х. н. профессора Глебова А.Н., - 5е изд.// Казань, «Экоцентр» - 2006. – 92 с.

Содержание

1. Введение……..…….....3
2. Порядок работы в химической лаборатории……...4
3. Правила безопасности при работе студентов в химической лаборатории……..…4
4. Правила пользования реактивами, посудой……..…..4
5. Оказание первой помощи в лаборатории при несчастных случаях……..……5
6. Оформление лабораторных работ……5
7. Лабораторная работа № 1. «Строение атома. Заполнение энергетических уровней. Описание свойств элементов по положению в П.С.Э.»…….....7
8. Лабораторная работа № 2. «Получение и свойства неорганических веществ»……...11
9. Лабораторная работа № 3. «Скорость химической реакции и факторы, влияющие на нее. Катализ. Смещение химического равновесия».....14
10. Лабораторная работа № 4. «Приготовление растворов с заданной концентрацией»..…17
11. Лабораторная работа №5. «Электролитическая диссоциация. Гидролиз солей»…….19
12. Лабораторная работа №6. «Восстановление перманганат-иона в различных средах …….23
13. Лабораторная работа № 7. «Электролиз растворов электролитов». ……..24
14. Лабораторная работа №8. «Коррозия металлов и способы их защиты»……..…….26
15. Лабораторная работа №9. «Химические свойства металлов»……..……..……...29
16. Приложения……...…….31
17. Список литературы……..34

8Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Рязанский государственный агротехнологической университет

имени П.А. Костычева»

Кафедра селекции и семеноводства, лесного дела и садоводства

Рабочая тетрадь

ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ
ЗАНЯТИЙ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКОЛОГИЯ»
ДЛЯ СТУДЕНТОВ АВТОДОРОЖНОГО ФАКУЛЬТЕТА
ПО НАПРАВЛЕНИЮ
23.03.01 Технология транспортных процессов

Студента _____ группы

_____ факультета

_____

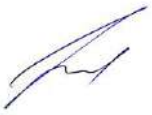
Ф.И.О.

Рязань, 2024

Составитель д.с-х.н., профессор кафедры селекции и семеноводства, лесного дела и садоводства Левин В.И.

Рецензент: д.б.н., профессор Виноградов Д. В.

Рабочая тетрадь рассмотрена и утверждена на заседании кафедры селекции и семеноводства, лесного дела и садоводства
Протокол № 8 «_ 20 _» _марта _ 2024 г.

ведующий кафедрой Фадькин Г.Н. 

Содержание:

	Введение	4
1	Предмет, цели и задачи экологии	5
2	Биосферный комплекс - концепция развития, основные положения и законы	6
3	Основы учения о популяциях	13
4	Биогеоценоз и его организационная структура	15
5	Способы переработки отходов.	22
6	Мониторинг окружающей природной среды	25
7	Определение токсичности почв методом биотестирования	27
	Библиографический список	34

Введение

Рабочая тетрадь для выполнения практических и самостоятельных работ по дисциплине «Экология» разработана с целью закрепления теоретического материала, полученного на лекционном курсе.

В начале практической работы ставятся задачи, которые студенты должны решить в процессе выполнения задания. Исходные данные берутся в лекционном курсе или в учебной литературе.

После оформления работы студент сдает ее на проверку и, после исправлений возможных ошибок, отмеченных преподавателем, получает отметку о выполнении лабораторной работы с указанием даты выполнения и подписи проверяющего.

Тема 1 Предмет, цели и задачи экологии

Отметка о выполнении

_____

дата

_____

Цель работы: Изучить и закрепить теоретический материал по теме: «Изучение истории развития экологии как науки»

Вводные пояснения:

Экология — это наука, изучающая отношения организмов с окружающей средой. В идеале она стремится раскрыть и познать все многообразие взаимодействие между населяющими нашу планету животными, растениями и средой обитания.

Термин «экология» впервые употребил знаменитый немецкий биолог Э.Геккелъ (1834 - 1919) в 1866 г., образовав его от двух греческих слов, означающих в переводе «наука о местообитании». По Э. Геккелю, экология представляет собой науку о «домашнем быте» живых организмов и призвана исследовать «все те замкнутые взаимоотношения, которые Ч. Дарвин условно обозначил как борьбу за существование».

Экологические исследования стали проводиться в начале XX века в связи с возрастающим антропогенным воздействием на биосферный комплекс, год от года они все более развивались, а в последние десятилетия ушедшего века исследования в области экологии стали проводиться по специальной программе в рамках международных соглашений и конвенций по охране и сохранению окружающей среды, важнейшие из них:

• 1972г. Стокгольмская конференция по охране окружающей среды. Провозглашено право человека на чистую окружающую среду и суверенное право государств на эксплуатацию принадлежащих им ресурсов в соответствии с их собственной политикой в области окружающей среды. Государства несут ответственность за обеспечение того, чтобы деятельность в пределах их юрисдикции или контроля не причиняла ущерба окружающей среде других государств или районам за пределами национальной юрисдикции;

• 1985г. Венская конвенция об охране озонового слоя;

• В 1987г. Монреальский протокол о постепенном сокращении, а затем и полном прекращении выпуска озоноопасных хладагентов. Но проблема продолжала

обостряться, и в ноябре 1992 года в Копенгагене на очередной встрече стран - участниц Монреальского протокола была принята более жесткая редакция этого документа;

• 1992г. Базелъская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением;

• 1992г. Рио-де-Жанейро - Конвенция о биологическом разнообразии;

• 1998г. Орхусская конвенция о доступе к экологической информации;

• 1997г. Киотский протокол рамочной конвенции организации объединенных наций об изменении климата;

• 1998г. Роттердамская конвенция о процедуре предварительного обоснованного согласия в отношении отдельных опасных химических веществ и пестицидов в международной торговле;

•2000 г. Картахенский протокол о биологической безопасности.

Выполнение работы:

1. Основная цель экологии.

_____

_____

_____

2. Задачи и значение экологии в современном развитии общества.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

3. Какие уровни организации биологических систем изучает экология?

1._____

2._____

3._____

Тема 2 Биосферный комплекс - концепция развития, основные положения и законы

Отметка о выполнении

_____
дата

_____

Цель работы: изучить основные научные положения развития биосферы по В.И. Вернадскому, законы лимитирующего фактора и толерантности, круговороты азота и фосфора. Самостоятельно заполнить данную работу.

Вводные пояснения:

Учение о биосфере принадлежит к важнейшим теоретическим достижениям человечества. Впервые к понятию «биосферы» (без употребления самого термина) еще в начале XIX в. подошел Ж.Б.Ламарк, в чьих работах можно найти множество геохимических идей. Позднее (1863г.) французский исследователь Э.Реклю применил термин «биосфера» для обозначения области распространения жизни на земной поверхности. В 1875 г. австрийский геолог Э.Зюсс назвал биосферой особую оболочку Земли, включающую совокупность всех организмов, противопоставив ее другим земным оболочкам (атмосфере, гидросфере, литосфере). Начиная с работ Зюсса, биосфера трактуется как совокупность населяющих Землю организмов. Законченное учение, связанное с термином биосфера, было создано русским ученым В.И.Вернадским. В 1926г. идеи В.И.Вернадского были сформулированы в книге «Биосфера», состоящей из двух очерков – «Биосфера и космос» и «Область жизни». Позднее различные стороны биосферного учения В.И.Вернадский рассматривал в статьях и большой монографии «Химическое строение биосферы Земли и ее окружения». Главная мысль этого учения заключается в утверждении, что «...жизнь подчиняет себе другие планетарные процессы, определяет химическое состояние наружной коры нашей планеты. Живые организмы существующие, стареющие и умирающие уже в течение сотен лет порождают всеобщий планетарный процесс - миграцию химических элементов в биосфере, движение

земных атомов… Живое органическое вещество - носитель свободной энергии в биосфере...». Живое вещество - функция биосферы, которая, в свою очередь, преобразована живым веществом.

По подсчетам ученых, живое вещество биосферы образует 1800 тыс. видов, общий объем которых составляет 2488 $м^3$, или 2423 млрд.т. Эта масса живого вещества сосредоточена в 1400 тыс. $км^3$, т.е. в объеме биосферы.

Выполнение работы:

1. Напишите определение биосферы.

_____

_____

_____

2. Изложите кратко основные научные положения развития биосферы по В.И. Вернадскому.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

3. Напишите принципы распространения организмов в биосферном комплексе и укажите для них границы биосферы.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

4. В чем сущность лимитирующего показателя в экологии?

_____

_____

_____

5. Как экологическая валентность связана с эвритопными и стенотопными видами растительного и животного мира?

_____

_____

_____

_____

6. В чем сущность: а) закона толерантности В. Шелфорда

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Поясните записи на графике

Рис.1. Закон В. Шелфорда

7. Раскройте значение экологического гомеостаза, почему гомеостаз для биоических систем носит динамический характер?

_____

_____

_____

_____

_____

_____

8. Что означает термин «среда обитания», какие экологические факторы она включает?

_____

_____

_____

_____

_____

_____

9. Как влияет эдафический фактор на распространение организмов?

10. Опишите по В.И. Вернадскому

а) «биогеохимические циклы»

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

б) функции живого вещества в биосфере.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

11. Опишите и составьте схему:

а) круговорота азота;

_____

_____

_____

_____

б) фосфора;

_____

_____

_____

_____

_____

_____

в) укажите в чем их принципиальное отличие?

_____

_____

_____

Тема 3 Основы учения о популяциях

Отметка о выполнении

_____

— дата

Цель работы: закрепить теоретические знания по теме: «Учения о популяции»

Вводные пояснения:

«Популяция — любая, способная к самовоспроизведению совокупность особей одного вида, более или менее изолированная в пространстве и времени от других аналогичных совокупностей одного и того же вида» (А.М. Гиляров, 1990): Популяция — «ячейка» биоты, которая является основой ее существования: в ней происходит самовоспроизводство живого вещества, она обеспечивает выживание вида, т.е. является элементарной единицей эволюционного процесса, тогда как вид есть его качественный этап. Количественные показатели популяций разделяют на статические и динамические (В.И. Коробкин, Л.В. Передельский, 2006г.)

В XVII в. было установлено, что численность популяций растет по закону геометрической прогрессии, в конце XVIII в. Томас Мальтус выдвинул (1766-1834) теорию о росте численности населения в геометрической прогрессии.

Экспоненциальный рост численности организмов определяется уравнением: $N_t = N_j e^{rt}$,

где: N, — численность популяции в момент времени t; Nj —численность популяции в начальный момент времени t_0; e - основание натурального логарифма (2,7182); rt - показатель, характеризующий темп размножения особей в данной популяции

Экспоненциальный рост возможен, когда r имеет постоянное численное значение, так как скорость роста популяции пропорциональна самой численности:

$$\Delta N/\Delta t = rN, \text{ при } r - const.$$

Таким образом, **экспоненциальный рост численности популяции** – это рост численности её особей в неизменяющихся условиях.

Чтобы рассчитать **скорость роста численности,** необходимо знать «величину **чистой скорости воспроизводства (R),** которая показывает, во сколько *раз увеличивается численность популяции за одно поколение, за время его жизни t.*

$R = N_t / N_1$, где N_t - численность нового поколения; N_1 - численность особей предшествующего поколения (В.И. Коробкин,Л.В., Передельский 2006).

Выполнение работы:

1. Какие статистические и динамические показатели характеризуют состояние популяции на данный момент времени. Раскройте смысл этих терминов.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

2. Приведите определение и формулу расчета удельной рождаемости /смертности/ популяции.

_____

_____

_____

3. Определите скорость рождаемости (ΔN_n) и величину удельной рождаемости (В) за час, если известно, что популяция крупноресничных инфузорий составляла 200 особей, а спустя сутки численность возросла до 1000.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Отметка о выполнении

_____

дата

Тема 4 Биогеоценоз и его организационная структура

Цель работы: закрепить теоретические знания по теме «Биоценоз и его структура»

Вводные пояснения:

Биогеоценоз - основной объект изучения науки биогеоценологии, начало которого было положено выдающимся советским биологом академиком В. Н. Сукачевым в статье «Идея развития в фитоценологии» (Биологические науки, 1942). В этой статье и в ряде последующих работ В. Н. Сукачев изложил основные положения биогеоценологии и дал понятие о биогеоценозе.

Выполнение работы:

1. В состав биогеоценоза входят следующие компоненты:

_____

_____

_____

_____

_____
_____

2. Какие два компонента биогеоценоза, относящиеся к неживой природе, образуют косное единство - экотоп?

_____
_____
_____
_____
_____
_____

В. Н. Сукачев в одной из своих последних работ дал такое определение биогеоценоза: «Биогеоценоз — это совокупность на известном протяжении земной поверхности однородных природных явлений (атмосферы, горной породы, растительности животного мира и мира микроорганизмов, почвы и гидрологических условий, имеющая свою особую специфику взаимодействий этих слагающих ее компонентов и определенный тип обмена веществом и энергией их между собой и с другими явлениями природы и представляющая собой внутреннее противоречивое диалекти-единство, находящееся в постоянном движении, развитии»

Заполните блоки схемы прямых и опосредованных связей между структурными компонентами биогеоценоза.

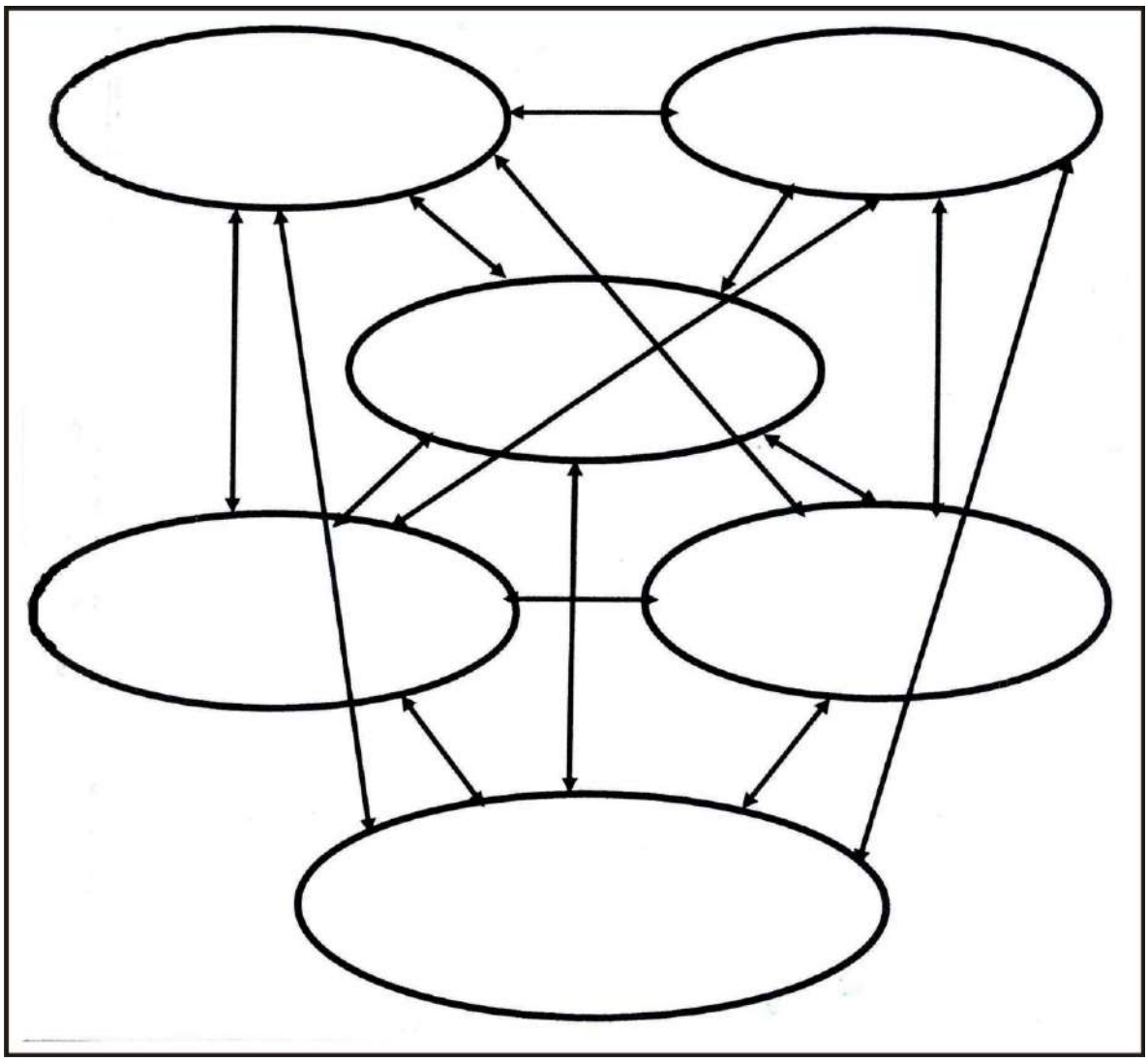


Рис.2. Межкомпонентные связи в биогеоценозе

Выделите на схеме био и геоценоз

4. Напишите современное определение биогеоцеоза.

_____

_____

_____

_____

5. Напишите определение экологической ниши.

_____

_____

_____

6. Что означает термин "местообитание"?

_____

_____

_____

Растительный компонент выступает как аккумулятор лучистой энергии

Солнца, так как зеленые растения, как известно, из углекислоты, минералы солей и воды за счет этой энергии синтезируют первичную биологическую продукцию (растительные жиры, белки, углеводы и т. п.).

7. Составьте схему биологического круговорота и опишите функцию каждого компонента в биосферном комплексе .

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Структурной основой пространственного размещения базовых элементов биогеценоза является растительный компонент – фитоценоз. Относительно равное распределение в пространстве материальных ресурсов явилось причиной того, что для фотосинтеза растения определенных групп ведут «прикрепленный» образ жизни, именно эта экологическая особенность и определяет хорошо выраженное структурное оформление их на ярусы и микрогруппировки.

Растительным же компонентом, как правило, определяются и границы биогеоценоза, так как растительность для живых компонентов (животных, микроорганизмов) служит источником питания, убежищем от врагов и т.и. Косные же компоненты биогеценоза (почва, почвенно-грунтовые воды, местный климат),

напротив, сами служат материальной базой функционирования растительного сообщества и тем самым также пространственно связанны с ним.

Структурные элементы растительного сообщества называются синузиями.

8. Напишите классическое определение синузии.

_____

_____

_____

_____

9. Вертикально обособленные синузии как структурные части фитоценоза в надземной и подземной (почвенной) или водной среде называются _____

В надземной (воздушной) среде яростность фитоценоза определятся размерами, долголетием, формой роста растений, а также отношением их к свету и теплу и влажности воздуха. В подземной же среде ярусное строение фитоценоза обусловлено типом корневой системы растений, отношением их к почвенной влаге и минеральному богатству почвы, а также механическими и химическими свойствами почвы и распределением минеральные веществ по почвенному профилю..

10. Приведите примеры ярусного типа распространения биологических объектов

_____

_____

_____

Расчленение фитоценоза по площади на разнообразные по размерам, флористическому составу, приуроченности к тем или иным элементам микро и нано - .рельефа микрогруппировки – явление достаточно широко распространение в природе. Оно известно под названием **мозаичности сложения фитоценоза** определяется особенностями произрастания и распределения по площади господствующих растений, характером поверхности почвы, начальным этапом формирования

растительного сообщества и т.п., а также агрофитоценозы, представленные посевами и посадками культурных растений.

11.Горизонтально обособленные синузии, как структурные части фитоценоза называются_____.

Кроме того, выделяются разновременные синузии, называемые аспектами, которые представляют собой структурные части фитоценоза во времени обусловлены различным ритмом сезонного и погодичного развития господствующих в фитоценозе растений.

На основе учета горизонтальной неоднородности растительного компонента лесных биогеценозов выделяются горизонтальные структурные элементы геоценоза, названные **парцеллами.**

Например, в ельнике зеленчуково-осоковым выделны следующие парцеллы:

а) елово-зеленчуковая,

б) елово- кисличная,

в) елово- волосисто-осоковая,

г) елово-костянично-моховая,

д) елово-лещиновая,

е) осино-елово-медоничная,

ж) крупнопапоротниковая в «окнах» и др.

Каждая парцелла характеризуется не только отмеченными особенностями флористического состава, но и свойственными ей экологическими режимами – световым, тепловым, режимом увлажнения и минерального питания, продуктивностью и общим запасом фитомассы, количеством и качеством отлагающейся на поверхности почвы органики населения, особенностями состава и численности животного и микробного населения и некоторыми особенностями обмена вещества и энергией.

Парацеллы биогенозов разнообразны. Они подразделяются:

по происхождению на коренные и производственные:

по роли в структуре и обмене веществ – на основе (наибольшие по площади, образующие) и дополняющие – вкрапленные в этот общий фон биогоценоза; по тенденции развития – на устойчивые, прогрессивные (расширяющиеся по площади) и реликтовые, отмирающие в условиях данного биогеоценоза.

12. На основе представленного материала напишите определение парацелы.

_____
_____
_____
_____

Вертикальные и горизонтальные размещение микроорганизмов, составляющих микробный биокомплекс биогеоценоза, определяется биологическими особенностями микроорганизмов, физико-химичскими свойствами среды обитания, составом и структурой растительного составом и структурой растительного компонента – фитоценоза. Значительная концентрация различных групп микроорганизмов отмечается прежде всего в лесной подстилке, степном или луговом войлоке, затем в верхнем и нижнем гипсовом горизонте почвы. Последнее связанно с выделением корнями растений различных физиологически активных и питательных веществ – органических кислот, сахаров, фитонцидов и т.п.

Таким образом, на основе вертикального и горизонтального расчленения фитоценоза происходит размещение и других живых копонентов биогеоценоза животных и микроорганизмов.

В подземной (почвенной) части биогоценозов на основе учета протекающей в ней физико-химических и других процессов следует выделить биогоценотические горизонты.

БГАА – биогеоризонт активной аккумуляции сырой органической массы в виде подстилки, войлока т.п.;

БГА – биогеоризонт аккумуляции гумусовых веществ, соответствующий гумусовому горизонту почвы;

БГИТ- биогеоризонт интенсивного транзита гумусовых и подвижных минеральных соединений и наибольшего обеднения ими (соответствует элювиальному горизонту почвы);

БГВА- биогеоризонт вторичной аккумуляции органно – миниральных соединений изменением их физического состояния (соответствует иллювиальному горизонту почвы);

БГГГ- биогеоризонт глубинного транзита или накопления органических и минеральных соединений, выбывающих из биогеоценотического объмена.

13. Напишите определение биогеценотического обмена.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Тема 5 Способы переработки отходов.

Отметка о выполнении

_____

дата

Цель работы: описать процессы утилизации и очистки различных видов отходов и этапы биологической очистки сточных вод.

Вводные пояснения:

С ростом городов обостряется проблема утилизации отходов городского коммунального хозяйства, среди которых особое место занимает осадок сточных вод (ОСВ), являющийся продуктом многоэтапной обработки бытовых и промышленных сточных вод.

Осадки городских сточных вод становятся в настоящее время все более серьезным источником загрязнения почвы и водоемов. Только на очистных сооружениях городов России их образуется более 100 млн. $м^3$ в год. Из этого количества лишь 10 – 15 % подвергается обработке в соответствии с современными экологическими требованиями и еще меньшая часть (не более 1.5%) утилизируется.

Выполнение работы:

1. Напишите определение рециклинга в различных отраслях промышленности и раскройте принцип ресурсосберегающих технологий.

_____

_____

_____

_____

_____

2. Опишите процессы утилизации и очистки различных видов отходов.
б)компостирование органических отходов;

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Осадков в метантенках;

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Стабилизация осадков.

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Заполните по блокам этапы биологической очистки сточных вод.

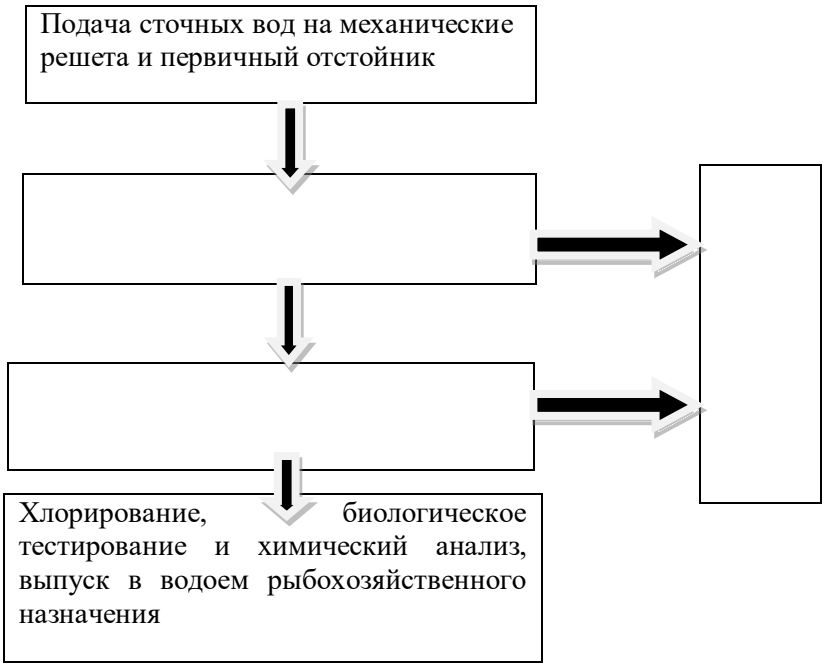


Рис. Схема биологической очистки сточных вод

4. Почему обезвоженный осадок сточных вод является комплексной органно –минеральной субстанцией с высоким энерговещественным потенциалом?

5. Какие экологические проблемы существуют при использовании осадка в удобрительных целях?

Тема 6 Мониторинг окружающей природной среды

Отметка о выполнении

_____

дата

Цель работы: закрепить теоретический материал по теме: «Мониторинг окружающей среды». Составьте схему окружающей организации ЕГСМ (Единая Государственная служба мониторинга),

Вводные пояснения:

Экологический мониторинг – информационная система наблюдений, оценки и прогноза изменений в состоянии окружающей среды, созданная с целью выделения антропогенной составляющей этих изменений на фоне природных процессов.

Выполнение работы:

1. Составьте схему окружающей организации ЕГСМ (Единая Государственная служба мониторинга), опишите структурную взаимосвязь в системе мониторинга, охарактеризуйте основные типы мониторинга ОС.

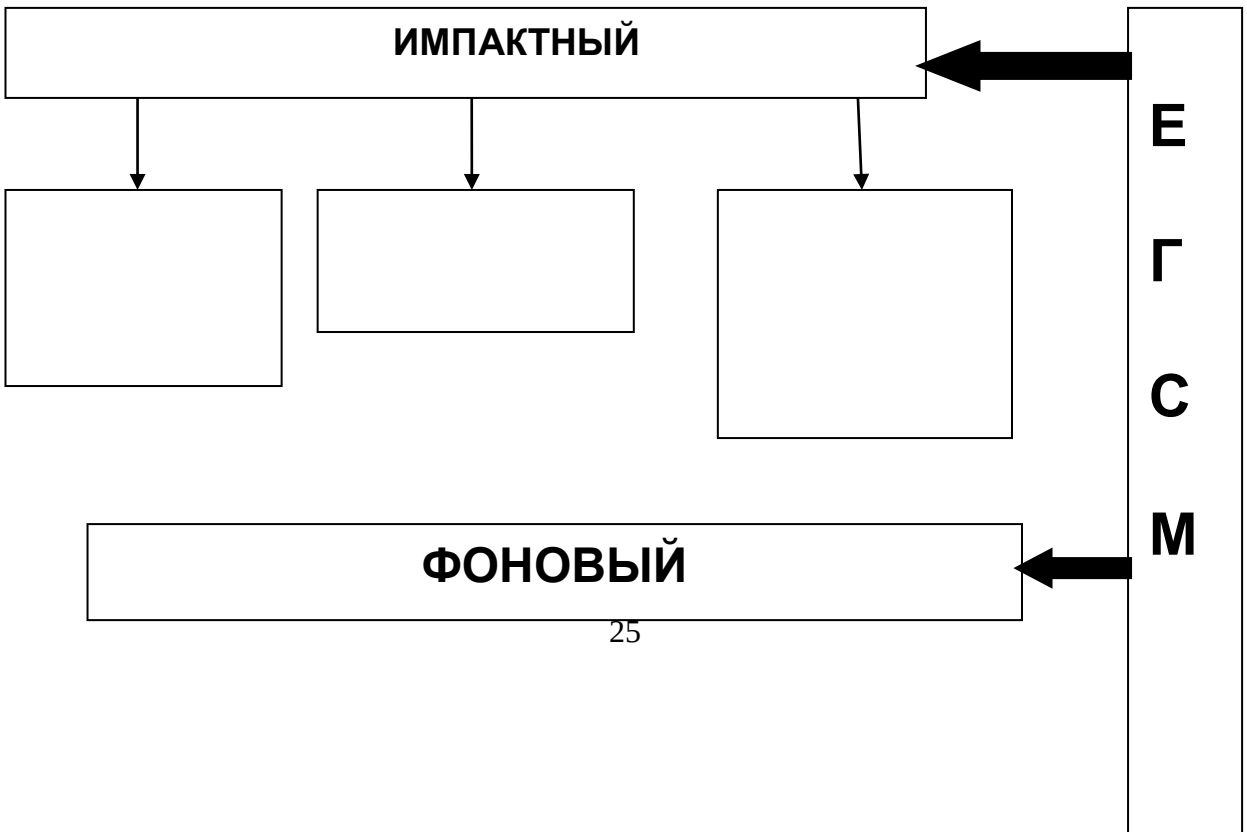




Рис.. Схема организации мониторинга

Подробно напишите, что составляет нормативную оценку качества окружающей среды, в чем сущность метода «контрольных районов»?

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Определение токсичности почв методом биотестирования

Цель работы: Провести биотестирование почвенных образцов на наличие токсикантов с использованием проростков семян редиса розового с белым кончиком.

Материалы и оборудование: семена редиса, чашки Петри, фильтровальная бумага, колбы с дистиллированной водой, образцы почвы, колбы на 250 мл, химические стаканы емкостью 75 мл.

Вводные пояснения:

В настоящее время загрязнение окружающей среды различными химическими препаратами, использующимися в растениеводстве, представляет глобальную проблему, для решения которой требуются значительные усилия. Особую опасность среди химических препаратов представляют пестициды, как наиболее токсичные для живых систем. Однако без этих химических средств, обеспечивающих защиту сельскохозяйственных культур от насекомых -

вредителей, сорняков, болезней, а также уничтожающих переносчиков инвазионных заболеваний человека и животных, невозможно обойтись и использование их будет продолжаться еще многие годы.

Оценка экологических последствий применения химических средств в растениеводстве имеет ряд недостатков. Данные о содержании токсикантов в почве, определенные химическим методом, не всегда несут информацию об их токсичности для организмов. Токсичность - характеристика биологическая. Часто бывает, что химический анализ показывает наличие токсикантов, а токсичность не проявляется, и, наоборот, химический состав не может быть определен, а почва токсична. Продукты метаболизма пестицидных препаратов обладают часто более высокой токсичностью, чем сами препараты. Так, при разложении гептахлора образуется метаболит злоксид, который токсичнее препарата в два раза; хлорофосометаболит ДДБФ, превышающий, токсичность препарата в 7 - 8 раз. Химические данные не показывают влияние трансформации загрязнителей в почве, не дают интегральной оценки вреда, вызываемого суммарной токсичностью, обусловленной остатками препаратов, их метаболитами и метаболитами организмов.

Биотестирование по сравнению с химическим, анализам, методологически более верно. Под биотестированием понимается определение токсичности почвы и продукции по биологическим объектам, в частности по растениям - индикаторам. Слово биоиндикация образовано от греческого «bios- жизнь» и латинского «indicare- указывать». Под биологическим объектами понимаются любые биологические системы на различных уровнях организации живой материи (молекулы органических веществ, клетки, ткани, органы, организмы, популяции, виды, группировки, сообщества организмов), с включением при необходимости косных компонентов (биогеоценозы, почвы, ландшафты). При этом в целях биоиндикации используются генетические, биохимические и физиологические нарушения хромосом, биомембран, органелл, обмена веществ (белков и аминокислот, углеводов, включая фотосинтез; липидов, минерального

и энергетического обменов), активности ферментов и гормонов,-, морфологические- анатомические, биоритмические и но в еден чески е отклонения; флористические, фаунистические, популяционно -динамические, биогеоценотические, ландшафтные изменения.

Показатели биоиндикаторов.

Для выяснения тесноты связи биоиндикаторов с отдельными объектами индикации используют такие показатели:

достоверность;

-распространенность;

- значимость.

Достоверность (Д) и распространенность (Р) — выраженные в долях от единицы или в процентах отношения числа случаев нахождения индикатора на объекте индикации (Т) к общему числу встреч индикатора (R) и индиката(S);

Д = T/R, P = T/S.

Значимость индикатора (Z) устанавливают путем сопоставления показателей его достоверности и распространенности. Количественно она может быть оценена в долях от единицы путем произведения достоверности на распространенность в том же измерении и при необходимости выражена в процентах.

Абсолютные индикаторы встречаются почти исключительно с объектом индикации, и их достоверность и распространенность превышают 90 - 95 %, а значимость - 0,8. У хороших индикаторов эти показатели составляют соответственно 80 - 95, 75 - 90 % и 0,6

0,8, удовлетворительных - 60 - 80, 50 - 75 % и 0,3 -0,6, сомнительных - 50 - 60, 20 - 50 %и 0,1 - 0,3 В ряде случаев целесообразно обращать внимание и на отрицательные индикаторы, распространенные на объектах фона и не встречающиеся или очень редко встречающиеся на объектах индикации.

Классификация биоиндикаторов.

Понятие индикации в большинстве случаев относительно, В частности, ботанические индикаторы, как правило, проявляют свои свойства в пределах определенных природно - территориальных комплексов.

По степени устойчивости связи с индикатором они делятся на:

панареальные (сохраняют связь с индикатором на всей территории ареала);

зональные (имеют индикационное значение в пределах географических зон и подзон),

региональные (сохраняют свое значение в пределах одной или нескольких областей со сходными

физико - географическими условиями);

локальные обнаруживают связь с индикатором в одном физико - географическом районе).

По характеру связи синдикатом индикаторы делятся:

прямые, имеющие непосредственную связь с индикаторами;

косвенные, связанные с индикатором через промежуточное звено.

По степени видимости.

Хорошо и непосредственно видимые индикаторы получили название экзоиндикаторов, а замаскированные и скрытые - эндонндикаторов.

Методы выявления индикаторов и индикационных признаков.

Индикационные признаки и индикаторы выявляют методами пассивного и активного мониторинга.

При пассивном мониторинге в популяциях, группировках, сообществах свободноживущих организмов, (вирусов, бактерий, грибов, лишайников, растений, животных), исследуют их состав, количественные показатели, структуру, видимые и незаметные отклонения от нормы, повреждения, обнаруживающие положительные корреляционные связи с вполне определенными индикатарами, и являющиеся следствием их прямого или косвенного влияния. Широкое распространение получили картографический и дистанционные методы с использованием аэрофото- и космических снимков,

перспективны биохимические и генетические биоиндикационные исследования. К пассивному мониторингу относятся и экспериментальные, в частности, вегетационные опыты, где оценивают биоиндикационные возможности реакций культивируемых организмов на действие различных по интенсивности природных и антропогенных факторов.

При активном мониторинге пытаются обнаружить прежде всего антропогенные стрессовые воздействия на тест - организмах, находящихся в стандартизированных условиях. При этом рекомендуется подвергать действию изучаемых факторов одновременно несколько видов растений или других организмов, различающихся по устойчивости к стрессорам, устанавливать особенности воздействия стрессоров в зависимости от их дозы. В качестве биотестов используются бактерии (особенно кишечная палочка), водоросли (в частности, хлорелла), низшие грибы, инфузории, низшие ракообразные, беззубки, личинки рыб, земноводных, семена редиса, табака.

Круг объектов индикации в последние годы все больше расширяется. К ним относятся индикация климата, геологического строения, горных пород, тектонических движений, форм рельефа, геоморфологических процессов, четвертичных отложений, полезных ископаемых, грунтовых вод, кислотности, засоления, увлажнения, механического состава, динамики почв, состояния и динамики растительности, пастбищной дигрессии, местообитаний животных, загрязнения, почвы, воды, воздуха газообразными неорганическими соединениями, тяжелыми металлами, радионуклидами, пестицидами, нефтепродуктами, мутагенных факторов, эрозионных процессов, состояния экосистем, ландшафтов, сельскохозяйственных земель, появления вредителей и болезней и др.

Наибольшую ценность представляют биоиндикаторы, присутствующие на объекте индикации в большом количестве с высокой достоверностью, отличающиеся однородными свойствами, не требующие больших затрат для их выявления и получения достаточно точных и воспроизводимых результатов,

имеющие диапазоны погрешностей по сравнению с другими методами не более 20 %.

Порядок выполнения работы:

1. Приготовление почвенной вытяжки. 100 г почвы вносят в 250 мл колбу со 100 мл дистиллированной воды (1:1). Колбу закрывают резиновой пробкой и взбалтывают в течение 40 минут, затем почвенную вытяжку фильтруют через складчатые фильтры в чистые колбы.

Закладка опыта.

Отобранные семена по 10 штук помещают в чашки Петри, заливают 10 мл почвенной вытяжки, вносят запас дистиллированной воды в количестве 10 мл. В каждую чашку семена помещают двумя порциями по 5шт.

Учет результатов опыта.

Опыт учитывают на 7 сутки после прорастания семян при комнатной температуре. Измеряют общую длину корней проростков в каждой повторности, учитывая невсхожие семена. Контролем служат семена,, залитые дистиллированной водой или выращенные на чистой почве.

После измерения длины корней в 2 повторностях рассчитывают среднюю длину проросших семян, а также процент снижения их длины по сравнению с контролем. Уменьшение длины корней проростков по отношению к контролю, выраженное в процентах, является показателем наличия токсикантов в почве. Достоверной считается токсичность 20 % и выше. Данные определений заносятся в таблицу 1.

Таблица 1-Анализ результатов опыта.

Варианты	Общее количество семян	Проросло семян, шт.	Всхожесть, %	Общая масса		Средняя масса одного проростка ,г.	Средняя длила проростка, см.
				корней	проростков		

Контроль							
Образец 1.							
Образец 2.							
Образец 3.							

Выводы: По анализу результатов опыта студент делает выводы о наличии токсикантов в почве.

Контрольные вопросы.

1. Дать определение биотестирования.
2. Какие биологические объекты используются в целях биоиидикации ?
3. Какие показатели биоиндикаторов вы знаете. Как проводится их расчет?
4. Какие показатели имеют абсолютные, хорошие, удовлетворительные и сомнительные индикаторы?
5. Дайте классификацию биоиндикаторов по степени устойчивости связи с индикатором?
6. Дайте классификацию биоиндикаторов по характеру связи с индикатором?
7. Как различаются биоиндикаторы по степени видимости?
8. Перечислите методы выявления индикаторов и индикационных признаков?
9. Что такое пассивный мониторинг. Какие методы его вы знаете?
10. Что такое активный мониторинг? Какие объекты в нем используются в качестве биотестов?

Библиографический список

1. Астафьева, О.Е. Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды [Текст]/ О.Е. Астафьева, А.В. Питрюк.-М: Издательский центр «Академия»,2013.- 272 с.
2. Батычко В.Т. Экологическое право [Электронный ресурс]/В.Т. Батычко.-Таганрог., 2009- Режим доступа www.aup.ru
3. Бродский, А.К. Биоразнообразие[Текст] учебник для студ. Учреждений высш. проф.образования/ А.К. Бродский.-М.: Издательский центр «Академия», 2012.-208 с. –(Сер.Бакалавриат).
4. Горелова А А. Экология [Электронный ресурс]/ А.А. Горелова.-М.: Высшая школа.- 2007.-Режим доступа www. alleng.ru
5. Гусйханов М, Раджабов О. Концепции современного естествознания [Электронный ресурс]/М Гуейханов, О. Раджабов.- учебник М.,- Режим доступа www.gumer.info
6. Егоренков, Л.И. Охрана окружающей среды [Текст]: учебное пособие. / Л.И. Егоренков -М.:ФОРУМ; ИНФРА-М, 2013 – 256с.(Бакалавриат)
7. Карпенков С.Х. Экология[Электронный ресурс]: учебник:/ С.Х Карпенков Логос. .: Книгофонд 2014 г.
8. Коробкин, В.И. Экология и охрана окружающей среды[Текст]: учебник./ В.И. Коробкин., Л.В. Передельский -М.: КНОРУС, 2013.- 336 с. (Бакалавриат)
9. Маврищев, В.В. Общая экология [Текст] учебник для студ/В.В. Маврищев.-М.: ИНФРА.,2012-299с.
10. Маликова Т.Ш., Агадуллина А.Х., Николаева С.В. и др. Эколого-экономическая оценка воздействия на окружающую среду[Электронный ресурс]/ Т.Ш. Маликова, А.Х Агадуллина, С.В. Николаева.- учебное пособие по направлению подготовки магистрантов 280200.68 Защита окружающей среды, Уфа: Уфимская

государственная академия экономики и сервиса, БиблиоРоссика 2011

11. Марфенин, Н.Н.Экология [Текст]: учебник для студ. учрежденый высш. проф.образования./ Н.Н. Марфенин-М.: Издательский центр «Академия», 2012.- 512 с. –(Сер.Бакалавриат).
12. Нормирование качества окружающей среды, 2011 [Электронный ресурс]/ Режим доступа www.coolreferat.com
13. Передельский, Л.В. Экология [Электронный ресурс]: электронный учебник/ Л.В.Передельский, В.И.Коробкин, О.Е.Приходченко. – М.: КноРус, 2009.
14. Саркисов О.Р., Любарский Е.Л., Казанцев С.Я. Экологическая безопасность и эколого-правовые проблемы в области загрязнения окружающей среды: учебное пособие[Электронный ресурс]: / О.Р. Саркисов, Е.Л. Любарский, С.Я. Казацев.- Юнити-Дана.: Книгофонд, 2012 г.
15. Стадницкий Г.В. Экология[Электронный ресурс]: Учебник для вузов: / Г.В. стадницкий.-Химиздат.: Книгофонд, 2014 .
16. Тотай А.В. Экология [Текст] учеб пособ для бакалавров /А.В. Тотай .-М.: Издательство Юрайт, 2013- 312с.
17. Тягунова Г.В. Экология. [Электронный ресурс]/ Под редакцией Г. В. Тягунова и Ю. Г. Ярошенко. Учебник-Москва: Логос.: БиблиоРоссика 2013

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

АВТОДОРОЖНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

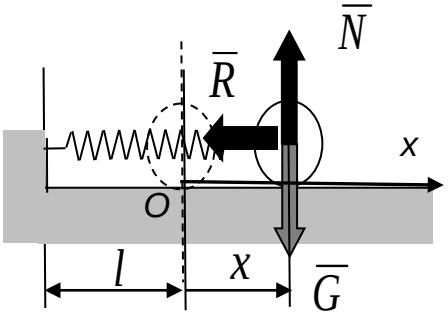
КАФЕДРА «СТРОИТЕЛЬСТВО ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ И МЕХАНИКА»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ

ДЛЯ СТУДЕНТОВ 1 КУРСА ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ «ТЕХНОЛОГИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ».

РАЗДЕЛ «ДИНАМИКА».

Бойко А.И., Кащеев И.И.



РЯЗАНЬ 2024

Составители: к.т.н., доцент Бойко А.И
старший преподаватель Кащеев И.И.

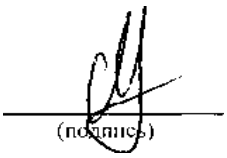
Рецензент:

к.т.н., доцент кафедры СИС и М  Попов А.С.

(подпись)

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры

протокол № 8 от 20 марта 2024 г.

Зав. кафедрой СИС и М д.т.н., профессор  Борычев С.Н.

Содержание

Стр.

1.Тема: «Первая задача динамики» 5

2. Тема: «Вторая задача динамики» 6

3. Тема: «Свободные колебания материальной точки» 7

4. Тема: «Вынужденные колебания материальной точки» 8

5. Тема: «Теорема о движении центра масс системы» 10

6. Тема: «Моменты инерции твердого тела» 11

7. Тема: «Теоремы об изменении количества движения точки и системы» 12

8. Тема: «Момент количества движения точки и кинетический момент механической системы» 14

9. Тема: «Кинетическая энергия материальной точки и системы. Теорема об изменении кинетической энергии» 16

10. Тема: « Динамика вращательного движения твердого тела» 18

11. Тема: «Принцип Даламбера для МТ и МС. Метод кинето-статики. Связи и их уравнения. Принцип возможных перемещений.» 19

12. Тема: «Принцип Даламбера для МТ и МС. Метод кинето-статики. Связи и их уравнения. Принцип возможных перемещений.» 21

13. Тема: Теория удара. Прямой центральный удар двух тел. Потеря кинетической энергии при ударе двух тел. 22

Литература 26

1 ЗАНЯТИЕ

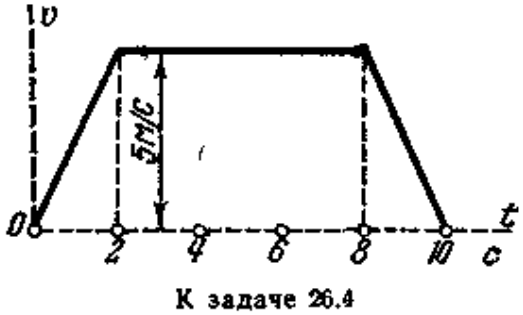
Тема: «Первая задача динамики»

1. Напишите основные аксиомы динамики.
2. Запишите дифференциальные уравнения движения материальной точки в векторном виде, в декартовой прямоугольной системе координат, в естественной системе координат.
3. В чем состоит первая (прямая) задача динамики.

1. Горизонтальная платформа, на которой лежит груз массы 1,02 кг, опускается вертикально вниз с ускорением 4 м/с^2. Найти силу давления, производимого грузом на платформу во время их совместного спуска.

Ответ: 5,92 Н.

2. При подъеме клетки лифта график скоростей имеет вид, изображенный на рисунке Масса клетки 480 кг. Определить натяжение T_1, T_2,T_3 каната, к которому привешена клетка, в течение трех промежутков времени: 1) от $t = 0$ д $t = 2$ с; 2) от $t = 2$ до $t = 8$ с и 3) от $t = 8$ с до $t = 1$



К задаче 26.4

Ответ: T_1= 5904 Н, T_2 = 4704 Н, T_3 = 3504 Н.

3. Автомобиль массы 1000 кг движется по выпуклому мосту со скоростью v = 10 м/с. Радиус кривизны в середине моста $\rho = 50$м. Определить силу давления автомобиля на мост, в момент прохождения его через середину моста.

Ответ: 7800 Н

4.Поршень двигателя внутреннего сгорания совершает горизонтальные колебания согласно закону $x = r\left(\cos\omega t + \frac{r}{4l}\cos 2\omega t\right)\tilde{n}\grave{\imath}$, где r – длина кривошипа, l – длина шатуна, ω – постоянная по величине угловая скорость вала. Определить наибольшее значение силы, действующей на поршень, если масса последнего М.

Ответ: $P = Mr\omega^2\left(1+\frac{r}{l}\right)$.

5. Движение материальной точки массы 0,2 кг выражается уравнениями x = 3cos2πt см, y = 4sinπt см (t в с). Определить проекции силы, действующей на точку, в зависимости от ее координат.

Ответ: X = – 0,0789x Н, Y = – 0,0197yН.

6. Шарик, масса которого равна 100 г, падает под действием силы тяжести и при этом испытывает сопротивление воздуха. Движение шарика выражается уравнением

$x=4,9t – 2,45(1– e^{-2t})$,

где x – в метрах, t – в секундах, ось Ox направлена по вертикали вниз. Определить силу сопротивления воздуха R и выразить ее как функцию скорости шарика.

Ответ: $R = 0,98(1 – e^{-2t})Н = 0,2v$ Н.

1 ЗАНЯТИЕ
Тема: «Вторая задача динамики»

1. Формулировка второй (обратной) задачи динамики.
2. Что понимается под начальными условиями.
3. Методика (этапы) решения второй задачи динамики.

7. Тяжелое тело спускается по гладкой плоскости, наклоненной под углом 30° к горизонту. Найти, за какое время тело пройдет путь 9,6 м, если в начальный момент его скорость равнялась 2 м/с.

Ответ: 1,61 с.

8. Тело массы m вследствие полученного толчка прошло по негладкой горизонтальной плоскости за 5 с расстояние s = 24,5 м и остановилось, Определить коэффициент трения f.

Ответ: f = 0,2.

9. Тяжелая точка поднимается по негладкой наклонной плоскости, составляющей угол α= 30° с горизонтом. В начальный момент скорость точки равнялась v0 = 15 м/с. Коэффициент трения f = 0,1. Какой путь пройдет точка до остановки? За какое время точка пройдет этот путь?

Ответ: s = 19,57 м, t = 2,61 с.

10. Найти наибольшую скорость падения шара массы 10 кг и радиуса r = 8 см, принимая, что сопротивление воздуха равно R=kσv2, где v – скорость

движения, σ – площадь проекции тела на плоскость, перпендикулярную направлению его движения, и k — численный коэффициент, зависящий от формы тела и имеющий для шара значение 0,24 Н-с2/м4.

Ответ: $v_{max} = 142,5$ *м/с.*

11. Подводная лодка, не имеющая хода, получив небольшую отрицательную плавучесть p, погружается на глубину, двигаясь поступательно. Сопротивление воды при небольшой отрицательной плавучести можно принять пропорциональным первой степени скорости погружения и равным kSv, где k – коэффициент пропорциональности, S – площадь горизонтальной проекции лодки, v – величина скорости погружения. Масса лодки равна M. Определить скорость погружения v, если при t = 0 скорость v0 = 0.

Ответ:

$$v = \frac{p}{kS}\left(1 - e^{-\frac{kS}{M}t}\right).$$

12. При условиях предыдущей задачи определить путь z, пройденный погружающейся лодкой за время T.

Ответ: $$z = \frac{p}{kS}\left[T - \frac{M}{kS}\left(1 - e^{-\frac{kS}{M}T}\right)\right].$$

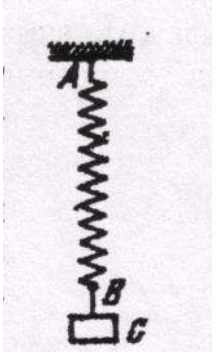
2 ЗАНЯТИЕ

Тема: «Свободные колебания материальной точки»

1. Дифференциальное уравнение свободных колебаний в среде без сопротивления и с сопротивлением.
2. Решение дифференциальных уравнений свободных колебаний:

Случаи n = 0, n<k, n = k, n>k.

3. Формула связи частоты **k** и периода **T** колебаний.
4. Формулы декремента и логарифмического декремента затухания.
5. Выражения произвольных постоянных через начальные условия.
6. Формулы амплитуды и начальной фазы колебаний.



13. Пружина AB, закрепленная одним концом в точке A, такова, что для удлинения ее на 1 м необходимо приложить в точке B при

статической нагрузке силу 19,6 Н. В некоторый момент к нижнему концу В недеформированной пружины подвешивают гирю С массы 0,1 кг и отпускают ее без начальной скорости. Пренебрегая массой пружины, написать уравнение дальнейшего движения гири и указать амплитуду и период ее колебаний, отнеся движение к оси, проведенной вертикально вниз из положения статического равновесие гири.

Ответ: x = -0,05cos14t м, a = 5 см, T = 0,45 с.

К задаче 13

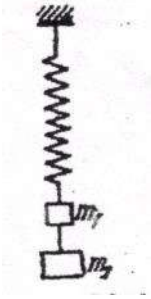


14. При равномерном спуске груза массы М = 2 т со скоростью v = 5 м/с произошла неожиданная задержка верхнего конца троса, на котором опускался груз, из-за защемления троса в обойме блока. Пренебрегая массой троса, определить его наибольшее натяжение при последующих колебаниях груза, если коэффициент жесткости троса $4 \cdot 10^6$ Н/м.

Ответ: 466,8 кН.

К задаче 14

15. Груз Q, падая с высоты h = 1 м без начальной скорости, ударяется об упругую горизонтальную балку в ее середине; концы балки закреплены. Написать уравнение дальнейшего движения груза на балке, отнеся движение к оси, проведенной вертикально вниз из положения статического равновесия груза на балке, если статический прогиб балки в ее середине при указанной нагрузке равен 0,5 см; массой балки пренебречь.

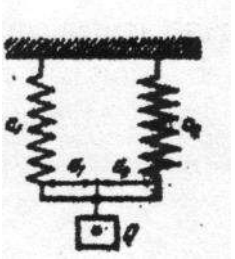


Ответ: x = (- 0,5 cos 44,3t +10 sin 44,3t) см.

16. К пружине, коэффициент жесткости которой, равен с = 19,6 Н/м, были подвешены два груза с массами m_1 = 0,5 кг и m_2 = 0,8 кг. Система находилась в покое в положении статического равновесия, когда груз m_2 убрали. Найти уравнение движения, частоту, круговую частоту и период колебаний оставшегося груза. *Ответ: x = 0,4cos6,26t м; f = 1 Гц, k = 2π рад/с, T = 1 с.*

К задаче 16

17.Определить период свободных колебаний груза массы m, прикрепленного к двум параллельно включенным пружинам, и коэффициент жесткости пружины, эквивалентной данной двойной пружине,



если груз расположен так, что удлинения обеих пружин, обладающих заданными коэффициентами жесткости c_1 и c_2 одинаковы.

К задаче 17

3 ЗАНЯТИЕ

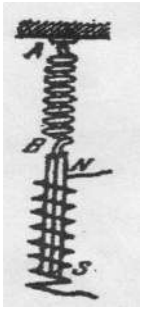
Тема: «Вынужденные колебания материальной точки»

1. Дифференциальные уравнения движения материальной точки в среде с сопротивлением и без сопротивления в ненормированном виде при гармонической возмущающей силе.
2. Общее решение линейного дифференциального неоднородного уравнения второго порядка.
3. Формулы амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик.
4. Формула коэффициента динамичности.
5. Условие наличия резонансного типа амплитудно-частотной характеристики.
6. Формулы резонансной частоты и максимальной амплитуды.
7. Резонанс при отсутствии сопротивления среды (решение дифф. уравнения, амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики.).

18. Определить уравнение прямолинейного движения точки массы m, находящейся под действием восстанавливающей силы Q = - cx и силы F = αt. В начальный момент точка находится в положении статического равновесия и скорость ее равна нулю.

Ответ: $x = \frac{\alpha}{mk^2}(kt - \sin kt)$, *где* $k = \sqrt{\frac{c}{m}}$

К задаче 19

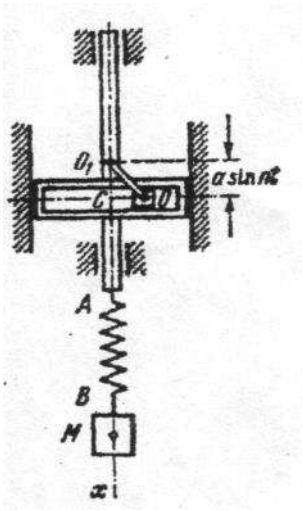


19. На пружине, коэффициент жесткости которой c = 19,6 Н/м, подвешен магнитный стержень массы 100 г. Нижний конец магнита проходит через катушку, по которой идет переменный ток i = 20 sin 8πt. Ток, идет с момента времени t = 0, втягивая стержень в соленоид; до этого момента магнитный стержень висел на пружине неподвижно. Сила взаимодействия между магнитом и катушкой определяется равенством F = 0,016 πI Н. Определить вынужденные колебания магнита.

Ответ: x = -2,3 sin 8 πt см.

20. В условиях предыдущей задачи найти уравнение движения магнитного стержня, если его подвесили к концу нерастянутой пружины и отпустили без начальной скорости.

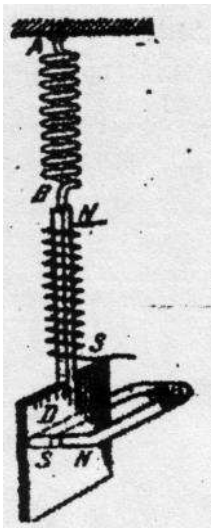
Ответ: x = -5cos14t + 4,3sin14 t -2,3sin8π t см.



21. Гиря М подвешена на пружине АВ, верхний конец которой совершает гармонические колебания по вертикальной прямой амплитуды а и частоты я, так что O_1C = asint см. Определить вынужденные колебания гири М при следующих данных: масса гири равна 400 г, от действия силы 39,2 Н пружина удлиняется на 1 м, а = 2 см, n = 7 рад/с.

Ответ: x = 4 sin 7t см.

К задаче 21



22. На пружине, коэффициент жесткости которой c = 19,6 Н/м, подвешены магнитный стержень массы 50 г, проходящий через соленоид, и медная пластинка массы 50 г, проходящая между полюсами магнита. По соленоиду течет ток i = 20sin8πt А, который развивает силу взаимодействия с магнитным стержнем 0,016πi Н. Сила торможения медной пластинки вследствие вихревых токов равна $kv\Phi^2$, где k = 0,001, $\hat{O} = 10\sqrt{5}$Вб и *v* - скорость пластинки в м/с. Определить вынужденные колебания пластинки.

К задаче 22

Ответ: x =0,022 sin (8π t - 0,91л) м.

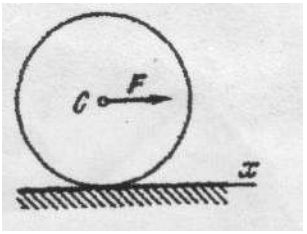
4 ЗАНЯТИЕ

ТЕМА: « Теорема о движении центра масс системы»

1. Свойства внутренних сил механической системы.
2. Формулы расчета положения центра масс системы, его скорости и ускорения в векторной и координатной формах.

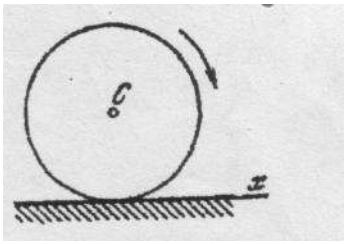
3. Дифференциальные уравнения движения механической системы.
4. Теорема о движении центра масс механической системы.
5. Закон сохранения движения центра масс.

23. Колесо катится со скольжением по горизонтальной прямой под действием силы F, изображенной на рисунке. Найти закон движения центра масс C колеса, если коэффициент трения скольжения равен *f,* а F = *5fP*? где P – вес колеса. В начальный момент колесо находилось в покое.



Ответ: $x_c=2fgf^2$.

К задаче 23



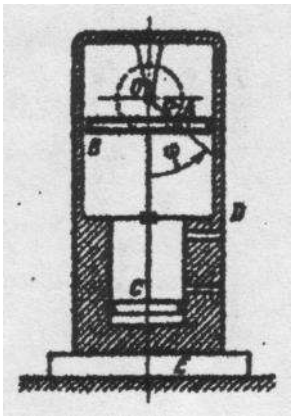
24.Колесо катится со скольжением по горизонтальной прямой под действием приложенного к нему вращающего момента. Найти закон движения центра масс C колеса, если коэффициент трения скольжения равен f. В начальный момент находилось в покое.

К задаче 24

Ответ: $x_c=fgt_2/2$.

25. Определить силу давления на грунт насоса для откачки воды при его работе вхолостую, если масса неподвижных частей корпуса D и фундамента E равна M_1 масса кривошипа OA = a равна M_2, масса кулисы B и поршня C равна M_3. Кривошип OA, вращающийся равномерно с угловой скоростью ω, считать однородным стержнем.

Ответ: $N=(M_1+M_2+M_3)g+\frac{a\omega}{2}(M_2+2M_3)\cos\omega t.$



К задаче 25

26. Ножницы для резки металла состоят из кривошипно-ползунного механизма OAB, к ползуну B которого прикреплен подвижный нож. Неподвижный нож укреплен на фундаменте C. Определить давление фундамента на грунт, если длина кривошипа *r*, масса кривошипа M_1 длина шатуна *l*, масса ползуна B с подвижным ножом M_2, масса фундамента C и корпуса D равна M_3. Массой шатуна пренебречь. Кривошип OA равномерно вращающийся с угловой скоростью ω, считать однородным стержнем.

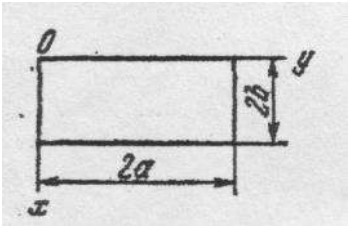
Указание. Выражение $\sqrt{1-(r/l)^2\sin^2\omega t}$ следует разложить в ряд и отбросить все члены ряда, содержащие отношение *r/l* в степени выше второй.

Ответ: $N=(M+M+M)g+\frac{r\omega^2}{2}\left[(M+2M)\cos\omega t+2M\frac{r}{l}\cos 2\omega t\right].$

4 ЗАНЯТИЕ
Тема: «Моменты инерции твердого тела»

1.Напишите выражения моментов инерции твердого тела относительно точки, оси, плоскости, а также центробежного момента инерции.

2. Выражение радиуса инерции тела при известном его моменте инерции и массе.
3. Формулы взаимосвязи между моментами инерции относительно точки, оси и плоскости.
4. Значения моментов инерции: стержня относительно оси, проходящей перпендикулярно стержню через его центр и край, пластины относительно осей симметрии и ее краев, круга относительно оси, проходящей через его центр перпендикулярно плоскости круга и относительно диаметра, цилиндра относительно его центральной оси, шара относительно оси, проходящей через его центр.
5. Теорема Штейнера-Гюйгенса (формула).
6. Момент инерции твердого тела относительно произвольной оси (формула).
7. Определение главной и главной центральной оси инерции.
8. Формула момента инерции твердого тела относительно произвольной оси в случае, когда оси координат совпадают с осями эллипсоида инерции.

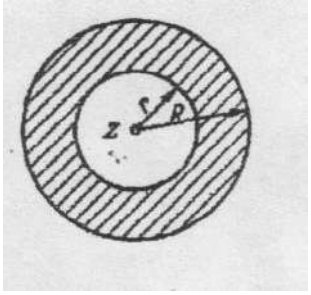


27. Вычислить осевые J_x и J_y моменты инерции изображенной на рисунке однородной прямоугольной пластинки массы M относительно осей x и y.

Ответ: $J_x = 4/3\ Ma_2$, $J_y = 4/3\ Mb_2$.

К задаче 27

28. В тонком однородном круглом диске радиуса R высверлено концентрическое отверстие радиуса *r*. Вычислить момент

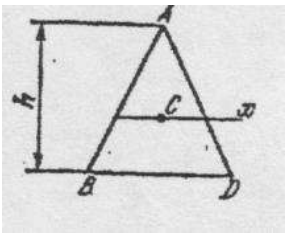


К задаче 28

инерции этого диска массы M относительно оси z, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости диска.

Ответ: $J_z = \frac{M}{2}\left(R^2 + r^2\right)$.

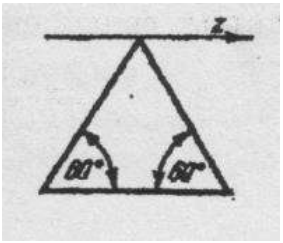
29. Вычислить момент инерции тонкой однородной пластинки массы M, имеющей форму равнобедренного треугольника с высотой h, относительно оси, проходящей через ее центр масс C параллельно основанию.



К задаче 29

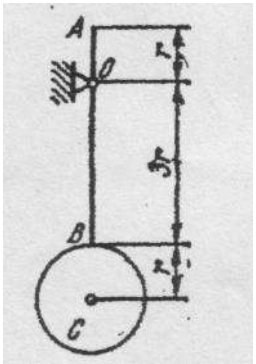
Ответ: $\frac{1}{18}Mh^2$.

30. Однородная металлическая пластинка выполнена в виде равностороннего треугольника. Масса пластинки равна M, l – длина ее стороны. Вычислить момент инерции пластинки относительно оси z, проходящей через ее вершину параллельно основанию.



К задаче 30

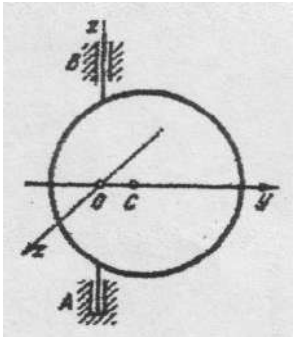
Ответ: $I_z = \frac{3}{8}Ml^2$.



31. Маятник состоит из тонкого однородного стержня AB массы M_1, к концу которого прикреплен однородный диск, C массы M_2. Длина стержня равна $4r$, где r - радиус диска. Вычислить момент инерции маятника относительно его оси привеса O, перпендикулярной плоскости маятника и отстоящей на расстоянии rот конца стержня.

Ответ: $\frac{14M_1 + 99M_2}{6}r^2$.

К задаче 31.



К задаче 32

32. Однородный круглый диск массы M и радиуса *r* прикреплен к оси AB, отстоящей от центра масс C на расстоянии OC = *r*/2. Вычислить осевые и центробежные моменты инерции диска.

Ответ: $J_z = \frac{3}{4}Mr^2, J_y = \frac{Mr^2}{4}, J_z = \frac{Mr^2}{2}, J_{xy} = J_{xz} = J_{yz} = 0.$

5 ЗАНЯТИЕ

Тема: «Теоремы об изменении количества движения точки и системы»

1. Выражение количества движения материальной точки.
2. Выражения элементарного и полного импульса силы (переменной и постоянной).
3. Теорема об изменении количества движения материальной точки в векторной, дифференциальной и интегральной форме. Скалярные формулы.
4. Выражения количества движения системы (их две).
5. Теорема об изменении количества движения системы в вертикальной дифференциальной и интегральной форме. Скалярные формулы.
6. В каких случаях количество движения системы остается постоянным? В каких случаях проекция количества движения системы на какую-либо координатную ось остается постоянной?
7. Теорема Эйлера (применение теоремы об изменении количества движения системы к движению жидкости, газа).

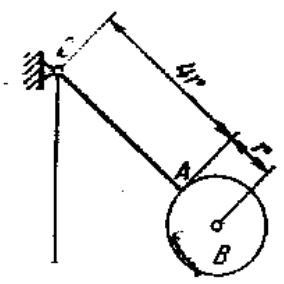
32. Поезд массы $4 \cdot 10^5$ кг входит на подъем i = tgα = 0,006 (где α — угол подъема) со скоростью 15 м/с. Коэффициент трения (коэффициент суммарного сопротивления) при движении поезда равен 0,005. Через 50 с после входа поезда на подъем его скорость падает до 12,5 м/с. Найти силу тяги тепловоза.

Ответ: 23 120 Н.

33.Каков должен быть коэффициент трения f колеса заторможенного автомобиля о дорогу, сели при скорости езды *v*= 20 м/с он останавливается через 6 с после начала торможения.

Ответ: f = 0,34.

К задаче 34



34.Определить главный вектор количеств движения маятника, состоящего из однородного стержня *OA*м длины *4r*и однородного диска *B* массы M_2, радиуса *r*, ес

угловая скорость маятника в данный момент равна ω.

Ответ: Главный вектор количества движения направлен

Перпендикулярно стержню *OA* и по модулю равен $(2M_1 + 5M_2)r\omega$.

35. Масса ствола орудия равна 11 т. Масса снаряда равна 54 кг. Скорость

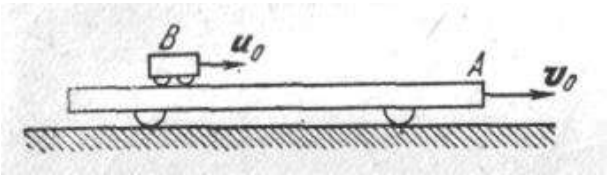
снаряда у дульного среда V_0= 900 м/с. Определить скорость свободного отката ствола орудия в момент вылета снаряда.

Ответ: Скорость отката ствола орудия равна 4,42 м/с и направлена в сторону, противоположную движению снаряда.

36. Граната массы 12 кг, летевшая со скоростью 15 м/с, разорвалась в воздухе на две части. Скорость осколка массы 8 кг возросла в направлении движения до 25 м/с. Определить, скорость второго осколка.

Ответ: 5 м/с в направлении, противоположном движению первого осколка.

37. По горизонтальной платформе *A,* движущейся по инерции со скоростью Vo, перемещается тележка *B* спостоянной относительной скоростью U_0. В некоторый момент времени тележка была заторможена. Определить общую скорость Vплатформы с тележкой после ее остановки , если *M* — масса платформы, а m – масса тележки.



К задаче 37

Ответ: $V = V_0 + \frac{m}{M+m}U_0$

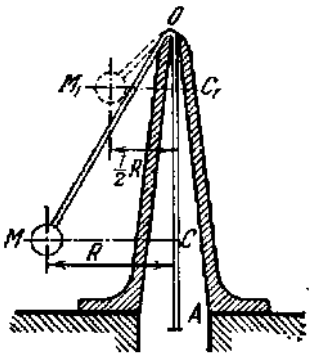
6 ЗАНЯТИЕ

Тема: «Момент количества движения точки и кинетический момент механической системы»

1. Момент количества движения точки – векторная формула.
2. Проекции момента количества движения точки на оси координат.
3. Кинетический момент механической системы (главный момент количества движения системы) – векторная формула.
4. Проекции кинетического момента на оси координат.

5. Кинетический момент твердого тела относительно неподвижной оси вращения.
6. Теорема об изменении момента количества движения точки.
7. Теорема об изменении кинетического момента системы.
8. Законы сохранения кинетического момента системы.
9. Дифференциальное уравнение колебаний физического маятника. Формула частоты колебаний.

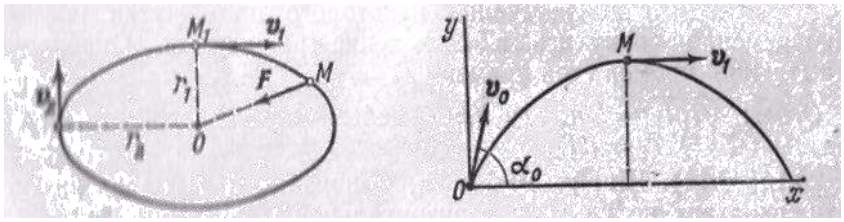
38.Гирьки *М*привязана к концу нерастяжимой нити *МОА,* часть которой*ОА* пропущена через вертикальную трубку; и вокруг оси трубки по окружности радиуса *МС=R*, делая 120 об/мин. Медленно втягивая нить *ОА* в трубку, укорачивают наружную часть нити до длины OM_1, при которой описывает окружность радиусом R/2. Сколько оборотов в минуту делает гирька по этой окружности?



К задаче 38

Ответ: 480 об/мин.

39.Точка М движется вокруг неподвижного центра под действием силы притяжения кэтому центру.



К задаче 39 К задаче 40

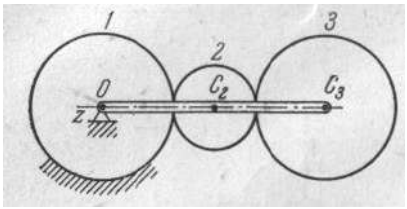
Найти скорость V_2 в наиболее удаленной от центра точке траектории, если скорость точки в наиболее близком к нему положении v_1== 30 см/с, аr_2 в пять раз больше r_1.

Ответ: v_2 =6 см/с.

40. Найти импульс равнодействующей всех сил, действующих на снаряд за время, когда снаряд из начального положения *О* переходит в наименьшее положение *М*. Дано:v_0=500 м/с; $\alpha_0=60^0$; v_1=200 м/с; масса снаряда 100 кг.

Ответ: Проекции импульса равнодействующей: Sx=–5000Нс, Sy=–43300Нс.

41. Вычислить главный момент количеств движения планетарной передачи относительно неподвижной оси z, совпадающей с осью вращения кривошипа OC_3. Неподвижное колесо 1 и подвижное колесо 3 – одинакового радиуса r. Масса колеса равна m. Колесо 2 массы m_2 имеетрадиус r_2. Кривошип вращается с угловой скоростью, проекция которой на ось z равна ω_z. Массой кривошипа пренебречь. Колеса считать однородными дисками.



Ответ: $L_{0z} = \dfrac{m_2(2r+3r_2)+8m(r+r_2)}{2}(r+r_2)\omega_z$. *К задаче 41*

42.Натяжения ведущей и ведомой ветвей ремня, приводящего во вращение шкив радиуса*r*= 20 см, массы

M = 3,27 кг, соответственно равны: T_1 = 100 Н, T_2= 50 II. Чему должен быть равен момент сил сопротивления для того, чтобы шкив вращался с угловым ускорением ε=1,5 рад/с^2? Шкив считать однородным диском.

Ответ: 9,8 Н ·м.

43.Твердое тело, находившееся в покое, приводится вовращение вокруг неподвижной вертикальной оси постоянным моментом, равным *M:* при этом возникает момент сил сопротивления M_1, пропорциональный квадрату угловой скорости вращения твердого тела:

M_1= αω^2. Найти закон изменения угловой скорости, момент инерции твердого тела относительно оси вращения равен J.

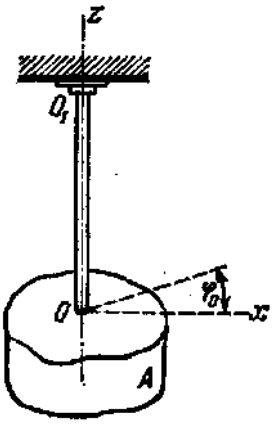
Ответ: $\omega = \sqrt{\dfrac{M}{\alpha}}\dfrac{e^{\beta t}-1}{e^{\beta t}+1}$, где $\beta = \dfrac{2}{J}\sqrt{\alpha M}$.

44. Решить предыдущую задачу в предположении, что момент сил сопротивления M_1 пропорционален угловой скорости вращения твердого тела: $M_1 = \alpha\omega$.

Ответ: $\omega = \dfrac{M}{\alpha}\left(1-e^{-\alpha t/J}\right)$.

45. Для определения момента инерции J_z тела *A* относительно вертикальной оси O_z его прикрепили к упругому вертикальному стержню OO_1, закрутили этот стержень, повернув тело *A* вокруг оси O_z на малый угол φ_0, и отпустили; период возникших колебаний оказался равным T_1, момент сил упругости относительно оси O_z равен m_z = -cφ. Для определения коэффициента *c* проделали второй опыт; на стержень в точке О был надет однородный круглый диск радиуса *r*массы *M,* и тогда период колебаний оказался равным T_2. Определить момент инерции тела J_z.

Ответ: $J_z = \dfrac{Mr^2}{2}\left(\dfrac{T_1}{T_2}\right)^2$



К задаче 45.

7 ЗАНЯТИЕ

Тема: «Кинетическая энергия материальной точки и системы. Теоремы об изменении кинетической энергии МТ и МС »

1. Кинетическая энергия материальной точки (формула).
2. Кинетическая энергия материальной системы (формула).
3. Теорема Кенига.
4. Кинетическая энергия твердого тела:
   а) при поступательном движении,
   б) при вращательном движении,
   в) при плоском движении.
5. Теорема об изменении кинетической энергии точки в дифференциальной и интегральной форме.
6. Теорема об изменении кинетической энергии системы в дифференциальной и интегральной форме.



К задаче 46

46. Тело *K* находится на шероховатой наклонной плоскости в покое. Угол наклона плоскости к горизонту α иf_0>tgα, где f_0 - коэффициент трения покоя. В некоторый момент телу сообщена начальная скоростьv_0,направленная вдоль плоскости вниз. Определить путьs, пройденный телом до остановки, если коэффициент трения при движении равен f.

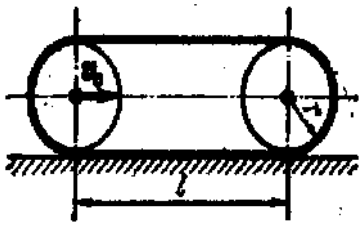
Ответ: $s = \dfrac{v_0^2}{2g(f\cos\alpha - \sin\alpha)}$.

47. По наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол 30°, спускается без начальной скорости тяжелое тело; коэффициент трения равен 0,1. Какую скорость будет иметь тело, пройдя 2 м от начала движения?

Ответ: 4,02 м/с.

48. Брус начинает двигаться с начальной скоростьюv$_0$по горизонтальной шероховатой плоскости и проходит до полной остановки расстояниеs. Определить коэффициент трения скольжения, считая, что сила трения пропорциональна нормальному давлению.

Ответ: $f = v_0^2/(2gs)$.



К задаче 49

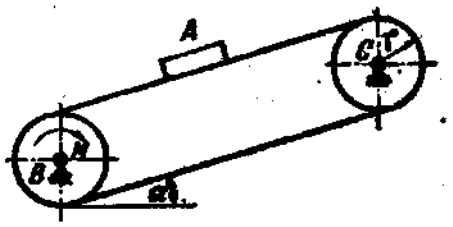
49. Вычислить кинетическую энергию гусеницы трактора, движущегося со скоростьюv_0. Расстояние между осямиколес равно *l*, радиусы колес равны *r*, масса одного погонного метра гусеничной цепи равна γ.

Ответ: $T = 2\gamma(l + \pi r)v_0^2$.

50. Автомобиль массы *M* движется прямолинейно по горизонтальной дороге со скоростью *v*. Коэффициент трения качения между колесами автомобиля и дорогой равен f_k. радиус колес *r*, сила аэродинамического сопротивления R_c воздуха пропорциональна квадрату скорости: $R_c = \mu M g v^2$, где μ - коэффициент, зависящий от формы автомобиля. Определить мощность *N* двигателя, передаваемую на оси ведущих колес, в установившемся режиме.

Ответ: $N = Mg\left(\frac{f_k}{r} + \mu v^2\right)v$.

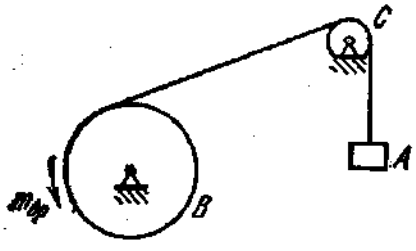
51. Транспортер приводится в движение из состояния покоя приводом, присоединенным к нижнему шкиву *B*. Привод сообщает этому шкиву постоянный вращающий момент *M*. Определить скорость ленты транспортера *v* в зависимости от ее перемещения s, если масса поднимаемого груза *A* равна M_1, а шкивы *B* и *C* радиуса *r* и массы M_2 каждый представляют собой однородные круглые цилиндры. Лента транспортера, массой которой следует пренебречь, образует с горизонтом угол α. Скольжение ленты по шкивам отсутствует.



К задаче 51

Ответ: $v = \sqrt{\frac{2(M - M_1 g r \sin\alpha)}{r(M_1 + M_2)}}s$.

52. На рисунке изображен подъемный механизм лебедки. Груз *A* массы M_1поднимается посредством троса, переброшенного через блок *C* и навитого на барабан *B* радиуса *r* и массы M_2. К барабану приложен вращающий момент, который с момента включения пропорционален квадрату угла поворота φ барабана: $m_{вр} = a\varphi^2$, где a - постоянный коэффициент. Определить скорость груза *A* в момент, когда он поднимается на высоту*h*. Массу барабана *B* считать равномерно распределенной по его ободу. Блок *C* - сплошной диск массы M_3.



К задаче 52

Массой троса пренебречь. В начальный момент система находилась в покое.

8 ЗАНЯТИЕ

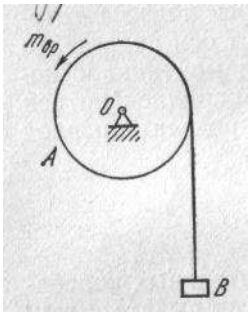
Тема: « Динамика вращательного движения твердого тела»

1. Дифференциальное уравнение вращения твердого тела вокруг неподвижной оси.
2. Формулы зависимости угла поворота и угловой скорости от времени при равномерном и равнопеременном вращении.
3. Физический маятник:
4. 1) Дифференциальное уравнение колебаний физического маятника;

   2) уравнение колебаний маятника;

   3) амплитуда, частота и период колебаний маятника.

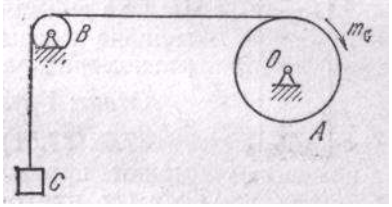
53. При пуске в ход электрической лебедки к барабану *A* приложен вращающий момент , $m_{вр}$, пропорциональный времени, причем $m_{вр}=\kappa t$, где *к*— постоянная. Груз *B* массы M_1поднимается посредством каната, навитого на барабан *A* радиуса *r*и массы M_2. Определить угловую скорость барабана, считая его сплошным цилиндром. В начальный момент лебедка находилась в покое.



К задаче 53

Ответ: $\omega = \dfrac{(\hat{e}t - M_1 gr)t}{r^2(2M_1 + M_2)}$

54. Барабан *A* массы M_1и радиуса *r* приводится во вращение посредством груза *C* массы M_2, привязанного к концу нерастяжимого троса. Трос переброшен через блок *B* и намотан на барабан *A*. К барабану *A* приложен момент сопротивления m_c, пропорциональный угловой скорости барабана; коэффициент пропорциональности равен *α*. Определить угловую скорость барабана, если в начальный момент система находилась в покое. Массами каната и блока *B* пренебречь. Барабан считать сплошным однородным цилиндром.



К задаче 54

Ответ: $\omega = \dfrac{M_2 gr}{\alpha}\left(1 - e^{-\beta t}\right)$, *где* $\beta = \dfrac{2\alpha}{r^2(M_1 + 2M_2)}$; $\lim\limits_{t \to \infty} \omega = \dfrac{M_2 gr}{\alpha} = const$

55. Определить угловую скорость ведомого автомобильного колеса массы *M* радиуса *r*. Колесо, катящееся со скольжением по горизонтальному шоссе, приводится в движение посредствам горизонтально направленной силы, приложенной в его центре масс *C*. Момент инерции колеса относительно оси *C*, перпендикулярной плоскости материальной симметрии, равен J_c;$f_к$— коэффициент трения качения, *f*— коэффициент трения при качении со скольжением. В начальный момент колесо находилось в покое.

Ответ: $\omega = \frac{Mg}{J_c}(f_r - f_k)t$.

8 ЗАНЯТИЕ

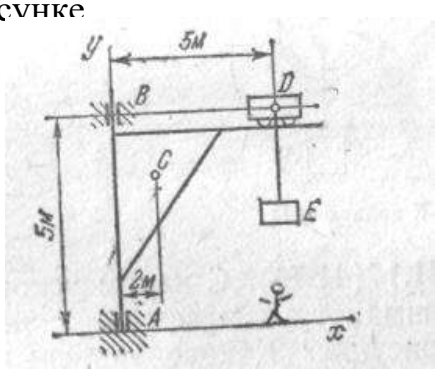
Тема: Принцип Даламбера для МТ и МС. Метод кинетостатики. Связи и их уравнения. Принцип возможных перемещений.

1. Принцип Даламбера для точки.
2. Принцип Даламбера для механической системы (в векторном и скалярном виде).
3. Условия статической и динамической уравновешенности тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.

4.Определение обобщенных координат механической системы.
5.Определение возможных перемещений механической системы.
6.Определение идеальных связей.
7.Формулировка и формулы (четыре) принципа возможных перемещений.

56. Определить опорные реакции подпятника*A* и подшипника *B* поворотного крана при подниманиигруза *E* массы 3 т с ускорением 1/3g. Масса крана равна 2 т, а его центр масс находится в точке С. Масса тележки D равна 0,5 т.Кран и тележка неподвижны. Размеры указаны на рисунке

Ответ: $X_a = -X_в = 52{,}1$ *кН;* $Y_a = 63{,}9$ *кН.*



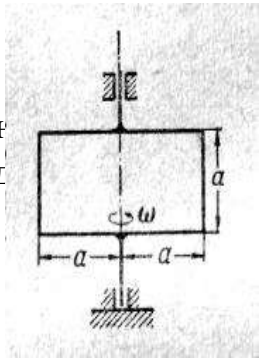
К задаче 56

57.Определить опорные реакции подпятника *A* и подшипника *B* поворотного крана, рассмотренного предыдущей задаче, при перемещении тележки влево с ускорением 0,5g при отсутствии груза *E*. Центр масс тележки находится на уровне опоры *B*

Ответ: X_A= 12,8 кН, X_B= —15,2 кН, Y_A=24,5 кН.

58.Автомобиль массы *M* движется прямолинейно с ускорением *w*. Определить вертикальное давление передних изадних колес автомобиля, если его центр масс *C* находится навысоте *h*от поверхности грунта. Расстояния передней и задней осейавтомобиля от вертикали, проходящей через центр масс,соответственно равны *a* и *b*. Массами колес пренебречь. Как должен двигаться автомобиль, чтобы давления передних изаднихколес оказались равными?

Ответ: $N_1 = \frac{M(gb - wh)}{a+b}$, $N_2 = \frac{M(ga + wh)}{a+b}$ *;при торможении автомобиля с замедлением* $w = g\frac{a-b}{2h}$.

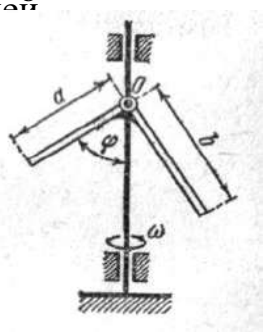


59. Однородная прямоугольная пластинка массы *M* равномерн вокруг вертикальной оси с угловой скоростью *ω*. Опред разрывающую пластину в направлении, перпендикулярном оси вращения, в сечении, проходящем через ось вращения.

Ответ: Maω²/4.

К задаче 59

60. В центробежном тахометре два тонких однородных прямолин ных стержня длины *a* и *b* жестко соединены под прямым углом, вершина которого *O* шарнирно соединена с вертикальным вало вал вращается с постоянной угловой скоростью *ω*. Найти зависи между *ω* и углом отклонения *φ*, образованным направлением стержня длины *a* и вертикалью.

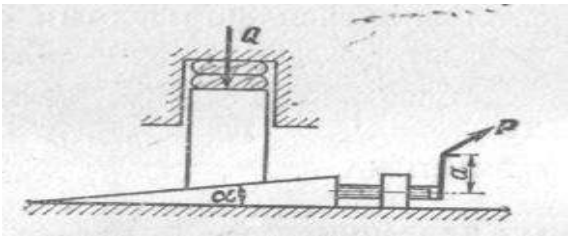


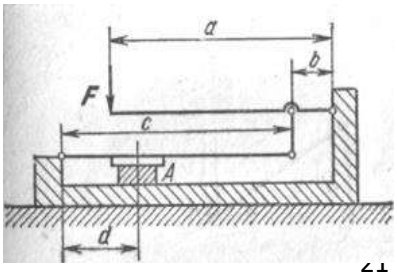
К задаче 60

$$Ответ: \omega^2 = 3g\frac{b^2\cos\varphi - a^2\sin\varphi}{(b^3 - a^3)\sin 2\varphi}.$$

61. Определить зависимость между модулями сил *P* и *Q*в клиновом прессе, если сила *P* приложена к концу рукоятки длины *a* перпендикулярно оси винта и рукоятки. Шаг винта равен *h*. Угол при вершине клина равен *α*.

Ответ: $Q = P\frac{2\pi a}{h\,tg\alpha}$.



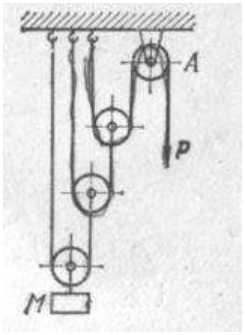


К задаче 61 К задаче 62

62. Определить модуль силы *Q*, сжимающей образец *A,* в рычажном прессе, изображенном на рисунке. Дано: *F*= 100 Н, *a* = 60 см, *b*= 10 см, *c* = 60 см, *d* = 20 см,

Ответ: Q= 1800 Н.

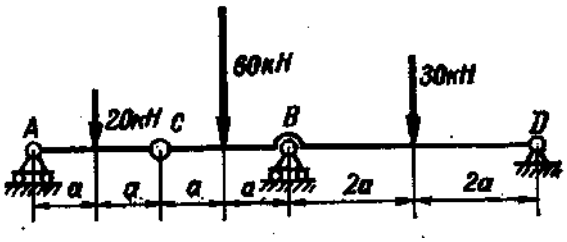
63. Полиспаст состоит из неподвижного блока *A* и из *n* подвижных блоков. Определить случае равновесия отношение массы*M* поднимаемого груза к силе P, приложенной к концу каната, сходящего с неподвижного блока A.



Ответ: Mg/P = 2^n.

К задаче 63

64. Составная балка *AD*, лежащая на трех опорах, состоит из двух балок, шарнирно соединенных в точке *C.* На балку действуют вертикально силы, равные 20 кН, 60 кН, 30 кН. Размеры указаны на рисунке. Определить реакции опор *A, B и D.*



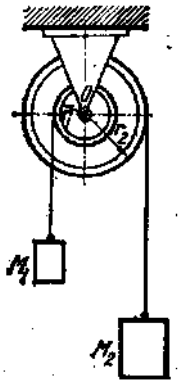
Ответ: P_A = 10 кН, R_B = 105 кН, R_C = -5 кН.

К задаче 64

9 ЗАНЯТИЕ
Тема: «Общее уравнение динамики»

1. Общее уравнение динамики (векторные и скалярные формулы).
2. Дифференциальное уравнение модели механической системы в виде поступательного движущегося тела.
3. То же в виде тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.
4. Условие равновесия механической системы в обобщенных силах.

К задаче 65



65. Два груза массыM_1 и M_2 подвешены на двух гибких нерастяжимых нитях, которые навернуты, как указано на рисунке,

на барабаны, имеющие радиусы r_1 и r_2 и насаженные на общую ось; грузы движутся под влиянием силы тяжести. Определить угловое ускорение ε барабанов, пренебрегая их массами и массой нитей.

Ответ: $\varepsilon = g\dfrac{M_2 r_2 - M_1 r_1}{M_1 r_1^2 + M_2 r_2^2}$.

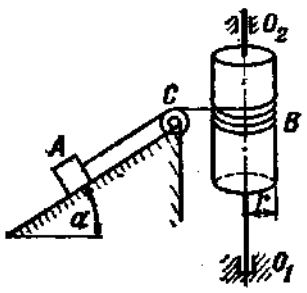
66. При условии предыдущей задачи определить угловое ускорение ε и натяженияT_1 и T_2 нитей, принимая во внимание массы барабанов, при следующих данных:M_1= 20 кг,M_2 =34 кг,r_1 = 5 см, r_2 = 10 см; массы барабанов: малого 4 кг и большого 8 кг. Массы барабанов считать равномерно распределенными по их внешним поверхностям.

Ответ: ε = 49 рад/с^2, T_1 =246Н, T_2 =167 Н.

67. Решить предыдущую задачу с учетом массы кабестана, момент инерции которого относительно оси вращения равен *J*.

Ответ: $\omega = \dfrac{r(M - fmgr)}{J + mr^2}$.

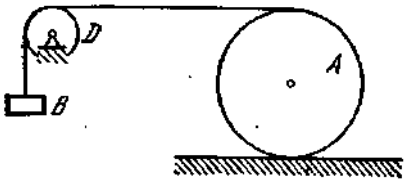
68. Груз А массы M_1, опускаясь по наклонной гладкой плоскости, расположенной под углом α к горизонту, приводит во вращение посредством нерастяжимой нити барабан *B* массы M_2 и радиуса *r*. Определить угловое ускорение барабана, если считать барабан однородным круглым цилиндром. Массой неподвижного блока *C* и нити пренебречь.



К задаче 68

Ответ: $\varepsilon = \dfrac{2M_1 g \sin\alpha}{r(2M_1 + M_2)}$.

69. Груз *B* массыM_1 приводит в движение цилиндрический каток *A* массы M_2 и радиуса *r* при помощи нити, намотанной на каток. Определить ускорение груза *B,* если каток катится без скольжения, а коэффициенттрения качения равен $f_к$. Массойблока*D* пренебречь.



К задаче 69

Ответ: $\omega = 8g\dfrac{M_1 - \dfrac{f_k}{2r}M_2}{8M_1 + 3M_2}$.

9 ЗАНЯТИЕ

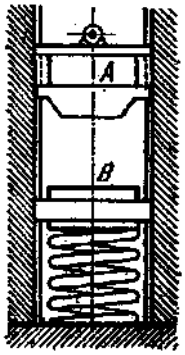
Тема: Теория удара. Прямой центральный удар двух тел. Потеря кинетической энергии при ударе двух тел.

1. Свойства ударной силы.
2.Теорема об изменении количества движения точки при действии ударного импульса.

   Коэффициент восстановления.
3.Модуль скорости и угол отражения шара при ударе о гладкую поверхность.
4. Ударный импульс и скорости шаров при прямом центральном их соударении в случае упругого и неупругого ударов.
5. Теорема Карно (о потере кинетической энергии при соударении двух тел).
6. Теорема об изменении кинетического момента механической системы при ударе.
7. Дифференциальное уравнение вращения тела при действии ударного момента импульса.
8. Центр удара для физического маятника. Условия отсутствия ударных реакций в шарнире подвеса.

70. Баба *A* ударного копра падает с высоты 4,905 м и ударяет наковальню B, укрепленную на пружине. Масса бабы 10 кг, и масса наковальни 5 кг. Определить, с какой скоростьюначнется движение наковальни после удара, если баба будет двигаться вместе с ней.

Ответ: 6,54 м/с.



К задаче 70

71. В приборе для опытного определения коэффициента восстановления шарик из испытуемого материала падает без начальной скорости внутри вертикальной прозрачной трубки с заданной высотыh_1 = 50 см на неподвижно закрепленную горизонтальную пластинку из соответствующего материала. Найти коэффициент восстановления, если высота, на которую подскочил шарик после удара, оказалась равной h_2 = 45 см.

Ответ: $k = \sqrt{h_2 / h_1} = 0.95$.

72. Упругий шарик падает по вертикали с высоты h на горизонтальную плиту, отскакивает от нее вверх, вновь падает на плиту и т. д., продолжая эти движения. Найти путь, пройденный шариком до остановки, если коэффициент восстановления при ударе равен k.

Ответ: $s = \dfrac{1+k^2}{1-k^2}\,h$.

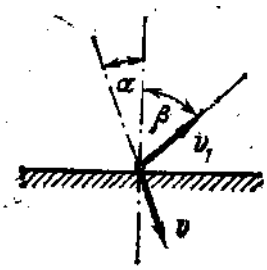
73. Два тела с массамиm_1 и m_2 и коэффициентом восстановления k движутся поступательно по одному и тому же направлению. Каковы должны быть их скоростиv_1 и v_2, чтобы после удара догоняющее телоm_1 остановилось, а тело m_2 получило, бы заданную скорость u_2?

Ответ: $v_1 = \dfrac{1+k}{k}\,\dfrac{m_2}{m_1+m_2}\,u_2; \quad v_2 = \dfrac{m_1 - km_2}{k(m_1+m_2)}\,u_2$.

74. Молот массыm_1 = 10 кг расплющивает заготовку до нужных размеров за 70 ударов. За сколько ударов эту операцию произведет молот массы m_2 = 100 кг, если приводной механизм сообщает ему такую же скорость, что и первому молоту. Масса наковальни M = 200 кг. Удар считать абсолютно неупругим.
Ответ: 10 ударов.

75. Найти скорости после абсолютного упругого удара двух одинаковых шаров, двигавшихся навстречу друг другу со скоростями v_1 иv_2.
Ответ: Шары после удара обмениваются скоростями.

76. Шарик падает наклонно со скоростьюv на неподвижную горизонтальную плоскость и отскакивает от плоскости со скоростью $v_1 = v\sqrt{2}/2$. Определить угол падения α и угол отражения β, если коэффициент восстановления при ударе $k = \sqrt{3}/3$.
Ответ:$\alpha = \pi/6, \beta = \pi/4$.



К задаче 76

Список литературы

Основная литература

1. Вильке, В. Г. Теоретическая механика [Электронный ресурс] : учебник и практикум / В. Г. Вильке. — Электрон.дан. — М. : Юрайт. 2018. — 311 с. — Режим доступа: http://www.biblio-online.ru/book/3E99F08E-DE68-43CB-9F73-8C68070EEFA1

2. Лачуга, Ю.Ф. Теоретическая механика [Текст] : учебник для студентов высших аграрных заведений, обучающихся по агроинженерным специальностям / Лачуга, Ю. Ф., Ксендзов В.А. - М. : Колос С, 2010. - 576 с.

3. Лукашевич, Н. К. Теоретическая механика [Электронный ресурс] : учебник / Н. К. Лукашевич. — Электрон.дан. — М. : Юрайт, 2018. — 266 с. — Режим доступа: http://www.biblio-online.ru/book/F24F2057-6836-48D9-BA1F-ABE39518B74E

4. Митюшов, Е. А. Теоретическая механика [Текст] : учебник для студентов вузов / Е. А. Митюшов, С.А. Берестова. - 2-е изд. ; перераб. - Москва : Академия, 2011. - 320 с. - (Бакалавриат).

Дополнительная литература.

1. Бать, М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. Том 1. Статика и кинематика [Текст] : учебное пособие / М. И. Бать, Г. Ю. Джанелидзе, А. С. Кельзон. - 12-е изд. ; стер. - СПб. : Лань, 2013. - 672 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

2.Бать, М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. Том 2. Динамика [Текст] : учебное пособие / М. И. Бать, Г. Ю. Джанелидзе, А. С. Кельзон. - 10-е изд. ; стер. - СПб. : Лань, 2013. - 640 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

3.Диевский, В. А. Теоретическая механика [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подготовки 150300 - "Прикладная механика" / В. А. Диевский. - СПб. : Лань, 2009. - 320 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

4.Молотников, В. Я. Механика конструкций. Теоретическая механика. Сопротивление материалов [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подготовки 150400 - "Технологические машины и

оборудование" / В. Я. Молотников. - СПб. : Лань, 2012. - 544 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

5.Теоретическая механика [Текст] : учебник для бакалавров. Рекомендовано Мин. образования и науки РФ в качестве учебника для студентов вузов, обуч. по направлениям и специальностям "Математика" и "Механика" / под ред. П. Е. Товстика. - 3-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 593 с. - (Бакалавр).

6.Яковенко Г.Н. Краткий курс теоретической механики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Яковенко Г.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.— 116 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/6535.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

АВТОДОРОЖНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА «СТРОИТЕЛЬСТВО ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ И МЕХАНИКА»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ

ДЛЯ СТУДЕНТОВ 1 КУРСА ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ «ТЕХНОЛОГИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ».

РАЗДЕЛ «КИНЕМАТИКА».

Бойко А.И., Кащеев И.И.

РЯЗАНЬ 2024

Составители: к.т.н., доцент Бойко А.И
старший преподаватель Кащеев И.И.

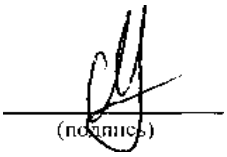
Рецензент:

к.т.н., доцент кафедры СИС и М  Попов А.С.

(подпись)

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры

протокол № 8 от 20 марта 2024 г.

Зав. кафедрой СИС и М д.т.н., профессор  Борычев С.Н.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1.

ТЕМА: «ВЕКТОРНЫЙ И КООРДИНАТНЫЙ СПОСОБЫ ЗАДАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ТОЧКИ. СКОРОСТЬ И УСКОРЕНИЕ ТОЧКИ В ДЕКАРТОВОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ». «СКОРОСТЬ И УСКОРЕНИЕ ТОЧКИ В ЕСТЕСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ».

1. Векторное и скалярные уравнения движения точки.
2. Как из уравнений движения точки получить уравнение траектории?
3. Векторное и скалярные уравнения скорости точки. Формулы расчёта модуля скорости и направляющих косинусов.
4. Векторное и скалярные уравнения ускорения точки. Формулы расчёта модуля ускорения и направляющих косинусов.
5. Скорость точки (векторная формула).
6. Перечислите названия осей и плоскостей естественной системы координат.
7. Алгебраическая и векторная формулы кривизны кривой.
8. Формула связи кривизны кривой с радиусом кривизны.
9. Формула разложения вектора ускорения на оси естественной системы координат.
10. Выражения касательного и нормального ускорений. Модуль полного ускорения. Тангенс угла между нормальным и полным ускорениями.
11. Определение частных видов движения точки по нормальному и касательному ускорениям: а) равномерное; б) неравномерное; в) прямолинейное; г) криволинейное.
12. Формулы скорости и закона движения при равномерном и равнопеременном движении.
13. Выражения касательного ускорения через проекции скорости и ускорения на оси декартовой системы координат.

1.1. По данному уравнению движения точки на произвольно выбранной траектории построить через равные промежутки времени шесть положений точки, определить расстояние s по траектории от начала отсчета до конечного положения точки и пройденный ею путь σ за указанный промежуток времени (s и σ - в сантиметрах, *t* - в секундах).

1) $s = 5-4t + t^2$, $0 \le t \le 5$.

Ответ: $s = 10$ см, $\sigma = 13$ см.

2) $s = 1 + 2t - t^2$, $0 \le t \le 2{,}5$.

Ответ: $s = -0{,}25$ см, $\sigma = 3{,}25$ см.

3) $s = 4 \sin 10t$, $\pi/20 \le t \le 3\pi/10$.

Ответ: $s = 0$, $\sigma = 20$ см.

1.2 По данным уравнениям движения точки найти уравнения ее траектории в координатной форме и указать на рисунке направление движения.

1) $x = 3t - 5, y = 4 - 2t.$

Ответ: Полупрямая $2x + 3y - 2 = 0$ с началом в точке $x = -5$, $y = 4$.

2) $x = 2t$, $y = 8t^2$.

Ответ: Правая ветвь параболы $y = 2x^2$ с начальной точкой $x = 0, y = 0$.

3) $x = 5 \sin 10t, y = 3 \cos 10t.$

Ответ: Эллипс $\frac{x^2}{25} + \frac{y^2}{9} = 1$ с начальной точкой $x = 0$, $y = 3$.

4) x == 2 - 3 cos 5t, $y = 4 \sin 5t - 1$.

Ответ: Эллипс $\frac{(x-2)^2}{9} + \frac{(y+1)^2}{16} = 1$ начальной точкой x = -1,y = -1.

5) $x = cht = \frac{1}{2}\left(e^t + e^{-t}\right)$, $y = cht = \frac{1}{2}\left(e^t + e^{-t}\right)$

Ответ: Верхняя часть правой ветви гиперболы $x^2 - y^2 = 1$ с начальной точкой $x = 1$, $y = 0$.

1.3. По заданным уравнениям движения точки найти уравнение ее траектории, а также указать закон движения точки по траектории, отсчитывая расстояние от начального положения точки.

1) $x = 3t^2$, $y = 4t^2$.

Ответ: Полупрямая $4x - 3y = 0$; $s = 5t^2$.

2) $x = 3\sin t, y = 3\cos t.$

Ответ: Окружность $x^2 + y^2 = 9$; $s = 3t$.

3) $x = a \cos^2 t$, $y = a \sin^2 t$.

Ответ: Отрезок прямой $x + y - a = 0$, причем $0 \le x \le a$; $s = a\sqrt{2}\sin^2 t$.

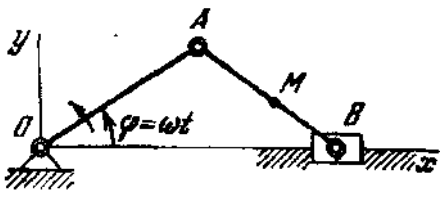
4) $x = 5 \cos 5t^2, y = 5 \sin 5t^2$.

Ответ: Окружность $x^2 + y^2 = 25$; $s = 25t^2$.

1.4. Кривошип OA вращается с постоянной угловой скоростью (ω = 10 рад/с. Длина $OA = AB$ = 80 см. Найти уравнения движения и траекторию средней точки M шатуна, а также уравнение движения ползуна B, если в начальный момент ползун находился в крайнем правом положении; оси координат указаны на рисунке.

Ответ: 1) $x_M = 120\cos 10t$, $y_M = 40\sin 10t$.

2) Траекторией точки М является эллипс $\frac{x^2}{120^2} + \frac{y^2}{40^2} = 1$;



2) уравнение движения ползуна В x = 160cos10t.

К задаче 1.4.

1.5.Кривошип *OA* вращается с постоянной угловой скоростью ω. Найти скорость середины *M* шатуна кривошипно-ползунного механизма и скорость ползуна *B* в зависимости от времени если *OA = AB = a* (см. рисунок к задаче 10.12).

Ответ: 1) $v_M = \frac{a}{2}\omega\sqrt{8\sin^2\omega t + 1}$; 2) $v_B = 2a\omega\sin\omega t$.

1.6. Движение точки задано уравнениями $x = v_0 t\cos\alpha_0$, $y = v_0 t\sin\alpha_0 - 1/2gt^2$, причем ось *Ox* горизонтальна, ось *Oy* направлена по вертикали вверх, v_0, *g* и $\alpha_0 < \pi/2$ - величины постоянные. Найти: 1) траекторию точки, 2) координаты наивысшего ее положения, 3) проекции скорости на координатные оси в тот момент, когда точка находится на оси *Ox*.

Ответ: 1) Парабола $y = xtg\alpha_0 - \frac{g}{2v_0^2\cos^2\alpha_0}x^2$; 2) $x = \frac{v_0^{21}}{2g}\times\sin^2\alpha_0$, $y = \frac{v_0^{21}}{2g}\times\sin^2\alpha_0$, 3) $v_x = x_0\cos\alpha_0$, $v_y = \pm v_0\sin\alpha_0$, причем верхний знак соответствует начальному моменту времени, а нижний - моменту $t = \frac{2v_0\sin\alpha_0}{g}$.

1.7. Ползун движется по прямолинейной направляющей с ускорением $\omega_x = -\pi^2\sin\frac{\pi}{2}t$ м/с. Найти уравнение движения ползуна, если его начальная скорость v_{0x} = 2π м/с, а начальное положение совпадает со средним положением ползуна, принятым за начало координат. Построить кривые расстояний, скоростей и ускорений.

Ответ: $x = 4\sin\frac{\pi}{2}t$ м.

1.8 Поезд движется равнозамедленно по дуге окружности радиуса *R* = 800 м и проходит путь s = 800 м, имея начальную скорость v_0 = 54 км/ч и конечную *v* = 18 км/ч. Определить полное ускорение поезда в начале и в конце дуги, а также время движения по этой дуге.

Ответ: ω_0 = 0,308 м/с^2, ω_0 = 0,129 м/с^2, *T* = 80 с.

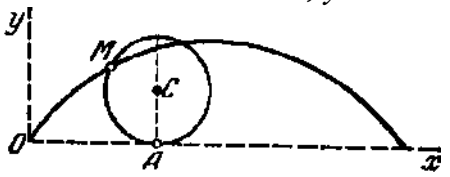
1.9. Точка движется по дуге окружности радиуса *R* = 20 см. Закон ее движения по траектории: s = 20 sin πt (*t* - в секундах, s - в сантиметрах). Найти величину и направление скорости, касательное, нормальное и полное ускорения точки в момент t = 5 с. Построить также графики скорости, касательного и нормального ускорений.

Ответ: Скорость равна по величине 20π см/с и направлена в сторону, противоположную положительному направлению отсчета дуги s; $\omega_t = 0$; $v_0 = \omega_n = 20\pi^2$ см/с^2.

1.10. Уравнения движения пальца кривошипа дизеля в период пуска имеют вид $x = 75 \cos 4t^2$, $y = 75 \sin 4t^2$ (*x, y* — в сантиметрах, t - в секундах). Найти скорость, касательное и нормальное ускорения пальца.

Ответ: $v = 600t$ см/с, $\omega_t = 600$ см/с^2, $\omega_n = 4800t^2$ см/с^2.

1.11. Найти величину и направление ускорения, а также радиус кривизны траектории точки колеса, катящегося без скольжения по горизонтальной оси *Ox,* если точка описывает циклоиду согласно уравнениям $x = 20t - \sin 20t$, $y = 1 - \cos 20t$ (*t*—в секундах, *x, y* – в метрах). Определить также значение радиуса кривизны ρ при $t = 0$.



К задаче 1.11.

Ответ: Ускорение $\omega = 400$ м/с^2 и направлено по *MC* к центру *C* катящегося круга; $\rho = 2MA$, $\rho_0 = 0$.

1.12. Снаряд движется в вертикальной плоскости согласно уравнениям $x = 300t$, $y = 400t - 5t^2$ (t - в секундах, *x, y* — в метрах). Найти: 1) скорость и ускорение в начальный момент, 2) высоту и дальность обстрела, 3) радиус кривизны траектории в начальной и в наивысшей точках

Ответ: $v_0 = 500$ м/с. $\omega_0 = 10$ м/с^2, h = 8 км, s = 24 км, $\rho_0 = 41{,}67$ км, $\rho = 9$ км.

1.13. Точка движется по винтовой линии согласно уравнениям $x = 2\cos 4t$, $y = 2\sin 4t$, $z = 2t$, причем за единицу длины взят метр. Определить радиус кривизны ρ траектории.

Ответ: $\rho = 2\frac{1}{8}$ м.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2.

ТЕМА: «ВРАЩЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ОСИ. ПОСТУПАТЕЛЬНОЕ И ВРАЩАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА».

1. Поступательное движение твёрдого тела.
   - 1.1. Что является уравнением поступательного движения твёрдого тела?
   - 1.2. Свойства траекторий точек тела при поступательном его движении.
   - 1.3. Свойство скоростей и ускорений.
2. Вращательное движение твёрдого тела.
   - 2.1. Уравнение вращения.
   - 2.2. Алгебраические выражения угловой скорости и углового ускорения.
   - 2.3. Алгебраические выражения скорости точки тела, её касательного, нормального и полного ускорений.

2.4. Векторные выражения углового ускорения (как производной от угловой скорости), скорости точки тела, касательного и нормального ее ускорений.

2.5. Зависимость угловой скорости от времени и уравнение вращения при равномерном и равнопеременном вращении.

2.1. Написать уравнение вращения диска паровой турбины при пуске в ход, если известно, что угол поворота пропорционален кубу времени и при t = 3 с угловая скорость диска равна $\omega = 27\pi$ рад/с.

Ответ: $\varphi = \pi t^3$ *рад.*

2.2. Тело, начиная вращаться равноускоренно из состояния покоя, делает 3600 оборотов в первые 2 минуты. Определить угловое ускорение.

Ответ: $\varepsilon = \pi$ рад/с^2.

2.3. Вал начинает вращаться равноускоренно из состояния покоя; в первые 5 с он совершает 12,5 оборота. Какова его угловая скорость по истечении этих 5 с?

Ответ: $\omega = 10\pi$ рад/с.

2.4. Маховое колесо радиуса 0,5 м вращается равномерно вокруг своей оси; скорость точек, лежащих на его ободе, равна 2 м/с. Сколько оборотов в минуту делает колесо?

Ответ: n = 38,2 об/мин.

2.5. Точка *A* шкива, лежащая на его ободе, движется со скоростью 50 см/с, а некоторая точка *B,* взятая на одном радиусе с точкой А, движется со скоростью 10 см/с;
расстояние А*B* = 20 см. Определить угловую скорость ω и диаметр шкива.

Ответ: ω = 2 рад/с, d = 50 см.

2.6. Маховое колесо радиуса R = 2м вращается равноускоренно из состояния покоя; через t = 10 с точки, лежащие на ободе, обладают линейной скоростью v = 100 м/с. Найти скорость, нормальное и касательное ускорения точек обода колеса для момента t = 15 с.

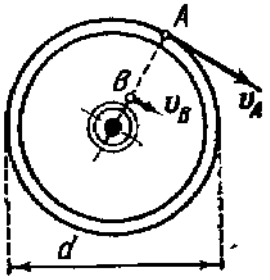
Ответ: v = 150 м/с, ωn = 11250 м/с^2, ω_τ = 10 м/с^2.

2.7. Угол наклона полного ускорения точки обода махового колеса к радиусу равен 60°. Касательное ускорение ее в данный момент $\omega_\tau = 10\sqrt{3}$ м/с^2. Найти нормальное ускорение точки, отстоящей от оси вращения на расстоянии r = 0,5 м. Радиус махового колеса R = 1 м.

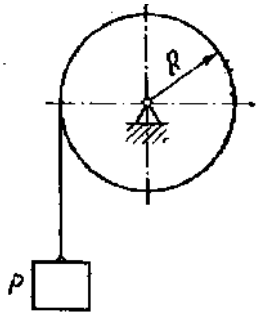
Ответ: ω_n = 5 м/с^2.

2.8. Вал радиуса R = 10 см приводится во вращение гирей P, привешенной к нему на нити. Движение гири выражается уравнением $x = 100t^2$, где x - расстояние гири от места схода нити с поверхности вала, выраженное в сантиметрах, t - время в секундах. Определить угловую скорость ω и угловое ускорение ε вала, а также полное ускорение w точки на поверхности вала в момент t.

Ответ: ω = 20t рад/с, ε = 20 рад/с^2, $\varpi = 200\sqrt{1+400t^4}$ см/с^2.



К задаче 2.5.



К задаче 2.8.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3.

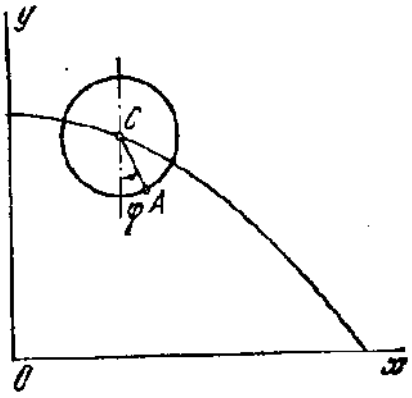
ТЕМА: «ПЛОСКОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА.РАСЧЕТ СКОРОСТИ ТОЧКИ ПРИ ПЛОСКОМ ДВИЖЕНИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА». «РАСЧЁТ УСКОРЕНИЙ ТОЧЕК ТЕЛА ПРИ ПЛОСКОМ ЕГО ДВИЖЕНИИ».

1. Определение плоского движения тела.
2. Уравнения плоского движения тела.
3. Основная теорема о скоростях точек тела (формула).
4. Свойство проекции скоростей двух точек тела при плоском его движении на линию, соединяющую эти точки (формулировка).
5. Свойство деления прямой, соединяющей концы векторов $\overline{V}$ двух точек А и В тела вектором $\overline{V_C}$ третьей (промежуточной) точки С (точки А, В и С лежат на одной прямой).
6. Мгновенный центр скоростей (М.Ц.С.).
   1) Определение и правило его нахождения.
   2) Правила определения положения М.Ц.С. в различных частных случаях.
7. Расчёт скорости точки тела через М.Ц.С.
8. Основная теорема об ускорении точки тела при плоском его движении (векторная формула).

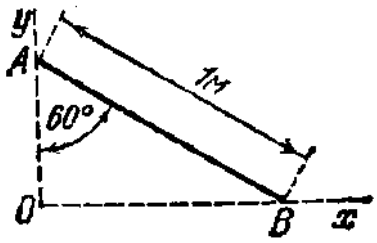
9. Векторные и алгебраические формулы вращательной и центростремительной составляющих.
10. Формулировки первого и второго следствий из основной теоремы.
11. Методы определения мгновенного центра ускорений (М.Ц.У).
12. Методы расчёта ускорений точек тела посредством М.Ц.У.

3.1. При движении диска радиуса r = 20 см в вертикальной плоскости xy его центр C движется согласно уравнениям $x_c = 10t$ м, $y_c = (100—4{,}9t^2)$ м. При этом диск вращается вокруг горизонтальной оси С, перпендикулярной плоскости диска, с постоянной угловой скоростью $\omega = \pi/2$ рад/с. Определить в момент времени t = 0 скорость точки А, лежащей на ободе диска. Положение точки А на диске определяется углом $\varphi = \omega t$, отсчитываемым от вертикали против хода часовой стрелки.

Ответ: Скорость направлена по горизонтали вправо и равна по модулю 10,31 м/с.



К задаче 3.1.



К задаче 3.3.

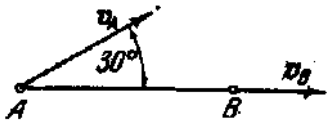
3.2. Сохранив условие предыдущей задачи, определить скорость точки А в момент времени t = 1 с.

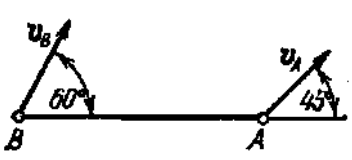
Ответ: v_{Ax} = 10 м/с, v_{Ay} = -9,49 м/с, v_A = 13,8 м/с.

3.3. Стержень AB длины 1 м движется, опираясь все время своими концами на две взаимно перпендикулярные прямые Ox и Oy. Найти координаты x и y мгновенного центра скоростей в тот момент, когда угол OAB = 60°.

Ответ: x = 0,866 м, y = 0,5 м.

3.4. Прямая AB движется в плоскости рисунка. В некоторый момент времени скорость v_A точки A составляет с прямой AB угол 30° и равна 180 см/с, направление скорости точки B в этот момент совпадает с направлением прямой AB. Определить скорость v_B точки B. *Ответ:* v_B = 156 см/с.





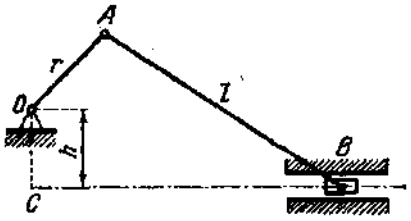
К задаче 3.4. К задаче 3.5.

3.5.Стержень *AB* длины 0,5 м движется в плоскости рисунка. Скорость v_A (v_A = *2* м/с) образует угол 45° с осью *x,* совмещенной со стержнем. Скорость v_B точки *B* образует угол 60° с осью *x.* Найти модуль скорости точки *B* и угловую скорость стержня.

Ответ: v_B = 2,82 м/с, ω = 2,06 рад/с.

3.6. Найти скорость ползуна *B* нецентрального кривошипного механизма при двух горизонтальных и двух вертикальных положениях кривошипа, вращающегося вокруг вала O с угловой скоростью ω =1,5 рад/с, если OA = 40 см, *AB = 200* см, *OC* = 20 см.

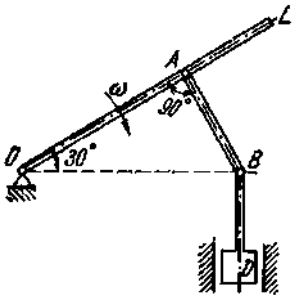
Ответ: $v_1 = v_3$ = 6,03 см/с, $v_2 = v_4$ = 60 см/с.



К задаче 4.6.

3.7.Поршень *D* гидравлического пресса приводится в движение посредством шарнирно-рычажного механизма *OABD.* В положении, указанном на рисунке, рычаг *OL* имеет угловую скорость ω = 2 рад/с. Определить скорость поршня *D* и угловую скорость звена *AB,* если *OA* = 15 см.

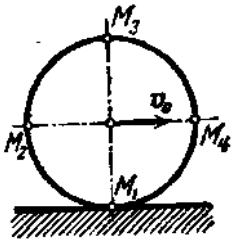
Ответ: v_D = 34,6 см/с, ω_{AB} = 2 рад/с.



К задаче 4.7.

3.8. Колесо радиуса *R* = 0,5 м катится без скольжения по прямолинейному участку пути; скорость центра его постоянна и равна v_0 = 10 м/с. Найти скорости концов M_1, M_2, M_3 и M_4 вертикального и горизонтального диаметров колеса. Определить его угловую скорость.

Ответ: v_1 = 0, v_2 = 14,14 м/с, v_3 = 20 м/с, v_4 = 14,14 м/с, ω = 20 рад/с.



К задаче 4.8.

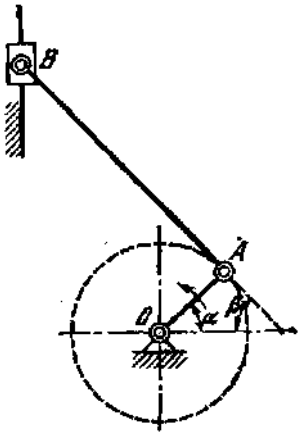
3.9. При движении диска радиуса r = 20 см в вертикальной плоскости *xy* его центр *C* движется согласно уравнениям x_c =*10t* м, y_c = (100-4,9t^2) м. При этом диск вращается вокруг горизонтальной оси *C,* перпендикулярной плоскости диска, с постоянной угловой скоростью ω = π/2 рад/с (см. рисунок к задаче 4.1.). Определить в момент времени t = 0 ускорение точки *A,* лежащей на ободе диска. Положение точки *A* на диске определяется углом φ

= ω*t*, отсчитываемым от вертикали, против хода часовой стрелки.

Ответ: Ускорение направлено по вертикали вниз и равно по модулю 9,31 м/с^2.

3.10 Кривошип *OA* длины 20см вращается равномерно с угловой скоростью ω_0 = 10 рад/с и приводит в движение шатун *AB* длины 100 см; ползун *B* движется по вертикали. Найти угловую скорость и угловое ускорение шатуна, а также ускорение ползуна *B* в момент, когда кривошип и шатун взаимно перпендикулярны и образуют с горизонтальной осью углы α = 45° и β = 45°.

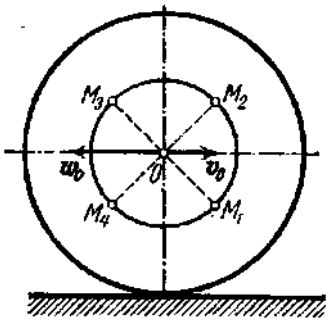
Ответ: ω = 2 рад/с, ε = 16 рад/с^2, ω_B = 565,6 см/с^2.



К задаче 310.

3.11 Вагон трамвая движется по прямолинейному горизонтальному участку пути с замедлением ω_0 = 2 м/с^2, имея в данный момент скорость v_0 = 1 м/с. Колеса катятся по рельсам без скольжения. Найти ускорения концов двух диаметров ротора, образующих с вертикалью углы по 45°, если радиус колеса *R* = 0,5 м, а ротора r = 0,25 м.

Ответ: ω_1 = 2,449 м/с^2, ω_2 = 3,414 м/с^2, ω_3 = 2,449 м/с, ω_4 = 0,586 м/с^2.



К задаче 3.11

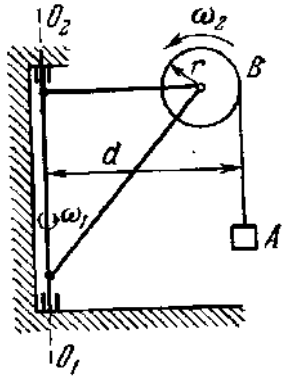
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4 и № 5

ТЕМА: «СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ. РАСЧЁТ СКОРО.СТИ И УСКОРЕНИЯ ТОЧКИ»

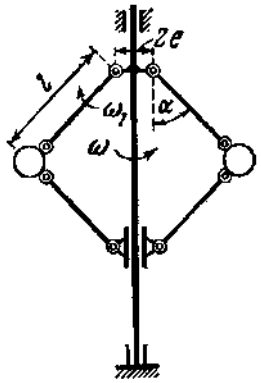
1. Напишите определение абсолютного, переносного и относительного движений точки.
2. Теорема о сложении скоростей при сложном движении точки (векторная формула).
3. Векторные формулы переносной скорости в случаях поступательного, вращательного и плоского движений подвижной системы координат.
4. Теорема о сложении ускорений (векторная формула).
5. Ускорение Кориолиса (векторная и скалярная формулы). Правило определения направления ускорения Кориолиса.
6. Определение направления ускорения Кориолиса по правилу Жуковского Н.Е.
7. Перечислите три случая равенства нулю ускорения Кориолиса.

4.1. При вращении поворотного крана вокруг оси O_1O_2 с постоянной угловой скоростью ω_1 груз А поднимается вверх посредством каната, навернутого на барабан В. Барабан В радиуса r вращается с постоянной угловой скоростью ω_2. Определить абсолютную траекторию груза, если вылет крана равен d.

Ответ: Винтовая линия, уравнение которой $x = d\cos\frac{\omega_1}{\omega_2}\cdot\frac{z}{r}$, $y = d\sin\frac{\omega_1}{\omega_2}\cdot\frac{z}{r}$ ось x проходит через ось O_1O_2 и начальное положение груза, ось z направлена вверх по оси вращения крана.



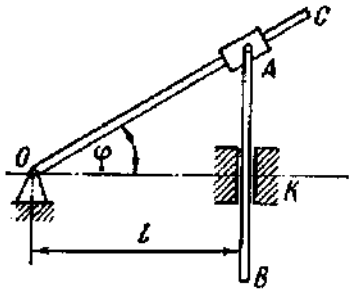
К задаче 4.1.



К задаче 4.2.

4.2. Шары центробежного регулятора Уатта, вращающегося вокруг вертикальной оси с угловой скоростью ω = 10 рад/с, благодаря изменению нагрузки машины отходят от этой оси, имея для своих стержней в данном положении угловую скорость ω = 1,2 рад/с. Найти абсолютную скорость шаров регулятора в рассматриваемый момент, если длина стержней I = 0,5 м, расстояние между осями их подвеса 2e = 0,1 м, углы, образованные стержнями с осью регулятора, $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha = 30°$. *Ответ:* v = 3,06 м/с.

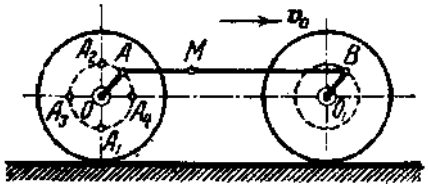
4.3 В кулисном механизме при качании кривошипа *OC* вокруг оси O, перпендикулярной плоскости рисунка, ползун *A,* перемещаясь вдоль кривошипа *OC,* приводит в движение стержень *AB,* движущийся в вертикальных направляющих *K.* Расстояние *OK = l.* Определить скорость движения ползуна A относительно кровошипа *OC* в функции от угловой скорости ω и угла поворота φ кривошипа.



Ответ: $v_r = \dfrac{l\omega tg\phi}{\cos\varphi}$.

К задаче 4.3

4.4. Найти абсолютную скорость какой-либо точки *M* спарника *AB,* соединяющего кривошипы *OA* и OB осей O и O_1, если радиусы колес одинаковы: *R* = 1 м; радиусы кривошипов: *OA* = O_1B = 0,5 м. Скорость экипажа v_0 = 20 м/с. Скорость точки *M* определить для четырех моментов, когда кривошипы *OA* и O_1B либо вертикальны, либо горизонтальны. Колеса катятся по рельсам без скольжения.

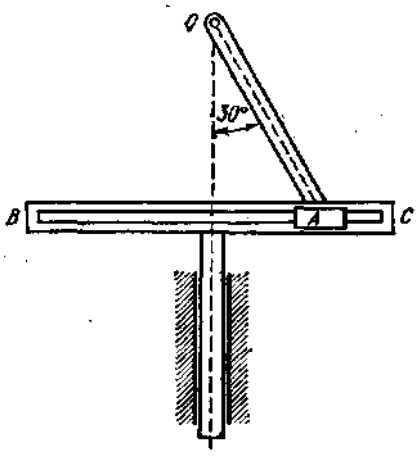


Ответ: v_1 = 10 м/с, v_2 = 30 м/с, $v_3 = v_4$ = 22,36 м/с.

К задаче 4.4.

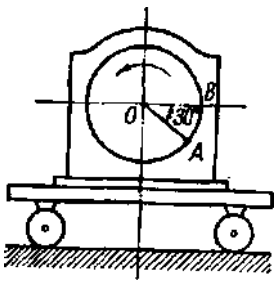
4.5.Стержень скользит в вертикальных направляющих, опираясь нижним концом с помощью ролика на поверхность полуцилиндра радиуса *r*. Полуцилиндр движется по горизонтали вправо с постоянной скоростью v_0. Радиус ролика ρ. Определить скорость стержня, если в начальный момент он находился в наивысшем положении.

Ответ: $v = \dfrac{v_0^2 t}{\sqrt{(r+\rho)^2 - v_0^2 t^2}}$.



К задаче 4.5

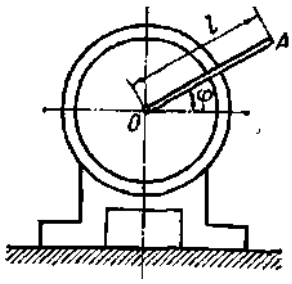
4.6. На тележке, движущейся по горизонтали вправо с ускорением ω = 0,492 м/с^2, установлен электрический мотор, ротор которого при пуске в ход вращается согласно уравнению φ = t^2, причем угол φ измеряется в радианах. Радиус ротора равен 0,2 м. Определить абсолютное ускорение



точки *A,* лежащей на ободе ротора, при t = 1 с, если в этот момент точка *A* находится в положении, указанном на рисунке.

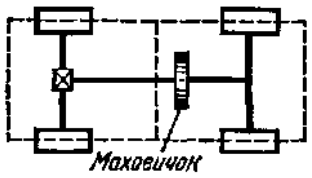
Ответ: ω_A (ω_A = 0,746 м/с^2) направлено по вертикали вверх. К задаче 4.6

4.7. К валу электромотора, вращающегося согласно уравнению $\varphi = \omega t$ (ω = const), прикреплен под прямым углом стержень *OA* длины *l*; при этом электромотор, установленный без креплений, совершает горизонтальные гармонические колебания на фундаменте по закону $x = a \sin \omega t$. Определить абсолютное ускорение точки *A* в момент времени $t = \frac{\pi}{2\omega} c$.



Ответ: $\omega_A = \omega^2 \sqrt{a^2 + l^2}$. К задаче 4.7

4.8. Автомобиль на прямолинейном участке пути движется с ускорением ω_0 = 2 м/с^2. На продольный вал насажен вращающийся маховичок радиуса R = 0,25 м, имеющий в данный момент угловую скорость ω = 4 рад/с и угловое ускорение ε = 4 рад/с^2. Найти абсолютное ускорение точек обода маховичка в данный момент.



Ответ: ω = 4,58 м/с^2. К задаче 4.8.

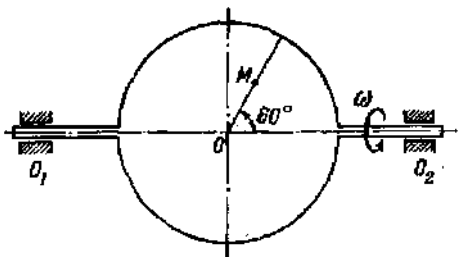
4.9 Самолет движется прямолинейно с ускорением ω_0 = const = 4 м/с, винт диаметра d = l,8 м вращается равномерно с угловой скоростью равной 60π рад/с. Найти уравнения движения, скорость и ускорение конца винта в системе координат, неподвижной относительно Земли, причем ось *Ox* этой системы координат совпадает с осью винта. Начальная скорость самолета v_0 = 0.

Ответ: $x=2t^2$ м, y = 0,9 cos 60πt м, z = 0,9 sin 60πt м; $v = \sqrt{16t^2 + 2916\pi^2}$ м/с; ω = 31945 м/с^2.

4.10. Струя воды течет по горизонтальной трубе *OA,* равномерно вращающейся вокруг вертикальной оси с угловой скоростью, равной 2π рад/с. Определить кориолисово ускорение ω_c в этой точке струи, где относительная скорость v_r (v_r = 21/11 м/с) направлена на *OA.* Принять для π приближенное значение π = 22/7.

Ответ: ω_c = 24 м/с^2.

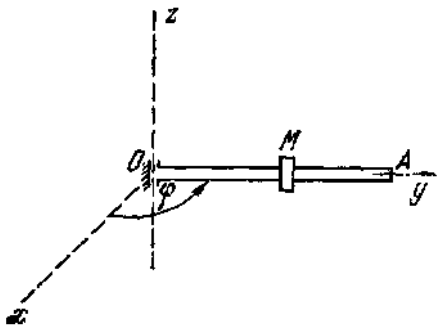
4.11 По радиусу диска, вращающегося вокруг оси O_1O_2 с угловой скоростью $\omega = 2t$ рад/с в направлении от центра диска к его ободу движется точка M по закону $OM = 4t^2$ см. Радиус OM составляет с осью O_1O_2 угол 60°. Определить величину абсолютного ускорения точки М в момент $t = 1$ с.



К задаче 4.11.

Ответ: $\omega_M = 35{,}56$ *см/с*^{2}.

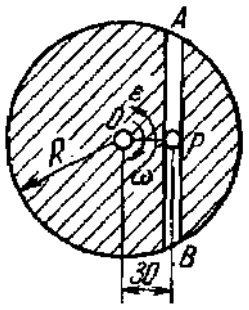
4.12. Стержень ОА вращается вокруг оси z, проходящей через точку О, с угловым замедлением 10 рад/с^2. Вдоль стержня от точки О скользит шайба М. Определить абсолютное ускорение шайбы в момент, когда она находится на расстоянии 0,6 м от точки О и имеет скорость и ускорение в движении вдоль стержня соответственно 1,2 м/с и 0,9 м/с^2, если в этот момент угловая скорость стержня равна 5 рад/с.



К задаче 4.12

Ответ: ω_a = 15,33 м/с^2 и составляет с направлением МО угол в 23°.

4.13. Шарик Р движется со скоростью 1,2 м/с от А к В по хорде *AB* диска, вращающегося вокруг оси, проходящей через его центр перпендикулярно плоскости диска. Найти абсолютное ускорение шарика, когда он находится на кратчайшем расстоянии от центра диска, равном 30 см. В этот момент угловая скорость диска равна 3 рад/с, угловое замедление равно 8 рад/с^2.



К задаче 4.13

Ответ: $\omega_a = 10{,}18$ м/с^2.

Список литературы

Основная литература

1. Вильке, В. Г. Теоретическая механика [Электронный ресурс] : учебник и практикум / В. Г. Вильке. — Электрон.дан. — М. : Юрайт. 2018. — 311 с. —

Режим доступа: http://www.biblio-online.ru/book/3E99F08E-DE68-43CB-9F73-8C68070EEFA1

2. Лачуга, Ю.Ф. Теоретическая механика [Текст] : учебник для студентов высших аграрных заведений, обучающихся по агроинженерным специальностям / Лачуга, Ю. Ф., Ксендзов В.А. - М. : Колос С, 2010. - 576 с.

3. Лукашевич, Н. К. Теоретическая механика [Электронный ресурс] : учебник / Н. К. Лукашевич. — Электрон.дан. — М. : Юрайт, 2018. — 266 с. — Режим доступа: http://www.biblio-online.ru/book/F24F2057-6836-48D9-BA1F-ABE39518B74E

4. Митюшов, Е. А. Теоретическая механика [Текст] : учебник для студентов вузов / Е. А. Митюшов, С.А. Берестова. - 2-е изд. ; перераб. - Москва : Академия, 2011. - 320 с. - (Бакалавриат).

Дополнительная литература.

1. Бать, М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. Том 1. Статика и кинематика [Текст] : учебное пособие / М. И. Бать, Г. Ю. Джанелидзе, А. С. Кельзон. - 12-е изд. ; стер. - СПб. : Лань, 2013. - 672 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

2.Бать, М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. Том 2. Динамика [Текст] : учебное пособие / М. И. Бать, Г. Ю. Джанелидзе, А. С. Кельзон. - 10-е изд. ; стер. - СПб. : Лань, 2013. - 640 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

3.Диевский, В. А. Теоретическая механика [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подготовки 150300 - "Прикладная механика" / В. А. Диевский. - СПб. : Лань, 2009. - 320 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

4.Молотников, В. Я. Механика конструкций. Теоретическая механика. Сопротивление материалов [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подготовки 150400 - "Технологические машины и оборудование" / В. Я. Молотников. - СПб. : Лань, 2012. - 544 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

5.Теоретическая механика [Текст] : учебник для бакалавров. Рекомендовано Мин. образования и науки РФ в качестве учебника для студентов вузов, обуч. по направлениям и специальностям "Математика" и "Механика" / под ред. П.

Е. Товстика. - 3-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 593 с. - (Бакалавр).

6.Яковенко Г.Н. Краткий курс теоретической механики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Яковенко Г.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.— 116 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/6535.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

АВТОДОРОЖНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА «СТРОИТЕЛЬСТВО ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ И МЕХАНИКА»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ

ДЛЯ СТУДЕНТОВ 1 КУРСА ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ «ТЕХНОЛОГИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ».

РАЗДЕЛ «СТАТИКА».

Бойко А.И., Кащеев И.И.

РЯЗАНЬ - 2024

Составители: к.т.н., доцент Бойко А.И
старший преподаватель Кащеев И.И.

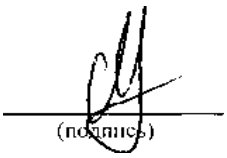
Рецензент:

к.т.н., доцент кафедры СИС и М  Попов А.С.

(подпись)

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры

протокол № 8 от 20 марта 2024 г.

Зав. кафедрой СИС и М д.т.н., профессор  Борычев С.Н.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ № 1.
ТЕМА: «СИСТЕМА СХОДЯЩИХСЯ СИЛ».

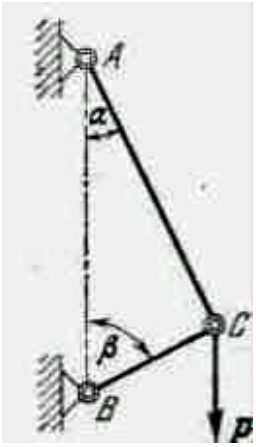
Вопросы

1. Аксиомы статики.
2. Направления реакций различных видов связей.
3. Записать формулу равнодействующей сложения 2-х сил и направляющих косинусов.
4. На примере 3-х сил показать сложение методом треугольника и параллелограмма.
5. Написать выражение проекции силы на ось и плоскость.
6. Написать разложение силы по двум и трем осям декартовой системы координат.
7. Написать условия равновесия системы сходящихся сил в геометрической и аналитической формах.
8. Теорема о 3-х силах.

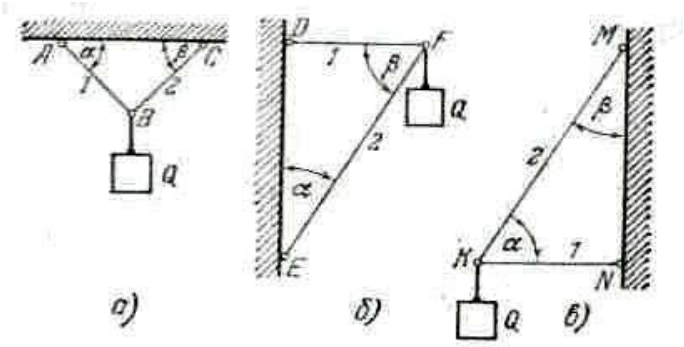
1.1 Стержни *AC* и *BC* соединены между собой и с вертикальной стеной посредством шарниров. На шарнирный болт *C* действует вертикальная сила *P* = 1000 Н.

Определить реакции этих стержней на шарнирный болт *C,* если углы, составляемые стержнями со стеной, равны: $a = 30^0$ и β = 60°.

Ответ: 866 Н; 500 Н.



К задаче 1.1.



К задаче 1.2.

1.2.На рисунках *а, б и в,* как и в предыдущей задаче, схематически изображены стержни, соединенные между собой, с потолком и стенами посредством шарниров. К шарнирным болтам *B, F* и *K.* подвешены грузы Q =

1000 Н.

Определить усилия в стержнях для случаев:

а) $\alpha = \beta = 45°$;

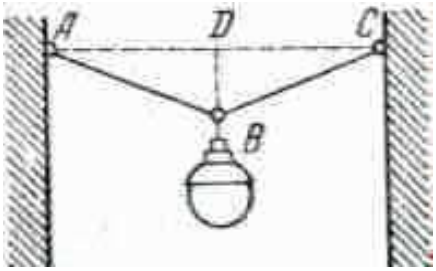
б) $\alpha = 30°$, $\beta = 60°$;

в) $\alpha = 60°$, $\beta = 30°$.

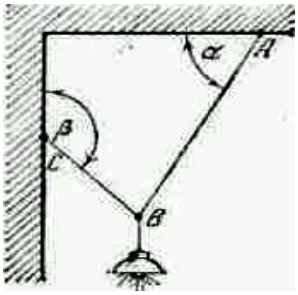
Ответ: а) $S_1 = S_2 = 707$ Н; б) $S_1 = 577$ Н; $S_2 = -1154$ Н*); в) $S_1 = -577$ Н; $S_2 = 1154$ Н.

1.3. Уличный фонарь подвешен в точке В к середине троса АВС, прикрепленного концами к крюкам А и С, находящимся на одной горизонтали. Определить натяжения T_1 и T_2 в частях троса *AB* и *BC,* если вес фонаря равен 150 Н, длина всего троса АВС равна 20 м и отклонение точки его подвеса от горизонтали *BD* = 0,1 м. Весом троса пренебречь.

Ответ: $T_1 = T_2 = 7{,}5$ кН.



К задаче 1.3.



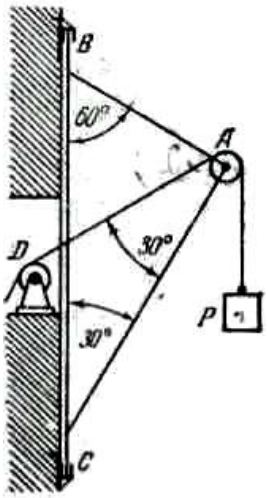
К задаче 1.4.

1.4. Электрическая лампа веса 20 Н подвешена к потолку на шнуре АВ и затем оттянута к стене веревкой *BC.* Определить натяжения: T_A шнура АВ и T_C веревки *BC,* если известно, что угол $\alpha = 60°$, а угол $\beta = 135°$. Весом шнура и веревки пренебречь.

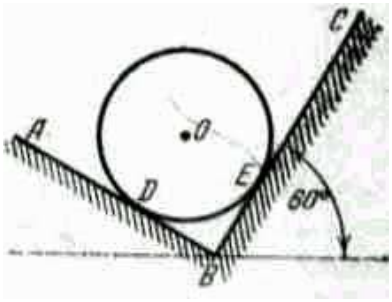
Ответ: $T_A = 14{,}6$ Н, $T_C = 10{,}4$ Н.

1.5. Груз Р = 20 кН поднимается магазинным краном *BAC* посредством цепи, перекинутой через блок *A* и через блок *D,* который укреплен на стене так, что угол *CAD* = 30°. Углы между стержнями крана: *ABC*=60°, *ACB*=30°. Определить усилия Q_1 и Q_2 в стержнях *AB* и *AC.*

Ответ: $Q_1 = 0$, $Q_2 = -34{,}6$ кН.



К задаче 1.5.



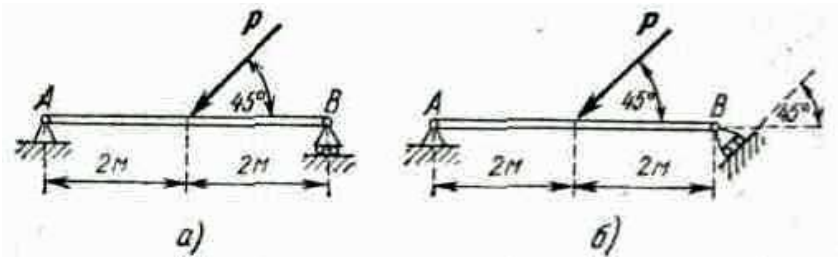
К задаче 1.6.

1.6. На двух взаимно перпендикулярных гладких наклонных плоскостях *AB* и *BC* лежит однородный шар О веса 60 Н. Определить давление шара на каждую плоскость, зная, что плоскость *BC* составляет с горизонтом угол 60°.

Ответ: N_D = 52 Н, N_E = 30 Н.

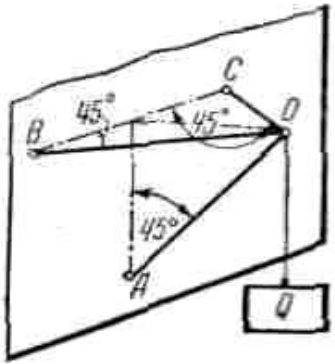
1.7. Балка *AB* шарнирно закреплена на опоре А; у конца *B* она положена на катки. В середине балки, под углом 45° к ее оси, действует сила Р = 2 кН. Определить реакции опор для случаев *а* и *б,* взяв размеры с рисунков и пренебрегая весом балки.

Ответ: а) R_A = 1,58 кН, R_B = *0,71* кН; б) R_A = 2,24 кН, Rв = 1 кН.



К задаче 1.7.

2.1. Груз Q = 100 И поддерживается брусом АО, шарнирно закрепленным в точке *А* и наклоненным под углом .45° к горизонту, и двумя горизонтальными

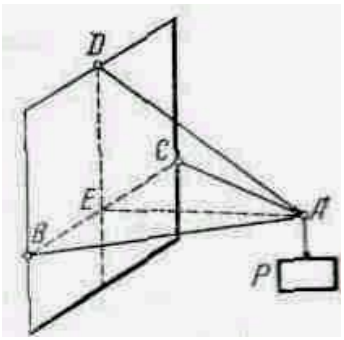


цепями *BO* и *CO* одинаковой длины; ∠CBO = ∠*BCO* = 45°. Найти усилие S в брусе и натяжения *T* цепей.
Ответ: S = -141 Н, *T* = 71 Н.

К задаче 2.1

2.2. Найти усилия S_1 и S_2 в стержнях AB и *AC* и усилие *T* в тросе *AD,* если дано, что ∠*CBA* = ∠BCA = 60°, ∠EAD = 30°. Вес груза *P* равен 300 Н. Плоскость *ABC* горизонтальна. Крепления стержней в точках A, B и C шарнирные.

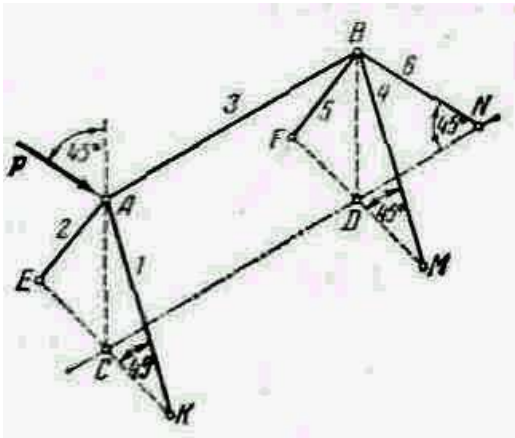
Ответ: T = 600 Н, $S_1 = S_2$ = -300 Н.



К задаче 2.2.

2.3. На рисунке изображена пространственная ферма, составленная из шести стержней 1, *2, 3, 4, 5. 6.* Сила *P* действует на узел A в плоскости прямоугольника *ABCD;* при этом ее линия действия составляет с вертикалью CA угол 45°. ∆ *EAK* = ∆*FBM.* Углы равнобедренных треугольников *EAK. FBM* и *NDB* при вершинах A, B и *D* прямые. Определить усилия: в стержнях, если *P* = 1 кН.

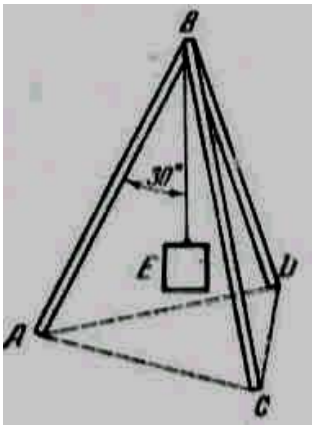
Ответ: S_1 = -0,5 кН, S_2 == -0,5 кН, S_3= -0,707 кН. S_4 = +0,5 кН, S_5 = +0,5 кН, S_6 = -1 кН.



К задаче 2.3.

2.4. К вершине B треножника *ABCD* подвешен груз *E,* вес которого 100 Н. Ножки имеют равную длину, укреплены на горизонтальном полу и образуют между собой равные углы. Определить усилие в каждой из ножек, если известно, что они образуют с вертикалью *BE* углы в 30°.

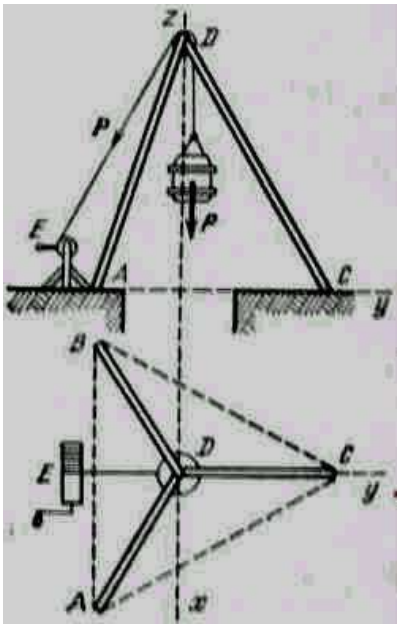
Ответ: 3,85 Н.



К задаче 2.4.

2.5. Для подъема из шахты груза *P* веса 30 кН установлены тренога *ABCD* и лебедка *E.* Определить усилия в ногах треноги при равномерном поднятии груза, если треугольник *ABC* равносторонний и углы, образованные ногами и тросом *DE* с горизонтальной плоскостью, равны 60^0. Расположение лебедки по отношению к треноге видно из рисунка.

Ответ: $S_A = S_B = 31{,}5$ кН, $S_C = 1{,}55$кН,



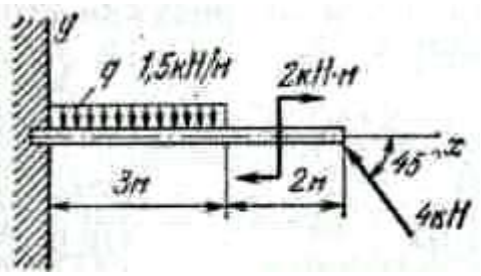
К задаче 2.5.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2.
ТЕМА: «ПЛОСКАЯ СИСТЕМА ПРОИЗВОЛЬНО РАСПОЛОЖЕННЫХ СИЛ. СОСТАВНАЯ КОНСТРУКЦИЯ».

1. К какому простейшему виду приводится плоская произвольная система сил.
2. 1-я, 2-я, и 3-я формы условий равновесия, какие ограничения имеют 2-я и 3-я формы?
3. Силовая характеристика распределенных сил.
4. Формула вычисления равнодействующей равномерно распределенной нагрузки и точки ее приложения.
5. Формулы вычисления равнодействующей и точки ее приложения для неравномерно распределенной нагрузки (общий случай).
6. Реакции глухой заделки балки.
7. Перечислите этапы решения задач статики.

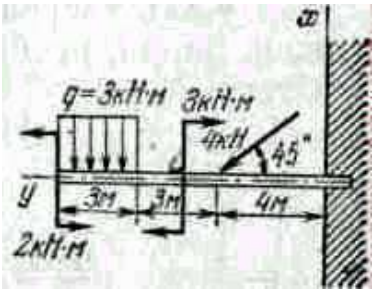
3.1. Определить реакции заделки консольной балки, изображенной на рисунке и находящейся под действием равномерно распределенной нагрузки, сосредоточенной силы и пары сил.

Ответ. X = 2,8 кН, У= 1,7 кН, *M* = -5,35 кН·м.



К задаче 3.1.

3.2. Определить реакции заделки консольной балки, изображенной на рисунке и находящейся под действием

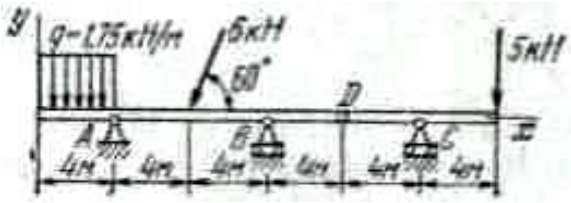


равномерно распределенной нагрузки, одной сосредоточенной силы и двух пар сил.

Ответ: X = 11,8 кН, У = -2,8 кН, M = -86,8 кН·м.

К задаче 3.2.

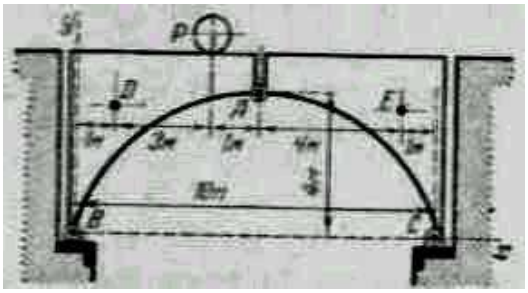
3.3. Определить реакции опор А, В, С и шарнира *D со*ставной балки, изображенной на рисунке вместе с нагрузкой.



Ответ: X_A = 3 кН; $У_A$ = 13,8 кН; $У_B$ = -6,6 кН; Ус = 10 кН, X_D = 0; $У_D$ = ±5 кН.

К задаче 3.3.

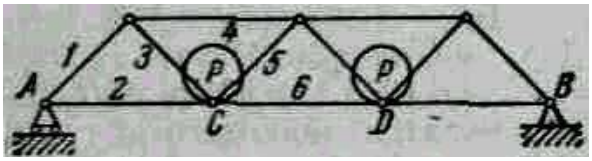
3.4. Мост состоит из двух частей, связанных между собой шарниром *А* и прикрепленных к береговым устоям шарнирами *В* и С. Вес каждой части моста 40 кН; их центры тяжести D и Е; на мосту находится груз Р = 20 кН; размеры указаны на рисунке. Определить силу давления в шарнире А и реакции в точках В и С.



К задаче 34.

Ответ: X_A = ±*20* кН. $У_A$ = ∓8 кН, X_B = -*Xc* = 20 кН, $У_B$ = 52 кН,, Ус = 48 кН.

3.5. В мостовой ферме, изображенной на рисунке, на узлы *С* и *D* приходится одинаковая 'вертикальная нагрузки Р = 100 кН; наклонные стержни составляют углы 45° с горизонтом. Найти усилия в стержнях *1, 2, 3, 4, 5* и *6,* вызываемые данной нагрузкой.



Ответ: S_1 = -141 кН, S_2 = 100 кН, S_3 = 141 кН, S_4 = -200 кН. S_5 = -0, S_6 = 200 кН.

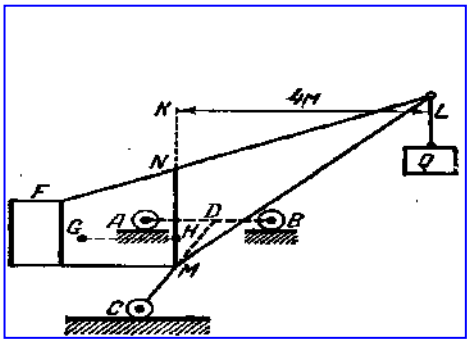
К задаче 3.5.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ № 3.

ТЕМА: «ПРОИЗВОЛЬНАЯ ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СИСТЕМА СИЛ».

1. Перечислите, к каким частным случаям приводится произвольная пространственная система сил.
2. Напишите в общем виде уравнения равновесия произвольной пространственной системы сил.
3. Векторная и скалярные формулы центра параллельных сил.

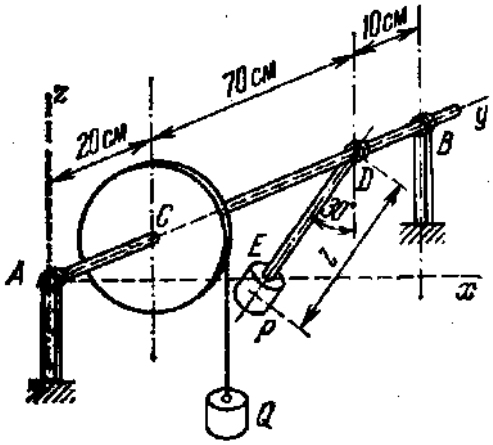
4.1. Подъемный кран установлен на трехколесной тележке ABC. Известны размеры крана: *AD* = *DB* = 1 м, CD =1,5 **м,** *CM* = 1 м, KL = 4 м. Кран уравновешивается противовесом *F*. Вес крана с противовесом равен *P* = 100 кН и приложен в точке G, лежащей в плоскости *LMNF* на расстоянии *GH* = 0,5 м от оси крана *MN;* поднимаемый груз Q весит 30 кН. Найти давление колес на рельсы для такого положения крана, когда плоскость его *LMN* параллельна *AB.*



К задаче 4.1.

Ответ: N_A = 8,33 кН, N_B = 78,33 кН, *Nc* = 43,33 кН.

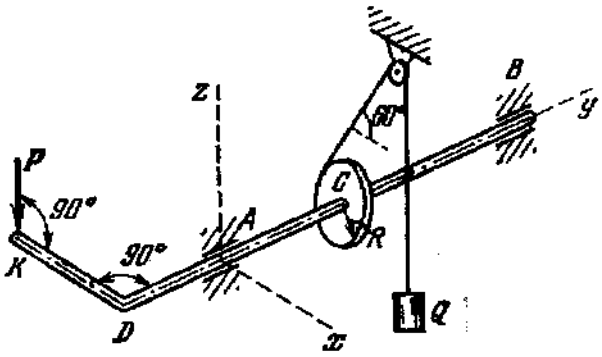
4.2. На горизонтальный вал, лежащий в подшипниках Лий, действуют: с одной стороны вес тела Q = 250 Н, привязанного к шкиву *C* радиуса 20 см посредством троса, а с другой стороны вес тела *P* = 1 кН, надетого на стержень *DE,* неизменно скрепленный с валом *AB* под прямым углом. Даны расстояния: *AC* = 20 см, *CD* == 70 см, *BD* = 10 см. В положении равновесия стержень *DE* отклонен от вертикали на угол 30°. Определить расстояние *l* центра тяжести тела *P* от оси вала *AB* и реакции подшипников *A и B.*



К задаче 4.2.

Ответ: l = 10 см, Z_A = 300 Н, Z_B = 950 Н, $X_A = X_B = 0$.

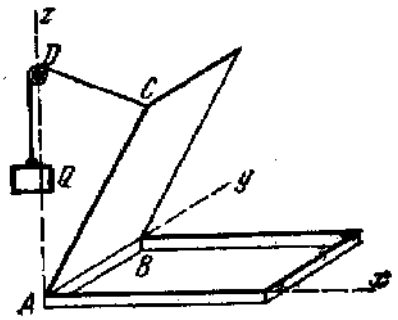
4.3. С помощью ворота, схематически изображенного на рисунке, удерживается груз Q = 1 кН. Радиус барабана *R* = 5 см. Длина рукоятки *KD* = 40 см; *AD* = 30 см; *AC* = 40 см; *CB* = 60 см. Веревка сходит с барабана по касательной, наклоненной к горизонту под углом 60°. Определить давление *P* на рукоятку и реакции



опор A и B при том положении ворота, когда рукоятка *KD* горизонтальна.
Ответ: P = 125 Н, X_A = -300 Н, Z_A = -357 Н, X_B = -200 Н, Z_B = -384 Н.

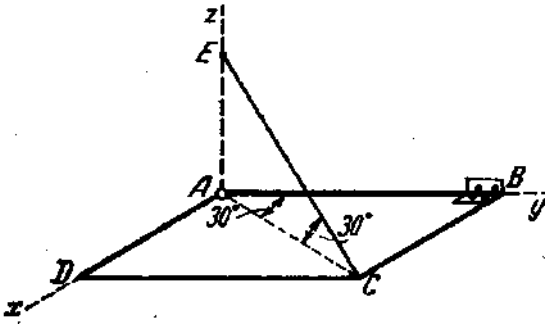
К задаче 4.3

4.4. Однородная прямоугольная крышка веса P = 400 Н удерживается при открытой на 60° над горизонтом противовесом Q. Определить, пренебрегая трением на блоке D, вес Q и реакции шарниров *A и B,* если блок *D* укреплен на одной вертикали с A и AD = AC.
Ответ: Q =104 Н, X_A = 100 Н, Z_A = 173 Н, X_B = 0, Z_B = 200 Н.



К задаче 4.4.

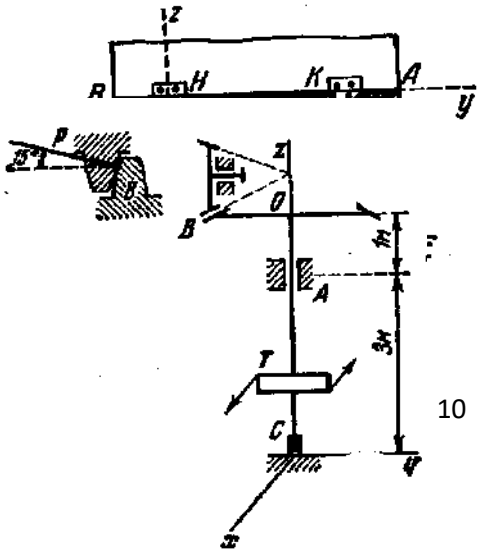
4.5. Однородная прямоугольная рама веса 200 Н прикреплена к стене при помощи шарового шарнира A и петли *B* и удерживается в горизонтальном положении веревкой *CE,* привязанной в точке *C* рамы и к гвоздю *E,* вбитому в стену на одной вертикали с *A,* причем $\angle ECA = \angle BAC$ =30°. Определить натяжение веревки и опорные реакции.
Ответ: T = 200 Н, X_A = 86,6 Н, $У_A$ = 150 Н.



К задаче 4.5.

Z_A = 100 Н, X_B = Z_B = 0.

4.6. Полка *ABCD* вагона, которая может вращаться вокруг оси *AB,* удерживается в горизонтальном положении стержнем *ED,* прикрепленным при помощи шарнира E к вертикальной стене *BAE.* Вес полки и лежащего на ней груза P равен 800 Н и приложен в точке пересечения диагоналей прямоугольника *ABCD.* Даны размеры: *AB* = 150 см, AD = 60 см, AK = BH = 25 см. Длина стержня *ED* = 75 см. Определить усилие S в стержне *ED,* пренебрегая его весом, и реакции петель *K* и *H.*
Ответ: S = 666,7 Н, *Xк* = -666,7 Н,
Z_K = -100 Н, X_H = 133,3 Н, Z_H = 500 Н.



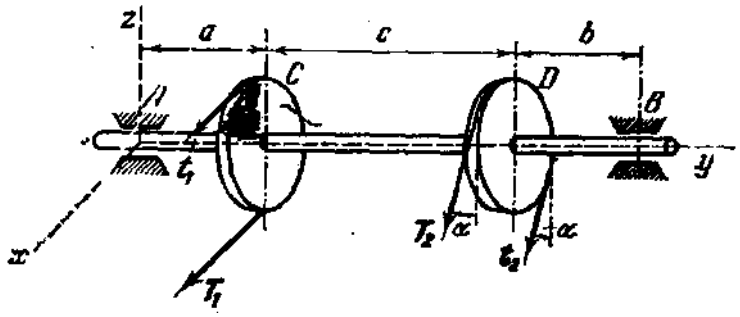
К задаче 4.6.

4.7. Пара сил, вращающая водяную

турбину *T* и имеющая момент 1,2 кН·м, уравновешивается давлением на зубец *B* конического зубчатого колеса *0B* и реакциями опор. Давление на зубец перпендикулярно к радиусу OB = 0,6 м и составляет с горизонтом угол α = 15° = arctg 0,268. Определить реакции подпятника C и подшипника A, если вес турбины с валом и колесом равен 12 кН и направлен вдоль оси *OC,* а расстояния *AC* = 3 м, *AO* = 1 м. К задаче 4.7.

Ответ: X_A = 2,667 кН, *Xc* = -0,667 кН, $У_A$ = -Yc = 0,107 кН, Zc = 12,54 кН.

4.8 Горизонтальный вал трансмиссии, несущий два шкива C и D ременной передачи, может вращаться в подшипниках *A* и *B.* Радиусы шкивов: r_C = 20 см, r_D = 25 см; расстояния шкивов от подшипников: a = b = 50 см; расстояние между шкивами *c* = 100 см. Натяжения ветвей ремня, надетого на шкив C, горизонтальны и имеют величины T_1 и t_1, причем $T_1 = 2t_1 = 5$ кН, натяжения ветвей ремня, надетого на шкив *D,* образуют с вертикалью угол α = 30° и имеют величины T_2 и t_2, причем $T_2 = 2t_2$. Определить натяжения T_2 и t_2 в условиях равновесия и реакции подшипников, вызванные натяжениями ремней.



К задаче 4.8.

Ответ: T_2 = 4 кН, t_2 =2 кН, X_A = -6,375 кН, Z_A = 13 кН, X_B = -4,125 кН, Z_B = 3,9 кН.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ № 4.

ТЕМА: «ЦЕНТР ТЯЖЕСТИ ТВЕРДОГО ТЕЛА».

1.Векторная и скалярные формулы центра тяжести тела (центра масс, объема, площади, линии).
2.Сформулируйте методы определения центров тяжести (центров масс) тел:
а) Симметрии

б) Разбиения на части

в) Отрицательных масс (объемов, площадей).

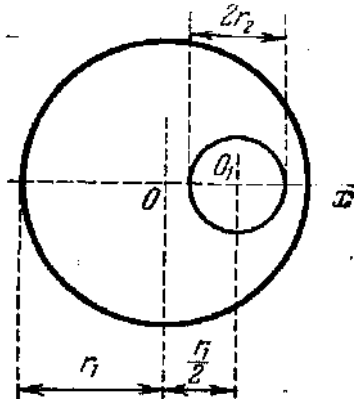
3.Аналитические выражения 1-ой и 2-ой теорем Паппа-Гульдена (поясните величины, входящие в формулы).

4.9. Определить положение центра тяжести *C* площади, ограниченной полуокружностью *AOB* радиуса *R* и двумя прямыми равной длины *AD* и *DB,* причем *OD = 3R.*

Ответ: $OC = \dfrac{3\pi + 16}{3\pi + 12} R = 1{,}19R$

К задаче 4.9.

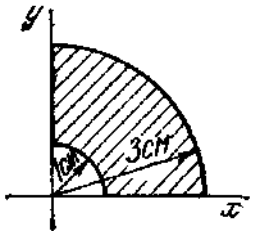
4.10. Определить положение центра тяжести однородного диска с круглым отверстием, предполагая радиус диска равным r_1, радиус отверстия равным r_2, и центр этого отверстия находящимся на расстоянии $r_1/2$ от центра диска.



Ответ: $x_c = -\dfrac{r_1 r_2^2}{2\left(r_1^2 - r_2^2\right)}$

К задаче 4.10.

4.11. Определить координаты центра тяжести четверти кольца, показанного на рисунке.



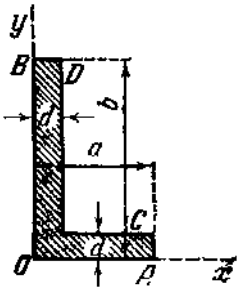
Ответ: Хс = У*с* = 1,38 см.

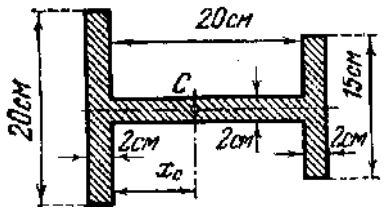
К задаче4.11.

4.12 Найти координаты центра тяжести поперечного сечения неравнобокого уголка, полки которого имеют ширину *OA = a, 0B = b* и толщину *AC = BD = d.*

Ответ: $x = \dfrac{a^2 + bd - b^2}{2\left(a + b - d\right)}$, $y = \dfrac{b^2 + ad - d^2}{2\left(b + a - d\right)}$.

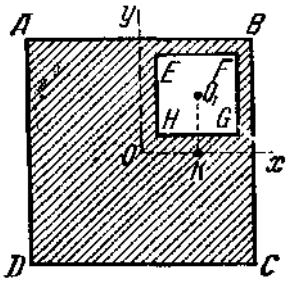
4.13. Найти центр тяжести двутаврового профиля, размеры которого указаны на рисунке. *Ответ:* x_c = 9 см.

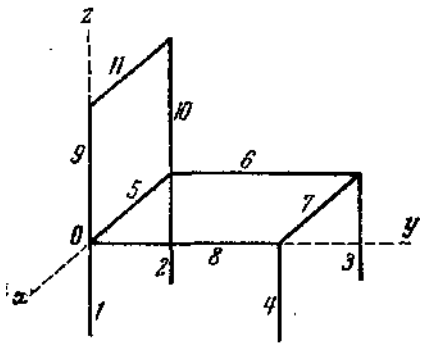


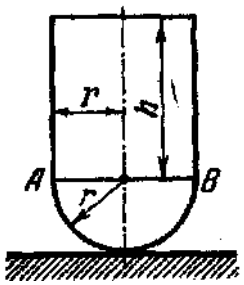


К задаче 4.12 К задаче 4.13

4.14. В однородной квадратной доске *ABCD* со стороной АВ = 2 м вырезано квадратное отверстие *EFGH,* стороны которого соответственно параллельны сторонам *ABCD* и равны 0,7 м каждая. Определить координаты *x* и *y* центра тяжести оставшейся части доски, зная, что *ОК* = O_1K = 0,5 м, где О и O_1 - центры квадратов, *ОК.* и O_1K соответственно параллельны сторонам квадратов. *Ответ: x = y* = -0,07 м.







К задаче 4.14. К задаче 4.15. К задаче 4.16.

4.15. Найти координаты центра тяжести тела, имеющего вид стула, состоящего из стержней одинаковой длины и веса. Длина стержня равна 44 см.
Ответ: x = -22 см, *y* = 16 см, *z* = 0.

4.16. Найти предельную высоту h цилиндра, при которой тело, состоящее из цилиндра и полушара одинаковой плотности и одинакового радиуса r, теряет устойчивость в положении равновесия, когда оно опирается поверхностью полушара на гладкую горизонтальную плоскость.

Центр тяжести всего тела должен совпадать с центром полушара. Расстояние центра тяжести однородного полушара от его основания равно 3/8r.
Ответ: $h = r/\sqrt{2}$

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4.

ТЕМА: «РАВНОВЕСИЕ ТЕЛ С УЧЕТОМ СИЛ ТРЕНИЯ».

1. Формула связи силы трения и нормального давления (закон Кулона).
2. Формула связи максимальной силы сцепления и нормального давления.
3. Связь углов сцепления и трения с коэффициентами сцепления и трения. Размерность коэффициентов сцепления и трения скольжения.

4. Изобразите две расчетных схемы сил ведомого колеса.
5. Изобразите две расчетных схемы сил ведущего колеса.
6. Формула связи момента трения качения и нормальной реакции колеса, коэффициент трения качения, его размерность. Коэффициент сопротивления качению.
7. Запишите условия:

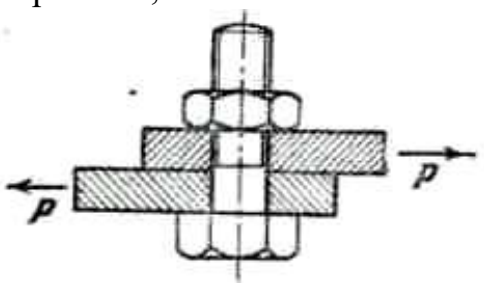
для ведомого колеса - состояние покоя, чистого качения, чистого скольжения, качения со скольжением.

для ведущего колеса - состояние покоя, чистого буксования, качения с буксованием.

5.1. Определить необходимую затяжку болта, скрепляющего две стальные полосы, разрываемые силой P=2 кН. Болт поставлен с зазором и не должен работать на срез. Коэффициент трения между листами равен 0,2.

Указание. Болт не должен работать на срез, поэтому его надо затянуть с такой силой, чтобы развивающееся между листами трение могло предотвратить скольжение листов. Сила, действующая вдоль оси болта, и является искомой затяжкой.

Ответ: 10 кН.



К задаче 5.1

5.2. Поезд поднимается по прямолинейному пути, имеющему уклон 0,008, с постоянной скоростью; вес поезда, не считая электровоза, 12000 кН. Какова сила тяги *P* электровоза, если сопротивление движению равно 0,005 силы давления поезда на рельсы?

Ответ: P = 156 кН.

5.3. Негладкой наклонной плоскости придан такой угол α наклона к горизонту, что тяжелое тело, помещенное на эту плоскость, спускается с той постоянной скоростью, которая ему сообщена в начале движения. Определить коэффициент трения f.

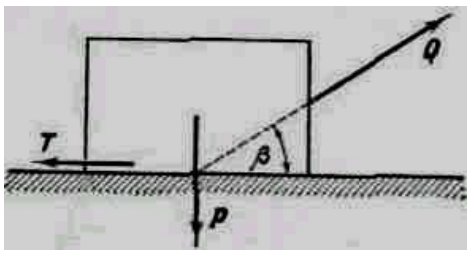
Ответ: $f = \mathrm{tg}\alpha$.

5.4. Найти угол естественного откоса земляного грунта, если коэффициент трения для этого грунта f = 0,8.

Углом естественного откоса называется тот наибольший угол наклона откоса к горизонту, при котором частица грунта, находящаяся на откосе, остается в равновесии.

Ответ: 38°40'.

5.5. Ящик веса P стоит на шероховатой горизонтальной плоскости с коэффициентом

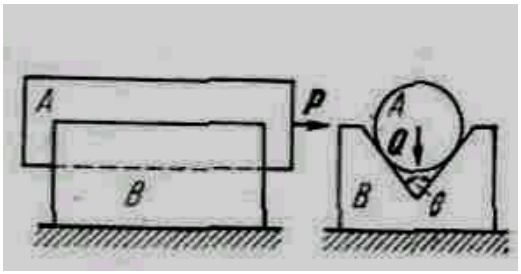


трения f. Определить, под каким углом β надо приложить силу *Q*, и величину этой силы при условии: сдвинуть ящик при наименьшей: величине *Q*.

Ответ: $\beta = arctgf;\ Q_{\min} = \frac{fP}{\sqrt{1+f^2}}$. *К задаче 5.5*

5.6. Цилиндр А лежит в направляющих В, поперечное сечение которых – симметричный клин с углом раствора θ. Коэффициент трения между цилиндром А и направляющей *В* равен *f*. Вес цилиндра равен *Q*. При какой величине силы *P* цилиндр начнет двигаться горизонтально? Каков должен быть угол θ, чтобы движение началось при значении силы *P,* равной весу цилиндра Q?

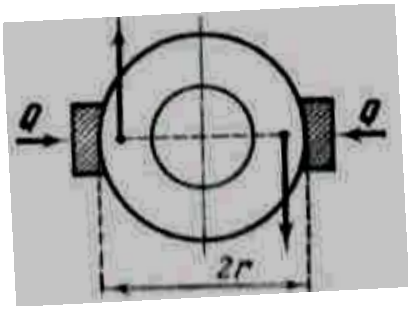
Ответ: $P = \frac{Qf}{\sin(\theta/2)}$, $\theta = 2\arcsin f$

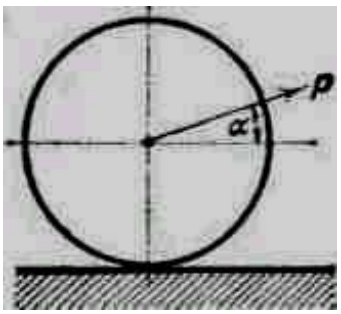


К задаче 5.6.

5.7. К валу приложена пара сил с моментом *M* = 100 Нм. На валу заключено тормозное колесо, радиус r которого равен 25 см. Найти, с какой силой Q надо прижимать к колесу тормозные колодки, чтобы колесо оставалось в покое, если коэффициент трения покоя f между колесом и колодками равен 0,25.

Ответ: *Q* = 800 Н.





К задаче 5.7. К задаче 5. 9

5.8. Определить угол α наклона плоскости к горизонту, при котором ролик радиуса r = 50 мм равномерно катится по плоскости. Материал трущихся тел – сталь, коэффициент трения качения *k* == 0,05 мм.

Ввиду малости угла α можно принять α = tg α.

Ответ: α = 3′26″.

5.9. Определить силу P, необходимую для равномерного качения цилиндрического катка диаметра 60 см и веса 300 Н по горизонтальной плоскости, если коэффициент трения качения *k* = 0,5 см, а угол, составляемый силой P с горизонтальной плоскостью, равен α = 30°.

Ответ: *P* = 5,72 Н.

Список литературы

Основная литература

1. Вильке, В. Г. Теоретическая механика [Электронный ресурс] : учебник и практикум / В. Г. Вильке. — Электрон.дан. — М. : Юрайт. 2018. — 311 с. — Режим доступа: http://www.biblio-online.ru/book/3E99F08E-DE68-43CB-9F73-8C68070EEFA1

2. Лачуга, Ю.Ф. Теоретическая механика [Текст] : учебник для студентов высших аграрных заведений, обучающихся по агроинженерным специальностям / Лачуга, Ю. Ф., Ксендзов В.А. - М. : Колос С, 2010. - 576 с.

3. Лукашевич, Н. К. Теоретическая механика [Электронный ресурс] : учебник / Н. К. Лукашевич. — Электрон.дан. — М. : Юрайт, 2018. — 266 с. — Режим доступа: http://www.biblio-online.ru/book/F24F2057-6836-48D9-BA1F-ABE39518B74E

4. Митюшов, Е. А. Теоретическая механика [Текст] : учебник для студентов вузов / Е. А. Митюшов, С.А. Берестова. - 2-е изд. ; перераб. - Москва : Академия, 2011. - 320 с. - (Бакалавриат).

Дополнительная литература.

1. Бать, М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. Том 1. Статика и кинематика [Текст] : учебное пособие / М. И. Бать, Г. Ю. Джанелидзе, А. С. Кельзон. - 12-е изд. ; стер. - СПб. : Лань, 2013. - 672 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

2.Бать, М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. Том 2. Динамика [Текст] : учебное пособие / М. И. Бать, Г. Ю. Джанелидзе, А. С. Кельзон. - 10-е изд. ; стер. - СПб. : Лань, 2013. - 640 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

3.Диевский, В. А. Теоретическая механика [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подготовки 150300 - "Прикладная механика" / В. А. Диевский. - СПб. : Лань, 2009. - 320 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

4.Молотников, В. Я. Механика конструкций. Теоретическая механика. Сопротивление материалов [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подготовки 150400 - "Технологические машины и

оборудование" / В. Я. Молотников. - СПб. : Лань, 2012. - 544 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

5.Теоретическая механика [Текст] : учебник для бакалавров. Рекомендовано Мин. образования и науки РФ в качестве учебника для студентов вузов, обуч. по направлениям и специальностям "Математика" и "Механика" / под ред. П. Е. Товстика. - 3-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 593 с. - (Бакалавр).

6.Яковенко Г.Н. Краткий курс теоретической механики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Яковенко Г.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.— 116 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/6535.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

АВТОДОРОЖНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра технологии металлов и ремонта машин

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для лабораторных занятий по курсу

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

для обучающихся по направлению подготовки

23.03.01 Технология транспортных процессов

Уровень профессионального образования: бакалавриат
Направление подготовки: 23.03.01 Технология транспортных процессов

Профиль: Организация перевозок и управление на транспорте
Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная и заочная

Рязань, 2024

Составители: д.т.н., доцент Г.К. Рембалович; к.т.н., Р.В. Безносюк

УДК 629.1

Рецензенты:

к.т.н., доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка» федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ) Д.Н. Бышов

к.т.н., доцент кафедры «Техническая эксплуатация транспорта» федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ) А.С. Колотов

Методические указания для лабораторных занятий по курсу «Материаловедение и технология конструкционных материалов» для обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

Методические указания составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 23.03.01 Технология транспортных процессов (уровень бакалавриата), утвержденного Министерством образования и науки РФ 07.08.2020 года, № 911, и предназначены для студентов очной и заочной формы обучения, обучающихся по специализации «Автомобили и тракторы». Предназначены для методического обеспечения выполнения лабораторных занятий по дисциплине «Материаловедение и технология конструкционных материалов».

Методические рекомендации обсуждены и одобрены на заседании кафедры технологии металлов и ремонта машин 20 марта 2024 г., протокол № 8.

Зав. кафедрой «Технология металлов и ремонт машин» _____ Г.К. Рембалович
(кафедра) (подпись) (ФИО)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение …… 4

РАЗДЕЛ 1. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Лабораторная работа № 1. Изучение микроструктуры и свойств углеродистых сталей в равновесном состоянии…….. 6

Лабораторная работа № 2. Изучение микроструктуры и свойств чугуна.. 14

Лабораторная работа № 3. Термическая обработка углеродистых сталей 17

Лабораторная работа № 4. Термическая обработка легированных сталей 28

Лабораторная работа № 5. Изучение микроструктуры цветных металлов и сплавов……. 40

РАЗДЕЛ 2. ГОРЯЧАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

Лабораторная работа № 6. Сварка под слоем флюса. Сварка в среде защитных газов……. 46

Лабораторная работа № 7. Технология газовой сварки…… 54

РАЗДЕЛ 3. ОБРАБОТКА КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ РЕЗАНИЕМ

Лабораторная работа № 8. Части, элементы, геометрические параметры токарного резца…….. 58

Лабораторная работа № 9. Механическая обработка…… 57

Рекомендуемая литература ……..…… 74

ВВЕДЕНИЕ

Цель преподавания дисциплины "Материаловедение и технология конструкционных материалов" состоит в формирование у студентов понимание научных основ в области технологии, организации и планирования транспортных систем, дать основные знания о строении, свойствах материалов; об основных тенденциях и направлениях развития современного теоретического и прикладного материаловедения, закономерностях формирования и управления структурой и свойствами материалов при различных видах воздействия на материал: обеспечить способность к разработке и внедрению технологических процессов с рациональным выбором материала в каждом конкретном случае.

В результате изучения дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» будущий бакалавр готовится к решению следующих задач:

- участие в составе коллектива исполнителей в реализации стратегии предприятия по достижению наибольшей эффективности производства и качества работ при организации перевозок пассажиров, грузов, грузобагажа и багажа;

- участие в составе коллектива исполнителей в организации работ по проектированию методов управления;

- участие в составе коллектива исполнителей в анализе производственно-хозяйственной деятельности транспортных предприятий;

- участие в составе коллектива исполнителей в осуществлении контроля за работой транспортно-технологических систем.

В результате изучения дисциплины студент должен знать - основы строения металлов, диффузионных процессов в металле, формирования структуры металлов и сплавов при кристаллизации, пластических деформаций, влияния нагрева на структуру и свойства деформированного металла, механических свойств металлов и сплавов;- конструкционные металлы и сплавы;- основы теории и технологии термической обработки стали; пластмасс;

- основы современных способов получения материалов и изделий с заданным уровнем эксплуатационных свойств; уметь выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности; владеть методами разработки технической документации по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего производства.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих общекультурных и профессиональных компетенций:

- умеет использовать знания основных законов математических и естественных наук, методы математического анализа и моделирования для решения стандартных задач в профессиональной деятельности (ОПК – 1.2);

- способностью к разработке и внедрению технологических процессов, использованию технической документации (ПК-4.1).

Лабораторная работа №1

Изучение микроструктуры и свойств углеродистых сталей в равновесном состоянии

1. Цель работы

Целью данной работы является получить навыки в проведении микроанализа структур углеродистых сталей, определении по ним типа сплава, содержания углерода, примерной марки стали и в практическом применении установленного сплава.

2. Основные теоретические положения

2.1. Фазы и структуры диаграммы «Железо – цементит»

Под равновесным состоянием понимается состояние, при котором все фазовые превращения в сплаве полностью закончились в соответствии с диаграммой состояния. Это происходит только при медленном охлаждении. Основой для определения фазовых и структурных составляющих железоуглеродистых сплавов в равновесном состоянии является диаграмма состояния «Железо – цементит» (рис. 1.1). В сплавах железа с углеродом образуются следующие фазы и структуры.

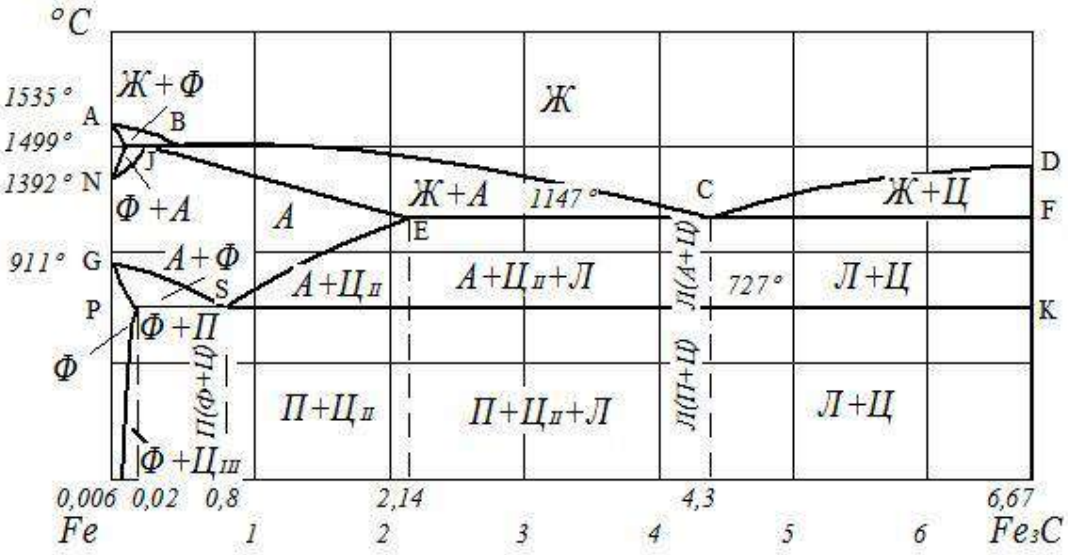


Рисунок 1.1. Диаграмма состояния «Железо – цементит»

Феррит – твердый раствор внедрения углерода в Feα – мягкая, пластичная фаза (σВ = 300 МПа, δ = 40%, ψ = 70%, 650–1000 НВ). Различают низкотемпературный и высокотемпературный феррит. Предельная концентрация углерода в феррите при 0 °С – 0,006 %, при 727 °С – 0,02%, в высокотемпературном феррите – 0,1%. Феррит магнитен до 768 °С. Кристаллическая решетка – кубическая объемноцентрированная.

Аустенит – твердый раствор внедрения углерода в Feγ – более твердый, чем феррит, и пластичный (δ = 40–50%, 2000–2500 НВ), не магнитен. Предельная концентрация углерода достигает 2,14% при 1147 °С. Кристаллическая решетка – кубическая гранецентрированная.

Цементит – химическое соединение Fe3C – имеет высокую твердость (8000 НВ), но практически нулевую пластичность. Температура плавления цементита около 1250 °С. Полиморфных превращений не испытывает, но при низких температурах слабоферромагнитен. Кристаллическая решетка ромбическая.

Перлит – эвтектоидная смесь феррита и цементита является прочной структурной составляющей (σВ = 800–900 МПа, δ = 16%, 1800 НВ).

Ледебурит – эвтектическая смесь аустенита и цементита в интервале температур 1147–727 °С, а ниже линии SK (727 °С) – смесь перлита и цементита. Ледебурит имеет высокую твердость (> 6000 НВ), но хрупок.

Графит – аллотропическая модификация углерода. Имеет гексагональную решетку. Твёрдость и прочность графита очень малы.

2.2. Классификация железоуглеродистых сплавов

Структура сплавов в равновесном состоянии определяется содержанием углерода. По содержанию углерода на диаграмме «Железо – цементит» все сплавы принято делить на три группы: техническое железо, стали и чугуны.

Техническим железом называются сплавы с содержанием углерода от 0 до 0,02%. При концентрации углерода до 0,006% сплавы являются однофазными и имеют структуру феррита.

Сплавы с содержанием углерода от 0,006 до 0,02 % являются двухфазными. Это объясняется тем, что концентрация углерода в сплавах превышает его растворимость в феррите при комнатной температуре. В процессе охлаждения феррит любого сплава, имеющего концентрацию углерода свыше 0,006%, оказывается перенасыщенным. Равновесного состояния феррит достигнет за счет выделения цементита.

Сталями называются сплавы железа с углеродом, концентрация которого находится в пределах от 0,02 до 2,14 %.

Процессы, протекающие при первичной кристаллизации, на структуру сталей влияния не оказывают. Окончательная структура сталей формируется из аустенита. При 727 °С (рис. 1.1, линия PSK) все стали претерпевают эвтектоидное превращение:

А0,8 % С → П (Ф0,02 % С + Ц6,67 % С).

Продуктом данного превращения является перлит – эвтектоидная смесь феррита и цементита.

По структуре в равновесном состоянии стали делятся:

на доэвтектоидные (концентрация углерода от 0,02 до 0,8%), при комнатной температуре состоящие из двух фаз – феррита и цементита, структура таких сталей – феррит+перлит;

эвтектоидную (концентрация углерода 0,8%), также состоящую из двух фаз – феррита и цементита, структура – перлит;

заэвтектоидные (концентрация углерода от 0,8 до 2,14%), имеющие структуру перлит+цементит, образованную из двух фаз: феррита и цементита.

2.3. Влияние концентрации углерода на свойства железоуглеродистых сплавов

По мере повышения концентрации углерода в стали и чугуне изменяются структура и их механические свойства. Прочность горячекатаной стали в нормализованном состоянии с увеличением содержания углерода повышается, а пластичность снижается (рис. 1.2). При появлении в структуре стали вторичного

цементита твердость ее возрастает, а прочность снижается. Это объясняется влиянием хрупкой цементитной сетки, которая окружает зерна перлита и уменьшает прочность связи между ними.

С увеличением содержания углерода снижаются технологические свойства стали, увеличивается усадка, ухудшаются жидкотекучесть, ковкость и свариваемость, затрудняется механическая обработка. Поэтому для сварных конструкций используют стали с пониженным содержанием углерода (до 0,3%). Штамповки изготовляют из стали с содержанием до 0,5% С.

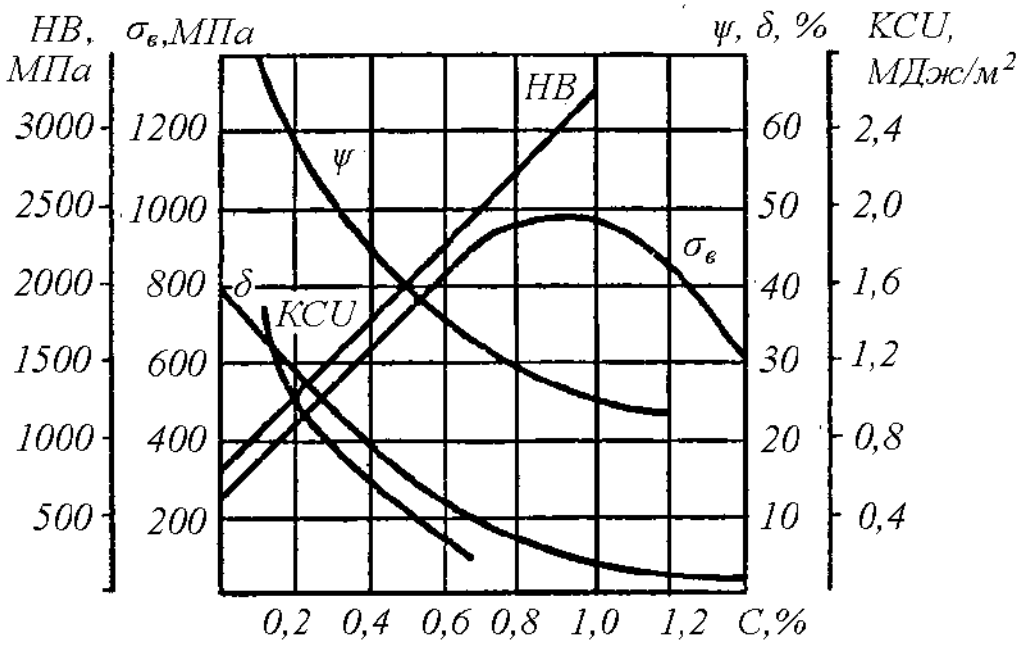


Рисунок 1.2. Зависимость механических свойств стали от содержания углерода

Увеличение концентрации углерода у белых чугунов повышает их твердость от HRC 35 при 2,2% С до HRC 48 при 4,3% С и соответственно хрупкость. Динамическая прочность белых чугунов близка к нулю. С увеличением углерода в серых чугунах увеличивается количество и размер графитных включений, что также снижает прочность.

Следует остановиться на влиянии формы цементита на механические свойства перлита и размеров и формы графитных включений на прочность серых

чугунов. Как указывалось ранее, частички цементита в перлите могут быть не только в виде пластинок, но и в виде округлых зерен.

Изменение формы цементита существенно изменяет механические свойства стали и прежде всего пластичность. У стали со структурой зернистого перлита предел прочности и твердости ниже на 15−20%, чем у стали со структурой пластинчатого перлита, а относительное удлинение выше в 2−4 раза. Например, сталь с содержанием 0,8% С со структурой пластинчатого перлита имеет предел прочности σВ = 800 МПа, относительное удлинение δ = 14%, а со структурой зернистого перлита σВ = 590 МПа, δ =29%. Повышенная пластичность зернистого перлита объясняется тем, что глобулярные частицы цементита оказывают меньшее сопротивление развитию пластической деформации по сравнению с пластинчатыми. Энергия, необходимая для разрушения металла при динамической нагрузке, в этом случае увеличивается, ударная вязкость возрастает.

2.4. Структура и свойства железоуглеродистых сплавов

Техническое железо. Структура технического железа с концентрацией углерода 0,012 % (рис. 1.4) состоит из светлых полиэдрических зёрен феррита и цементита третичного, который расположен в виде светлых включений по границам зёрен феррита.

Феррит является пластичной и мягкой составляющей (800 НВ, δ = 40%). Цементит – твёрдый и хрупкий (8000 НВ, δ = 0%). Наличие на границах зёрен прожилок цементита третичного понижает пластичность и вязкость сплава.

Стали. В процессе охлаждения из аустенита доэвтектоидных сталей выделяется феррит (рис. 1.5а). Температура, при которой начинает выделяться феррит, определяется линией GS (см. рис. 1.1).

Выделение феррита приводит к обогащению аустенита углеродом. При 727 °С концентрация углерода в аустените достигает 0,8%, и в этих условиях имеет место эвтектоидная реакция

А0,8% → П0,8%(Ф+ Ц).

Таким образом, структура доэвтектоидных сталей при комнатной температуре состоит из феррита, выделившегося в интервале температур Ar3–Ar1 (линии GS и PS), и перлита, образовавшегося при 727 °С.

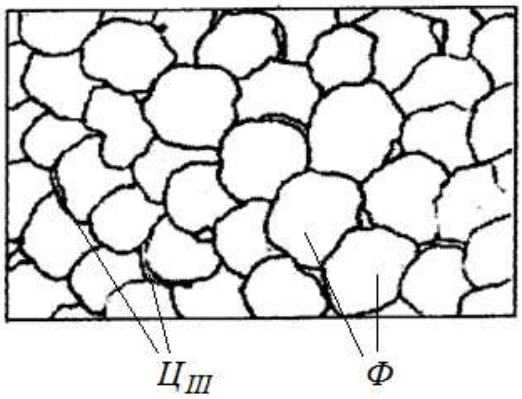


Рисунок 1.4. Технические (двухфазное) железо

В структуре доэвтектоидной стали цементита много больше, чем в техническом железе, и это повышает твёрдость стали (рис. 1.2).

Сталь с содержанием углерода 0,8% имеет структуру перлита и называется эвтектоидной сталью. Перлит чаще всего имеет пластичное строение, при котором кристаллы цементита перемежаются с кристаллами феррита (рис. 4.5б). Увеличение содержания углерода повышает твердость, прочность, но снижает пластичность сплава.

Структура заэвтектоидной стали также формируется из аустенита. В интервале температур Arcт – Ar1 (линии SE и SK) из аустенита выделяется цементит вторичный, который, как правило, располагается по границам зёрен. При 727 °С концентрация углерода в аустените будет соответствовать 0,8%, он распадается с образованием перлита.

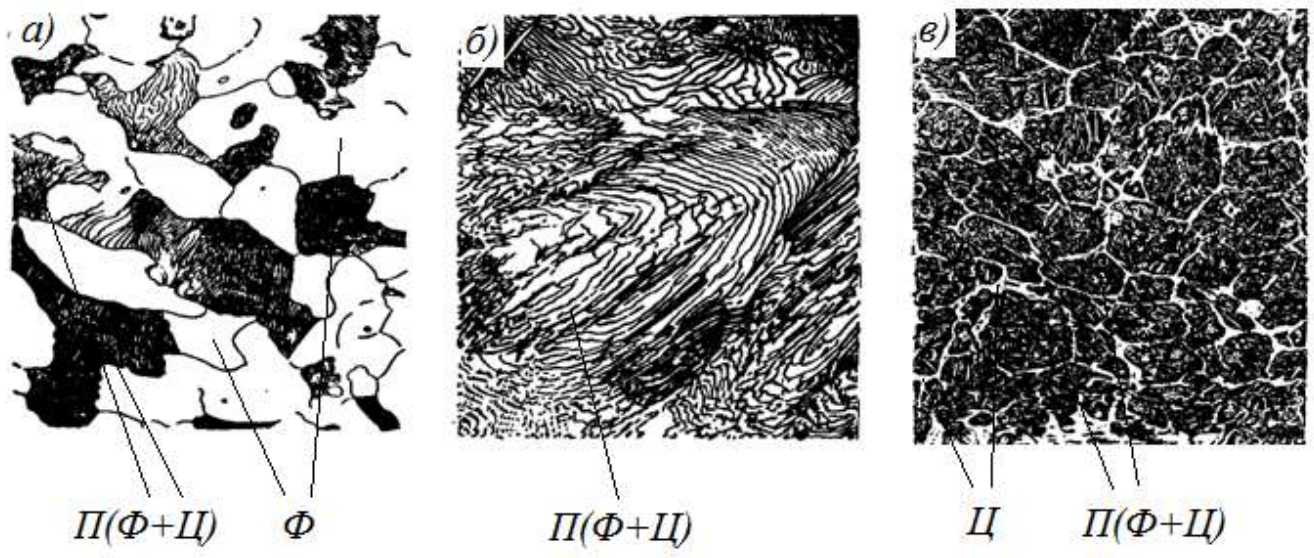


Рисунок 1.5. Структуры сталей: а – доэвтектоидная сталь, б – эвтектоидная сталь, в – заэвтектоидная сталь

Таким образом, структура заэвтектоидной стали при комнатной температуре – перлит и цементит вторичный (рис. 1.5в). Доля цементитной составляющей возросла в сравнении с предыдущими сплавами. Теперь цементит не только входит в перлит (эвтектоид), но и твёрдость стали возрастает до 3000 НВ.

3. Порядок проведения работы

3.1. Изучить основные теоретические положения.

3.2. Провести микроанализ сплавов.

3.3. Сделать выводы.

4. Содержание отчета

4.1. Название, цель работы.

4.2. Краткие теоретические сведения.

4.3. Рисунки микроструктур различных марок сталей и сплавов. Указать увеличение микроскопа.

4.4. Для каждого микрошлифа (справа от рисунка) дать название, марку стали, структуру (указав вид термической обработки), класс стали по структуре, химический состав, свойства и области применения.

4.5. Рисунки выполнить карандашом.

4.6. Сделать выводы

5. Вопросы для самоконтроля

5.1. Определение феррита, аустенита, цементита, графита.

5.2. Определение перлита, ледебурита.

5.3.Что такое техническое железо, сталь, чугун?

5.4. Каково отличие в структуре белого чугуна от серого, высокопрочного, ковкого?

5.5. Как получают чугун серый, ковкий, высокопрочный?

5.6. Как и почему меняется твёрдость сплавов по мере увеличения концентрации углерода?

5.7. По микрофотографии, предложенной преподавателем, определите тип сплава (техническое железо, сталь, чугун), структурный и фазовый состав, пределы содержания углерода.

5.8. По диаграмме «Железо − цементит» опишите процессы, протекающие в сталях и белых чугунах при кристаллизации.

Лабораторная работа №2

Изучение микроструктуры и свойств чугуна

1. Цель работы

Целью данной работы является изучение микроструктуры чугунов, их структурные составляющие, приборы и методику проведения микроструктурного анализа.

2. Основные теоретические положения

Чугуны, относятся к железоуглеродистым сплавам, являются важнейшими материалами современной техники. Объем их производства намного превосходит производство всех других сплавов вместе взятых. Вес стальных и чугунных конструкций составляет около 80% веса всего судна.

Свойства металлов и сплавов, в том числе и чугунов, определяются их составом и структурой. Существующие в настоящее время методы исследования позволяют получить о них достаточно точные сведения при различных условиях.

Состав и структуру железоуглеродистых сплавов, кинетику их превращений целесообразно рассматривать на примере изучения соответствующей диаграммы состояния, которая в удобной графической форме показывает фазовый состав сплава в зависимости от концентрации углерода и температуры сплава.

Железоуглеродистые сплавы и, в первую очередь стали, являются наиболее часто используемыми в судостроении и судоремонте конструкционными материалами. Поэтому изучение структурных составляющих стали имеет важное значение. Особое внимание следует уделить влиянию на свойства стали углерода, умению определять его численное значение и соответствующие механические свойства стали.

Чугуном называют сплав железа с углеродом при содержании последнего от 2,14 до 6,67%.

В белых чугунах весь углерод находится в связанном состоянии, в виде цементита Fe3C. В зависимости от содержания углерода белый чугун разделяется на доэвтектический (от 2,14 до 4,43%С), эвтектический (4,43%С) и заэвтектический (от 4,3 до 6,67%С). В структуре всех белых чугунов имеется цементитная эвтектика «ледебурит» (перлит+цементит). Схемы микроструктур белых чугунов приведены на рис. 2.1,а-в.

В серых, ковких и высокопрочных чугунах почти весь углерод находится в свободном состоянии в виде графита (рис. 2.1,г-з).

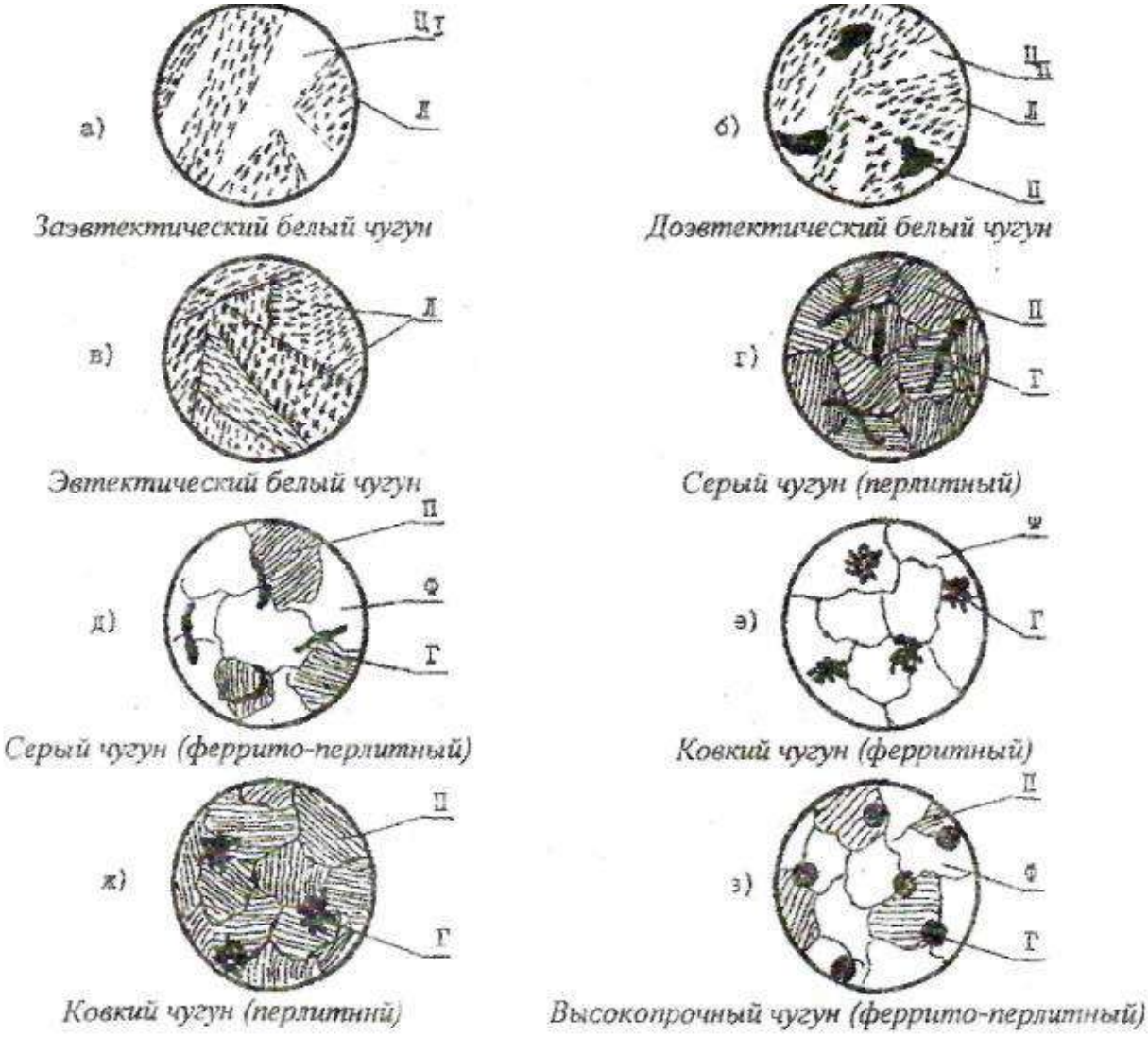


Рисунок 2.1. Схемы микроструктуры чугунов *150

В серых чугунах графит пластинчатой, в ковких хлопьевидной, в высокопрочных шаровидной формы. Графит имеет очень низкую прочность, поэтому

включения графита в чугунах часто рассматриваются как пустоты, ухудшающие свойства чугуна. Чем больше углерода содержится в чугуне, тем крупнее включения графита и тем ниже механические свойства чугуна. Таким образом, наличие углерода в чугунах способствует его графитизации. Наименее выгодной формой графитовых включений, больше всего снижающей механические свойства чугуна, является пластинчатая (серый чугун). Хлопьевидная форма (ковкий чугун) меньше снижает его механические свойства. Наиболее выгодной формой графитовых включений, меньше всего снижающей свойства чугуна, является шаровидная (высокопрочный чугун).

3. Порядок проведения работы

3.1. Изучить основные теоретические положения

3.2. Изучить и зарисовать основные микроструктуры чугунов по образцам и фотографиям, указать и дать определения их структурным составляющим.

3.3. Закончить оформление отчета

4. Содержание отчета

4.1. Цель исследования

4.2. Зарисовать по одной микроструктуре эвтектоидной, до- и заэвтектоидной стали

4.3. Зарисовать основные схемы микроструктуры чугунов

4.4. Выводы

5. Вопросы для самоконтроля

5.1. Какие материалы называют чугуном

5.2. Какое содержание углерода в чугунах

5.3. Как изменяется микроструктура чугунов в зависимости от содержания углерода

5.4. Как меняются свойства чугунов в зависимости от содержания углерода

Лабораторная работа №3
Термическая обработка углеродистых сталей

1. Цель работы

Целью данной работы является изучение влияния термической обработки на механические свойства (твердость) углеродистой стали. Ознакомиться с общими принципами назначения режима термической обработки при проведении закалки, нормализации, отжига и отпуска углеродистой стали. Приобрести практические навыки проведения операций термической обработки.

2. Основные теоретические положения

Термическая обработка – это технологический процесс, состоящий из нагрева и охлаждения материала изделия с целью изменения его структуры и свойств.

На стадии изготовления деталей необходимо, чтобы металл был пластичным, нетвердым, имел хорошую обрабатываемость резанием.

В готовых изделиях всегда желательно иметь материал максимально прочным, вязким, с необходимой твердостью.

Такие изменения в свойствах материала позволяет сделать термообработка. Любой процесс термообработки может быть описан графиком в координатах температура-время и включает нагрев, выдержку и охлаждение. При термообработке протекают фазовые превращения, которые определяют вид термической обработки.

Температура нагрева стали зависит от положения ее критических точек и выбирается по диаграмме состояния Fe – Fe_3C в зависимости от вида термической обработки. Критические точки (температуры фазовых превращений) определяют: линия PSK – точку A_1, GS – точку A_3 и SE – точку A_m. Нижняя критическая точка A_1 соответствует превращению $А \rightarrow П$ при $727^{O}C$. Верхняя критическая точка соответствует началу выделения феррита из аустенита (при охлаждении) или концу растворения феррита в аустените (при

нагреве). Температура линии SE, соответствующая началу выделения вторичного цементита из аустенита, обозначается A_m.

Время нагрева до заданной температуры зависит, главным образом, от химического состава стали и толщины наиболее массивного сечения детали (в среднем 60 с на каждый миллиметр сечения).

Выдержка при температуре термообработки необходима для завершения фазовых превращений, происходящих в металле, выравнивания температуры по всему объему детали. Продолжительность выдержки зависит от химического состава стали и для нелегированных сплавов определяется из расчета 60 с. на один миллиметр сечения.

Скорость охлаждения зависит, главным образом, от химического состава стали, а также от твердости, которую необходимо получить.

Самыми распространенными видами термообработки сталей являются закалка и отпуск. Производятся с целью упрочнения изделий.

Закалка сталей

Закалкой называется фиксация при комнатной температуре высокотемпературного состояния сплава. Основная цель закалки – получение высокой твердости, прочности и износостойкости. Для достижения этой цели стали нагревают до температур на 30 – 50°C выше линии GSK (рис. 6.1), выдерживают определенное время при этой температуре и затем быстро охлаждают.

Процессы, происходящие в сплаве на различных стадиях закалки, можно рассмотреть на примере эвтектоидной стали У8. В исходном отожженном состоянии эта сталь имеет структуру перлита (эвтектоидная смесь феррита и цементита). При достижении температуры A_1 (727 ^{0}C) произойдет полиморфное превращение, т.е. перестройка кристаллической решетки феррита (ОЦК) в решетку аустенита (ГЦК), вследствие чего растворимость углерода резко возрастает. В процессе выдержки весь цементит растворится в аустените и концентрация углерода в нем достигнет содержания углерода в стали, т.е. 0,8 %.

Следующий этап – охлаждение стали из аустенитной области до комнатной температуры – является определяющим при закалке. При охлаждении стали ниже температуры A_1 происходит обратное полиморфное превращение, т.е. решетка аустенита (ГЦК) перестраивается в решетку феррита (ОЦК) и при этом растворимость углерода уменьшается в 40 раз (с 0,8 до 0,02). Если охлаждение происходит медленно, то “лишний” углерод успевает выйти из решетки феррита и образовать цементит. В результате формируется структура феррито-цементитной смеси. Если же охлаждение производится быстро, то после полиморфного превращения углерод остается вследствие подавления диффузионных процессов в решетке ОЦК. Образуется пересыщенный твердый раствор углерода в α - железе, который называется мартенситом. Перенасыщенность мартенсита углеродом создает в его решетке большие внутренние напряжения, которые приводят к искажению ее формы и превращению из кубической в тетрагональную. Уровень внутренних напряжений оценивается степенью тетрагональности, т.е. отношением длины ребра с параллелепипеда к ребру а.

Чем выше степень тетрагональности решетки мартенсита, тем выше его твердость. Степень тетрагональности, в свою очередь, будет зависеть от содержания углерода в стали.

Получить структуру мартенсита (или закалить сталь) можно только в том случае, если обеспечить скорость охлаждения больше или равную критической ($V_{кр}$) (рис 5.3),чтобы не успели пройти поцессы распада аустенита в верхнем районе температур.

Критическая скорость закалки или минимальная скорость охлаждения ($V_{кр}$) – это скорость, при которой аустенит переходит в мартенсит. Если же скорости охлаждения будут меньше $V_{кр}$, при распаде аустенита получим

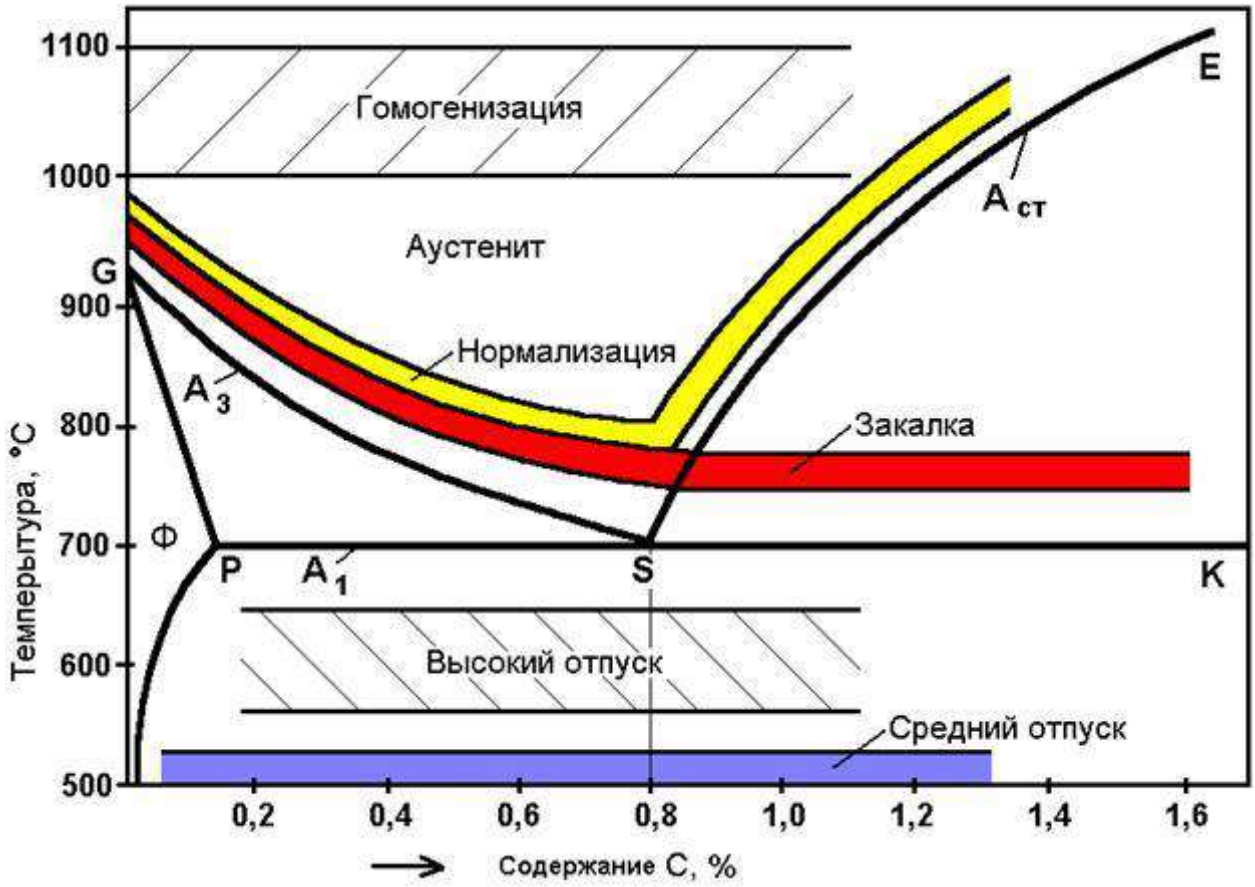


Рисунок 3.1. Диапазон оптимальных температур нагрева при различных видах термообработки

феррито-цементитные смеси различной дисперсности троостит, сорбит и перлит.

Перлит (грубодисперсионная смесь феррита и цементита) может быть получен при очень медленных скоростях охлаждения (на рис. 3.3 это скорость V_1). Такие скорости охлаждения характерны для отжига (охлаждение вместе с печью).

При охлаждении углеродистых сталей на воздухе (вид термообработки – нормализация) со скоростями V_2 и V_3 получаем структуры сорбита и троостита. Сорбит – механическая смесь феррита и цементита средней дисперсности. Троостит – мелкодисперсная феррито-цементитная смесь. Свойства сорбита и троостита занимают промежуточное положение между свойствами перлита (П) и мартенсита (М).

Практической целью закалки является получение максимальной прочности и твердости стали. Достигается эта цель при следующих режимах:

нагрев стали на 30 – 50°C выше линии GSK, выдержка при этой температуре и охлаждение со скоростью ≥ $V_{кр}$.

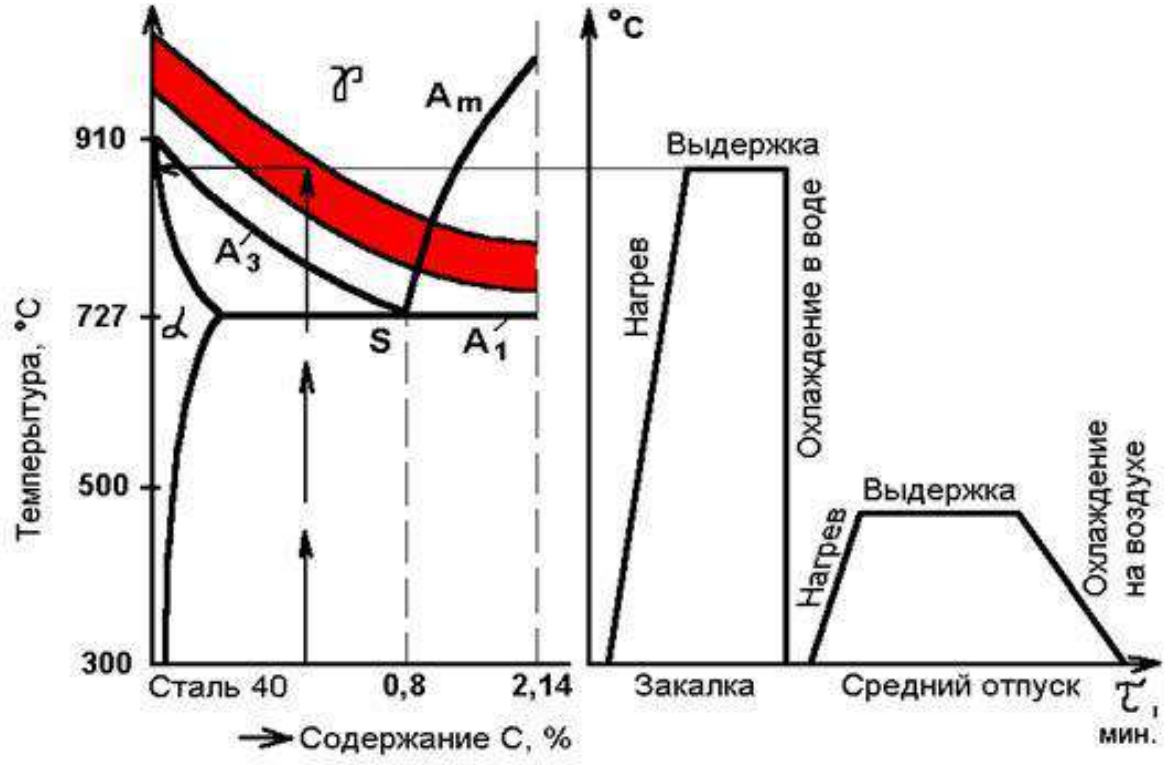


Рисунок 3.2. Выбор оптимальных температур закалки для конкретных марок сталей и проведения закалки и отпуска по назначенным режимам

По температуре нагрева различают полную и неполную закалку. Полная закалка осуществляется из аустенитной области. После охлаждения с критической скоростью закалки у всех углеродистых сталей образуется структура мартенсита. Полной закалке подвергают изделия из доэвтектоидных сталей, при этом исключается образование мягких ферритных включений.

Неполная закалка – закалка из промежуточных, двухфазных областей (А + Ф), (А+$Ц_{II}$). В результате охлаждения с критической скоростью в доэвтек тоидных сталях образуется структура Ф + М, а в заэвтектоидных – М + $Ц_{II}$. Неполной закалке подвергают инструмент из заэвтектоидной стали, поскольку наличие включений вторичного цементита увеличивает твердость закаленного инструмента, т.к. цементит по твердости превосходит мартенсит.



Рисунок 3.3 Диаграмма изотермического распада аустенита эвтектоидной стали со схемами микроструктур и их примерной твердостью: I – кривая начала диффузионного распада аустенита; II – кривая конца диффузионного распада аустенита; Мн – линия начала мартенситного превращения; Vкр – критическая скорость охлаждения.

Отпуск сталей

К важнейшим механическим свойствам сталей наряду с твердостью относится и пластичность, которая после закалки очень мала. Структура резко неравновесная, возникают большие закалочные напряжения. Чтобы снять закалочные напряжения и получить оптимальное сочетание свойств для различных групп деталей, обычно после закалки проводят отпуск стали. Отпуском стали является термообработка, состоящая из нагрева закаленной стали до температуры ниже линии PSK (критическая точка A_1), выдержки при этой температуре и дальнейшего произвольного охлаждения. Этот процесс связан с изменением строения и свойств закаленной стали. При отпуске происходит распад мартенсита, переход к более устойчивому состоянию. При этом повышается пластичность, вязкость, снижается твердость и уменьшаются остаточные напряжения встали. Механизм протекающих превращений при

отпуске сталей – диффузионный, он определяется температурой и продолжительностью нагрева.

Первое превращение, протекающее в интервале 80 – 200°C, соответствует выделению из мартенсита тонких пластин ξ – карбида Fe_2C. Выделение углерода из решетки приводит к уменьшению степени ее тетрагональности. Полученный при этом мартенсит, имеющий степень тетрагональности, близкую к 1, называется отпущенным.

При нагреве закаленной стали выше 300°C происходит полное выделение углерода из раствора и снятие внутренних напряжений. Сталь состоит из мелкодисперсной смеси феррита и цементита (троостит отпуска).

При нагреве до температуры выше 480°C идет процесс коагуляции (укрупнения) карбидных частиц и максимальное снятие остаточных напряжений. Формируется структура сорбита отпуска.

В зависимости от температуры нагрева различают низкий, средний и высокий отпуск. Низкий отпуск проводят в интервале температур 80 – 250°C для инструментов-изделий, которым необходимы высокая твердость и износостойкость. Получаемая структура $М_{ОТП}$ или $М_{ОТП}$ + $Ц_{II}$ (мартенсит отпуска + цементит вторичный).

Средний отпуск (350 – 500°C) применяется для рессор, пружин, штампов и другого ударного инструмента,т.е. для тех изделий, где требуется достаточная твердость и высокая упругость. Получаемая структура – $Т_{ОТП}$ (троостит отпуска).

Высокий отпуск (500 – 650°C) полностью устраняет внутренние напряжения. Достигается наилучший комплекс механических свойств: повышенная прочность, вязкость и пластичность. Применяется для изделий из конструкционных сталей, подвержанных воздействию высоких напряжений. Структура – $С_{ОТП}$ (сорбит отпуска).

Термообработку, заключающуюся в закалке на мартенсит и последующем высоком отпуске, называют улучшением.

Отжиг

Отжигом называют вид термической обработки, состоящий в нагреве стали до определенной температуры, выдержке и медленном охлаждении.

В процессе отливки, прокатки или ковки стальные заготовки охлаждаются неравномерно, что приводит к неоднородности структуры и свойств, возникновению внутренних напряжений. При затвердевании отливок, кроме того, возможно появление внутри кристаллитной ликвации (химической неоднородности по сечению зерна). В сварных соединениях также наблюдаются неоднородности структуры, свойств и внутренние напряжения.

Для устранения различного рода структурных неоднородностей проводят отжиг. Существует несколько видов отжига, различающихся по технологии выполнения и цели. Для измельчения зерна перегретой стали, снижения твердости и улучшения обрабатываемости резанием применяют полный, неполный, изотермический отжиги и отжиг на зернистый перлит. Для уменьшения внутреннего напряжения, снижения твердости, повышения пластичности и изменения формы зерен холоднодеформированного металла применяют рекристаллизационный отжиг. Для устранения внутрикристаллитной ликвации в легированных сталях – высокотемпературный диффузионный отжиг.

Полный отжиг проводится для доэвтектоидных и эвтектоидных сталей. Температура нагрева на 30–50º выше A_3, т. е. структуру полностью переводят в аустенитное состояние. После выдержки сталь медленно охлаждают в печи. Скорость охлаждения углеродистых сталей 100–150 º/час, легированных – 30–40 º/час. Структура стали после полного отжига получается феррито-перлитная, т. е. такая, как по диаграмме Fe – C.

Неполный отжиг проводят практически для инструментальных заэвтектоидных сталей, только в том случае, если в структуре нет цементита по границам зерен (сетка цементита). Если есть сетка цементита, то для ее устранения применяют нормализацию, что будет рассмотрено ниже. Температура нагрева на 30–50º выше A_1 (750–780º). При нагреве структура будет

состоять из аустенита и цементита, после медленного охлаждения – из перлита и цементита.

Изотермический отжиг проводят с той же целью, что и полный, но время на его проведение требуется меньше. После нагрева до температуры на 30–50º выше A_1, выдержки для выравнивания температуры по сечению сталь подстуживают немного ниже A_1 (650–700º) и выдерживают при этой температуре до полного распада аустенита на феррит и перлит, дальнейшее охлаждение может происходить с любой скоростью.

В отличие от других видов отжига здесь распад аустенита проходит не при непрерывном охлаждении, а в изотермических условиях (при постоянной температуре). Проводить такой отжиг проще, т. к. контролировать температуру легче, чем скорость охлаждения.

Изотермический отжиг обычно применяют для легированных сталей, обладающих высокой устойчивостью аустенита (кривая изотермического распада сильно сдвинута вправо). Такой отжиг можно использовать только для мелких заготовок, у которых температура по сечению выравнивается сравнительно быстро.

Отжиг на зернистый перлит проводят с целью улучшить обрабатываемость резанием за счет снижения твердости при переводе пластинчатого перлита в зернистый. Такой отжиг применяют для эвтектоидной и заэвтектоидных сталей (при отсутствии сетки цементита).

Нормализация

Нормализация заключается в нагреве стали на 30–50º выше критических температур А3 и $A_{ст}$ с последующим охлаждением на воздухе.

Цель нормализации доэвтектоидных сталей – несколько повысить прочность (по сравнению с прочностью после отжига) за счет измельчения структурных составляющих (феррита и перлита).

Цель нормализации заэвтектоидных сталей – устранить цементитную сетку по границам перлитных зерен и тем самым предотвратить повышенную

хрупкость стали при последующей закалке. При охлаждении такой стали на воздухе (из аустенитной области) получается структура – сорбит.

3. Минорная термическая обработка применяется сравнительно редко, как более сильная, чем нормализация, упрочняющая ТО доэвтектоидных сталей. Она осуществляется так же, как отжиг на мелкое зерно, но сталь охлаждают быстро, например, в горячей воде или струёй сжатого воздуха. Образующиеся пластинчатые структуры сорбита или тростита с небольшим количеством избыточного феррита или без него придают стали более высокую прочность, твердость и износостойкость по сравнению с этими свойствами в нормализованном состоянии.

3. Порядок проведения работы

3.1. Изучить разновидности и особенности термической обработки.

3.2. Провести закалку и отпуск детали.

3.3. Измерить твердость

3.4. Сделать выводы.

4. Содержание отчета

4.1. Цель исследования

4.2. Основные теоретические сведения о закалке и отпуске углеродистых сталей.

4.3. Описание хода работ при закалке стали.

4.5. График зависимости твердости отожженной и закаленной стали от содержания углерода.

4.6. Описание хода работы при отпуске стали.

4.7. График зависимости закаленной и отпущенной стали от температуры отпуска и содержания углерода.

4.8. Вывод о влиянии температуры отпуска на твердость отпущенной стали разных марок.

5. Вопросы для самоконтроля

5.1. Что такое закалка? Способы закалки доэвтектоидной и заэвтектоидной стали.

5.2. Цель закалки?

5.3. Какие структуры можно получить, проведя закалку?

5.4. Что такое мартенсит, бейнит, троостит, сорбит, перлит?

5.5. Что такое отпуск?

5.6. Цель отпуска?

5.7. Способы отпуска?

5.8. Какие структуры можно получить, проведя тот или другой отпуск?

Лабораторная работа №4
Термическая обработка легированных сталей

1. Цель работы

Целью данной работы является изучение основных видов термической обработки легированных сталей.

2. Основные теоретические положения

Термическая обработка – это процесс нагрева и охлаждения изделий из металлов и сплавов с целью изменения их структуры и свойств в заданном направлении.

Основными видами термической обработки (ТО) углеродистых сталей являются: отжиг, нормализация, одинарная термическая обработка, закалка, отпуск (после закалки).

Легированными называют стали, содержащие в своем составе кроме железа и углерода специально введенные элементы и в таком количестве, которое способно изменить их строение, а следовательно, и свойства. Наиболее распространенными легирующими элементами являются: Cr, Ni, Mn, Si, W, V, Mo, Ti, Al, Nb, Cu и др.

Применение легированных сталей взамен менее прочных углеродистых позволяет значительно снизить металлоемкость конструкций. Свойства легированных сталей определяются типом твердого раствора, его составом, размером зерна, распределением в объеме второй фазы и дислокационной структурой.

Легирующие элементы изменяют свойства фаз, из которых состоит структура стали (феррита, аустенита, мартенсита, карбидов). При взаимодействии легирующих элементов с железом образуются легированные твердые растворы или интерметаллические соединения при высоком содержании легирующих элементов в стали (фазы Лавеса, сигма фазы).

Атомы легирующих элементов, не образующие карбидов (никель, кремний, медь, кобальт), полностью растворяются в Феррите или при температурах выше критических – в аустените, при этом изменяются свойства феррита и аустенита.

Атомы карбидообразующих элементов растворяются в карбиде железа (цементите) при содержании хрома до 2%, молибдена до 1%, вольфрама до 0,2% и т.д., образуя легированный цементит или при большом количестве карбидообразующих элементов образуют химические соединения с углеродом (специальные карбиды) - первичные или вторичные, которые при нагреве свыше критических точек растворяются в аустените. Устойчивые карбиды титана, циркония, ванадия, молибдена, вольфрама (первичные) сохраняются в структуре при нагреве до высоких температурскрепляя дислокации.

В процессе закалки стали происходит превращение аустенита в мартенсит, что способствует сохранению высоколегированных твердых растворов, соответственно количество карбидов в сталях после закалки становится меньше, чем в отожженном состоянии.

По характеру влияния на критические температуры полиморфного превращения железа (А3 и А4) легирующие элементы можно разбить на две группы. К первой группе относят такие элементы как Ni, Mn, Cu, Pt, N и др., имеющие кристаллическую решетку ГЦК. Они расширяют область аустенита (γ -область), а некоторые из них (например, Ni или Mn) при содержании в сталях в достаточном количестве (точка х) могут снизить температуру превращения γ→α ниже комнатной температуры (рис.4.1). В этом случае сплавы даже при медленном охлаждении могут иметь структуру аустенита.

Другая группа элементов: хром, кремний, вольфрам, молибден, ванадий и др., имеющих кристаллическую решетку ОЦК, ограничивают область существования γ - раствора. При содержании таких элементов более у%, сплавы теряют способность к переходу в аустенитное состояние и при всех температурах имеют строение α - твердого раствора (структура феррита).

Ферритные и аустенитные стали при нагревании не имеют вторичных превращений.

Легированный феррит и легированный аустенит прочнее соответствующих структур в углеродистых сталях. При легировании сталей 4-5% марганца или кремния их прочность повышается более: чем в 2 раза, однако следует иметь ввиду, что введение в стали более 0,5-1,0% легирующих элементов, за исключением никеля, значительно снижает ударную вязкость сплавов.

Все легирующие элементы (кроме кобальта) уменьшают критическую скорость закалки (Vkp) и поэтому легированные стали принимают закалку (т.е. приобретают структуру мартенсита) при меньших скоростях охлаждения (например, при охлаждении в масле или даже на воздухе).

Легирующие элементы способствуют измельчению структуры, что значительно повышает прочностные характеристики сплавов и обеспечивают большую глубину прокаливаемости деталей, изготовленных из легированных сталей.

Легированным сталям присуди и определенные пороки; так называемое явление отпускной хрупкости; дендритная ликвация (устраняется диффузионным отжигом); образование флокенов.

Классификация сталей по структуре в равновесном (стабильном) состоянии отличается некоторой условностью. Существует два вида классификации:

а) по структуре после отжига;

б) по структуре после нормализации (нагрева до температуры 900ºС и охлаждения на воздухе).

Необходимо отметить, что граница между доэвтектоидными, заэвтектоидными, ледебуритными легированными сталями проходит при меньшем содержании углерода, чем у углеродистых сталей, так как большинство легирующих элементов смещают точки S и E диаграммы состояния Fe – Fe3C к меньшим концентрациям углерода. Так, например, при содержании в стали 0,6%

С и 5% Cr она является заэвтектоидной, а сталь с тем же содержанием хрома и 1,5% С - ледебуритной.

Легирующие элементы V , Ti ,Mb сдвигают точки S и E вправо к большим концентрациям углерода. При введении в сталь легирующих элементов, расширяющих α - область, получим структурную диаграмму (рис. 4.2а). В этом случае будем иметь следующие пять классов сталей: I - доэвтектоидный, II - заэвтектоидный, III - ледебуритный, IV - полуферритный, V - ферритный. При введении в сталь легирующих элементов, расширяющих γ - область, получим структурную диаграмму (рис. 4.2 б). В этом случае будем иметь следующие классы сталей: I - доэвтектоидный, II - заэвтектоидный, III - ледебуритный, IV - полуаустенитный, V - аустенитный.

Доэвтектоидные, заэвтектоидные и эвтектоидные стали независимо от структуры (дисперсности) эвтектоида обычно объединяют в один класс-перлитные стали.

Таким образом, основываясь на фазовом равновесии, по структуре после отжига легированные стали делят на классы: перлитный, аустенитный, ферритный, ледебуритный (карбидный).

Классификация сталей по структуре после нормализации более условна, хотя удобна с практической точки зрения. По этой классификации стали делят на 5 классов: перлитный, мартенситный, аустенитный, ферритный, ледебуритный. По структуре сталей можно судить и о их свойствах. Например, стали перлитного класса обладают небольшой твердостью и высокой пластичностью, а стали мартенситного класса весьма твердые и хрупкие. Примерный состав и класс некоторых сталей приведен в табл. 4.1.

I. Перлитный класс. К этому классу относят низколегированные стали с суммой легирующих элементов не более 5% (например, 40Х, 30ХН3А, 15ХСНД и др.), поэтому эти стали сравнительно недорогие. Стали перлитного класса в литом состоянии имеют крупнозернистую фэрритоперлитную структуру (сорбитную, бейнитную). Поэтому заготовки сначала подвергают отжигу

(иногда нормализации) для уменьшения зерна к степени ликвации - образуется дисперсная ферритокарбидная структура.

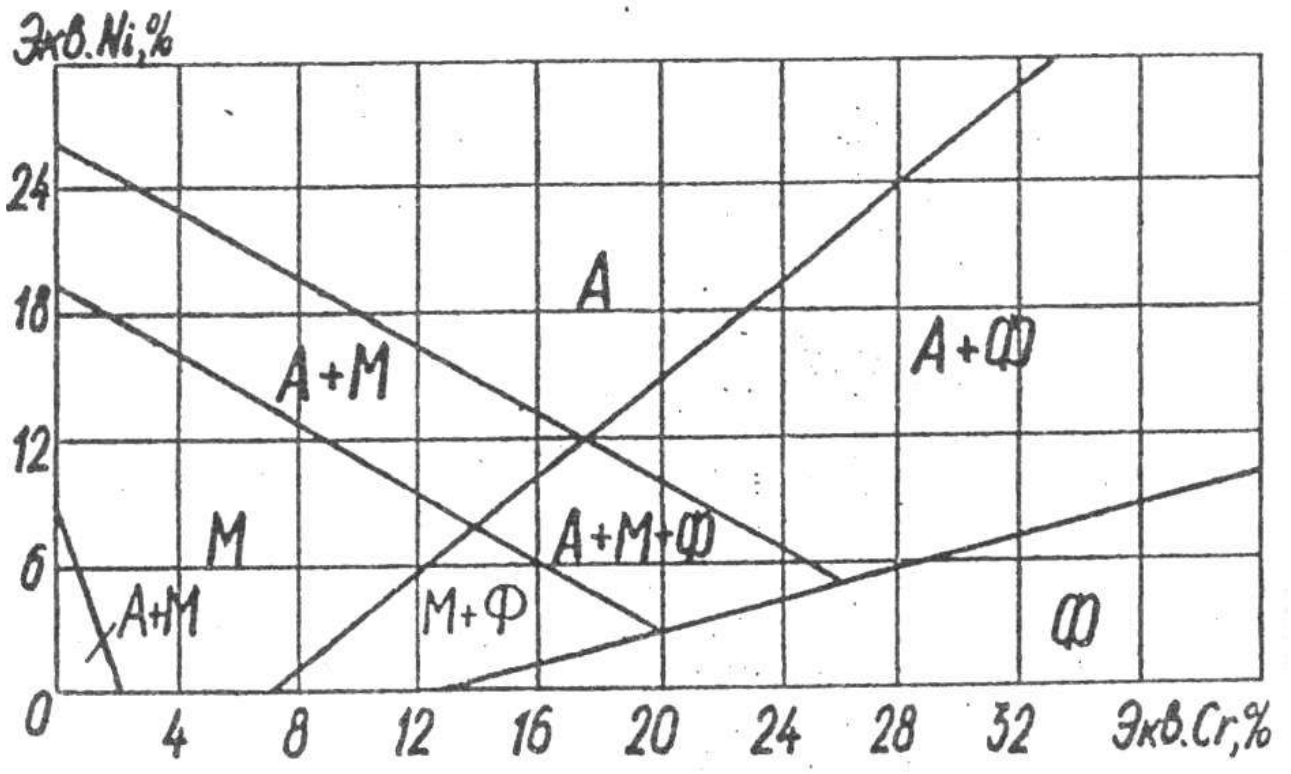


Рисунок 4.1. Структурная диаграмма коррозионностойких сталей (диаграмма Шеффлера)

Экв. Ni = %Ni + 30%C + 0,5%Мп; Экв. Cr = %Cr + %Mo + 1,5% Si + 0,5%Nb; Ф - феррит; А - аустенит; М - мартенсит

К этому классу принадлежит большинство конструкционных и инструментальных сталей. Конструкционные судостроительные и строительные низкоуглеродистые стали (09Г2С, 10ГСНД, 10ХСНД и др.) отличаются хорошей свариваемостью, пластичностью, применяются при постройке (удов, конструкций. Конструкционные стали с содержанием 0,3 - 0,5%С (40Х, 45ХН, 38ХМА и др.) нашли широкое распространение при изготовлении деталей машин (оси, валы, шестерни). Стали с содержанием углерода 0,6-0,7% идут на изготовление рессор и пружин (65Г2, 70С3А и др.).

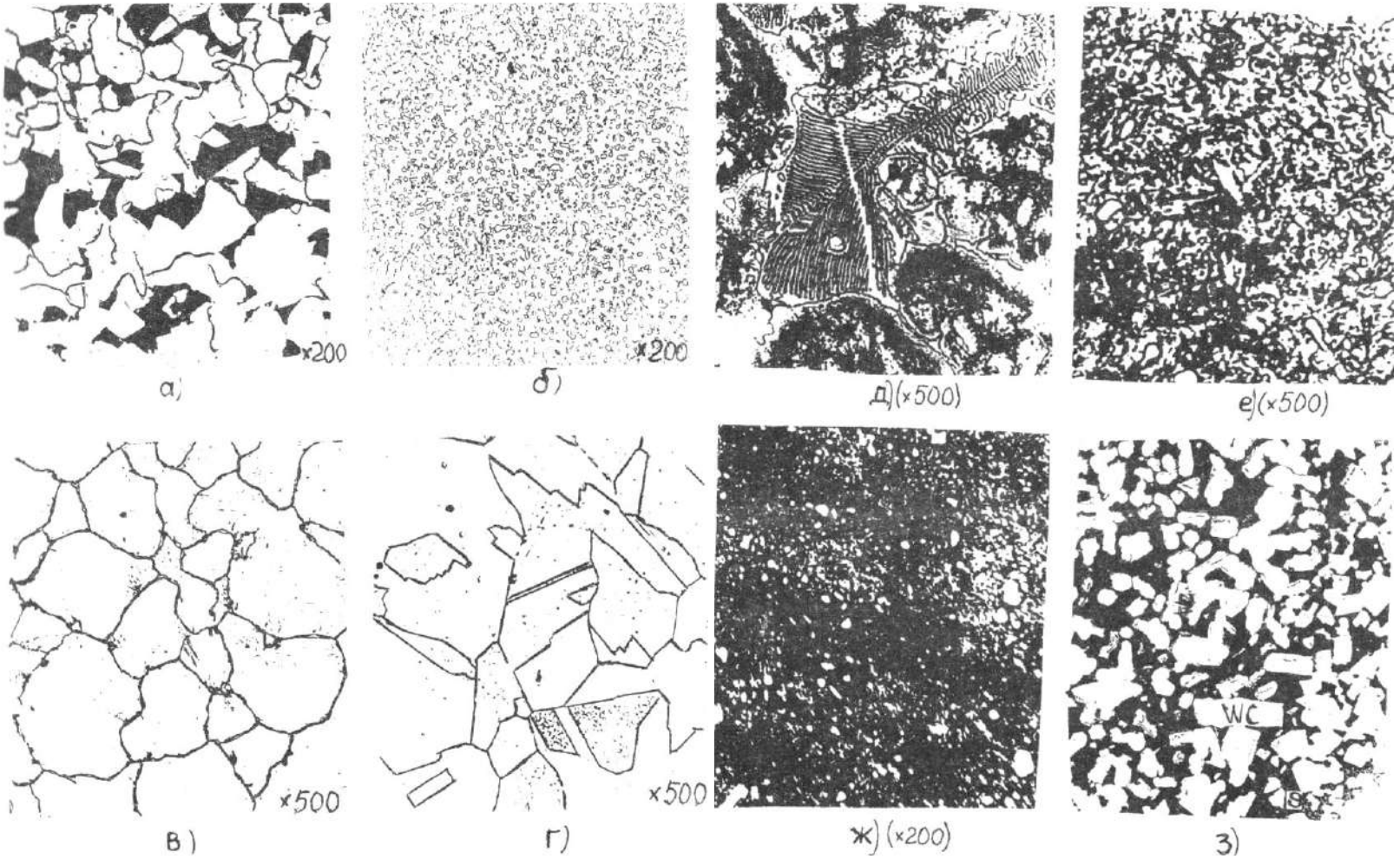


Рисунок 4.2. Микроструктура легированных сталей

а - низколегированная корпусная (строительная) сталь, перлитный класс; б - шарикоподшипниковая сталь (после отжига), мартенситный класс; в - нержавеющая сталь, ферритный класс; г – нержавеющая сталь, аустенитный класс; д - быстрорежущая сталь в литом состоянии, ледебуритный класс; е - быстрорежущая сталь после термообработки, карбидный класс; ж - низколегированная инструментальная сталь; з - твердый вольфрамовый сплав

Легирующие элементы, увеличивающие прокаливаемость, дают возможность получать высокие механические свойства в деталях больших сечений. Из легированных сталей с содержанием 0,4-0,6%С (50ХНМ, 40ХНВ и др.) изготавливают инструмент для горячей обработки давлением (штампы, матрицы, пуансоны и др.). Для изготовления режущего и мерительного инструмента широко применяют легированные высокоуглеродистые стали с содержанием углерода 0,8% и более (90ХС, ХБГ). После соответствующей термической обработки (закалки с низким, отпуском) эти стали обладают высокой твердостью и износостойкостью.

2. Стали мартенситного класса содержат повышенное количество легирующих элементов, и их охлаждение на воздухе приводит к образованию мартенситной структуры с карбидами. Наибольшее распространение получили мартенситные нержавеющие стали, из которых изготавливают хирургический инструмент, ножи (30Х13, 40Х13) и другие стали, работающие в коррозионной среде.

3. Ферритный класс.

Стали ферритного класса имеют структуру феррита или феррита с карбидами. Наиболее известными являются стали, содержащие от 13 до 25-28% Cr при содержании углерода менее 0,1-0,2% (08Х13, 12Х17, 15Х25, 15Х28). Они отличаются коррозионной стойкостью в агрессивных средах, высоким сопротивлением окислению при нагреве - окалиностойкостью (жаростойкостью).

Стали с повышенным содержанием кремния (до 4%) и малым содержанием углерода (0,01%) - электротехнические стали (1212, 2111, 3412 и др.) применяются для изготовления якорей и полюсов электротехнических машин, магнитопроводов и т.д. Они обладают высокой магнитной проницаемостью при малых потерях на перемагничивание.

4. Аустенитный класс. Стали аустенитного класса содержат до 20-30% легирующих элементов (в основном Ni, Cr, Mn.) при небольшом количестве углерода. Структура их в равновесном состоянии представляет аустенит или

аустенит с карбидами. К этим сталям относятся хромоникелевые нержавеющие коррозионностойкие стали, применяемые в пищевом машиностроении (I2XI8H9T, 08XI8HI0T, 10Х18Н12Б и др.), некоторые жаропрочные, немагнитные стали; высокомарганцевые износостойкие стали (Г13). Упрочнение этих сталей обычно проводят методами холодной обработки давлением (холодный прокат, наклеп дробью).

Из аустенитных сталей изготавливают теплопередающие трубы различных диаметров, коллекторы. Склонность к хрупким разрушениям у Cr-Ni аустенитных сталей практически отсутствует, благодаря чему они используются в криогенной технике до температуры - 253ºС.

Жаропрочные аустенитные стали с карбидным и интерметаллидным упрочнением (диски, лопатки газовых турбин, детали компрессоров и т.д.) работают до температур 650-800°С.

5. Ледебуритный класс. Стали ледебуритного (карбидного) класса содержат значительное количество углерода и легирующих элементов (Cr, W, V, Mo, Ti и др.). В литом состоянии первичные карбиды образуют грубую эвтектику типа ледебурит; с целью улучшения структуры и свойств стали данного класса подвергают прокату или ковке с последующим отжигом (для раздробления эвтектики на отдельные более мелкие составляющие). Структура сталей вавновесном состоянии состоит из феррита и карбидов, значительная часть которых является первичными, и которые отличаются от вторичных большими размерами. Вследствие большого количества карбидов стали этого класса после соответствующей термической обработки обладают высокой твердостью, хорошими режущими свойствами, высокой теплостойкостью, износостойкостью и поэтому применяются как инструментальные (Р9, Р6М5, Х12ТФ и др.) или особо износоустойчивые.

Таблица 4.1.Состав и класс легированных сталей по структуре

Марка стали	Химический состав, %		Вид термической обработки (температура °С, среда)	Микроструктура	Класс стали в нормализованном состоянии	Примечание
	углерод	легирующие элементы				
1	2	3	4	5	6	7
09Г2С	≤0,I2	1,45-1,70Mn; 0,3Cr; 0,3Ni; 0,3Cu; 0,7- 1,0Si	Отжиг	Феррит лег.+ +перлит	Перлитный	Корпусная
10ХСНД	≤0,12	0,8-1,1Sí; 0,5-0,8Mn; 0,6-0,9Cr; 0,5-0,8Ni; 0,4-0,65Cu	Отжиг	Феррит лег + + перлит	Перлитный	Строительная с повышенной коррозионной стойкостью в атмосфере
40Х	0,36-0,44	0,5-0,8Mn; 0,8-1,1Cr; 0,17-0,37Si	З 860°С 0 500ºС	Сорбит	Перлитный	Коленчатые валы, оси, шестерни
70С3А	0,66-0,74	0,6-0,9Mn; 2,4-2,8Si 0,3Cr; 0,2Cu, 0,25Cu.	З 860ºС 0 450°С	Тростит	Перлитный	Пружины вагонов, автомобильное; рессоры; торсионные валы в станкостроении.
ШХ15	0,95-1,05	1,3-1,65Cu; 0,2-04Mn; 0,17-0,37Si	З 840-860 0 150-170	Мартенсит+ + карбиды	Мартенситный	Подшипниковые кольца, шарики и ролики
ХВГ	0,95-1,05	0,6-0,9Mn; 0,6-1,1Cr; 0,5-0,8W; 0,05-0,15V	З 840-860 0 140-160	Мартенсит + + карбиды	Перлитный	Сверла, развертки, плашки
XI2M	1,45-1,7	0 35Mn; 0,35Si: 11-12,5Cr; 0,35Ni; 0,4-0,6Mo	З 1030 0 160	Мартенсит + +карбиды	Ледебуритный	Штампы для холодной штамповки
РI8	0,7-0,8	3,8-4,4Cr; I7,5-I9W; 1,0-1,4V; 0,5-1,0Mo	Литье Отж З 1270-1290 0 550-570	Ледебурит + +перлит сорбит+ карбиды 290 мартенсит + +карбиды	Ледебуритный (карбидный) +	Режущий инструмент высокой теплостойкости
Г13	1-1,3	11-14Mn; 0,5Si	З 1100	Аустенит	Аустенитный	Траки гусеничных машин, крестовины ж/д и трамвайных путей

Продолжение таблицы 4.1

I	2	3	4	5	6	7
40Х13	0,35-0,45	0,6Mn; 0,6Si; I2-I4Cr 0,6Ni; 0,03S; 0.03P	З 1000-1050 0 200-300	Мартенсит + карбиды	Мартенситный	Режущий, мерительный и хирургический инструменты
12Х17	0,12	16-18Cr; 0,8Si; 0,8Mn 0,6Ni; 0,3Cu; 0,025S; 0,035P	Отжиг 760-780	Феррит легированный	Ферритный	Оборудование заводов пищевой промышленности сварные конструкции
I2XI8HI0T	0,12-0,14	0,8Si; I-2Mn: 17-19Cr; 9-1Ni; до 0,6Ti	З 1000-1100	Аустенит легированный	Аустенитный	Сварные конструкции в агрессивной среде, жаростойкие жаропрочные
40Х9С2	0,35-0,45	8-10Cr; 2-3 Si	З 860 0 460-470	Тростит	Мартенситный	Клапаны автомобильных и авиационных двигателей
ЕХ3	1,0	3,0 Cr	З 1250-1280 0 580-600	Мартенсит + карбиды	Мартенситный	Постоянные магниты
2111	0,05-0,005	0,4-0,8 Si	Отжиг 750--900	Феррит легированный	Ферритный	Магнитопроводы, статоры, роторы электродвигателей

3. Порядок проведения работы

3.1. Изучить разновидности и особенности термической обработки.

3.2. Провести термообработку легированной детали.

3.3. Измерить твердость

3.4. Сделать выводы.

4. Содержание отчета

4.1. Название, цель работы.

4.2. Краткие теоретические сведения.

4.3. Рисунки микроструктур различных марок легированных сталей и сплавов (с разносом структурных составляющих). Указать увеличение микроскопа.

4.4. Для каждого микрошлифа (справа от рисунка) дать название, марку стали, структуру (указав вид термической обработки), класс стали по структуре, химический состав, свойства и области применения.

4.5. Рисунки выполнить карандашом.

4.6. Дать выводы о влиянии легирующих элементов на свойства изучаемых сталей.

5. Вопросы для самоконтроля

5.1. Какие стали называются легированными?

5.2. Для какой цели используется легирование?

5.3. Какие фазы образуют легирующие элементы с железом?

5.4. Какие фазы образуют легирующие элементы с углеродом?

5.5. Как влияют легирующие элементы на эвтектоидную концентрацию углерода (тч. S) и предельную растворимость углерода в Fe-γ (тч. E)?

5.6. Как влияют легирующие элементы на полиморфное превращение железа (критические точки A3 и A4)?

5.7. На какие структурные классы делятся легированные стали после отжига?

5.8. На какие классы делятся по структуре легированные стали после нормализации?

Лабораторная работа № 5.
Изучение микроструктуры цветных металлов и сплавов

1. Цель работы

Целью данной работы является изучить микроструктуры цветных металлов и сплавов, установить связь между структурой, свойствами и применением.

2. Основные теоретические положения

Цветные металлы обладают рядом специфических свойств. Так, медь отличается высокой электропроводностью, алюминий и магний— малой плотностью, свинец — пластичностью, олово, свинец, цинк — легкоплавкостью и т. д. Поэтому перечисленные металлы, несмотря на дороговизну, ши- роко применяют в промышленности в виде составляющих элементов цветных сплавов. Сплавление одних цветных металлов с другими с образованием сплавов в ряде случаев значительно улучшает их ценные свойства. Ниже приводится краткая характеристика ряда наиболее распространенных цветных металлов и сплавов, которые часто применяются в авто-, трактоpo-, сельхозмашиностроении и ремонтном производстве.

Медь марки Ml содержит до 0,1% примесей, обладает высокой электропроводностью, применяется для проводников электрического тока. На рисунке 53 показана микроструктура деформированной меди после отжига. Видны крупные светлые зерна меди с темными границами и следы пластической деформации (прокатка) в виде линий сдвига и двойников.

Латунь марки Л68 (32% Zn, остальное — медь) обладает высокой пластичностью, антикоррозий-ностью; ее используют чаще для изготовления изделий прокаткой и штамповкой (проволока, листы, трубы, поплавки карбюраторов двигателей, бачки радиаторов и др.). На рисунке 5.1 приведена микроструктура деформированной однофазной а-латуни марки Л68 после отжига. На ней видны темные линии сдвига и двойников. Зерна пластичной а-

фазы (твердого раствора цинка в меди) вследствие анизотропии травятся на разную глубину и поэтому имеют неодинаковую окраску.

Латунь марки ЛС59-1 (40% Zn, 1% Pb, остальное— медь) обладает хорошей обрабатываемостью резанием. Применяется в виде цветного литья, а также изделий, изготовляемых прокаткой или прессованием (листы, прутки, трубы, втулки, гайки, жиклеры, тройники, пробки и др.). Микроструктура литой латуни (рис. 5.2) состоит из светлых зерен пластичной а-фазы и темных зерен твердой и хрупкой р-фазы.



Рисунок 5.1. Микроструктура латуни Л68 после деформирования и отжига.

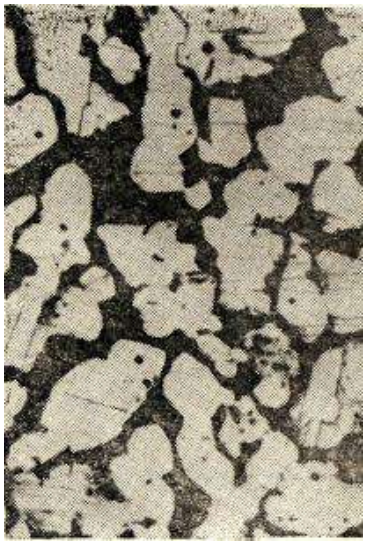


Рисунок 5.2. Микроструктура литой латуни ЛС59-1 (Х200).



Рисунок 5.3. Микроструктура литой оловянистой бронзы Бр.010

Бронза марки БрОЮ (10% Sn, остальное — медь) обладает хорошими литейными свойствами и поэтому применяется для цветного сложного фасонного литья деталей арматуры, подшипников скольжения и др. Микроструктура оловянистой бронзы (рис. 5.3) состоит из неоднородного твердого а-раствора (твердого раствора олова в меди) и эвтектоида а + Cu3iSn8. Темные участки неоднородного а-раствора богаты медью, светлые — оловом, в эвтектоиде, на светлом го лубом фоне соединения CusiSiis, видны темные точечные включения а-фазы.

Силумин марки АЛ2 (10. ..13% Si, остальное — алюминий) обладает коррозийной стойкостью и хорошими литейными свойствами, применяется для литья (крышки, кожухи, корпуса водяных насосов, барабаны и др.)- При отсутствии модифицирования за-эвтектический сплав, содержащий 12 % Si, имеет структуру, состоящую из эвтектики (сс + Si) грубого строения и темных крупных игл кремния (рис. 5.4,а), снижающих пластические свойства сплава. Фаза а представляет собой твердый раствор кремния в алюминии. Модифицирование сплава натрием резко меняет характер кристаллизации силумина. На рисунке 58 приведена диаграмма состояния сплавов алюминий — кремний. Пунктиром показано смещение линий на этой диаграмме после модифицирования. В этом случае за-|втектический сплав (12 % Si) становится доэвтекти-ч^ским (эвтектическая точка сдвигается вправо до 14 % Si, а

эвтектическая линия, соответствующая 574 °С, смещается вниз до 563 °С). Поэтому в структуре после модифицирования обнаруживаются светлые зерна пластичной а-фазы и темная мелкокристаллическая эвтектика (рис. 5.4,6). Модифицирование значительно улучшает пластичность и прочность силумина.

Дюралюмин марки Д1 (3,8.. .4,8 % Си, 0,6%

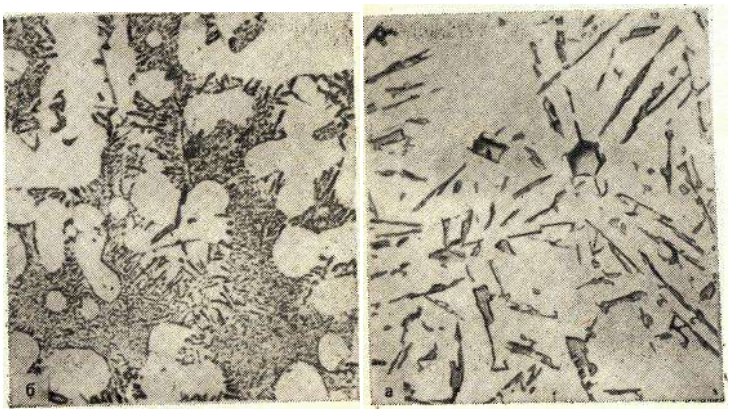


Рисунок 5.4. Микроструктура литейного алюминиевого сплава АЛ2 а —до модифицирования; б — после модифицирования (Х200).

Mg, 0,6% Мл, <0,7 о/о Si, ос-si тальное — алюминий) обладает достаточной прочностью и пластичностью, Посредством прокатки или штамповки из него изготовляют листы, прутки, трубы и др. Для получения требуемых свойств дюра-люмин закаливают в воде от 510 °С и затем подвергают естественному старению при 18. ..20°С в течение нескольких суток. После старения структура дюралюмина Д1 состоит из светлых зерен пересыщенного твердого раствора меди в алюминии (рис. 5.5) и темных включений СиА12. Другие упрочняющие сплав продукты, образуемые при старении, под микроскопом при указанном увеличении не видны. Подшипниковый сплав баббит марки Б83 (83 % Sn, 11 % Sb и 6 % Си) обладает высокими антифрикционными свойствами; сплав применяют для заливки подшипников скольжения машин ответственного назначения (турбины, компрессоры, дизели и др.). Структура сплава (рис. 5.6) состоит из темной пластической основы а-фазы (твердого раствора сурьмы в

меди и олове), светлых твердых частиц крупных кубических кристаллов SnSb, мелких игл или звезд кристаллов CueSns (Cu3Sn).

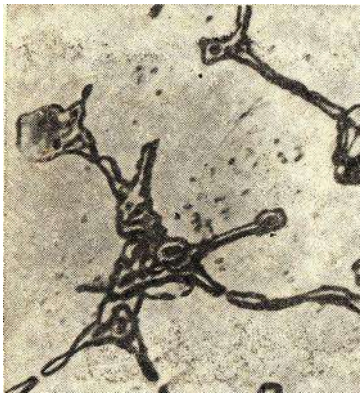


Рисунок 5.5. Микроструктура деформированного алюминиевого сплава Д1 после закалки в воде и естественного старения (Х200)

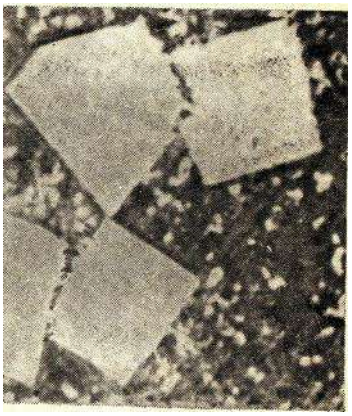


Рисунок 5.6. Микроструктура оловянистого баббита Б83

Порядок выполнения работы. 1. Рассмотреть под микроскопом и зарисовать схемы микроструктур изучаемых цветных металлов и сплавов.

2. Записать марку, химический состав, термообработку, названия зарисованных микроструктурных составляющих, количество фаз, увеличение микроскопа, свойства и применение изучаемых сплавов.

Содержание отчета. В отчет необходимо включить: схемы и описания изучаемых микроструктур цветных металлов и сплавов; диаграмму состояния сплавов алюминий — кремний и сущность модифицирования силуминов и старения дюралюминов.

3. Порядок проведения работы

3.1. Изучить основные теоретические положения.

3.2. Провести микроанализ шлифов.

3.3. оформить отчет

3.4. Сделать выводы.

4. Содержание отчета

4.1. Название, цель работы.

4.2. Краткие теоретические сведения.

4.3. Рисунки микроструктур различных марок цветных сплавов. Указать увеличение микроскопа.

4.4. Для каждого микрошлифа (справа от рисунка) дать название, марку стали, структуру, класс стали по структуре, химический состав, свойства и области применения.

4.5. Рисунки выполнить карандашом.

4.6. Сделать выводы.

5. Вопросы для самоконтроля

5.1. Какие сплавы называются цветными?

5.2. Особенность микроструктуры цветных металлов и сплавов?

Лабораторная работа № 6.
Сварка под слоем флюса. Сварка в среде защитных газов

1. Цель работы

Целью данной работы является изучение способов сварки под слоем флюса и в среде защитных газов

2. Основные теоретические положения

Сварка под слоем флюса

Известные недостатки ручной дуговой сварки обуславливают целесообразность применения сварки под флюсом.

Для автоматической дуговой сварки под флюсом используют непокрытую электродную проволоку и флюс для защиты дуги и сварочной ванны от воздуха. Диаметр сварочной проволоки 1 - 3 мм.

В процессе автоматической сварки под флюсом (рис. 6.1) дуга 10 горит между проволокой 3 и основным металлом 8. Столб дуги и металлическая ванна жидкого металла 9 со всех сторон плотно закрыты слоем флюса 5 толщиной 30 – 50 мм. Часть флюса расплавляется, в результате чего вокруг дуги образуется газовая полость, а на поверхности расплавленного металла – ванна жидкого шлака 4.

По мере поступательного движения электрода происходит затвердевание металлической и шлаковой ванн с образованием сварного шва 7, покрытого твердой шлаковой коркой 6.

Проволоку подают в дугу и перемещают ее вдоль шва с помощью механизмов подачи 2 и перемещения. Ток к электроду поступает через токоввод 1.

Автоматическая сварка под флюсом по сравнению с ручной дуговой сваркой дает: повышение производительности процесса сварки в 5 – 20 раз, что остигается использованием больших сварочных токов (до 2000 А) и непрерывности процесса сварки.

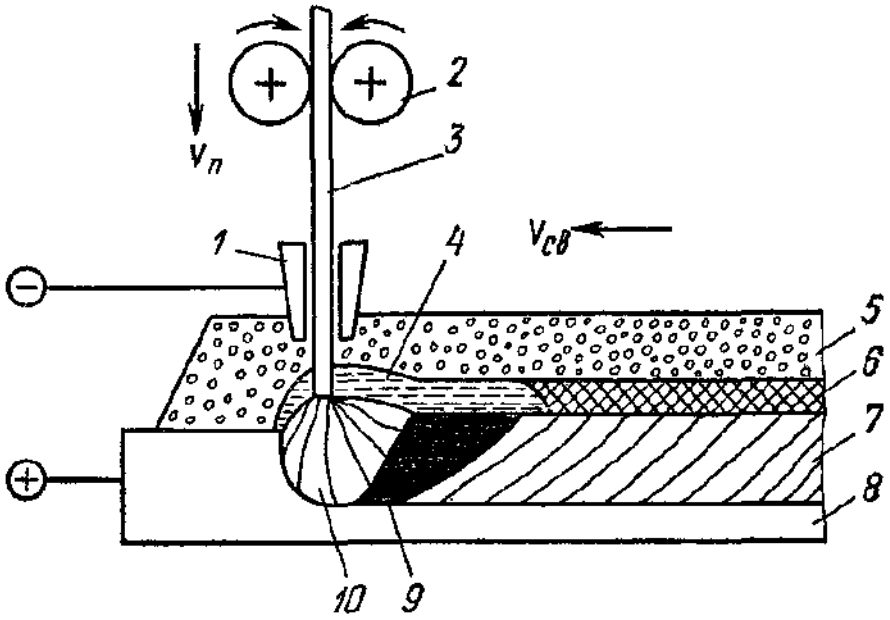


Рисунок 6.1. Сварка под слоем флюса

Применение непокрытой проволоки позволяет приблизить токопровод на расстояние 30 – 50 мм от дуги и тем самым устранить опасный разогрев электрода при большой силе тока; улучшение качества шва за счет интенсивного раскисления и легирования; увеличение глубины провара; улучшение санитарных условий труда; экономию металла.

К недостаткам автоматической сварки под флюсом следует отнести: невозможность визуального наблюдения за процессом формирования шва; невозможность сварки швов в потолочном положении и на вертикальной плоскости; повышенные требования к чистоте свариваемых кромок и сборке деталей.

Сварка в среде защитных газов

При сварке в защитном газе электрод, зона дуги и сварочная ванна защищены струёй защитного газа.

В качестве защитных газов применяют инертные газы (аргон и гелий) и активные газы (углекислый газ, азот, водород и др.), иногда – смеси двух газов или более. В нашей стране наиболее распространено применение аргона Ar и углекислого газа CO2.

Аргонодуговая сварка алюминиевых сплавов неплавящимся вольфрамовым электродом (рис. 6.2) ведется на переменном токе. Для зажигания дуги без короткого замыкания в сварочную цепь включается маломощный высоковольтный аппарат, называемый осциллятором. Осциллятор вырабатывает напряжение U=3000...8000 В, но чтобы обеспечить безопасность сварщика, оно имеет высокую частоту (f = 250...500 кГц). Внешняя характеристика источника питания должна быть падающей.

Используется присадочная проволока из алюминиевого сплава.

При сварке неплавящимся электродом на переменном токе сочетаются преимущества дуги на прямой и обратной полярностях. Дуга прямой полярности горит стабильнее, однако дуга обратной полярности обладает одним важным технологическим свойством: при ее действии с поверхности свариваемого металла удаляются оксиды. Одно из объяснений этого явления заключается в том, что поверхность металла бомбардируется тяжелыми положительными ионами аргона, которые механически разрушают пленки оксидов. Процесс удаления оксидов также известен как катодное распыление. Указанные свойства дуги обратной полярности используют при сварке алюминия, магния и их сплавов, применяя для питания дуги переменный ток.

Асимметрия электрических свойств дуги, обусловленная ее меньшей электрической проводимостью при обратной полярности по сравнению с прямой, приводит к ряду нежелательных явлений. В результате выпрямляющей способности дуги появляется постоянная составляющая тока прямой полярности. В этих условиях дуга горит неустойчиво, ухудшается очистка поверхности сварочной ванны от тугоплавких оксидов и нарушается процесс формирования шва. Поэтому для питания дуги в аргоне переменным током применяют специальные источники тока. В их схему включают стабилизатор горения дуги – электронное устройство, подающее импульс дополнительного напряжения на дугу в полупериод обратной полярности.

Аргонодуговая сварка алюминиевых сплавов плавящимся алюминиевым электродом ведется на постоянном токе обратной полярности (за счет катодного

распыления обеспечивается удаление тугоплавкой пленки оксида Al2O3 с поверхности сварочной ванны).

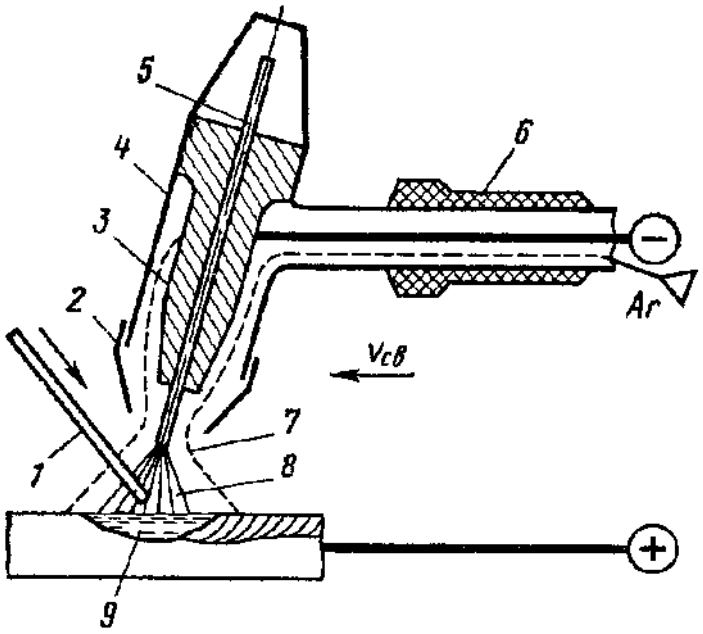


Рисунок 6.2. Схема аргонодуговой сварки стали вольфрамовым электродом: 1 –присадочный стальной пруток или проволока, 2 – сопло; 3 – окоподводящий мундштук; 4 – корпус горелки; 5 – плавящийся вольфрамовый электрод; 6 – рукоять горелки; 7 – атмосфера аргона; 8 – сварочная дуга; 9 – ванна расплавленного металла

Схема процесса приведена на рис. 6.3. Нормальное протекание процесса сварки и хорошее качество шва обеспечиваются при высокой плотности тока (100 А/мм2 и более). При невысокой плотности тока имеет место крупнокапельный перенос расплавленного металла с электрода в сварочную ванну, приводящий к пористости шва, сильному разбрызгиванию расплавленного металла и малому проплавлению основного металла. При высоких плотностях тока перенос расплавленного металла с электрода становится мелкокапельным или струйным.

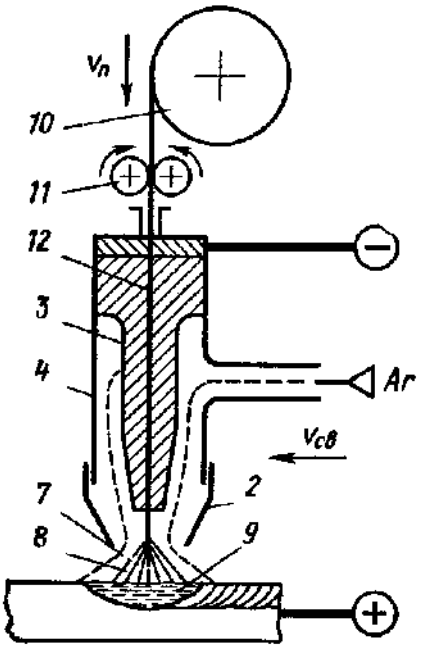


Рисунок 6.3. Схема аргонодуговой сварки алюминиевого сплава плавящимся электродом: 2 – сопло; 3– токоподводящий мундштук; 4 –корпус горелки; 7 – атмосфера аргона; 8 – сварочная дуга; 9 – ванна расплавленного металла; 10 – кассета с проволокой; 11 – механизм подачи, 12 – плавящийся металлический электрод

В условиях действия значительных электромагнитных сил быстродвижущиеся мелкие капли сливаются в сплошную струю. Такой перенос лектродного металла обеспечивает глубокое проплавление основного металла, формирование плотного шва с ровной и чистой поверхностью и разбрызгивание в допустимых пределах.

В соответствии с необходимостью применения высоких плотностей тока для сварки плавящимся электродом используют проволоку малого диаметра (0,6 – 3 мм) и большую скорость ее подачи. Такой режим сварки обеспечивается только механизированной подачей проволоки в зону сварки. Повышенная плотность тока обуславливает необходимость применениясточника питания с полого падающей или жесткой внешней характеристикой.

Полого падающая внешняя характеристика источника питания пересекается со статической вольтамперной характеристикой дуги при больших

значениях сварочного тока. Для сравнения: при ручной дуговой сварке используется круто падающая внешняя характеристика источника питания, что обеспечивает сравнительно небольшие значения сварочного тока в рабочем режиме.

Сварку выполняют на постоянном токе обратной полярности. В данном случае электрические свойства дуги в значительной степени определяются наличием ионизированных атомов металла электрода в столбе дуги. Поэтому дуга обратной полярности горит устойчиво и обеспечивает нормальное формирование шва, в то же время ей соответствуют повышенная скорость расплавления проволоки и производительность процесса сварки.

Дуговая сварка стали в атмосфере углекислого газа выполняется только плавящимся электродом без покрытия при постоянном токе обратной полярности (рис. 6.4).

Применяется специальная сварочная проволока с большим содержанием раскислителей марганца и кремния. Диаметр сварочной проволоки 0,8 – 2 мм.

Режим сварки в среде CO_2 обусловлен теми же особенностями переноса электродного металла и формирования шва, которые рассмотрены для сварки плавящимся электродом в аргоне.

При высоких температурах сварочной дуги CO_2 диссоциирует на оксид углерода CO и кислород O, который, если не принять специальных мер, приводит к окислению свариваемого металла и легирующих элементов. Окислительное действие кислорода нейтрализуется введением в проволоку дополнительного количества раскислителей. Поэтому для сварки в CO_2 углеродистых и низколегированных сталей применяют сварочную проволоку с повышенным содержанием этих элементов (Св-08ГС, Св10Г2С и т. д.). На поверхности шва образуется тонкая шлаковая корка из оксидов раскислителей.

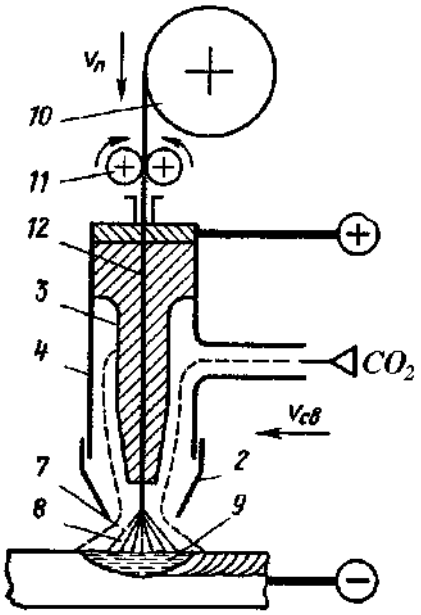


Рисунок 6.4. Схема сварки в атмосфере углекислого газа плавящимся электродом:

2 – сопло; 3 – токоподводящий мундштук; 4 – корпус горелки; 7 – атмосфера CO2; 8 – сварочная дуга; 9 – ванна расплавленного металла; 10 – кассета с проволокой; 11 – механизм подачи, 12 – плавящийся металлический электрод

Сварка в атмосфере углекислого газа в зависимости от степени механизации подачи сварочной проволоки и перемещения сварочной горелки может быть ручной, полуавтоматической и автоматической Преимущества сварки в среде CO2 по сравнению с ручной дуговой сваркой и сваркой под флюсом: высокая степень защиты расплавленного металла от воздействия воздуха; возможность ведения процесса во всех пространственных положениях; возможность визуального наблюдения за процессом формирования шва и его регулирования.

В углекислом газе сваривают конструкции из углеродистой и низколегированной сталей. Преимущество полуавтоматической сварки в CO2 с точки зрения ее стоимости и производительности часто приводит к замене ею ручной дуговой сварки покрытыми электродами.

3. Порядок выполнения работы

3.1. Изучить основные теоретические положения.

3.2. Ознакомиться с оборудованием

3.3. Ознакомиться с режимами сварки в среде защитного газа.

3.4. Ознакомиться с режимами сварки под слоем флюса

3.5. Сделать выводы

3.6. Составить отчет

4. Содержание отчета

4.1. Название, цель работы.

4.2. Схема сварки в среде защитного газа

4.3. Схема сварки под слоем флюса

4.4. Вывод

5. Контрольные вопросы

5.1. Что такое флюс?

5.2. Для чего используют флюс?

5.3. Какие особенности сварного шва под слоем флюса?

5.4. Устройство установки для сварки под слоем флюса

5.5. Какие газы применяют при сварке?

5.6. Для чего используют защитные газы в сварке?

5.7. Какие особенности сварного шва?

5.8. Устройство установки для сварки в среде защитного газа

Лабораторная работа № 7.

Технология газовой сварки

1. Цель работы

Целью данной работы является изучить технологию газовой сварки металлов

2. Основные теоретические положения

Сущность процесса: используется теплота реакций окисления горючих газов в струе кислорода.

В качестве горючего газа, как правило, применяется ацетилен (C2H2), так как он имеет достоинства перед другими горючими газами: наибольбольший тепловой эффект при сгорании 1 м3 газа. На расстоянии 3 - 5 мм от ядра, в средней зоне, находится точка максимальной температуры (3150 - 3200 0C). (рис. 7.1); наибольший тепловой эффект при сгорании 1 м3 газа.

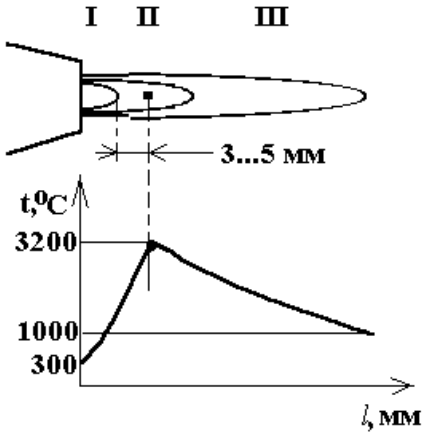


Рисунок 7.1. Схема распределения температуры пламени.

На расстоянии 3 - 5 мм от ядра, в средней зоне, находится точка максимальной температуры (3150 - 3200 0C). Оплавление металла производят в этой зоне пламени.Оплавление металла производят в этой зоне пламени.

Схема газовой сварки приведена на рис. 7.2. Место соединения нагревают до расплавления высокотемпературным газовым пламенем. При нагреве газосварочным пламенем 4 кромки свариваемых заготовок 1 расплавляются, а зазор между ними заполняется присадочным металлом 2, который вводят в пламя горелки 3 извне. Газовое пламя получают при сгорании горючего газа в атмосфере технически чистого кислорода.

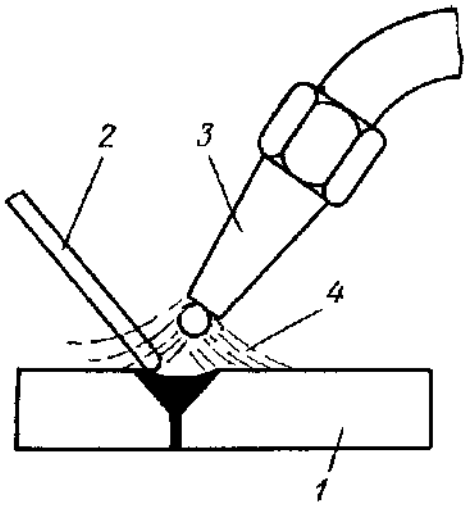


Рисунок 7.2. Схема газовой сварки

Кислород, используемый для сварочных работ, поставляют к месту потребления в стальных баллонах под давлением 15 МПа.

Баллоны окрашивают в голубой цвет с черной надписью «Кислород».

Ацетилен получают в специальных аппаратах – газогенераторах – при взаимодействии воды с карбидом кальция:

$$CaC2 + 2H2O = Ca(OH)2 + C2H2.$$

При разложении 1 кг карбида кальция образуется 250 – 300 дм3 ацетилена. Ацетилен взрывоопасен при избыточном давлении свыше 0,175 МПа, хорошо растворяется в ацетоне (в одном объеме ацетона при давлении 0,15 МПа растворяется 23 объема ацетилена). Последнее свойство используют для его безопасного хранения в баллонах. Конструкция ацетиленовых баллонов аналогична конструкции кислородных баллонов. Их окрашивают в белый цвет и делают на них красной краской надпись «Ацетилен».

Для газовой сварки применяют горелки, действующие по принципу инжектора: поток кислорода O2 засасывает ацетилен C2H2. Такие горелки наиболее безопасны. Они имеют сменные наконечники с различными диаметрами выходных отверстий инжектора и мундштука, что позволяет регулировать мощность ацетилено-кислородного пламени Регулируя количество ацетилена и кислорода, поступающих в горелку, можно получить нормальное, восстановительное и окислительное пламя, характер которого выбирают в зависимости от свариваемого металла.

Для газовой сварки сталей присадочную проволоку выбирают в зависимости от состава сплава свариваемого металла. Для сварки чугуна применяют специальные литые чугунные стержни; для наплавки износостойких покрытий – литые стержни из твердых сплавов. Для сварки цветных металлов и некоторых специальных сплавов используют флюсы, которые могут быть в виде порошков и паст.

В связи с тем, что ацетилен является взрывоопасным газом, вначале сварки открывают кислородный вентиль, затем зажигается спичка и только после этого открывается ацетиленовый вентиль. В конце сварки – наоборот: вначале закрывается ацетиленовый вентиль, а потом – кислородный.

При газовой сварке заготовки нагреваются более плавно, чем при дуговой; это и определяет основные области ее применения: для сварки металлов малой толщины (0,2 – 3 мм); легкоплавких цветных металлови сплавов; для металлов и сплавов, требующих постепенного нагрева и охлаждения, например инструментальных сталей, чугуна, латуней; для пайки и наплавочных работ; для подварки дефектов в чугунных и бронзовых отливках. При увеличении толщины металла производительность газовой сварки резко снижается. При этом за счет медленного нагрева свариваемые изделия значительно деформируются. Это ограничивает применение газовой сварки.

3. Порядок проведения работы

3.1. Изучить основные теоретические положения.

3.2. Ознакомиться с оборудованием.

3.3. Оформить отчет

3.4. Сделать выводы.

4. Содержание отчета

4.1. Название, цель работы.

4.2. Схема газовой сварки

4.3. Вывод

5. Контрольные вопросы

5.1. Какие газы применяют при сварке?

5.2. Оборудование для газовой сварки?

5.3. Какие особенности сварки?

5.4. Температура горючего пламени.

Лабораторная работа №8

Части, элементы, геометрические параметры токарного резца

1. Цель работы

Целью данной работы является изучить элементы и геометрические параметры токарных резцов; научиться самостоятельно, измерять углы заточки резца с помощью настольного угломера.

2. Основные теоретические положения

Токарные резцы являются наиболее распространенными инструментами, используемыми при металлообработке. Резцы применяют при продольном точении, подрезании торцов, отрезании, растачивании сквозных и глухих отверстий, обработке фасонных поверхностей, нарезании резьб, а также при выполнении ряда других работ. С некоторым приближением можно считать, что резец составляет основу режущей части любого металлорежущего инструмента. Поэтому его изучение имеет весьма важное значение для понимания сущности процесса резания.

Части и элементы токарного резца принято рассматривать в связи со схемой обработки, режимами резания и расположением резца относительно заготовки и ее поверхностей: обрабатываемой 1, обработанной 3 и поверхности резания 2 (рис. 8.1, а). Поверхность резания на заготовке располагается между обрабатываемой и обработанной поверхностями. Именно с этой поверхности при резании происходит отделение стружки от основного материала.

Части, конструктивные элементы и углы лезвия резца

Токарный проходной резец состоит из лезвия (режущей части) 2 и стержня 1 (рис. 8.1, б).

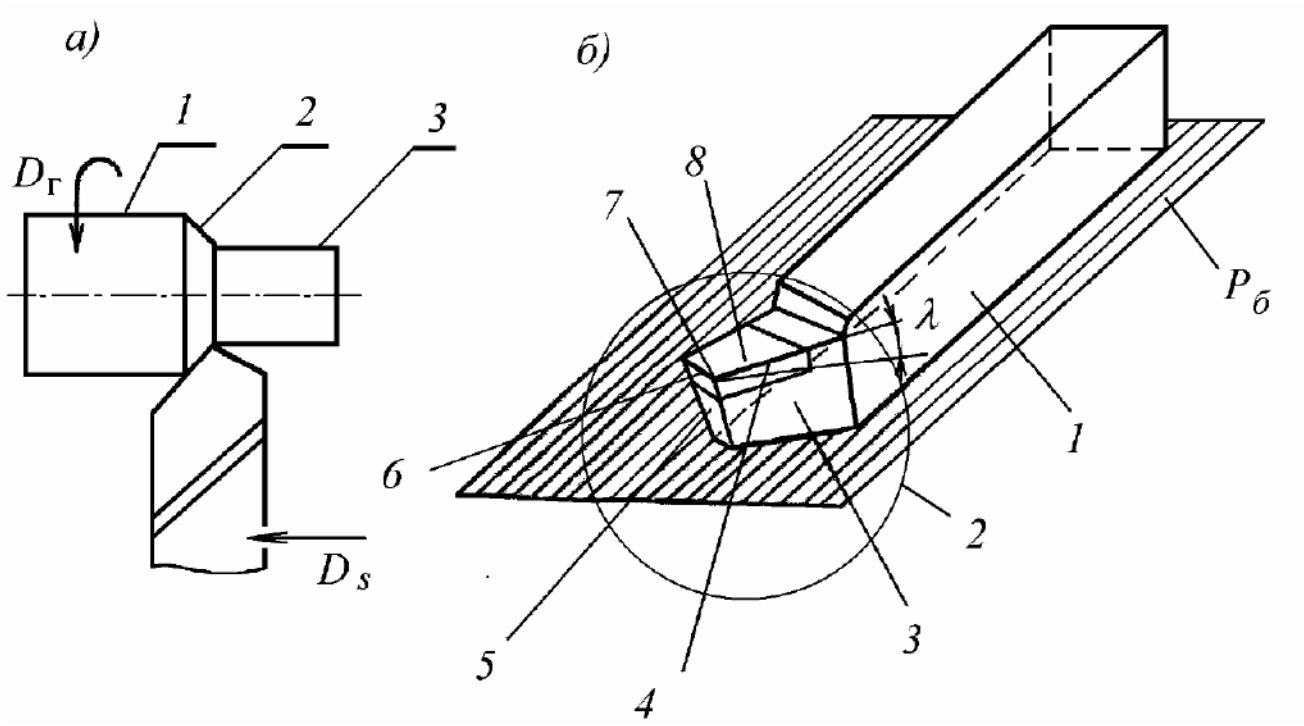


Рисунок 8.1. Схема точения (а), токарный проходной резец (б)

На лезвии резца различают следующие конструктивные элементы:

– переднюю поверхность 8, по которой при резании движется стружка;

– главную заднюю поверхность 3, контактирующую с поверхностью резания на заготовке;

– вспомогательную заднюю поверхность 5, обращенную к обработанной поверхности на заготовке;

– главную режущую кромку 4, образованную пересечением передней и главной задней поверхностей лезвия резца;

– вспомогательную режущую кромку 6, образованную пересечением передней и вспомогательной задней поверхностей резца;

– вершину резца 7, являющуюся местом пересечения главной и вспомогательной режущих кромок.

Стержень резца 1 служит для его закрепления на станке. Для этого резец устанавливают плоскостью Рб, называемой установочной, в резцедержателе станка и закрепляют не менее чем двумя болтами.

Прочность, износ, стойкость, а в целом работоспособность резца, зависят от расположения поверхностей и кромок лезвия относительно друг друга и заготовки. Это расположение принято определять геометрическими элементами, т. е. углами их наклона в одной из трех систем прямоугольных координат: инструментальной, статической и кинематической.

Инструментальная система координат применяется для определения углов резца как материального тела при его изготовлении, переточке и контроле. В данной работе эта система не рассматривается.

Статическая система координат используется для приближенных расчетов углов резца в процессе резания и для учета изменения этих углов после установки инструмента на станке (рис. 8.2). Из всех видов движения резания в этой системе учитывается только главное движение резания Dг.

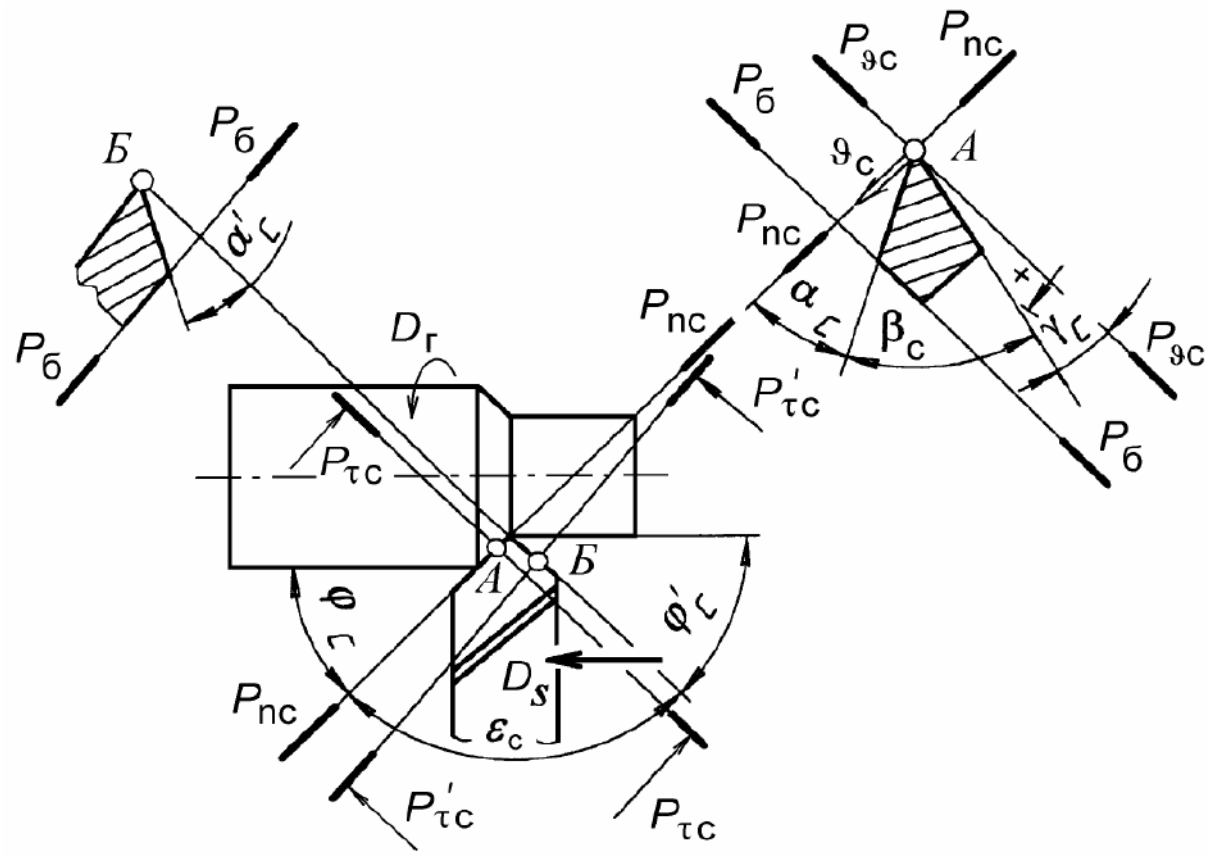


Рисунок 8.2. Углы токарного проходного резца

Обозначения координатных плоскостей и углов лезвия в статической системе координат имеют индекс «с». В состав системы входят три взаимно перпендикулярные координатные плоскости: основная Pϑ с, плоскость резания Pnc и главная секущая плоскость Pτ с .

Начало статической системы координат помещают в рассматриваемую точку А главной режущей кромки, а координатные плоскости этой системы ориентируют в пространстве следующим образом. Основная плоскость проходит через точку А главной режущей кромки перпендикулярно вектору скорости ϑ главного движения резания. Плоскость резания совмещена с вектором скорости ϑ и касается в точке А поверхности резания на заготовке. Главная секущая плоскость проходит через точку А перпендикулярно двум рассмотренным координатным плоскостям.

Для определения угла наклона вспомогательной задней поверхности лезвия используют дополнительно к ранее перечисленным вспомогательную секущую плоскость Pτc ' , проводимую через точку Б вспомогательной режущей кромки перпендикулярно проекции этой кромки на основную плоскость Pϑ с.

Кинематическая система координат позволяет рассчитывать углы лезвия резца с учетом всех движений резания (Dr и Ds), используемых при обработке заготовки. Начало координат этой системы также, как и статической, помещают в точку А главной режущей кромки. Вторую координатную плоскость (плоскость резания) в этой системе совмещают с вектором результирующей скорости резания.

Углы резца в данной работе рассматриваются в статической системе координатных плоскостей. Поэтому все они получили название статических углов. Для упрощения названия в дальнейшем слово «статический» будет опускаться.

В главной секущей плоскости Pτ с определяют передний угол главный задний угол αс и угол заострения

Главный задний угол αс – угол в главной секущей плоскости Pτ с между главной задней поверхностью лезвия резца и плоскостью резания. Он служит для

уменьшения трения между главной задней поверхностью резца и поверхностью резания на заготовке. Однако чрезмерное увеличение заднего угла приводит к снижению прочности лезвия. Поэтому обычно главный задний угол резца принимают в пределах 6–12 градусов. Для обработки вязких материалов и при точении с тонкими стружками применяют резцы с большими углами αс. При резании твердых и хрупких материалов выбирают меньшие из ранее указанных значений главного заднего угла.

Передний угол γс – угол в главной секущей плоскости Рτс между передней поверхностью лезвия резца и основной плоскостью РϑС. Различают положительный передний угол (передняя поверхность направлена вниз от основной плоскости), угол равный нулю (передняя поверхность параллельна основной плоскости) и отрицательный передний угол (передняя поверхность направлена вверх от основной плоскости).

С увеличением переднего угла облегчается врезание резца в металл, уменьшается деформация срезаемого слоя, облегчается сход стружки, уменьшаются силы резания и расход энергии. Вместе с тем, увеличение переднего угла приводит к уменьшению прочности лезвия резца. Поэтому при использовании хрупких инструментальных материалов (твердые сплавы, минералокерамика, алмазы и др.) для повышения прочности и стойкости инструмента применяют отрицательные и нулевые передние углы, а при работе инструментом из быстрорежущих сталей, обладающих большей ударной вязкостью, – положительные передние углы (10–30 град.).

Угол заострения βс – угол в главной секущей плоскости Рτ с между передней и главной задней поверхностями резца. Уменьшение угла βс приводит к ослаблению лезвия и снижению прочности резца, а также к ухудшению отвода тепла из зоны режущих кромок.

Между рассмотренными тремя углами существует следующая зависимость:

$$\alpha c + \beta c + \gamma c = 900 \qquad (8.1)$$

Существенное влияние на процесс резания оказывает и вспомогательный задний угол $\alpha c'$, измеряемый во вспомогательной секущей плоскости $P\tau c'$. Этот угол располагается между вспомогательной задней поверхностью резца и плоскостью, проходящей через вспомогательную режущую кромку перпендикулярно основной плоскости резца. Угол $\alpha c'$ служит для уменьшения трения вспомогательной задней поверхности резца по обработанной поверхности заготовки. Обычно принимают $\alpha c' = \alpha c$. Кроме рассмотренных углов, резец имеет углы в плане ϕc и $\phi c'$, угол при вершине εc, а также угол наклона главной режущей кромки λc.

Главный угол в плане ϕc – угол между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость резца $P\vartheta$ с и направлением движения подачи. С уменьшением угла ϕc увеличивается длина активной части режущей кромки, что улучшает отвод теплоты из зоны обработки и уменьшает износ инструмента. Однако при слишком малом значении угла ϕc резко возрастает отжим резца от заготовки и возникают вибрации, ухудшающие качество обработанной поверхности. Поэтому в зависимости от вида обработки, типа резца и жесткости технологической системы угол ϕc обычно выбирают в пределах 30–90 градусов.

Вспомогательный угол в плане $\phi c'$ – угол между проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость $P\vartheta$ с и направлением, обратным направлению подачи Ds. Угол $\phi c'$ служит для уменьшения трения вспомогательной задней поверхности резца по обработанной поверхности заготовки. Для проходных резцов, обрабатывающих жесткие заготовки, угол $\phi c' = 5–100$, при обработке нежестких заготовок его принимают в пределах 30–45 градусов.

Угол при вершине εc – угол между проекциями главной и вспомогательной режущих кромок на основную плоскость $P\vartheta$ с.

Рассмотренные углы связаны между собой зависимостью

$$\phi c + \phi c' + \varepsilon c = 1800 \qquad (8.2)$$

Углом наклона главной режущей кромки λc называют угол в плоскости резания Pnc между главной режущей кромкой и основной плоскостью $P\vartheta$ с. Он

считается положительным (см. рис. 8.1, б), когда вершина резца является низшей точкой режущей кромки; отрицательным, когда вершина резца будет высшей точкой режущей кромки; равным нулю, если главная режущая кромка параллельна основной плоскости. Угол λс служит для отвода стружки в направлении к обработанной (λс > 00) или обрабатываемой (λс < 00) поверхности. Кроме того, положительный угол λс упрочняет вершину инструмента. Поэтому при черновой обработке и резании твердых материалов необходимо углу λс придавать положительные значения (15–20 град.). При чистовой обработке для предотвращения царапания стружкой обработанной поверхности рекомендуют использовать резцы с отрицательными значениями этого угла.

Методика измерения углов резца

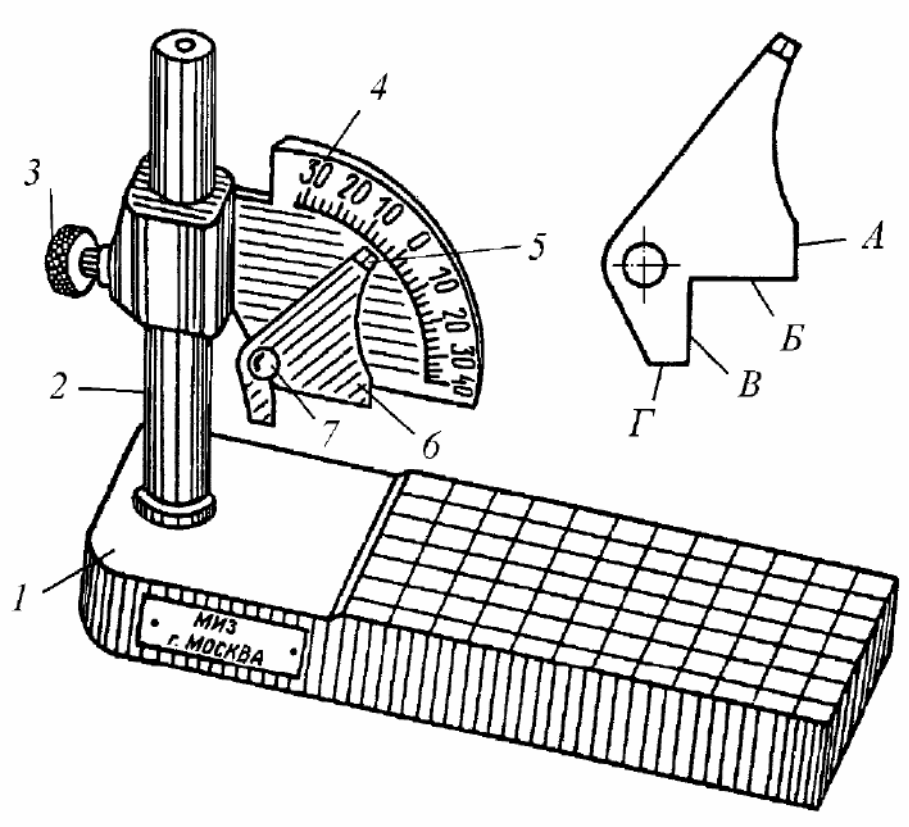


Рисунок 8.3. Настольный угломер

Углы резца измеряют при помощи настольного угломера (рис. 8.3), который состоит из основания 1 и стойки 2. По стойке вверх и вниз может

передвигаться сектор 4 с градусной шкалой. На секторе укреплена поворотная пластина 6 с указателем 5. По расположению риски указателя относительно градусной шкалы сектора 4 определяют значение измеряемого угла резца. Положение поворотной пластины на секторе 4 фиксируется винтом 7.

Поворотную пластину 6 прикладывают «без просвета» измерительными кромками А, Б, В, Г к той поверхности лезвия, от которой отсчитывается измеряемый угол. Модуль значения угла (без знака «+» или «–» определяют по положению риски указателя пластины 5 на градусной шкале сектора 4. Знаки находят только для углов γс и λс, как было указано выше. Остальные углы могут быть только положительными.

При измерении углов ϕс и ϕс′ резец размещают на основании угломера боковой плоскостью стержня, а сектор 4 устанавливают в положение основной плоскости Рϑ с .

Поворотную пластину 6 прикладывают при определении угла ϕс к главной задней грани лезвия, угла ϕс′ – к вспомогательной задней грани.

Углы βс и εс определяют расчетом по формулам. Измеренные и рассчитанные значения статических углов справедливы для резца, который устанавливают на станок таким образом, что его вершина находится на уровне линии центров станка, а ось стержня перпендикулярна оси заготовки. Если вершина резца будет располагаться на станке выше или ниже линии центров, то базовая поверхность Рб станет не параллельна статической основной плоскости Рϑ с. Поэтому действительные значения углов γс, αс и αс′ будут отличаться от измеренных. В случае неперпендикулярности оси стержня резца к оси заготовки изменит свое расположение статическая плоскость резания Pnc. Следовательно, полученные значения углов ϕс и ϕс′ также будут не точны.

3. Порядок выполнения работы

3.1. Ознакомиться элементами и геометрическими параметрами токарных резцов.

3.2. Провести измерение углов резца

3.3. Оформить отчет

4. Содержание отчета

4.1. Название, цель работы.

4.2. Зарисовать резец и указать элементы и углы резания

4.3. Вывод

5. Контрольные вопросы

5.1. Перечислите элементы резца

5.2. Перечислите основные углы резца

5.3. Конструктивные элементы лезвия резца

5.4. Контроль углов резца

Лабораторная работа №9
Механическая обработка

1. Цель работы

Целью данной работы является приобретение студентами навыков разработки маршрута механической обработки детали, оформления технологической документации.

2. Основные теоретические положения

Порядок проектирования технологических процессов

Разработка технологического процесса механической обработки детали заканчивается составлением и оформлением комплекта документов технологического процесса. Комплект технологических документов зависят от вида технологического процесса (единичный, типовой или групповой) и типа производства.

В маршрутном технологическом процессе это сокращенное описание всех технологических операций в последовательности их выполнения без указания переходов и технологических режимов. Применяется в единичном и мелкосерийном типах производства.

В операционном технологическом процессе это полное описание всех технологических операций в последовательности их выполнения с указанием переходов и технологических режимов. Применяется в крупносерийном и массовом типах производства.

В маршрутно-операционном технологическом процессе это сокращенное описание технологических операций в маршрутной карте, но полное описание отдельных операций.

Маршрутная карта (МК) является основным и обязательным документом любого технологического процесса.

Общие положения по составлению технологического маршрута обработки.

При разработке маршрута изготовления детали и его структуры рекомендуется следующая последовательность работы:

1. Обработка исходной информации. Исходная информация делиться на базовую, руководящую и справочную.

Базовая информация - это конструкторская документация (чертежи, ТУ и др.) и производственная программа (годовая величина партий и т.п.) для определения типа производства.

Руководящая информация - это государственные стандарты - ЕСТПП, ЕСТД, ОСТы и стандарты предприятий (СТП) классификаторы деталей и операций, трудовые нормативы, действующие унифицированные технологические процессы, инструкции и т.д.

Справочная информация - это справочники, каталоги, паспорта оборудования, различные пособия и т.п. в том числе справочные таблицы по припускам, режимам резания и т.д.

2. Обработка конструкций деталей на технологичность с учётом типа производства.

Технологичность – это совокупность свойств, обеспечивающая в заданных условиях производства и эксплуатации наименьшие затраты труда, средств, материалов и времени при технологической подготовке производства, изготовлении и ремонте изделия.

3. Выбор вида технологического процесса по следующим показателям:

- по методу разработки – унифицированный (типовой или групповой) или единичный технологический процесс;

- по назначению – проектный (разрабатывается без «привязки» к конкретному предприятию), рабочий (можно запускать в производство) или перспективный необходимо выполнить определенные научно-исследовательские работы и внедрить его в производство);

- по степени детализации оформления маршрутный, маршрутно-операционный или операционный.

4. Выбор заготовки.

Основными видами заготовок для деталей, изготовляемых из металлових сплавов, являются:

а) сортовой материал, изготовляемый прокатом, волочением и т.п. из черных металлов и цветных сплавов (прутки круглого, квадратного и шестигранного сечения, трубы, плоский прокат - листы, полосы, ленты). Некоторые из этих видов заготовок могут применяться и для ряда неметаллических материалов (винипласт, гетинакс, текстолит и др.);

б) отливки (литые заготовки);

в) поковки и штамповки.

Для неметаллических деталей исходным сырьем чаще всего являются различные порошкообразные материалы, применяемые для последующего формообразования прессованием иди другими методами.

Выбор метода изготовления заготовки зависит от материала детали и ее массы (габаритов), величины производственной партии, требований к точности формы, размеров и взаимного расположения поверхностей, их шероховатости, а иногда и от некоторых других факторов. При возможности назначения нескольких методов выбирается наиболее экономичный в данных производственных условиях.

5. Выбор комплекта технологических баз.

Назначение баз

Технологическая база - это поверхность, сочетание поверхностей, ось или точка, принадлежащая заготовке и используемая для определения ее положения в процессе изготовления. Базирование при механической обработке – это придание заготовке с помощью комплекта баз требуемого положения для ее обработки. В значительной степени маршрут операций технологического процесса предопределяется выбором и назначением комплектов технологических баз.

Комплект баз для деталей, не являющихся телами вращения, определяется, как правило, тремя базами: установочной, лишающей деталь трех степеней свободы; направляющей, лишающей деталь двух степеней свободы; и опорной,

лишающей деталь одной степени свободы. В некоторых случаях для базирования таких деталей, а также для базирования деталей – тел вращения служат базы: двойная направляющая, лишающая деталь четырех степеней свободы, и двойная опорная, лишающая деталь двух степеней свободы в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Графические обозначения баз, а в ряде случаев - опор, зажимов и установочных элементов, приводятся на операционных эскизах операционных карт технологических процессов, а также на сборочном чертеже оснастки.

Правила выбора баз

При выборе и назначении технологических баз необходимо соблюдать следующие основные правила.

1) Поверхность, принимаемая за технологическую базу, должна по возможности являться одновременно и конструкторской (основной или вспомогательной) базой, т.е. технологическая база должна совпадать с конструкторской (правило совмещения баз).Конструкторской называется база, используемая для определения положения детали в изделия. В случае невозможности определения конструкторской базы по этому признаку (т.е. при отсутствии сборочного чертежа) за конструкторскую базу следует принимать поверхность, определяемую размером до обрабатываемой поверхности. В приведенных примерах поверхности, обозначенные знаком " V ", являются либо конструкторскими базами, либо измерительными.

При использовании их в качестве технологических баз они обеспечивают отсутствие погрешности базирования. При несовпадении технологической базы с конструкторской и измерительной появляется погрешность базирования, величину которой необходимо определять расчетом.

2) Для определения точности взаиморасположения поверхностей детали, подлежащих обработке в разных операциях технологического процесса, желательно сохранять в них постоянство установочной технологической базы. Это правило называется правилом постоянства баз.

3) В качестве установочной технологической базы применять по возможности наиболее протяженные и наиболее точно и чисто обработанные поверхности.

4) Необработанные поверхности применять в качестве технологических установочных (черновых) баз только для первых операций технологического процесса.

5) При использовании черновых баз не допускать на их поверхности наличия следов литников, выпоров, облоя и других следов.

6) При выборе черновых баз для первой операции желательно использование таких поверхностей заготовки, которые будут оставаться необработанными после окончательной обработки детали.

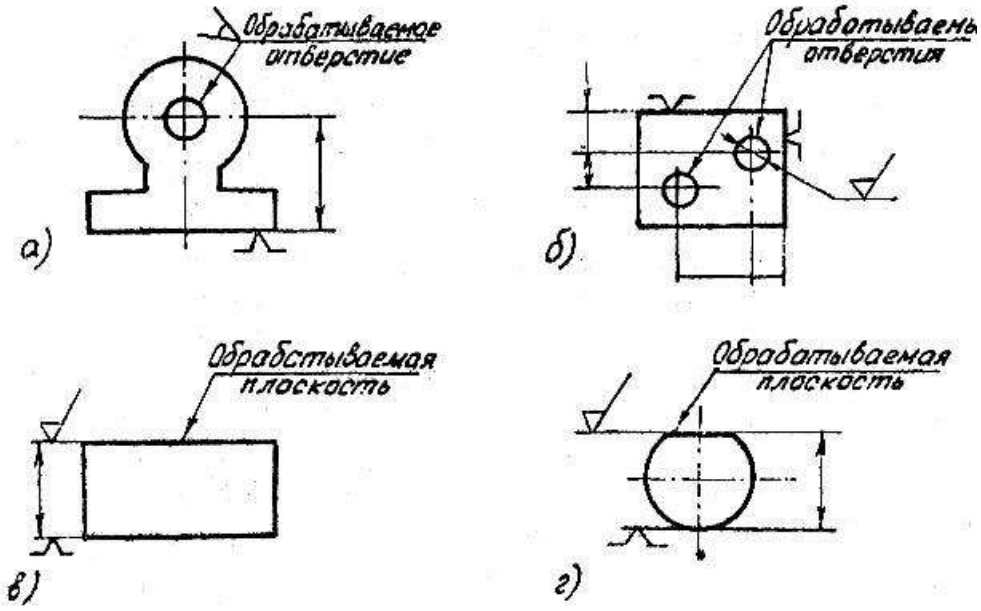


Рисунок 9.1. Схемы установки и базирования деталей

На рисунках показаны наиболее распространенные схемы установки и базирования деталей при выполнении различных операций механической обработки резанием, с двумя видами схем обозначения баз. Теоретические схемы базирования следует использовать только для эскизов на сборочных чертежах приспособлений.

Схемы установки, базирования и закрепления заготовок для оформления операционных эскизов в маршрутах операций и технологических карт. При оформлении операционных эскизов скрытые базы разрешается не указывать.

Разработка маршрута обработки детали и определение последовательности обработки поверхности.

Последовательность операций назначают исходя из следующих основных положений:

- в первую очередь обрабатываются поверхности, которые будут являться технологическими базами для последующих операций;

- операции, на которых возможно появление брака из-за внутренних дефектов заготовки, нужно выполнять на ранних стадиях обработки;

- первыми следует обрабатывать поверхности, не требующие высокой точности;

- отверстия сверлятся в конце технологического процесса, за исключением тех случаев, когда они служат базами;

- заканчивается процесс изготовления детали обработкой той поверхности, которая должна быть наиболее точной и имеет основное значение для эксплуатации детали. Если она была обработана ранее, до выполнения других смежных операций, может возникнуть необходимость в ее повторной обработке;

- если деталь подвергается термической обработке по ходу технологического процесса, механическая обработка разбивается на две части: до термической обработки и после нее;

- технический контроль намечают после тех операций, где вероятна повышенная доля брака, перед ответственными операциями, а также в конце обработки детали.

В содержании технологической операции необходимо указывать все элементы операции, выполняемые в технологической последовательности по обработке изделия. При записи содержания операции допускается полная или сокращенная форма записи. При наличии графических изображений, которые

достаточно полно отражают всю необходимую информацию по обработке заготовки, следует использовать сокращенную запись, например: “Сверлить 4 отв. $d = 12+0,1$ согласно чертежу”. Полную запись следует выполнять при отсутствии графических изображений.

3. Порядок выполнения работы

3.1. Изучить основные теоретические положения работы

3.2. Разработать технологический процесс обработки детали

3.3. Оформить отчет

4. Содержание отчета

4.1. Название, цель работы.

4.2. Схемы установки и базирования деталей

4.3. Вывод

5. Контрольные вопросы

5.1. Что такое базы?

5.2. Классификация баз

5.3. Что такое технологичность?

5.4.Как выбрать заготовку?

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Волков, Г.М. Материаловедение [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по немашиностроительным направлениям / Г.М. Волков, В.М. Зуев - 3-е изд. ; стер. - М. : Академия, 2013. - 448 с

2. Фетисов, Г.П. Материаловедение и технология конструкционных материалов / Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман - М.: Металлургия, 2015. Режим доступа: http://www.biblio-online.ru ЭБС “Юрайт

3. Колесник, П.А. Материаловедение на автомобильном транспорте [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по укрупненной группе направлений подготовки "Транспортные средства". - 5-е изд. ;испр. - М. : Академия, 2012. - 320 с.

4. Плошкин, В.В. Материаловедение [Текст] : учебное пособие для студентов немашиностроительных спец. вузов. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011. - 463 с. - (Основы наук).Режим доступа::http://www.biblio-online.ru ЭБС “Юрайт

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

АВТОДОРОЖНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра технологии металлов и ремонта машин

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для практических занятий по курсу

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

для обучающихся по направлению подготовки
23.03.01 Технология транспортных процессов

Уровень профессионального образования: бакалавриат
Направление подготовки: 23.03.01 Технология транспортных процессов

Профиль: Организация перевозок и управление на транспорте
Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная и заочная

Рязань, 2024

Составители: д.т.н., доцент Г.К. Рембалович; к.т.н., Р.В. Безносюк

УДК 629.1

Рецензенты:

к.т.н., доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка» федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ) Д.Н. Бышов

к.т.н., доцент кафедры «Техническая эксплуатация транспорта» федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ) А.С. Колотов

Методические указания для практических занятий по курсу «Материаловедение и технология конструкционных материалов» для обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

Методические указания составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 23.03.01 Технология транспортных процессов (уровень бакалавриата), утвержденного Министерством образования и науки РФ 07.08.2020 года, № 911, и предназначены для студентов очной и заочной формы обучения, обучающихся по специализации «Автомобили и тракторы». Предназначены для методического обеспечения выполнения практических занятий по дисциплине «Материаловедение и технология конструкционных материалов».

Методические рекомендации обсуждены и одобрены на заседании кафедры технологии металлов и ремонта машин 20 марта 2024 г., протокол № 8.

Зав. кафедрой «Технология металлов и ремонт машин» _____ Г.К. Рембалович
(кафедра) (подпись) (ФИО)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение …… 4

РАЗДЕЛ 1. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Практическая работа № 1. Определение твердости металла …….. 6

Практическая работа № 2. Анализ диаграммы состояния сплавов железа-цементит …….. 17

Практическая работа № 3. Термическая обработка углеродистых сталей . 28

Практическая работа № 4. Термическая обработка легированных сталей . 36

РАЗДЕЛ 2. ГОРЯЧАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

Практическая работа № 5. Изготовление отливок в песчаных формах по разъемным моделям ……. 48

Практическая работа № 6. Расчет основных параметров и режима ручной дуговой сварки ……..... 52

Практическая работа № 7. Сварка под слоем флюса …… 56

Практическая работа № 8. Сварка в среде защитных газов……. 59

Практическая работа № 9. Контактная сварка……. 65

Рекомендуемая литература ……..…… 71

ВВЕДЕНИЕ

Цель преподавания дисциплины "Материаловедение и технология конструкционных материалов" состоит в формирование у студентов понимание научных основ в области технологии, организации и планирования транспортных систем, дать основные знания о строении, свойствах материалов; об основных тенденциях и направлениях развития современного теоретического и прикладного материаловедения, закономерностях формирования и управления структурой и свойствами материалов при различных видах воздействия на материал: обеспечить способность к разработке и внедрению технологических процессов с рациональным выбором материала в каждом конкретном случае.

В результате изучения дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» будущий бакалавр готовится к решению следующих задач:

- участие в составе коллектива исполнителей в реализации стратегии предприятия по достижению наибольшей эффективности производства и качества работ при организации перевозок пассажиров, грузов, грузобагажа и багажа;

- участие в составе коллектива исполнителей в организации работ по проектированию методов управления;

- участие в составе коллектива исполнителей в анализе производственно-хозяйственной деятельности транспортных предприятий;

- участие в составе коллектива исполнителей в осуществлении контроля за работой транспортно-технологических систем.

В результате изучения дисциплины студент должен знать - основы строения металлов, диффузионных процессов в металле, формирования структуры металлов и сплавов при кристаллизации, пластических деформаций, влияния нагрева на структуру и свойства деформированного металла, механических свойств металлов и сплавов;- конструкционные металлы и

сплавы;- основы теории и технологии термической обработки стали; пластмасс; - основы современных способов получения материалов и изделий с заданным уровнем эксплуатационных свойств; уметь выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности; владеть методами разработки технической документации по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего производства.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих общекультурных и профессиональных компетенций:

- умеет использовать знания основных законов математических и естественных наук, методы математического анализа и моделирования для решения стандартных задач в профессиональной деятельности (ОПК – 1.2);

- способностью к разработке и внедрению технологических процессов, использованию технической документации (ПК-4.1).

РАЗДЕЛ 1. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Практическая работа №1

Определение твердости металла

1. Цель работы

Целью данной работы является изучение способов определения твёрдости деталей.

2. Основные теоретические положения

Испытание на твердость

Твердостью называется сопротивление материала проникновению в него другого более твердого тела. Из всех видов механических испытаний твердость определяют чаще всего. Это объясняется простотой и высокой производительностью метода измерения твердости, а также тем, что испытание можно проводить на самом изделии (полуфабрикате или детали), не вызывая его повреждения.

Основными методами определения твердости являются методы внедрения в поверхность испытываемого металла стандартных наконечников из твердых недеформирующихся материалов под действием статических нагрузок: методы Бринелля, Роквелла.

Значения твердости выражаются числами твердости в различных шкалах. Кроме указанных методов измерения твердости массивных образцов, деталей и полуфабрикатов, используются методы измерения микротвердости, т. е. измерение твердости отдельных составляющих микроструктуры сплавов.

При измерении твердости любым способом поверхность испытываемого образца или детали должна быть плоской, так как при измерении твердости цилиндрических образцов наконечник вдавливается глубже, чем при испытании плоских образцов той же твердости, поэтому твердость получается заниженной.

Поверхность образца или изделия должна быть горизонтальной и не иметь таких дефектов, как окалина, забоины, грязь, различные покрытия. Все поверхностные дефекты должны быть удалены мелкозернистым наждачным кругом, напильником или наждачной бумагой. При обработке поверхности образца недопустимо изменение твердости вследствие нагрева или наклепа поверхности. При нанесении отпечатка на испытуемое изделие или образец расстояние между соседними отпечатками и до края образца должно быть не менее 3 мм.

Испытание по Бреннелю.

Прибор для испытания на твердость по Бринелю

Наиболее распространенным прибором для испытания на твердость по Бринелю является автоматический рычажный пресс.

Схема автоматического рычажного пресса показана на рис. 2.1. В верхней части станины 1 имеется шпиндель 2, в который вставляется наконечник с шариком 3. Может быть установлен один из трех наконечников — с шариком диаметром 10,5 или 2,5 мм. Столик 4 служит для установки на нем испытываемого образца 5. Вращением по часовой стрелке рукоятки 6 приводят в движение винт 7, который, перемещаясь вверх, поднимает столик 4, и образец 5 прижимается к шарику 3. При вращении рукоятки 6 до тех пор, пока указатель 8 не станет против риски, пружина 9 сжимается до отказа и создается предварительная нагрузка в 100 кГ.

Электродвигатель 10, который включают нажатием кнопки, расположенной сбоку пресса, приводит во вращение эксцентрик 11. При вращении эксцентрика 11 шатун 12, перемещаясь вниз, опускает рычаг 13 и соединенную с ним подвеску 14 с грузами 15, создавая этим нагрузку на шарик, который вдавливается в образец. При дальнейшем вращении эксцентрика И шатун 12, перемещаясь вверх, поднимает рычаг 13 и подвеску 14 с грузами 15, снимая этим нагрузку с шарика. Когда рычаг и подвеска с грузами достигнут исходного положения, автоматически дается сигнал звонком и автоматически

выключается электродвигатель. Вращением рукоятки 6 против часовой стрелки опускают столик 4. В зависимости от грузов, установленных на подвеске 14, создается различная нагрузка

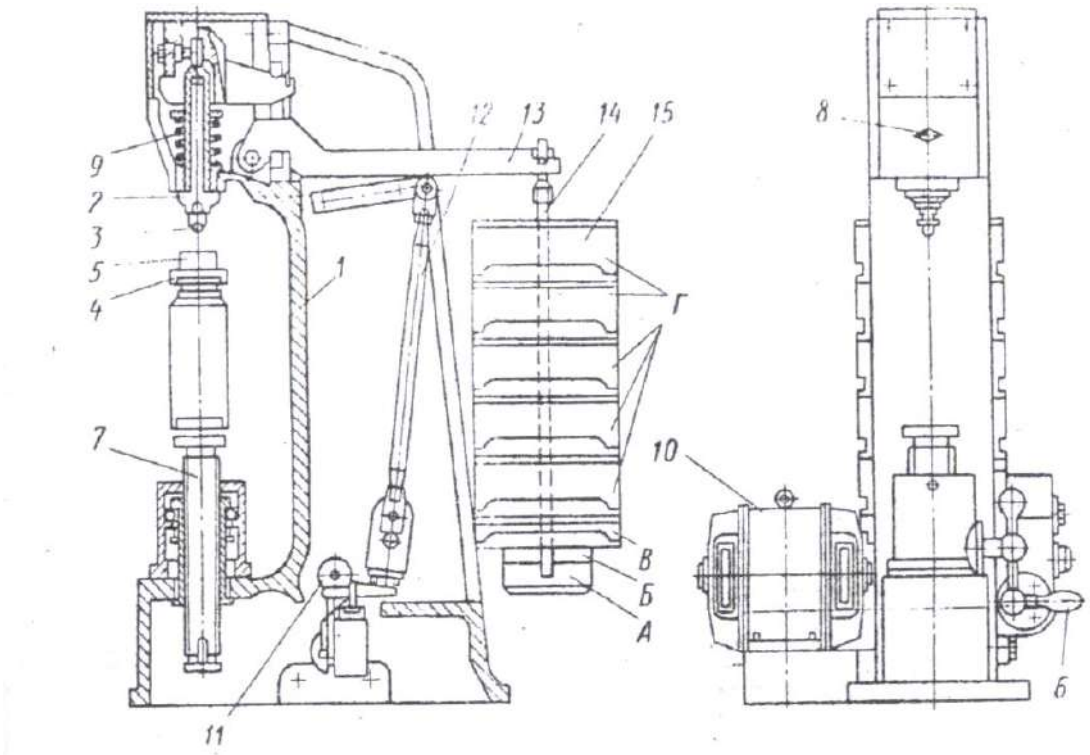


Рисунок 2.1 Схема автоматического рычажного пресса для определения твёрдости.

Выбор диаметра шарика и нагрузки. Шарики различного диаметра (D = 10; 5 и 2,5 мм) применяют в зависимости от толщины испытываемого материала. Нагрузку выбирают в зависимости от качества испытываемого материала. В таблицах приведены данные по выбору диаметра шарика и нагрузки в зависимости от материала и толщины испытываемого образца (по ГОСТу 9012—59). При испытании шариками разных диаметров (10; 5 и 2,5 мм) применяют разные нагрузки; при испытании более мягких металлов нагрузка меньше.

С уменьшением толщины материала применяют шарик меньшего диаметра (5; 2,5 мм) и небольшую нагрузку. Условия испытания записывают следующим образом: например, НВ 10 (3000) 30 обозначает, что испытание

проводили шариком диаметром 10 мм, под нагрузкой 3000 кГ, с выдержкой 30 сек.

Подготовка образца для испытания. Перед испытанием поверхность образца, в которую будет вдавливаться шарик, обрабатывают наждачным камнем или напильником, чтобы она была ровной, гладкой и не было окалины или других дефектов. При обработке поверхности образец не должен нагреваться выше 100—150° С.

Подготовка поверхности образца необходима для получения правильного отпечатка и чтобы края его были отчетливо видны для измерения.

Порядок проведения испытания

1. Установить на подвеску 14 (см. рис. 2.1) грузы 15, соответствующие выбранной для испытания нагрузке.
2. Наконечник с шариком вставить в шпиндель 2 и укрепить.
3. На столик 4 поместить испытываемый образец 5. Образец должен плотно лежать на столике. Центр отпечатка должен находиться от края образца на расстоянии не менее диаметра шарика.
4. Вращением рукоятки 6 по часовой стрелке поднять столик и прижать образец 5 к шарику 3; продолжать вращать рукоятку 6 до тех пор, пока указатель 8 не станет против риски.
5. Нажатием кнопки включить электродвигатель.
6. После сигнала звонком вращением против часовой стрелки рукоятки 6 опустить столик 4 и снять с него образец с полученным отпечатком.
7. Измерить полученный отпечаток.
8. Определить твердость.

Схемы испытаний

Испытание на твердость по Бринелю производится вдавливанием в испытываемый образец стального шарика определенного диаметра под действием заданной нагрузки в течение определенного времени.

Схема испытания на твердость по Бринелю дана на рис. 2.2. В результате вдавливания шарика на поверхности образца получается отпечаток (лунка). Отношение давления P к поверхности полученного отпечатка (шарового сегмента) F дает число твердости, обозначаемое НВ

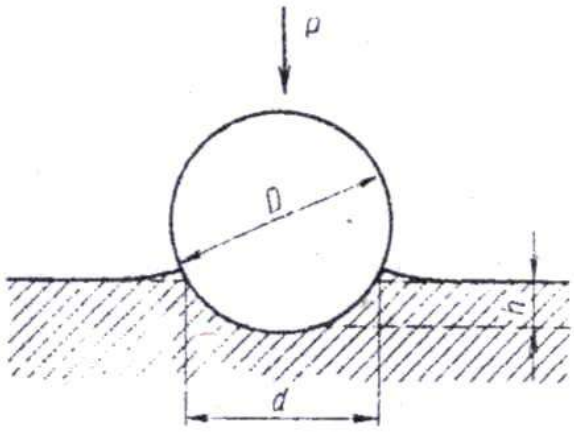


Рисунок 2.2 Схема испытания на твердость по способу Бринелля.

Расчет определения твёрдости

Отношение давления P к поверхности полученного отпечатка F дает число твердости, обозначаемое НВ

$$HB = \frac{P}{F} \tag{2.1}$$

Поверхность F шарового сегмента

$$F = \pi D h \tag{2.2}$$

где D-диаметр вдавливаемого шарика в мм, h-глубина отпечатка в мм .

Так как глубину отпечатка h измерить трудно, а гораздо проще измерить диаметр отпечатка d, то целесообразно величину h выразить через диаметры шарика D и отпечатка d:

$$h = \frac{D - \sqrt{D^2 - d^2}}{2} \tag{2.3}$$

Тогда поверхность F шарового сегмента

$$F = \frac{\pi D}{2}(D - \sqrt{D^2 - d^2}) \tag{2.4}$$

Число твердости по Бринеллю будет характеризоваться формулой

$$HB = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \tag{2.5}$$

Испытание по Роквеллу.

Прибор типа Роквелла ТК-2

Общий вид и схема прибора ТК-2 показаны на рис. 2.3 и 2.4. Шпиндель 1 прибора (см. рис. 2.4) служит для закрепления на его конце с помощью винта 2 оправки 3 с шариком или алмазным (или из твердого сплава) конусом. Постоянный груз 4 создает нагрузку 50 кГ если на постоянный груз 4 установлен груз 5 (40 кГ), то создается нагрузка 90 кГ, если на постоянный груз 4 установлен груз 5 и груз 6 (50 кГ), то создается нагрузка 140 кГ. Стол 7 служит для установки на нем испытываемого образца 8. При вращении по часовой стрелке маховика 9 приводится во вращение винт 10, который, перемещаясь вверх, поднимает стол 7. и образец 8 подводится к оправке 3 с шариком или алмазным конусом. При дальнейшем вращении маховика 9 сжимается пружина 11, шарик, или алмазный конус, начинает внедряться в испытываемый образец 8, а стрелки поворачиваются по шкале индикатора 12. При вращении маховика 9 до тех пор, пока образец не упрется в ограничительный чехол 13, малая стрелка индикатора дойдет до красной точки , а большая стрелка установится приблизительно в вертикальном положении (с погрешностью ±5 делений) (, создается предварительная нагрузка 10 кГ. Точную установку шкалы индикатора на нуль производят при помощи барабана 14 (см. рис. 2.3) тросиком 15, закрепленным на ранте индикатора. Циферблат индикатора имеет две шкалы — черную (С) и красную (В). Независимо от того, что вдавливается в испытываемый образец — алмазный конус или шарик, с большой стрелкой индикатора всегда совмещается нуль

черной шкалы со значком «С». Большую стрелку с нулевым штрихом красной шкалы со значком «В» не совмещают ни в каком случае.

Приведение в действие основной нагрузки осуществляется с помощью привода 16 от электродвигателя, работающего непрерывно и отключаемого с помощью тумблера 17 только при длительных перерывах в работе прибора.

Нажатием клавиши 18 приводят в действие кулачковый блок 19 механизма привода 16, передача от которого к грузовому рычагу 20 осуществляется с помощью штока 21. При этом подвеска 22 с грузами 4—6 опускается, и этим обеспечивается действие основной нагрузки и создается общая нагрузка (предварительная + основная).

Под действием основной нагрузки шарик, или алмазный конус, все глубже проникает в испытываемый образец, при этом большая стрелка индикатора поворачивается против часовой стрелки. После окончания вдавливания основная нагрузка, действовавшая на образец, автоматически снимается и остается предварительная нагрузка. При этом большая стрелка индикатора перемещается по часовой стрелке и указывает на шкале индикатора число твердости по Роквеллу . При испытании алмазным конусом под нагрузкой 150 или 60 кГ отсчет производят по черной шкале, а при испытании шариком под нагрузкой 100 кГ — по красной шкале.

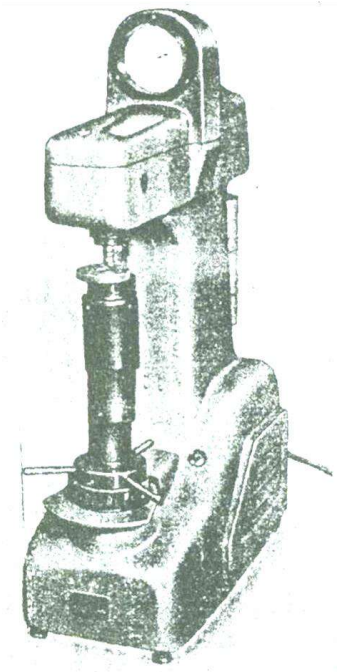


Рисунок 2.3 Прибор ТК-2 (типа Роквелла)

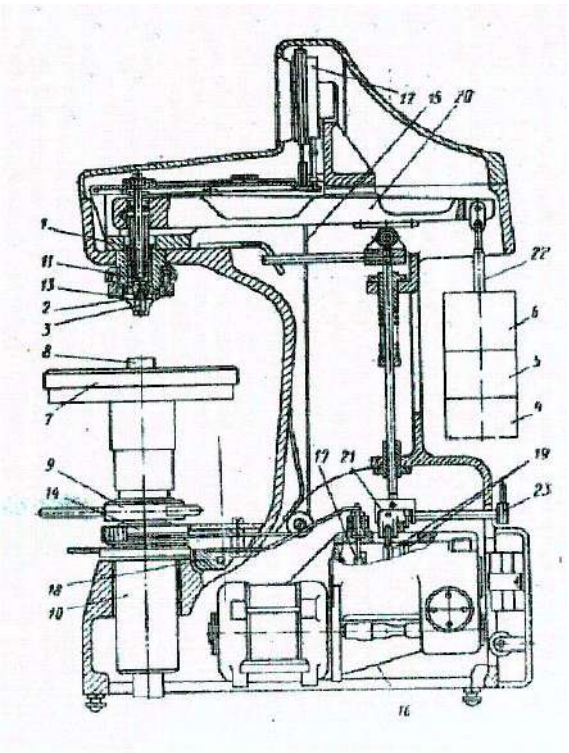


Рисунок 2.4 Схема прибора ТК-2 (типа Роквелла)

По окончании цикла испытания кулачковый блок автоматически отключается и фиксируется в исходном положении. Нормальная - продолжительность цикла испытания 4 сек при положении рукоятки 23 (рис. 2.5) указателя против буквы Н.

Схема испытания

Испытание на твердость по Роквеллу производят вдавливанием в испытываемый образец (деталь) алмазного конуса с углом 120° или стального закаленного шарика диаметром 1,588 мм. Шарик и конус вдавливают в испытываемый образец под действием двух последовательно прилагаемых нагрузок — предварительной P_0 и основной P_1. Общая нагрузка P будет равна сумме предварительной P_o и основной P_1 нагрузок : $P = P_o + P_г$. Предварительная нагрузка P_0 во всех случаях равна 10 кг

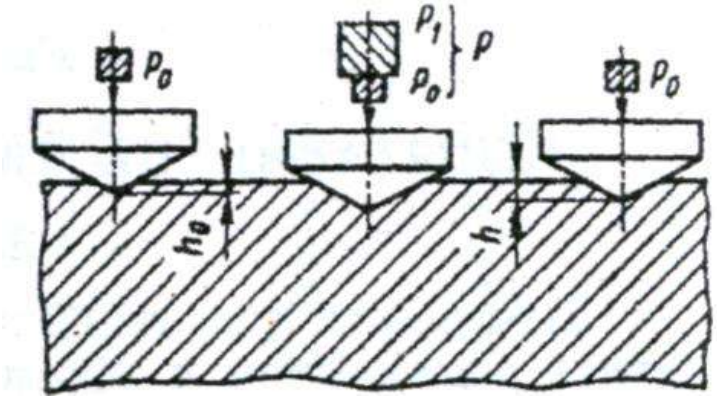


Рисунок 2.5 Схема определения твердости вдавливанием алмазного конуса.

Расчет определения твёрдости

Число твердости по Роквеллу — число отвлеченное и выражается в условных единицах.

За единицу твердости принята величина, соответствующая осевому перемещению наконечника на 0,002 мм. Число твердости по Роквеллу HR определяется по формулам: при измерении по шкале В: $HR = 130 - e_ч$ при измерении по шкалам С и А: HR = 100-е.

Величина е определяется по следующей формуле:

$$e = \frac{h - h_0}{0{,}002} \qquad (2.6)$$

где h_0 — глубина внедрения наконечника в испытываемый материал под действием предварительной нагрузки P_0

h - глубина внедрения наконечника в испытываемый материал под действием общей нагрузки P , измеренная после снятия основной нагрузки P_1 с оставлением предварительной нагрузки P_0.

Перевод твёрдости по Бреннелю в твёрдость по Роквеллу

Перевод твёрдости по Бреннелю в твёрдость по Роквеллу производиться с помощью специальных таблиц.

$$HB = \frac{2 \times 3000}{\pi \times 10 \times (10 - \sqrt{10^2 - 3{,}02^2})} = 409{,}2 \quad \text{кг/мм}^2$$

Полученный результат по Бреннелю переводим с помощью таблицы в Роквелл.

Твердость показывает сопротивление материала проникновению в него другого более твердого тела.

3. Порядок выполнения работы:

3.1 Ознакомиться с техникой определения твердости описанными выше методами и зарисовать их схемы

3.2 Измерить твердость предложенных образцов на приборах Бринелля, Роквелла

4. Содержание отчета

4.1. Наименование и характеристика объекта исследования

4.2. Материальное обеспечение.

4.3. Эскизы образцов для исследований.

4.4. Методики подготовки образцов и их исследований.

4.5. Характеристики измерительных средств.

4.6. Выводы.

5. Вопросы для самоконтроля

5.1. Какие существуют виды механических испытаний?

5.2. В чем заключаются испытания на твердость?

5.3. Как проводят измерения твердости по Бринеллю?

5.4. В чем сущность метода Роквелла?

5.5. Особенности определения твердости по методу Виккерса?

5.6. Назовите характеристики прочности металла?

5.7. Что такое твердость?

5.8. Каким способом можно измерить твердость детали после химико-термической обработки, пластмасс, "мягких" металлических сплавов?

Практическая работа №2

Анализ диаграммы состояния сплавов железа-цементит

1. Цель работы

Целью данной работы является изучение метастабильной диаграммы состояния железо – цементит.

2. Основные теоретические положения

Компоненты системысплавов«железо-углерод»(fe – c)

Химические элементы, входящие в сплав, называются компонентами. Системой сплавов называются набор компонентов, из которых они состоят. Сплавы могут состоять из двух, трех и более компонентов. Кроме основных компонентов сплавы могут содержать в небольших количествах и другие элементы, называемые примесями.

Компоненты в жидком состоянии обладают хорошей растворимостью друг в друге. В твердом состоянии они существуют в виде механической смеси кристаллов исходных материалов, находятся в химическом взаимодействии друг с другом или путём диффузии образуют так называемые твердые растворы.

В железоуглеродистых сплавах компонентами являются железо и углерод.

ЖЕЛЕЗО (Fe) – металл восьмой группы 4-го периода периодической таблицы. Имеет серебристо-серый цвет, температуру плавления 1539°C, плотность 7,82 г/см3. Железо пластично, ферромагнитно(до температуры 768°C – точка Кюри) и обладает достаточно высокой стойкостью к коррозии. В повседневной практике химически чистое железо встречается редко. Применяемое в технике железо(техническое) содержит до 0,15 % примесей марганца, углерода, кремния, серы, фосфора, кислорода, водорода, азота и других элементов.

Возможность изготовления изделий способом глубокой вытяжки определяется высокой пластичностью железа: относительное удлинение δ равно 30...40 %, сужение площади поперечного сечения (относительное сужение) ψ достигает 70...80 %. Прочностные характеристики технического железа довольно низки: предел прочности σв=280...320 МПа, предел текучести σ0,2=130...210 МПа, твердость по Бринеллю НВ500...800 МПа. Данные о механических свойствах железа, приводимые в различных источниках, отличаются друг от друга. Это объясняется различием степени чистоты (химического состава) железа, использованного в эксперименте.

Железо обладает полиморфизмом, то есть изменяет тип кристаллической решетки при нагревании и охлаждении (рис.1). Температуры превращений железа и железоуглеродистых сплавов называют критическими точками и обозначают буквой А с индексами 1,2,3 и т.д., указывающими на характер превращения. Для железа точка А2 - точка Кюри - не связана с полиморфным превращением. Выше неё железо становится парамагнитным. Точки А3 и А4 – точки полиморфного превращения.

Для отличия превращений, протекающих при нагревании, от превращений при охлаждении принято к обозначениям критических точек добавлять индексы: при нагревании – с (Ac3, Ac4), а при охлаждении – r (Ar3, Ar4).

УГЛЕРОД (С) является неметаллическим элементом 2-го периода четвертой группы периодической таблицы. Его плотность равна 2,22 г/см3, температура плавления 3500 °С. В свободном состоянии в природе углерод встречается в виде двух полиморфных модификаций – графита (стабильная модификация) с гексагональной слоистой решёткой и алмаза (метастабильная модификация) с сложной ромбической решёткой типа алмаза. В железоуглеродистых сплавах углерод может находиться в следующих формах: в свободном состоянии – в виде графита (в серых чугунах) и в связанном состоянии - в твердых растворах на основе α- и γ-железа и в составе химического соединения – карбида железа Fe3C.

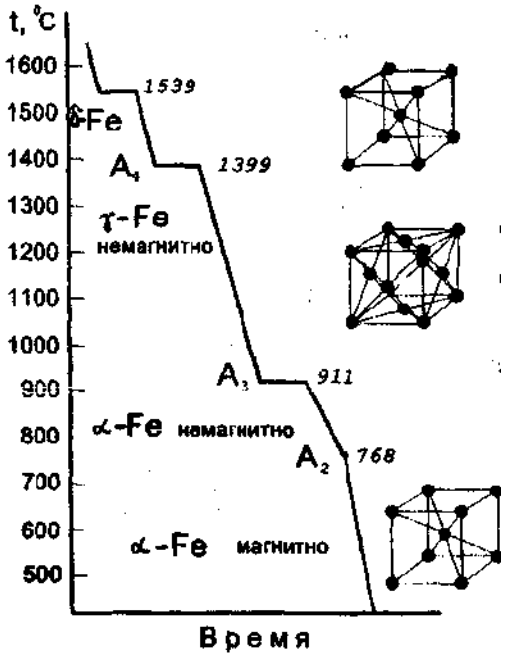


Рисунок 1. Кривая охлаждения железа

Фазы и двухфазные структурные составляющие

Фазой называют однородную часть сплава (имеющую одни и те же строение, состав, агрегатное состояние), отделенную от других частей сплава поверхностью раздела(границей). В сплавах железа с углеродом фазами являются жидкий раствор углерода в железе(жидкость), цементит, твердые растворы углерода в α-, δ- и γ-железе.

ЦЕМЕНТИТ (Ц) – химическое соединение железа с углеродом Fe3C (карбид железа), содержащее 6,67 % углерода. Имеет сложную ромбическую решётку типа алмаза. Цементит ферромагнитен (до температуры 210 °С- точка Кюри), обладает высокой твердостью (твердость по Бринеллю равна примерно 8000 МПа) и очень хрупок. Из этого следует, что цементит в сплавах железа с углеродом повышает их твердость, но уменьшает вязкость и пластичность. В структурах сталей и чугунов цементит присутствует в виде игл, отдельных включений и сетки по границам зерен.

ФЕРРИТ (Ф) – твердый раствор внедрения углерода в α- или δ-железо. Феррит имеет кубическую объемно-центрированную кристаллическую решетку (рис.1). Растворимость углерода в феррите (α-железе) зависит от

температуры. При комнатной температуре в феррите растворяется около 0,01 % углерода. С повышением температуры растворимость углерода в феррите возрастает и достигает максимальной 0,025 % (при 727 °С). В зависимости от модификации различают низкотемпературный α-феррит Feα(C) и высокотемпературный δ-феррит Fe δ (C). Феррит обладает высокой пластичностью (δ до 50 %), низкими твердостью (НВ 700... 800 МПа) и прочностью (σв= 250 МПа) и высокими магнитными свойствами, которые сохраняются при нагревании до температуры 768 °С(точка Кюри).

АУСТЕНИТ (А) – твердый раствор внедрения углерода в γ-железо Feγ(C). Аустенит имеет кубическую гранецентрированную решетку (рис.1). Существует в стабильном состоянии при температуре выше 727 °С. Растворимость углерода в аустените (γ -железе) зависит от температуры. Максимальная растворимость составляет 2,14 % (при 1147 °С), предельная растворимость при минимальной температуре его стабильного существования(при 727 °С) – 0,8 %. Аустенит парамагнитен, обладает большой пластичностью при высоких температурах и малой склонностью к хрупкому разрушению, что используют в практике при горячей обработке стали (ковке, штамповке, прокатке и т. д.).

В зависимости от температуры и содержания углерода сплавы железа с углеродом помимо фаз могут иметь следующие двухфазные (гетерофазные) структурные составляющие: перлит (П) и ледебурит (Л).

ПЕРЛИТ (П) – эвтектоидная смесь, состоящая из двух фаз – феррита и цементита. Эта структура образуется в результате распада аустенита с содержанием углерода 0,8 % при температуре 727 °С и ниже. Содержание углерода в перлите для всех железоуглеродистых сплавов всегда постоянно и равно 0,8 %. (Этот сплав назван перлитом потому, что после травления его поверхность приобретает характерный перламутровый отлив). В зависимости от формы частиц цементита перлит может быть пластинчатым или зернистым. Пластинчатый перлит состоит из перемежающихся пластин феррита и цементита, а зернистый содержит цементит в виде глобулей (зернышек) в

ферритной основе (матрице). Пластинчатый перлит образуется при ускоренном непрерывном охлаждении, а для получения зернистого перлита требуются особые условия – очень медленное охлаждение или длительная выдержка при температуре 727 °С (т.н. отжиг на зернистый перлит). Твердость пластинчатого перлита НВ 2000... 2500, а зернистого - 1600... 2200 МПа.

ЛЕДЕБУРИТ (Л) – эвтектическая смесь, которая образуется из жидкой фазы (из расплава) с концентрацией углерода 4,3 % при температуре 1147 °С. В диапазоне температур 1147...727 °С ледебурит состоит из двух фаз – аустенита и цементита. При температуре ниже 727 °С аустенит внутри ледебурита превращается в перлит.Таким образом, ниже 727 °С ледебурит также представляет механическую смесь, но состоящую уже из перлита и цементита (а по фазам – из феррита и цементита). Содержание углерода в ледебурите всегда постоянно и составляет 4,3 %. Твердость ледебурита достигает НВ 7000 МПа.

Характерные точки, линии и области на диаграмме состояния системы «железо-углерод»

Как было отмечено выше, углерод в железоуглеродистых сплавах может находиться в связанном виде (в основном – в виде цементита), или в свободном – в виде графита. В природе графит является стабильной модификацией углерода (он не превращается с течением времени); цементит же является нестабильной (метастабильной) фазой и при определенных внешних условиях (температура, время) распадается с образованием железа и чистого углерода в виде графита. Между тем, при сравнительно быстром нагреве и охлаждении железоуглеродистых сплавов в процессе кристаллизации, как правило(а в сталях – всегда), образуется цементит, а не графит. Поэтому наибольшее применение в практике нашла диаграмма состояния системы «железо-цементит». Она и рассматривается в настоящей работе. Наряду с этой диаграммой часто рассматривают диаграмму системы «железо-графит», отличающуюся от первой незначительными разницами температур первичной

и вторичной кристаллизации. В настоящее время в литературе довольно часто показывают обе эти диаграммы. Диаграмму системы «железо-цементит» называют метастабильной и показывают сплошными линиями; диаграмму «железо-графит» называют стабильной и показывают пунктирными линиями.

Диаграмма состояния системы «железо-цементит» показана на рис. 2. По горизонтальной оси откладывается содержание углерода в сплаве в процентах, по вертикальной оси – температура. Иногда на оси вместо содержания углерода показывают содержание цементита, причем содержанию углерода 6,67 % (крайняя правая точка) соответствует содержание в сплаве цементита 100 %. Для перевода содержания углерода в содержание цементита исходят из того, что в сплаве 0,1 % углерода соответствует 1,5 % цементита.

Сплавы с содержанием углерода до 2,14 % называют сталями, а свыше 2,14 % до 6,67 % - чугунами.

Характерные точки диаграммы отмечены буквами латинского алфавита в соответствии с международным обозначением.

Каждая точка на диаграмме характеризуется строго определенным составом при соответствующей температуре (табл.1).

Особенностью железоуглеродистых сплавов является то, что превращения в них происходят не только при кристаллизации жидкого сплава, но и в твердом состоянии вследствие полиморфных переходов модификаций железа при изменении температуры. На диаграмме (рис.2) показаны следующие линии:

ABCD – линия ЛИКВИДУС показывает температуры начала затвердевания сплавов. При температурах выше температур, определяемых этой линией, все сплавы находятся в жидком состоянии, представляющем собой раствор углерода в железе (жидкая фаза).

AHJECF – линия СОЛИДУС. При температурах ниже температур, определяемых этой линией, все сплавы находятся в твердом состоянии.

AB – линия температур начала выделения из жидкого раствора кристаллов феррита.

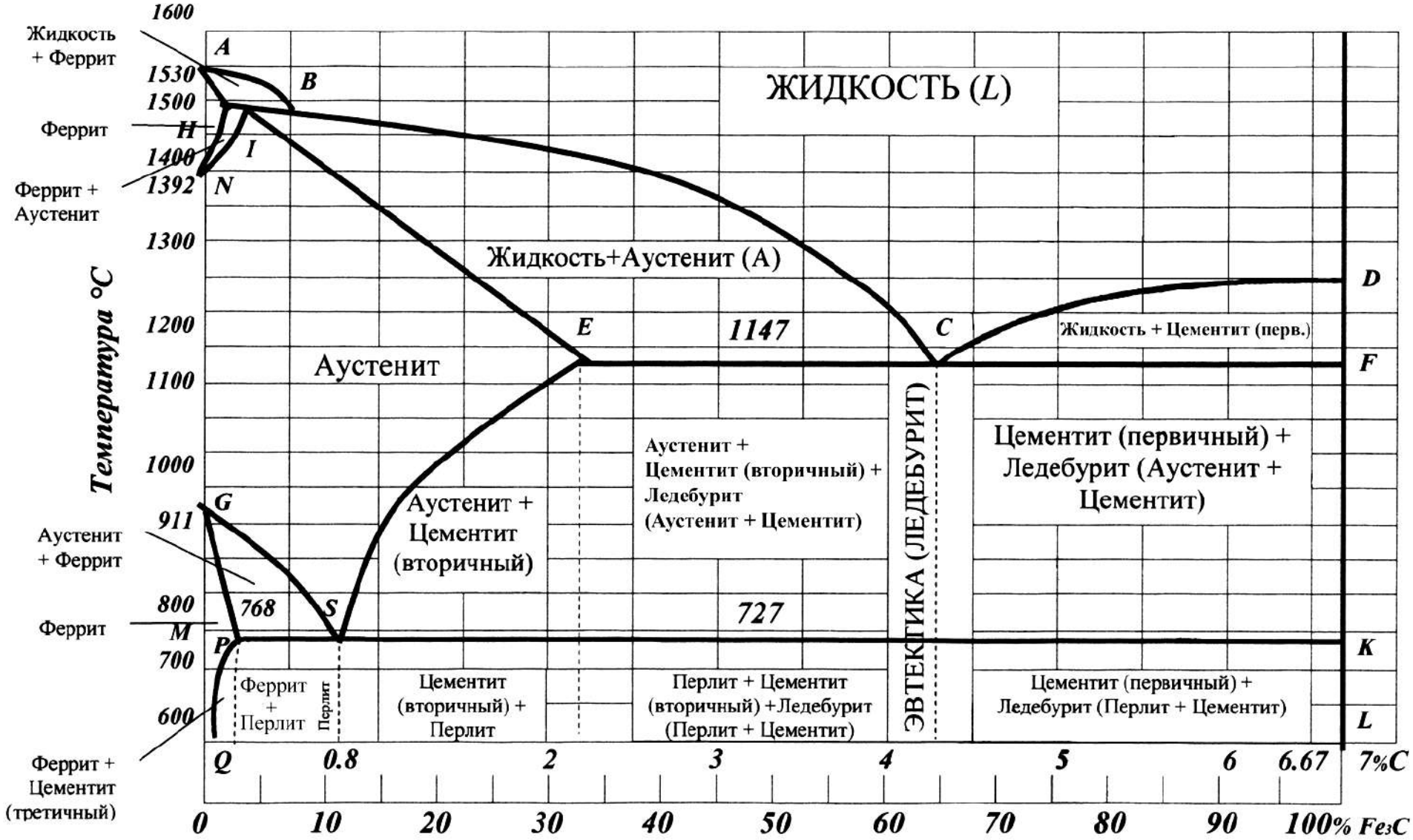


Рисунок 2. Диаграмма состояния железо-цементит

BC и CD линии температур начала первичной кристаллизации аустенита (BC) и цементита (CD).

AH – линия температур окончания затвердевания сплавов, образующих феррит. По ней определяют состав феррита, кристаллизирующегося при температурах, определяемых линией AB.

JE – линия солидуса аустенита, начало кристаллизации которого определяется линией ABC.

HJB – линия температур перитектического превращения при 1499 ºC : Fe3(C)н + Жв → Feγ (C)J.

Таблица 1. Характерные точки диаграммы состояния системы железо-углерод

Точка	Температура при нагреве, °C	Предельная концентрация углерода, %	Характеристика точки
A	1539	0	Температура плавления железа
B	1499	0,51	Состав жидкой фазы при перитектической реакции
C	1147	4,3	Состав эвтектики - ледебурита
D	1260	6,67	Температура плавления цементита
E	1147	2,14	Предельная ратворимость углерода в γ- железе
J	1499	0,16	Состав аустенита при перитектической реакции
H	1499	0,1	Состав феррита при перитектической реакции
N	1399	0	Превращение δ - железа в γ - железо
G	911	0	Превращение α - железа в γ - железо
S	727	0,8	Состав эвтектоида - перлит
P	727	0,025	Предельная растворимость углерода в α - железе
Q	20	0,01	Минимальная растворимость углерода в α - железе

HN – линия предельной растворимости углерода в δ-железе. В то же время эта линия показывает начало перехода в γ-железо при охлаждении или конец этого превращения при нагреве.

JN – линия конца перехода γ-железа в α-железо при охлаждении или начала этого превращения при нагреве.

ECF – линия эвтектического превращения: ЖС → Feδ(C)р + Fe3C. Она обозначает температуру образования эвтектики (ледебурита) и температуру конца первичной кристаллизации сплавов, содержащих углерода более 2,14 %.

GS и ES – линии температур начала вторичных превращений (перекристаллизации). Линия ES также является линией предельной растворимости углерода в γ-железе в интервале температур от 1147 до 727 °С. Линия GS показывает также температуры начала полиморфного превращения γ-железа в α-железо (выделение феррита из аустенита при охлаждении и конец обратного превращения при нагреве). Температуры превращений на линии ES обозначаются как критические точки Аст, а на линии GS – А3.

PG – линия температур конца первичной перекристаллизации аустенита в феррит (линия изменения растворимости углерода в феррите).

PSK – линия эвтектоидного превращения аустенита состава, соответствующего составу в точке S (С=0,8 %) при температуре 727 °С: Feγ (C)s → Feα(C)р+Fe3C. Температуры превращений по этой линии обозначаются А1.

PQ – линия температур начала кристаллизации третичного цементита из феррита (линия переменной растворимости углерода в феррите при температуре от 727 °С до комнатной).

На диаграмме обозначены также следующие области и соответствующие им фазы:

1) область выше линии ABC – однородный жидкий сплав железа с углеродом;

2) ABH - жидкий сплав и δ- феррит;

3) BCEJ - жидкий сплав и аустенит;

4) DCF - жидкий сплав и цементит (первичный);

5) AHN - δ- феррит;

6) HJN - δ-феррит и аустенит;

7) NJESG – аустенит;

8) EFKS – аустенит и цементит (вторичный);

9) GSP – аустенит и феррит;

10) QPG – феррит;

11) PKLQ – феррит и цементит (вторичный и третичный).

3. Порядок выполнения работы

3.1. Ознакомиться с теоретическими положениями работы.

3.2. Изучить диаграмму состояния железо-цементит.

3.3. Сделать выводы и составить отчет по работе.

4. Содержание отчета

4.1. Название, цель и задачи работы.

4.2. Зарисовать диаграмму железо-цементит

4.3. Зарисовать схемы микроструктур.

4.4. Выводы по работе.

5. Вопросы для самоконтроля

5.I. Какие фазы образуются в метастабильной системе железо – углерод?

5.2. Дать им характеристику.

5.3. Написать эвтектическую и эвтектоидную реакции системы Fe – Fe_3C.

5.4. Какие структурные составляющие при этом образуются?

5.5. Что такое критическая точка стали? Какие критические точки при охлаждении вы знаете?

5.6. Что такое сталь? Как подразделяются стали в зависимости от содержания углерода?

5.7. Структура стали, содержащей 0,45 % С при $T^{o}_{ком}$, при 900 ºС?

5.8. Что такое эвтектоидная сталь, какова ее структура?

5.9. Какие стали являются заэвтектоидными, какова структура этой стали?

5.10. Что такое белый чугун и как подразделяются чугуны по содержанию углерода?

5.11. Какова структура белых чугунов: 3 % С; 3,8 % С; 4,3 % С; 5 % С?

5.12. Как меняется структурный и фазовый состав сплавов в зависимости от содержания углерода? Как это влияет на свойства?

5.13. Что такое цементит первичный, вторичный?

5.14. Какие примеси могут присутствовать в составе стали и как они влияют на свойства?

Практическая работа №3
Термическая обработка углеродистых сталей

1. Цель работы

Целью данной работы является практическое освоение основных операций термической обработки углеродистых сталей.

2. Основные теоретические положения

Термическая обработка – это процесс нагрева и охлаждения изделий из металлов и сплавов с целью изменения их структуры и свойств в заданном направлении.

Основными видами термической обработки (ТО) углеродистых сталей являются: отжиг, нормализация, одинарная термическая обработка, закалка, отпуск (после закалки).

Первым этапом при проведении первых четырех видов ТО является нагрев сталей в оптимальном интервале температур: доэвтектоидных на 30...50 °С, а эвтектоидной и заэвтектоидных – на 30...50 °С. В результате фазовой перекристаллизации стали приобретают структуру мелкозернистого аустенита, причем в заэвтектоидных сталях сохраняются еще и включения вторичного цементита.

После выдержки при этих температурах для полного завершения фазовой перекристаллизации и диффузионного выравнивания содержания углерода в мелкозернистом аустените следует охлаждение с заданной скоростью. При этом из мелкозернистого аустенита образуются и мелкозернистые структуры продуктов его превращения, что является необходимым условием достижения оптимальных механических свойств.

На рис. 1 показан фрагмент диаграммы Fe – C, где находятся углеродистые стали. Линии на диаграмме имеют специальные обозначения. Линия A1 (723º) показывает начало образования аустенита при нагреве, линия

А3 – конец образования аустенита, линия Аст – конец растворения цементита в аустените.

После медленного охлаждения, а диаграмма построена при медленном охлаждении, структуры стали в зависимости от содержания углерода будут различными.

Рассмотрим процессы, происходящие при нагреве эвтектоидной стали. При нагреве стали выше А1 перлит превращается в аустенит. Этот процесс протекает в 2 этапа.

1. Кристаллическая решетка феррита (ОЦК) перестраивается в решетку аустенита (ГЦК).

2. Цементит растворяется в аустените.

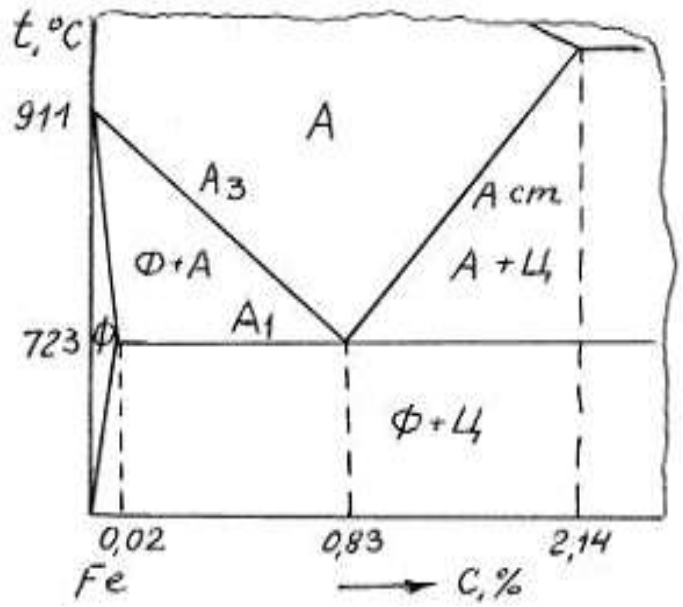


Рисунок 1. Фрагмент диаграммы Fe – C с указанием фаз и критических температур (А1, А2, Аст)

Таблица 1. Виды и структура сталей

% С	Название	Структура
0–0,02	Бесперлитные стали	Ф, Ф + Ц
0,02–0,83	Доэвтектоидные стали	Ф + П
0,83	Эвтектоидная сталь	П
0,83–1,3	Заэвтектоидные стали	П + Ц

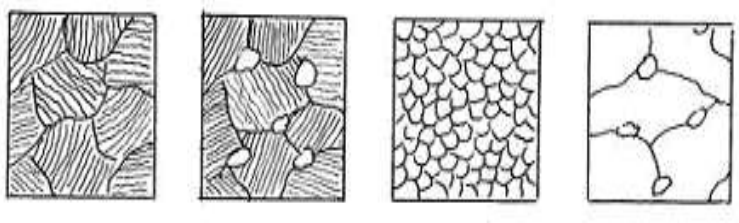
Первый этап протекает достаточно быстро. Второй требует определенного времени (на диффузию атомов углерода из Fe3C в аустенит). Время это тем меньше, чем больше разница между А1 и фактической температурой нагрева.

Например, при t = 740º П → А за 8 мин., при 780º – за 2 минуты.

Продолжительность этого этапа зависит и от размера частиц цементита: чем они меньше, тем быстрее они растворяются в аустените.

Процесс превращения перлита в аустенит протекает путем зарождения в перлите многочисленных зерен аустенита и последующего их роста. Процесс заканчивается, когда зерна аустенита полностью заполняют объем исходного перлитного зерна (рис. 2). Размер образовавшихся аустенитных зерен (начальное зерно аустенита) будет намного меньше исходного перлитного зерна.

При дальнейшем повышении температуры зерна аустенита растут путем перемещения границ, а число зерен, естественно, уменьшается.



а б в г

Рисунок 2. Схема образования аустенита при нагреве эвтектоидной стали: а – исходная перлитная структура (ниже А1); б – начало образования аустенита (выше А1); в – конец образования аустенита, так называемое начальное зерно аустенита; г – рост зерна аустенита при нагреве (много выше А1)

Назначение и условия проведения основных видов термической обработки:

1. Отжигом называют вид термической обработки, состоящий в нагреве стали до определенной температуры, выдержке и медленном охлаждении.

В процессе отливки, прокатки или ковки стальные заготовки охлаждаются неравномерно, что приводит к неоднородности структуры и свойств, возникновению внутренних напряжений. При затвердевании отливок, кроме того, возможно появление внутри кристаллитной ликвации (химической неоднородности по сечению зерна). В сварных соединениях также наблюдаются неоднородности структуры, свойств и внутренние напряжения.

Для устранения различного рода структурных неоднородностей проводят отжиг. Существует несколько видов отжига, различающихся по технологии выполнения и цели. Для измельчения зерна перегретой стали, снижения твердости и улучшения обрабатываемости резанием применяют полный, неполный, изотермический отжиги и отжиг на зернистый перлит. Для уменьшения внутреннего напряжения, снижения твердости, повышения пластичности и изменения формы зерен холоднодеформированного металла применяют рекристаллизационный отжиг. Для устранения внутрикристаллитной ликвации в легированных сталях – высокотемпературный диффузионный отжиг.

Полный отжиг проводится для доэвтектоидных и эвтектоидных сталей. Температура нагрева на 30–50º выше А3, т. е. структуру полностью переводят в аустенитное состояние. После выдержки сталь медленно охлаждают в печи. Скорость охлаждения углеродистых сталей 100–150 º/час, легированных – 30–40 º/час. Структура стали после полного отжига получается феррито-перлитная, т. е. такая, как по диаграмме Fe – C.

Неполный отжиг проводят практически для инструментальных заэвтектоидных сталей, только в том случае, если в структуре нет цементита по границам зерен (сетка цементита). Если есть сетка цементита, то для ее устранения применяют нормализацию, что будет рассмотрено ниже. Температура нагрева на 30–50º выше А1 (750–780º). При нагреве структура будет состоять из аустенита и цементита, после медленного охлаждения – из перлита и цементита.

Изотермический отжиг проводят с той же целью, что и полный, но время на его проведение требуется меньше. После нагрева до температуры на 30–50º выше А1, выдержки для выравнивания температуры по сечению сталь подстуживают немного ниже А1 (650–700º) и выдерживают при этой температуре до полного распада аустенита на феррит и перлит, дальнейшее охлаждение может происходить с любой скоростью.

В отличие от других видов отжига здесь распад аустенита проходит не при непрерывном охлаждении, а в изотермических условиях (при постоянной температуре). Проводить такой отжиг проще, т. к. контролировать температуру легче, чем скорость охлаждения.

Изотермический отжиг обычно применяют для легированных сталей, обладающих высокой устойчивостью аустенита (кривая изотермического распада сильно сдвинута вправо). Такой отжиг можно использовать только для мелких заготовок, у которых температура по сечению выравнивается сравнительно быстро.

Отжиг на зернистый перлит проводят с целью улучшить обрабатываемость резанием за счет снижения твердости при переводе пластинчатого перлита в зернистый. Такой отжиг применяют для эвтектоидной и заэвтектоидных сталей (при отсутствии сетки цементита).

2. Нормализация заключается в нагреве стали на 30–50º выше критических температур А3 и Аст (рис. 1) с последующим охлаждением на воздухе.

Цель нормализации доэвтектоидных сталей – несколько повысить прочность (по сравнению с прочностью после отжига) за счет измельчения структурных составляющих (феррита и перлита).

Цель нормализации заэвтектоидных сталей – устранить цементитную сетку по границам перлитных зерен и тем самым предотвратить повышенную хрупкость стали при последующей закалке. При охлаждении такой стали на воздухе (из аустенитной области) получается структура – сорбит.

3. Минорная термическая обработка применяется сравнительно редко, как более сильная, чем нормализация, упрочняющая ТО доэвтектоидных сталей. Она осуществляется так же, как отжиг на мелкое зерно, но сталь охлаждают быстро, например, в горячей воде или струёй сжатого воздуха. Образующиеся пластинчатые структуры сорбита или тростита с небольшим количеством избыточного феррита или без него придают стали более высокую прочность, твердость и износостойкость по сравнению с этими свойствами в нормализованном состоянии.

4. Закалка проводится так же, как отжиг, но сталь охлаждают очень быстро, со скоростью больше критической. После закалки структура доэвтектоидных и эвтектоидной сталей состоит из мартенсита, а заэвтектоидных – из мартенсита и вкраплений зернышек вторичного цементита. Мартенсит – основная структура закаленной стали, которая обусловливает максимальное повышение ее твердости. Однако закаленная сталь практически неработоспособна из-за высокой хрупкости, присущей мартенситу, и высокого уровня закалочных напряжений, которые возникают из-за очень быстрого охлаждения и могут вызвать коробление детали или даже появление в ней трещин. Поэтому после закалки проводится заключительная операция ТО – отпуск.

5. Цель отпуска – снизить уровень остаточных закалочных напряжений и получить работоспособные структуры и соответствующие им свойства – твердость, износостойкость, прочность, упругость, пластичность, ударную вязкость.

Отпуск заключается в нагреве закаленной стали, довольно продолжительной выдержке (в среднем от 0,5 до 2...3 часов) для завершения диффузионных процессов формирования той или иной окончательной структуры отпуска и последующем охлаждении (обычно на воздухе), скорость которого, в отличие от других операций ТО, не влияет на сформировавшуюся в процессе выдержки структуру.

Различают низкий (150...250 °С), средний (350...400 °С) и высокий (500...650 °С) отпуск.

При низком отпуске вследствие частичного выделения из кристаллической решетки мартенсита избыточного углерода в виде высокодисперсных карбидов и уменьшения внутренних напряжений хрупкость стали несколько снижается, а ее твердость изменяется незначительно. Мартенсит, обедненный углеродом при отпуске, называется мартенситом отпуска и представляет собой уже достаточно работоспособную структуру. Низкому отпуску подвергаются изделия, которые должны быть твердыми и износостойкими: режущие инструменты, цементованные, цианированные, поверхностно-закаленные детали.

При среднем отпуске мартенсит распадается уже полностью на тростит отпуска зернистого строения (кристаллы цементита в нем имеют округлую форму), а внутренние напряжения значительно снижаются. Сталь с такой структурой характеризуется меньшей твердостью, высокой упругостью при повышенной пластичности и ударной вязкости. Поэтому средний отпуск применяют для получения упруговязких изделий – пружин, рессор, торсионов, мембран и др.

При высоком отпуске получается структура сорбита отпуска зернистого строения, а оставшиеся после закалки внутренние напряжения почти полностью снимаются. Твердость и прочность сорбита отпуска ниже, чем у тростита отпуска, но выше, чем у структур, получаемых после нормализации и тем более после отжига. В то же время сорбит отпуска имеет высокую пластичность и максимально возможную ударную вязкость. Поэтому высокий отпуск применяют для получения изделий с максимально высокой вязкостью и повышенной прочностью – ответственных тяжело нагруженных деталей, работающих в условиях высоких статических, динамических и знакопеременных нагрузок.

3. Порядок выполнения работы

3.1. Ознакомиться с основными теоретическими положениями работы

3.2. Изучить выбор режима термообработки

3.3. Провести термообработку заготовки

3.4. Сделать выводы и составить отчет по работе.

4. Содержание отчета

4.1. Название, цель и задачи работы.

4.2. Методика выбора режимов термообработки

4.3. Выводы по работе.

5. Вопросы для самоконтроля

5.1. Что такое термическая обработка, какие существуют ее виды?

5.2. Что такое отжиг, какова его цель?

5.3. Что такое нормализация, ее цель?

5.4. Что такое закалка, ее цель?

5.5. В чем заключается цель отпуска?

5.6. Как протекает процесс превращения перлита в аустенит?

5.7. Для каких сталей применяют изотермический отжиг?

Лабораторная работа №4
Термическая обработка легированных сталей

1. Цель работы

Целью данной работы является изучение основных видов термической обработки легированных сталей.

2. Основные теоретические положения

Термическая обработка – это процесс нагрева и охлаждения изделий из металлов и сплавов с целью изменения их структуры и свойств в заданном направлении.

Основными видами термической обработки (ТО) углеродистых сталей являются: отжиг, нормализация, одинарная термическая обработка, закалка, отпуск (после закалки).

Легированными называют стали, содержащие в своем составе кроме железа и углерода специально введенные элементы и в таком количестве, которое способно изменить их строение, а следовательно, и свойства. Наиболее распространенными легирующими элементами являются: Cr, Ni, Mn, Si, W, V, Mo, Ti, Al, Nb, Cu и др.

Применение легированных сталей взамен менее прочных углеродистых позволяет значительно снизить металлоемкость конструкций. Свойства легированных сталей определяются типом твердого раствора, его составом, размером зерна, распределением в объеме второй фазы и дислокационной структурой.

Легирующие элементы изменяют свойства фаз, из которых состоит структура стали (феррита, аустенита, мартенсита, карбидов). При взаимодействии легирующих элементов с железом образуются легированные твердые растворы или интерметаллические соединения при высоком содержании легирующих элементов в стали (фазы Лавеса, сигма фазы).

Атомы легирующих элементов, не образующие карбидов (никель, кремний, медь, кобальт), полностью растворяются в Феррите или при температурах выше критических – в аустените, при этом изменяются свойства феррита и аустенита.

Атомы карбидообразующих элементов растворяются в карбиде железа (цементите) при содержании хрома до 2%, молибдена до 1%, вольфрама до 0,2% и т.д., образуя легированный цементит или при большом количестве карбидообразующих элементов образуют химические соединения с углеродом (специальные карбиды) - первичные или вторичные, которые при нагреве свыше критических точек растворяются в аустените. Устойчивые карбиды титана, циркония, ванадия, молибдена, вольфрама (первичные) сохраняются в структуре при нагреве до высоких температурскрепляя дислокации.

В процессе закалки стали происходит превращение аустенита в мартенсит, что способствует сохранению высоколегированных твердых растворов, соответственно количество карбидов в сталях после закалки становится меньше, чем в отожженном состоянии.

По характеру влияния на критические температуры полиморфного превращения железа (А3 и А4) легирующие элементы можно разбить на две группы. К первой группе относят такие элементы как Ni, Mn, Cu, Pt, N и др., имеющие кристаллическую решетку ГЦК. Они расширяют область аустенита (γ -область), а некоторые из них (например, Ni или Mn) при содержании в сталях в достаточном количестве (точка х) могут снизить температуру превращения γ→α ниже комнатной температуры (рис.4.1). В этом случае сплавы даже при медленном охлаждении могут иметь структуру аустенита.

Другая группа элементов: хром, кремний, вольфрам, молибден, ванадий и др., имеющих кристаллическую решетку ОЦК, ограничивают область существования γ - раствора. При содержании таких элементов более у%, сплавы теряют способность к переходу в аустенитное состояние и при всех температурах имеют строение α - твердого раствора (структура феррита).

Ферритные и аустенитные стали при нагревании не имеют вторичных превращений.

Легированный феррит и легированный аустенит прочнее соответствующих структур в углеродистых сталях. При легировании сталей 4-5% марганца или кремния их прочность повышается более: чем в 2 раза, однако следует иметь ввиду, что введение в стали более 0,5-1,0% легирующих элементов, за исключением никеля, значительно снижает ударную вязкость сплавов.

Все легирующие элементы (кроме кобальта) уменьшают критическую скорость закалки (Vkp) и поэтому легированные стали принимают закалку (т.е. приобретают структуру мартенсита) при меньших скоростях охлаждения (например, при охлаждении в масле или даже на воздухе).

Легирующие элементы способствуют измельчению структуры, что значительно повышает прочностные характеристики сплавов и обеспечивают большую глубину прокаливаемости деталей, изготовленных из легированных сталей.

Легированным сталям присуди и определенные пороки; так называемое явление отпускной хрупкости; дендритная ликвация (устраняется диффузионным отжигом); образование флокенов.

Классификация сталей по структуре в равновесном (стабильном) состоянии отличается некоторой условностью. Существует два вида классификации:

а) по структуре после отжига;

б) по структуре после нормализации (нагрева до температуры 900ºС и охлаждения на воздухе).

Необходимо отметить, что граница между доэвтектоидными, заэвтектоидными, ледебуритными легированными сталями проходит при меньшем содержании углерода, чем у углеродистых сталей, так как большинство легирующих элементов смещают точки S и E диаграммы состояния Fe – Fe3C к меньшим концентрациям углерода. Так, например, при

содержании в стали 0,6% C и 5% Cr она является заэвтектоидной, а сталь с тем же содержанием хрома и 1,5% C - ледебуритной.

Легирующие элементы V , Ti ,Mb сдвигают точки S и E вправо к большим концентрациям углерода. При введении в сталь легирующих элементов, расширяющих α - область, получим структурную диаграмму (рис. 4.2а). В этом случае будем иметь следующие пять классов сталей: I - доэвтектоидный, II - заэвтектоидный, III - ледебуритный, IV - полуферритный, V - ферритный. При введении в сталь легирующих элементов, расширяющих γ - область, получим структурную диаграмму (рис. 4.2 6). В этом случае будем иметь следующие классы сталей: I - доэвтектоидный, II - заэвтектоидный, III - ледебуритный, IV - полуаустенитный, V - аустенитный.

Доэвтектоидные, заэвтектоидные и эвтектоидные стали независимо от структуры (дисперсности) эвтектоида обычно объединяют в один класс-перлитные стали.

Таким образом, основываясь на фазовом равновесии, по структуре после отжига легированные стали делят на классы: перлитный, аустенитный, ферритный, ледебуритный (карбидный).

Классификация сталей по структуре после нормализации более условна, хотя удобна с практической точки зрения. По этой классификации стали делят на 5 классов: перлитный, мартенситный, аустенитный, ферритный, ледебуритный. По структуре сталей можно судить и о их свойствах. Например, стали перлитного класса обладают небольшой твердостью и высокой пластичностью, а стали мартенситного класса весьма твердые и хрупкие. Примерный состав и класс некоторых сталей приведен в табл. 4.1.

I. Перлитный класс. К этому классу относят низколегированные стали с суммой легирующих элементов не более 5% (например, 40Х, 30ХН3А, 15ХСНД и др.), поэтому эти стали сравнительно недорогие. Стали перлитного класса в литом состоянии имеют крупнозернистую фэрритоперлитную структуру (сорбитную, бейнитную). Поэтому заготовки сначала подвергают

отжигу (иногда нормализации) для уменьшения зерна к степени ликвации - образуется дисперсная ферритокарбидная структура.

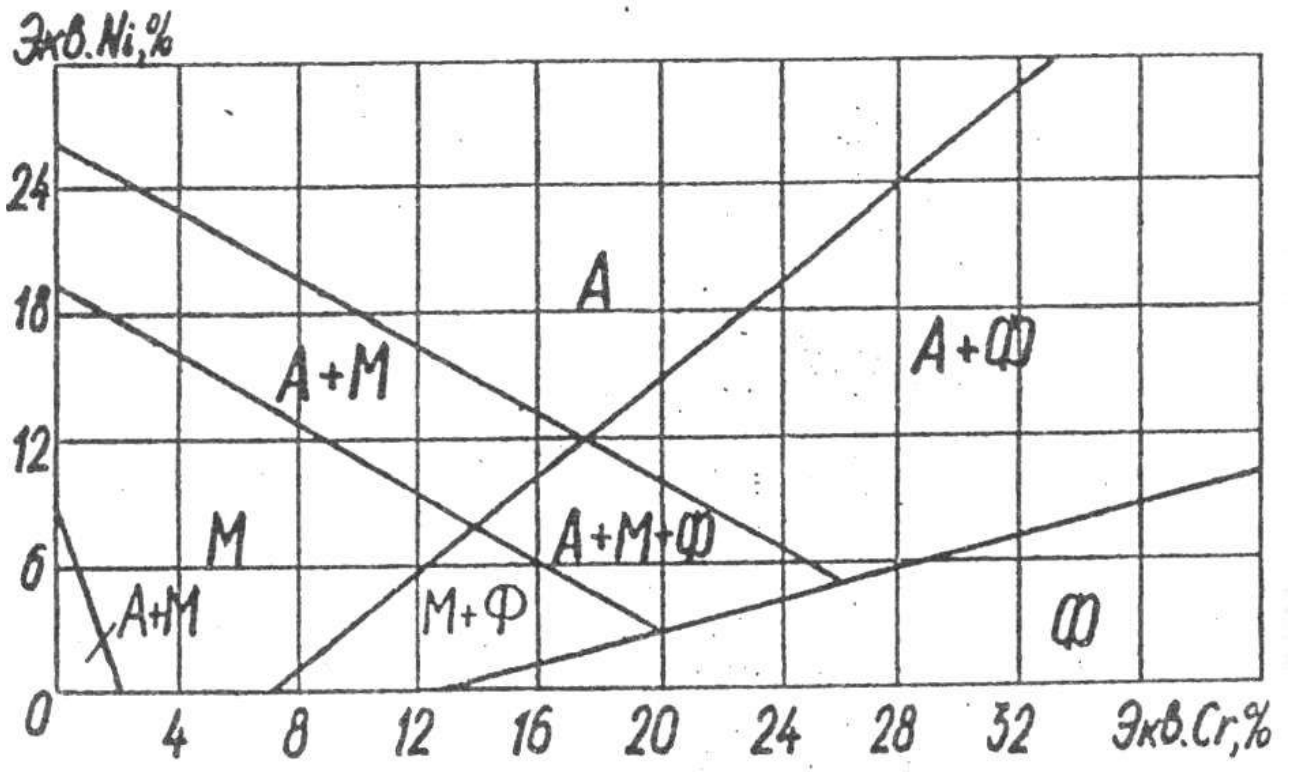


Рисунок 4.1. Структурная диаграмма коррозионностойких сталей (диаграмма Шеффлера)

Экв. Ni = %Ni + 30%C + 0,5%Мп; Экв. Cr = %Cr + %Mo + 1,5% Si + 0,5%Nb; Ф - феррит; А - аустенит; М - мартенсит

К этому классу принадлежит большинство конструкционных и инструментальных сталей. Конструкционные судостроительные и строительные низкоуглеродистые стали (09Г2С, 10ГСНД, 10ХСНД и др.) отличаются хорошей свариваемостью, пластичностью, применяются при постройке (удов, конструкций. Конструкционные стали с содержанием 0,3 - 0,5%С (40Х, 45ХН, 38ХМА и др.) нашли широкое распространение при изготовлении деталей машин (оси, валы, шестерни). Стали с содержанием углерода 0,6-0,7% идут на изготовление рессор и пружин (65Г2, 70С3А и др.).

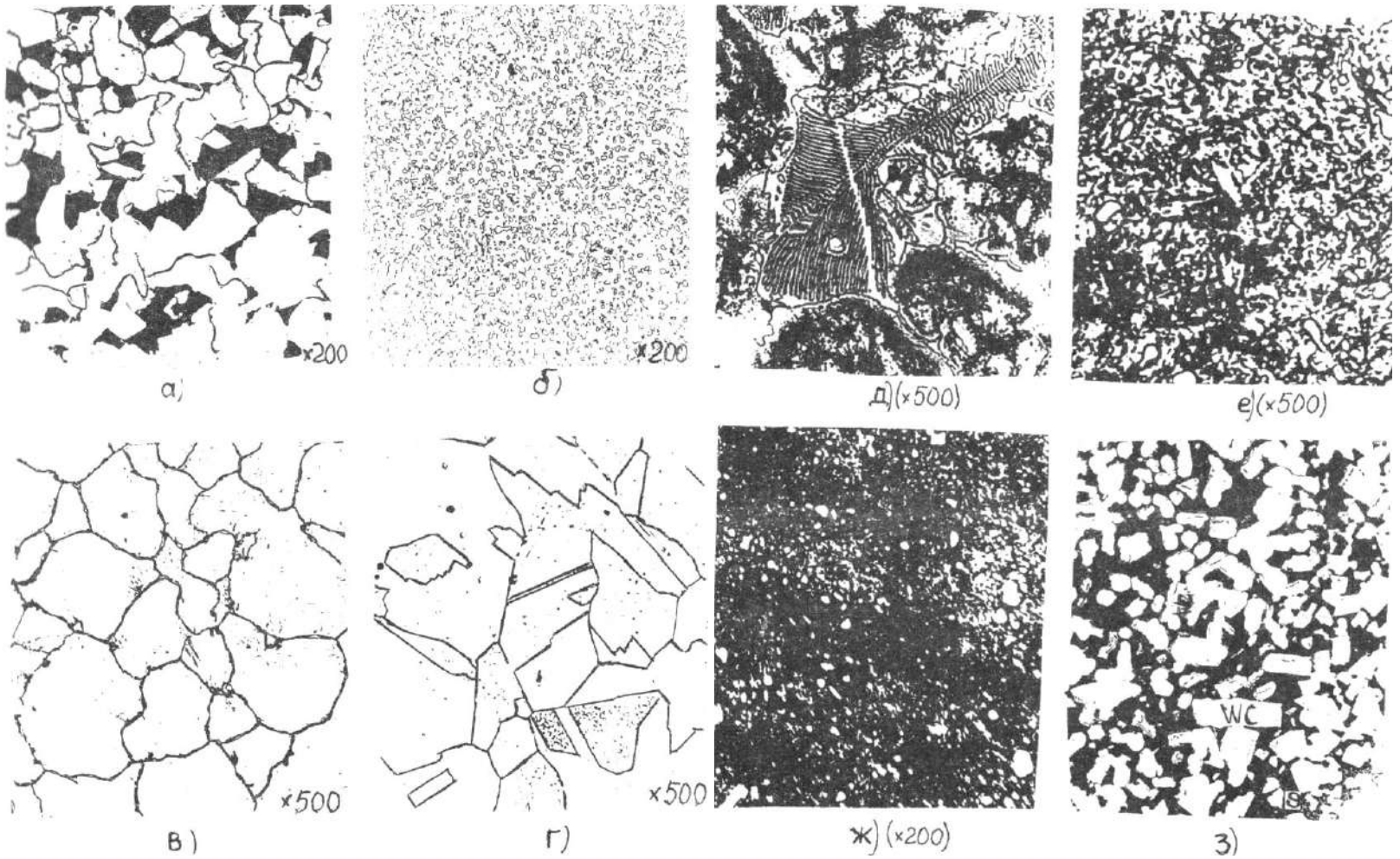


Рисунок 4.2. Микроструктура легированных сталей

а - низколегированная корпусная (строительная) сталь, перлитный класс; б - шарикоподшипниковая сталь (после отжига), мартенситный класс; в - нержавеющая сталь, ферритный класс; г – нержавеющая сталь, аустенитный класс; д - быстрорежущая сталь в литом состоянии, ледебуритный класс; е - быстрорежущая сталь после термообработки, карбидный класс; ж - низколегированная инструментальная сталь; з - твердый вольфрамовый сплав

Легирующие элементы, увеличивающие прокаливаемость, дают возможность получать высокие механические свойства в деталях больших сечений. Из легированных сталей с содержанием 0,4-0,6%С (50ХНМ, 40ХНВ и др.) изготавливают инструмент для горячей обработки давлением (штампы, матрицы, пуансоны и др.). Для изготовления режущего и мерительного инструмента широко применяют легированные высокоуглеродистые стали с содержанием углерода 0,8% и более (90ХС, ХБГ). После соответствующей термической обработки (закалки с низким, отпуском) эти стали обладают высокой твердостью и износостойкостью.

2. Стали мартенситного класса содержат повышенное количество легирующих элементов, и их охлаждение на воздухе приводит к образованию мартенситной структуры с карбидами. Наибольшее распространение получили мартенситные нержавеющие стали, из которых изготавливают хирургический инструмент, ножи (30Х13, 40Х13) и другие стали, работающие в коррозионной среде.

3. Ферритный класс.

Стали ферритного класса имеют структуру феррита или феррита с карбидами. Наиболее известными являются стали, содержащие от 13 до 25-28% Cr при содержании углерода менее 0,1-0,2% (08Х13, 12Х17, 15Х25, 15Х28). Они отличаются коррозионной стойкостью в агрессивных средах, высоким сопротивлением окислению при нагреве - окалиностойкостью (жаростойкостью).

Стали с повышенным содержанием кремния (до 4%) и малым содержанием углерода (0,01%) - электротехнические стали (1212, 2111, 3412 и др.) применяются для изготовления якорей и полюсов электротехнических машин, магнитопроводов и т.д. Они обладают высокой магнитной проницаемостью при малых потерях на перемагничивание.

4. Аустенитный класс. Стали аустенитного класса содержат до 20-30% легирующих элементов (в основном Ni, Cr, Mn.) при небольшом количестве углерода. Структура их в равновесном состоянии представляет аустенит или

аустенит с карбидами. К этим сталям относятся хромоникелевые нержавеющие коррозионностойкие стали, применяемые в пищевом машиностроении (I2XI8H9T, 08XI8HI0T, 10Х18Н12Б и др.), некоторые жаропрочные, немагнитные стали; высокомарганцевые износостойкие стали (Г13). Упрочнение этих сталей обычно проводят методами холодной обработки давлением (холодный прокат, наклеп дробью).

Из аустенитных сталей изготавливают теплопередающие трубы различных диаметров, коллекторы. Склонность к хрупким разрушениям у Cr-Ni аустенитных сталей практически отсутствует, благодаря чему они используются в криогенной технике до температуры - 253ºС.

Жаропрочные аустенитные стали с карбидным и интерметаллидным упрочнением (диски, лопатки газовых турбин, детали компрессоров и т.д.) работают до температур 650-800°С.

5. Ледебуритный класс. Стали ледебуритного (карбидного) класса содержат значительное количество углерода и легирующих элементов (Cr, W, V, Mo, Ti и др.). В литом состоянии первичные карбиды образуют грубую эвтектику типа ледебурит; с целью улучшения структуры и свойств стали данного класса подвергают прокату или ковке с последующим отжигом (для раздробления эвтектики на отдельные более мелкие составляющие). Структура сталей вавновесном состоянии состоит из феррита и карбидов, значительная часть которых является первичными, и которые отличаются от вторичных большими размерами. Вследствие большого количества карбидов стали этого класса после соответствующей термической обработки обладают высокой твердостью, хорошими режущими свойствами, высокой теплостойкостью, износостойкостью и поэтому применяются как инструментальные (Р9, Р6М5, Х12ТФ и др.) или особо износоустойчивые.

Таблица 4.1.Состав и класс легированных сталей по структуре

Марка стали	Химический состав, %		Вид термической обработки (температура °С, среда)	Микроструктура	Класс стали в нормализованном состоянии	Примечание
	углерод	легирующие элементы				
1	2	3	4	5	6	7
09Г2С	≤0,I2	1,45-1,70Mn; 0,3Cr; 0,3Ni; 0,3Cu; 0,7- 1,0Si	Отжиг	Феррит лег.+ +перлит	Перлитный	Корпусная
10ХСНД	≤0,12	0,8-1,1Sí; 0,5-0,8Mn; 0,6-0,9Cr; 0,5-0,8Ni; 0,4-0,65Cu	Отжиг	Феррит лег + + перлит	Перлитный	Строительная с повышенной коррозионной стойкостью в атмосфере
40Х	0,36-0,44	0,5-0,8Mn; 0,8-1,1Cr; 0,17-0,37Si	З 860°С 0 500ºС	Сорбит	Перлитный	Коленчатые валы, оси, шестерни
70С3А	0,66-0,74	0,6-0,9Mn; 2,4-2,8Si 0,3Cr; 0,2Cu, 0,25Cu.	З 860ºС 0 450°С	Тростит	Перлитный	Пружины вагонов, автомобильное; рессоры; торсионные валы в станкостроении.
ШХ15	0,95-1,05	1,3-1,65Cu; 0,2-04Mn; 0,17-0,37Si	З 840-860 0 150-170	Мартенсит+ + карбиды	Мартенситный	Подшипниковые кольца, шарики и ролики
ХВГ	0,95-1,05	0,6-0,9Mn; 0,6-1,1Cr; 0,5-0,8W; 0,05-0,15V	З 840-860 0 140-160	Мартенсит + + карбиды	Перлитный	Сверла, развертки, плашки
ХI2М	1,45-1,7	0 35Mn; 0,35Si: 11-12,5Cr; 0,35Ni; 0,4-0,6Mo	З 1030 0 160	Мартенсит + +карбиды	Ледебуритный	Штампы для холодной штамповки
РI8	0,7-0,8	3,8-4,4Cr; I7,5-I9W; 1,0-1,4V; 0,5-1,0Mo	Литье Отж З 1270-1290 0 550-570	Ледебурит + +перлит сорбит+ карбиды 290 мартенсит + +карбиды	Ледебуритный (карбидный) +	Режущий инструмент высокой теплостойкости
Г13	1-1,3	11-14Mn; 0,5Si	З 1100	Аустенит	Аустенитный	Траки гусеничных машин, крестовины ж/д и трамвайных путей

Продолжение таблицы 4.1

I	2	3	4	5	6	7
40Х13	0,35-0,45	0,6Mn; 0,6Si; I2-I4Cr 0,6Ni; 0,03S; 0.03P	З 1000-1050 0 200-300	Мартенсит + карбиды	Мартенситный	Режущий, мерительный и хирургический инструменты
12Х17	0,12	16-18Cr; 0,8Si; 0,8Mn 0,6Ni; 0,3Cu; 0,025S; 0,035P	Отжиг 760-780	Феррит легированный	Ферритный	Оборудование заводов пищевой промышленности сварные конструкции
I2XI8HI0T	0,12-0,14	0,8Si; I-2Mn: 17-19Cr; 9-1Ni; до 0,6Ti	З 1000-1100	Аустенит легированный	Аустенитный	Сварные конструкции в агрессивной среде, жаростойкие жаропрочные
40Х9С2	0,35-0,45	8-10Cr; 2-3 Si	З 860 0 460-470	Тростит	Мартенситный	Клапаны автомобильных и авиационных двигателей
ЕХ3	1,0	3,0 Cr	З 1250-1280 0 580-600	Мартенсит + карбиды	Мартенситный	Постоянные магниты
2111	0,05-0,005	0,4-0,8 Si	Отжиг 750--900	Феррит легированный	Ферритный	Магнитопроводы, статоры, роторы электродвигателей

3. Порядок проведения работы

3.1. Изучить разновидности и особенности термической обработки.

3.2. Провести термообработку легированной детали.

3.3. Измерить твердость

3.4. Сделать выводы.

4. Содержание отчета

4.1. Название, цель работы.

4.2. Краткие теоретические сведения.

4.3. Рисунки микроструктур различных марок легированных сталей и сплавов (с разносом структурных составляющих). Указать увеличение микроскопа.

4.4. Для каждого микрошлифа (справа от рисунка) дать название, марку стали, структуру (указав вид термической обработки), класс стали по структуре, химический состав, свойства и области применения.

4.5. Рисунки выполнить карандашом.

4.6. Дать выводы о влиянии легирующих элементов на свойства изучаемых сталей.

5. Вопросы для самоконтроля

5.1. Какие стали называются легированными?

5.2. Для какой цели используется легирование?

5.3. Какие фазы образуют легирующие элементы с железом?

5.4. Какие фазы образуют легирующие элементы с углеродом?

5.5. Как влияют легирующие элементы на эвтектоидную концентрацию углерода (тч. S) и предельную растворимость углерода в Fe-γ (тч. E)?

5.6. Как влияют легирующие элементы на полиморфное превращение железа (критические точки A3 и A4)?

5.7. На какие структурные классы делятся легированные стали после отжига?

5.8. На какие классы делятся по структуре легированные стали после нормализации?

РАЗДЕЛ 2. ГОРЯЧАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

Практическая работа №5

Изготовление отливок в песчаных формах по разъемным моделям.

1. Цель работы

Целью данной работы является изучение технологии литья в песчано-глинистые формы. Научиться разрабатывать технологический процесс изготовления отливки по чертежу готовой детали.

2. Основные теоретические положения

Формовка по разъемной модели является наиболее распространенной для изготовления различных по конфигурации отливок. Обычно применяют модели с горизонтальной плоскостью разъема, совпадающей с плоскостью разъема формы. Последовательность выполнения основных технологических операций формовки в двух опоках по разъемной модели показана на рисунке.

Формовку с подрезкой выполняют, как правило, по неразъемной модели, более простой и дешевой в изготовлении, чем разъемная. Кроме того, неразъемные модели прочнее разъемных, а использование их позволяет получить более точную форму. Однако формовка с подрезкой более трудоемка и сложна, поэтому ее используют в случаях, когда сокращение трудозатрат на изготовление моделей более существенно, чем увеличение продолжительности и сложности формовки, в основном при изготовлении отливок штучных или небольшими сериями.

Неразъемную модель 3 и опоку 1 (рис. 1.1, а) устанавливают на подопочную плиту и формуют нижнюю полуформу 4. Затем ее поворачивают на 180° и с помощью гладилки или ланцета срезают ту часть формовочной смеси, которая мешает беспрепятственному извлечению модели (рис. 1.1,6). Эта операция называется подрезкой. Теперь разъем формы становится уже не плоским, а фасонным (5). Далее на нижнюю опоку 1 устанавливают верхнюю 7, в которой размещают модели литниковой системы, и формуют верхнюю

полуформу по ранее изложенной технологии. Затем модель 3 из нижней опоки удаляют, форму отделывают и собирают для заливки (рис. 1.1,в).

Формовку в нескольких опоках используют в случаях, когда отливка по высоте не размещается в двух опоках или если для обеспечения удобного извлечения модели из формы или рационального размещения литниковой системы в форме требуется не одна, а две и более плоскостей разъема. На рис. 1.2 показана форма для отливки шкива в трех опоках. Форма изготовлена по разъемной модели, причем вначале изготовляют среднюю часть 6 формы в опоке 7, затем нижнюю 8 и верхнюю 4 соответственно в опоках 9 и 5.

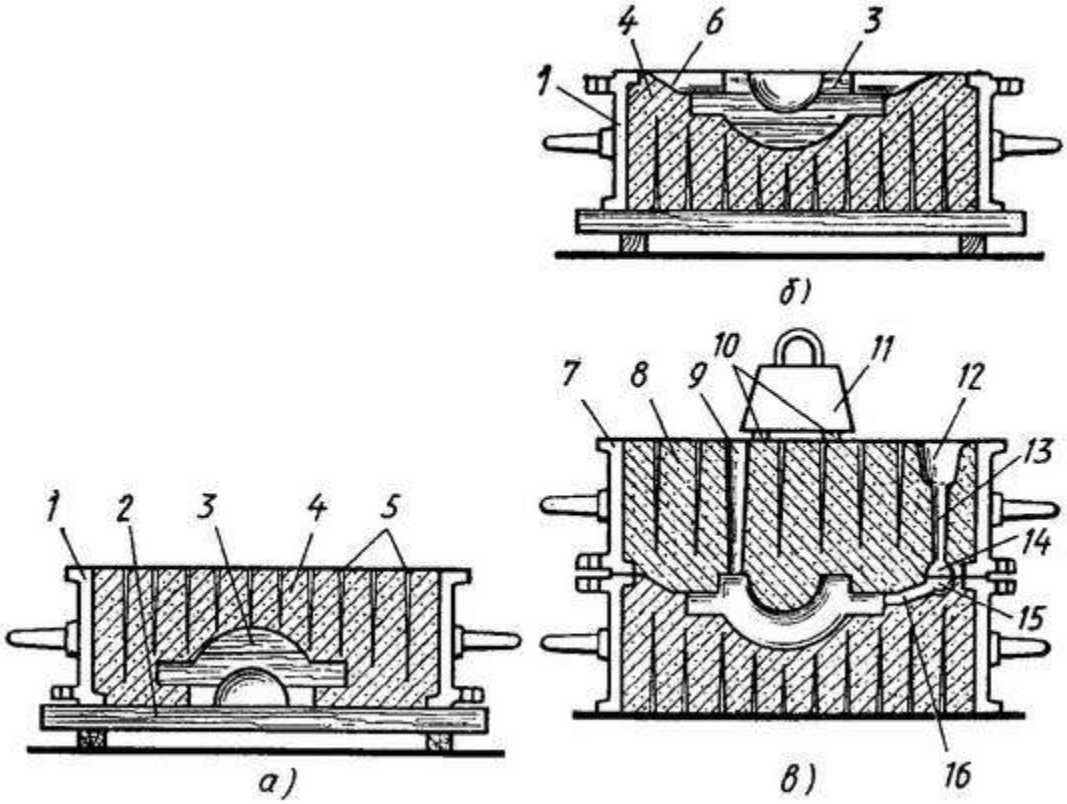


Рисунок 1.1. Формовка с подрезкой по неразъемной модели:

а — изготовление нижней полуформы, б — выполнение подрезки в нижней полуформе, в — собранная и подготовленная к заливке форма; 1 — нижняя опока, 2 — подмодельная плита (щиток), 3 — модель, 4 — нижняя полуформа, 5 — вентиляционные каналы, б — поверхность разъема формы после подрезки, 7 — верхняя опока, 8 — верхняя полуформа, 9 выпор, 10 — прокладки под грузом, 11 — груз, 12 — литниковая чаша, 13 — стояк, 14 — коллектор, 15 — металлоприемник, 16 — питатель

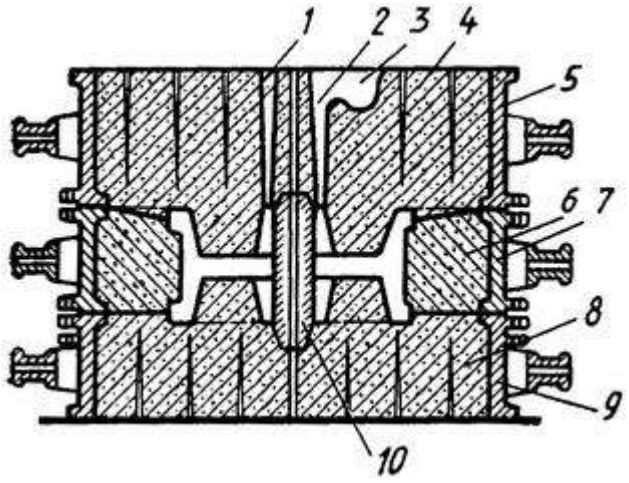


Рисунок 1.2. Форма для отливки шкива, изготовленная в трех опоках:

1 — выпор, 2 — стояк, 3 — литниковая чаша. 4 — верхняя часть формы, 5 — верхняя опока, 6 — средняя часть формы, 7 — средняя опока, 8 — нижняя часть формы, 9 — нижняя опока, 10 — стержень

3. Порядок выполнения работы

1.Указать цель лабораторной работы

2.Изобразить эскиз детали

3.Изобразить копию эскиза детали и на ней выполнить эскиз детали с элементами литейной формы в следующей последовательности:

1) выбрать и обозначить плоскость разъема;

2) обозначить припуски на механическую обработку;

3) зачеркнуть не выполняемые литьем отверстия, впадины и т.п.;

4) нанести контуры стержней со стержневыми знаками, если они необходимы и сделать необходимые обозначения

4.Разработать эскиз модели в следующей последовательности:

1) обозначить разъем модели;

2) изобразить стержневые знаки;

3) определить и обозначить формовочные уклоны;

4) показать закругления в местах сопряжения стенок

5.Изобразить эскиз стержневого ящика и стержня

6.Изобразить эскиз сечения литейной формы в сборе

7.Изобразить эскиз готовой отливки с литниковой системой

8.Кратко описать процесс изготовления формы и получения отливки

9. Сделать вывод или заключение по работе

4. Контрольные вопросы

1. Что такое опок?

2. Что такое литниковая система?

3. Что такое выпор?

4. В каких случаях используют формовку в нескольких опоках?

Практическая работа №6

Расчет основных параметров режима ручной дуговой сварки.

1. Цель работы

Целью данной работы является научиться рассчитывать основные параметры режима ручной дуговой сварки.

2. Основные теоретические положения

При ручной дуговой сварке (наплавке) к параметрам режима сварки относятся сила сварочного тока, напряжение, скорость перемещения электрода вдоль шва (скорость сварки), род тока, полярность и др.

Диаметр электрода выбирается в зависимости от толщины свариваемого металла, типа сварного соединения и положения шва в пространстве.

При выборе диаметра электрода для сварки можно использовать следующие ориентировочные данные:

Толщина листа, мм	1- 2	3	4-5	6-10	10-15	> 15
Диаметр электрода, мм	1,6-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0	4,0-5,0	5,0	> 5,0

В многослойных стыковых швах первый слой выполняют электродом 3–4 мм, последующие слои выполняют электродами большего диаметра.

Сварку в вертикальном положении проводят с применением электродов диаметром не более 5 мм. Потолочные швы выполняют электродами диаметром до 4 мм.

При наплавке изношенной поверхности должна быть компенсирована толщина изношенного слоя плюс 1–1,5 мм на обработку поверхности после наплавки.

Сила сварочного тока, А, рассчитывается по формуле

$$I_{св} = K \cdot d_э \qquad (3.1)$$

где К – коэффициент, равный 25–60 А/мм; $d_Э$ – диаметр электрода, мм.

Коэффициент К в зависимости от диаметра электрода $d_Э$ принимается равным по следующей таблице:

$d_Э$, мм	1-2	3-4	5-6
К , А/мм	25-30	30-45	45-60

Силу сварочного тока, рассчитанную по этой формуле, следует откорректировать с учетом толщины свариваемых элементов, типа соединения и положения шва в пространстве.

Если толщина металла S ≥ 3dЭ, то значение ICB следует увеличить на 10–15%. Если же S ≤ 1,5dЭ, то сварочный ток уменьшают на 10–15%. При сварке угловых швов и наплавке, значение тока должно быть повышено на 10–15%. При сварке в вертикальном или потолочном положении значение сварочного тока должно быть уменьшено на 10–15%.

Для большинства марок электродов, используемых при сварке углеродистых и легированных конструкционных сталей, напряжение дуги UД= 22 ÷ 28 В.

Расчет скорости сварки, м/ч, производится по формуле

$$V_{св} = \frac{\alpha_н \cdot I_{св}}{100 \cdot F_{шв} \cdot \rho} \qquad (6.2)$$

где αН – коэффициент наплавки, г/А· ч (принимают из характеристики выбранного электрода по табл. 9 приложения); FШВ – площадь поперечного сечения шва при однопроходной сварке (или одного слоя валика при многослойном шве), см2; ρ – плотность металла электрода, г/см3 (для стали ρ =7,8 г/см3).

Масса наплавленного металла, г, для ручной дуговой сварки рассчитывается по формуле

$$G_н = F_{шв} \cdot l \cdot \rho \qquad (6.3)$$

где l – длина шва, см; ρ – плотность наплавленного металла (для стали ρ=7,8 г/см3).

Расчет массы наплавленного металла, г, при ручной дуговой наплавке производится по формуле

$$G_н = F_{нп} \cdot h_н \cdot \rho \quad (6.4)$$

где FНП – площадь наплавляемой поверхности, см2;

hН – требуемая высота наплавляемого слоя, см.

Время горения дуги, ч, (основное время) определяется по формуле

$$t_о = \frac{G_н}{I_{св} \cdot \alpha_н} \quad (6.5)$$

Полное время сварки (наплавки), ч, приближенно определяется по формуле

$$T = \frac{t_о}{k_п} \quad (6.6)$$

где tО – время горения дуги (основное время),ч; kП – коэффициент использования сварочного поста, который принимается для ручной сварки 0,5 ÷ 0,55.

Расход электродов, кг, для ручной дуговой сварки (наплавки) определяется по формуле

$$G_м = G_н \cdot k_э \quad (6.7)$$

где kЭ – коэффициент, учитывающий расход электродов на 1 кг наплавленного металла (табл. 9 приложения).

Расход электроэнергии, кВт· ч, определяется по формуле

$$A = \frac{U_д \cdot I_{св}}{\eta \cdot 1000} \cdot t_о + W_о \cdot (T - t_о) \quad (6.8)$$

где UД– напряжение дуги, В; η– КПД источника питания сварочной дуги; WO– мощность, расходуемая источником питания сварочной дуги при холостом ходе, кВт; Т – полное время сварки или наплавки, ч.

3. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с сущностью процессов ручной дуговой сварки.

2. Изучить материалы и оборудование, применяемые при ручной дуговой сварке.

3.Привести схемы основных видов источников сварочного тока, их технические характеристики и способы регулирования тока.

4. По исходным данным назначить параметры режима ручной дуговой сварки (величину сварочного тока, напряжение на дуге, скорость сварки).

4. Контрольные вопросы

1. Формула расчета силы сварочного тока
2. Формула расчета времени горения дуги
3. Формула расчета расхода электроэнергии
4. Формула расчета массы наплавленного металла
5. Формула расчета скорости сварки

Практическая работа №7
Сварка под слоем флюса

1. Цель работы

Целью данной работы является изучение способа сварки под слоем флюса

2. Основные теоретические положения

Известные недостатки ручной дуговой сварки обуславливают целесообразность применения сварки под флюсом.

Для автоматической дуговой сварки под флюсом используют непокрытую электродную проволоку и флюс для защиты дуги и сварочной ванны от воздуха. Диаметр сварочной проволоки 1 - 3 мм.

В процессе автоматической сварки под флюсом (рис. 7.1) дуга 10 горит между проволокой 3 и основным металлом 8. Столб дуги и металлическая ванна жидкого металла 9 со всех сторон плотно закрыты слоем флюса 5 толщиной 30 – 50 мм. Часть флюса расплавляется, в результате чего вокруг дуги образуется газовая полость, а на поверхности расплавленного металла – ванна жидкого шлака 4.

По мере поступательного движения электрода происходит затвердевание металлической и шлаковой ванн с образованием сварного шва 7, покрытого твердой шлаковой коркой 6.

Проволоку подают в дугу и перемещают ее вдоль шва с помощью механизмов подачи 2 и перемещения. Ток к электроду поступает через токоввод 1.

Автоматическая сварка под флюсом по сравнению с ручной дуговой сваркой дает: повышение производительности процесса сварки в 5 – 20 раз, что остигается использованием больших сварочных токов (до 2000 А) и непрерывности процесса сварки.

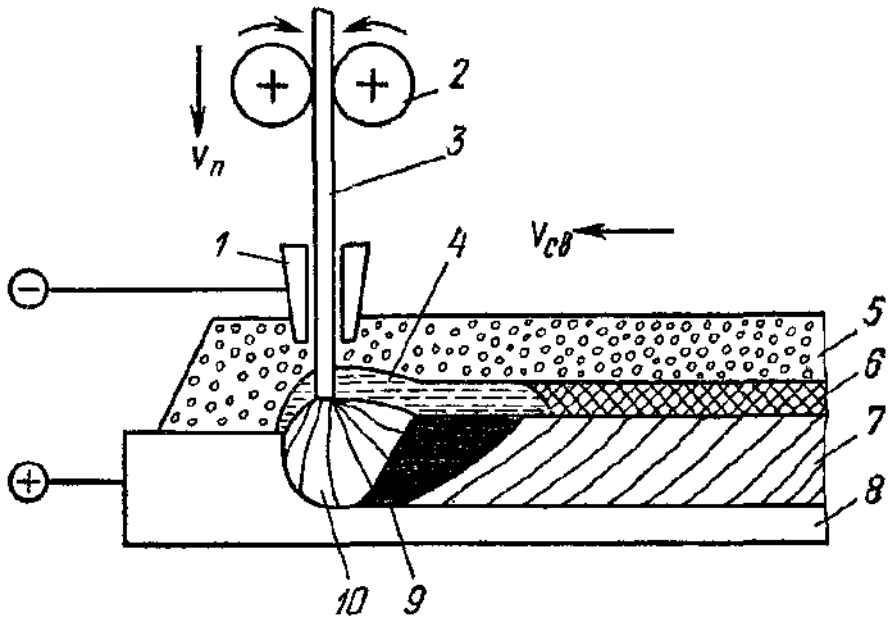


Рисунок 7.1. Сварка под слоем флюса

Применение непокрытой проволоки позволяет приблизить токопровод на расстояние 30 – 50 мм от дуги и тем самым устранить опасный разогрев электрода при большой силе тока; улучшение качества шва за счет интенсивного раскисления и легирования; увеличение глубины провара; улучшение санитарных условий труда; экономию металла.

К недостаткам автоматической сварки под флюсом следует отнести: невозможность визуального наблюдения за процессом формирования шва; невозможность сварки швов в потолочном положении и на вертикальной плоскости; повышенные требования к чистоте свариваемых кромок и сборке деталей.

3. Порядок выполнения работы

3.1. Изучить основные теоретические положения.

3.2. Ознакомиться с оборудованием

3.3.Ознакомиться с режимами сварки под слоем флюса

3.4. Сделать выводы

3.5. Составить отчет

4. Содержание отчета

4.1. Название, цель работы.

4.2. Схема сварки под слоем флюса

4.3. Вывод

5. Контрольные вопросы

5.1. Что такое флюс?

5.2. Для чего используют флюс?

5.3. Какие особенности сварного шва под слоем флюса?

5.4. Устройство установки для сварки под слоем флюса

Практическая работа №8
Сварка в среде защитных газов

1. Цель работы

Целью данной работы является изучение способа сварки металлов в среде защитного газа.

2. Основные теоретические положения

При сварке в защитном газе электрод, зона дуги и сварочная ванна защищены струёй защитного газа.

В качестве защитных газов применяют инертные газы (аргон и гелий) и активные газы (углекислый газ, азот, водород и др.), иногда – смеси двух газов или более. В нашей стране наиболее распространено применение аргона Ar и углекислого газа CO2.

Аргонодуговая сварка алюминиевых сплавов неплавящимся вольфрамовым электродом (рис. 8.1) ведется на переменном токе. Для зажигания дуги без короткого замыкания в сварочную цепь включается маломощный высоковольтный аппарат, называемый осциллятором. Осциллятор вырабатывает напряжение U=3000...8000 В, но чтобы обеспечить безопасность сварщика, оно имеет высокую частоту (f = 250...500 кГц). Внешняя характеристика источника питания должна быть падающей.

Используется присадочная проволока из алюминиевого сплава.

При сварке неплавящимся электродом на переменном токе сочетаются преимущества дуги на прямой и обратной полярностях. Дуга прямой полярности горит стабильнее, однако дуга обратной полярности обладает одним важным технологическим свойством: при ее действии с поверхности свариваемого металла удаляются оксиды. Одно из объяснений этого явления заключается в том, что поверхность металла бомбардируется тяжелыми положительными ионами аргона, которые механически разрушают пленки оксидов. Процесс удаления оксидов также известен как катодное распыление.

Указанные свойства дуги обратной полярности используют при сварке алюминия, магния и их сплавов, применяя для питания дуги переменный ток.

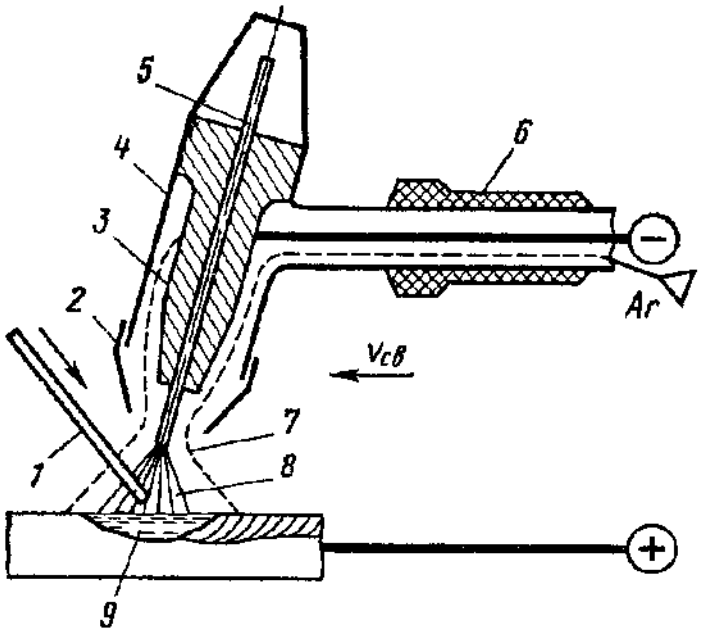


Рисунок 8.1. Схема аргонодуговой сварки стали вольфрамовым электродом: 1 –присадочный стальной пруток или проволока, 2 – сопло; 3 – окоподводящий мундштук; 4 – корпус горелки; 5 – плавящийся вольфрамовый электрод; 6 – рукоять горелки; 7 – атмосфера аргона; 8 – сварочная дуга; 9 – ванна расплавленного металла

Асимметрия электрических свойств дуги, обусловленная ее меньшей электрической проводимостью при обратной полярности по сравнению с прямой, приводит к ряду нежелательных явлений. В результате выпрямляющей способности дуги появляется постоянная составляющая тока прямой полярности. В этих условиях дуга горит неустойчиво, ухудшается очистка поверхности сварочной ванны от тугоплавких оксидов и нарушается процесс формирования шва. Поэтому для питания дуги в аргоне переменным током применяют специальные источники тока. В их схему включают стабилизатор горения дуги – электронное устройство, подающее импульс дополнительного напряжения на дугу в полупериод обратной полярности.

Аргонодуговая сварка алюминиевых сплавов плавящимся алюминиевым электродом ведется на постоянном токе обратной полярности (за счет катодного распыления обеспечивается удаление тугоплавкой пленки оксида Al2O3 с поверхности сварочной ванны).

Схема процесса приведена на рис. 8.2. Нормальное протекание процесса сварки и хорошее качество шва обеспечиваются при высокой плотности тока (100 А/мм2 и более). При невысокой плотности тока имеет место крупнокапельный перенос расплавленного металла с электрода в сварочную ванну, приводящий к пористости шва, сильному разбрызгиванию расплавленного металла и малому проплавлению основного металла. При высоких плотностях тока перенос расплавленного металла с электрода становится мелкокапельным или струйным.

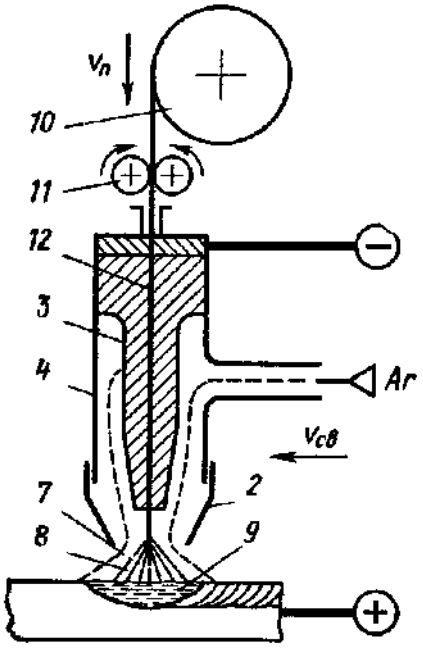


Рисунок 8.2. Схема аргонодуговой сварки алюминиевого сплава плавящимся электродом: 2 – сопло; 3– токоподводящий мундштук; 4 –корпус горелки; 7 – атмосфера аргона; 8 – сварочная дуга; 9 – ванна расплавленного металла; 10 – кассета с проволокой; 11 – механизм подачи, 12 – плавящийся металлический электрод

В условиях действия значительных электромагнитных сил быстродвижущиеся мелкие капли сливаются в сплошную струю. Такой перенос лектродного металла обеспечивает глубокое проплавление основного металла, формирование плотного шва с ровной и чистой поверхностью и разбрызгивание в допустимых пределах.

В соответствии с необходимостью применения высоких плотностей тока для сварки плавящимся электродом используют проволоку малого диаметра (0,6 – 3 мм) и большую скорость ее подачи. Такой режим сварки обеспечивается только механизированной подачей проволоки в зону сварки. Повышенная плотность тока обуславливает необходимость применениясточника питания с полого падающей или жесткой внешней характеристикой.

Полого падающая внешняя характеристика источника питания пересекается со статической вольтамперной характеристикой дуги при больших значениях сварочного тока. Для сравнения: при ручной дуговой сварке используется круто падающая внешняя характеристика источника питания, что обеспечивает сравнительно небольшие значения сварочного тока в рабочем режиме.

Сварку выполняют на постоянном токе обратной полярности. В данном случае электрические свойства дуги в значительной степени определяются наличием ионизированных атомов металла электрода в столбе дуги. Поэтому дуга обратной полярности горит устойчиво и обеспечивает нормальное формирование шва, в то же время ей соответствуют повышенная скорость расплавления проволоки и производительность процесса сварки.

Дуговая сварка стали в атмосфере углекислого газа выполняется только плавящимся электродом без покрытия при постоянном токе обратной полярности (рис. 8.2).

Применяется специальная сварочная проволока с большим содержанием раскислителей марганца и кремния. Диаметр сварочной проволоки 0,8 – 2 мм.

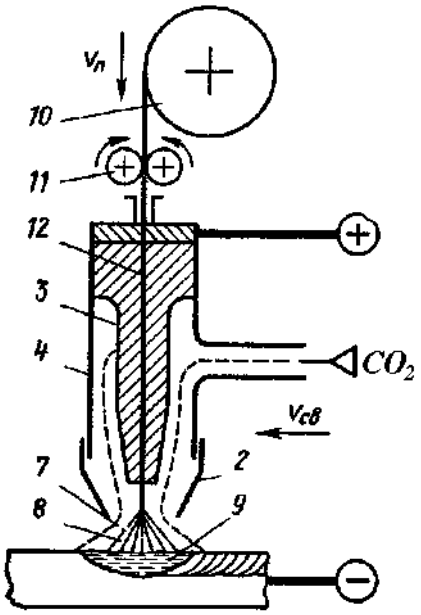


Рисунок 8.3. Схема сварки в атмосфере углекислого газа плавящимся электродом:

2 – сопло; 3 – токоподводящий мундштук; 4 – корпус горелки; 7 – атмосфера CO2; 8 – сварочная дуга; 9 – ванна расплавленного металла; 10 – кассета с проволокой; 11 – механизм подачи, 12 – плавящийся металлический электрод

Режим сварки в среде CO2 обусловлен теми же особенностями переноса электродного металла и формирования шва, которые рассмотрены для сварки плавящимся электродом в аргоне.

При высоких температурах сварочной дуги CO2 диссоциирует на оксид углерода CO и кислород O, который, если не принять специальных мер, приводит к окислению свариваемого металла и легирующих элементов. Окислительное действие кислорода нейтрализуется введением в проволоку дополнительного количества раскислителей. Поэтому для сварки в CO2 углеродистых и низколегированных сталей применяют сварочную проволоку с повышенным содержанием этих элементов (Св-08ГС, Св10Г2С и т. д.). На поверхности шва образуется тонкая шлаковая корка из оксидов раскислителей.

Сварка в атмосфере углекислого газа в зависимости от степени механизации подачи сварочной проволоки и перемещения сварочной горелки может быть ручной, полуавтоматической и автоматической Преимущества

сварки в среде CO2 по сравнению с ручной дуговой сваркой и сваркой под флюсом: высокая степень защиты расплавленного металла от воздействия воздуха; возможность ведения процесса во всех пространственных положениях; возможность визуального наблюдения за процессом формирования шва и его регулирования.

В углекислом газе сваривают конструкции из углеродистой и низколегированной сталей. Преимущество полуавтоматической сварки в CO2 с точки зрения ее стоимости и производительности часто приводит к замене ею ручной дуговой сварки покрытыми электродами.

3. Порядок выполнения работы

3.1. Изучить основные теоретические положения.

3.2. Ознакомиться с оборудованием

3.3.Ознакомиться с режимами сварки в среде защитного газа

3.4. Сделать выводы

3.5. Составить отчет

4. Содержание отчета

4.1. Название, цель работы.

4.2. Схема сварки в среде защитного газа

4.3. Вывод

5. Контрольные вопросы

5.1. Какие газы применяют при сварке?

5.2. Для чего используют защитные газы в сварке?

5.3. Какие особенности сварного шва?

5.4. Устройство установки для сварки в среде защитного газа

Практическая работа №9

Контактная сварка

1. Цель работы

Целью данной работы является изучение способа контактной сварки металлов.

2. Основные теоретические положения

Контактная электрическая сварка относится к видам сварки с кратковременным нагревом места соединения без оплавления или с оплавлением и осадкой (сдавливанием) разогретых заготовок.

Характерная особенность этих процессов – пластическая деформация, в ходе которой формируется сварное соединение.

Таким образом, контактная сварка относится к термомеханическому классу сварки. Место соединения разогревается проходящим по металлу электрическим током, причем максимальное количество теплоты выделяется в месте сварочного контакта. Из-за неровностей поверхности стыка даже после тщательной обработки заготовки соприкасаются только в отдельных точках (рис. 9.1).

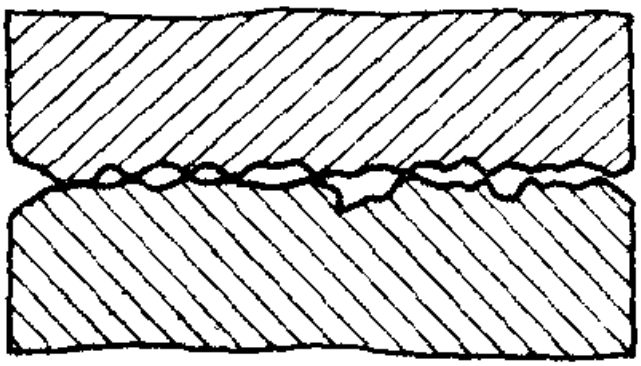


Рисунок 9.14. Физический контакт

В связи с этим действительное сечение металла, через которое проходит ток, резко уменьшается. Кроме того, на поверхности свариваемого металла имеются пленки оксидов и загрязнения с малой электропроводимостью,

которые также увеличивают электросопротивление контакта. В результате в очках контакта металл нагревается до термопластического состояния или до оплавления. При непрерывном сдавливании нагретых заготовок образуются новые точки соприкосновения, пока не произойдет полное сближение до межатомных расстояний, т. е. сварка поверхностей.

Контактную сварку классифицируют по типу сварного соединения, определяющего вид сварочной машины: стыковую, точечную и шовную.

Стыковая сварка – разновидность контактной сварки, при которой заготовки свариваются по всей поверхности соприкосновения.

Свариваемые заготовки закрепляют в зажимах стыковой машины (рис. 9.2). Зажим 3 установлен на подвижной плите 4, перемещающейся в направляющих, зажим 2 укреплен на неподвижной плите 1. Сварочный трансформатор соединен с плитами гибкими шинами и питается от сети через включающее устройство. Плиты перемещаются, и заготовки сжимаются под действием усилия Р, развиваемого механизмом осадки.

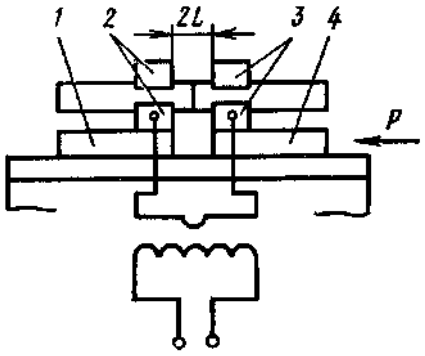


Рисунок 9.2. Схема контактной стыковой сварки

Для правильного формирования сварного соединения необходимо, чтобы процесс протекал в определенной последовательности. Совместное графическое изображение тока и давления, изменяющихся в процессе сварки, называют циклограммой сварки.

Стыковую сварку с разогревом стыка до пластического состояния и последующей осадкой называют сваркой сопротивлением, а при разогреве

торцов заготовок до оплавления и последующей осадкой – сваркой оплавлением.

Перед сваркой заготовки должны быть очищены от оксидных пленок и торцы их плотно пригнаны друг к другу. Для подгонки необходима механическая обработка торцов. Заготовки сдавливаются, металл разогревается до пластического состояния (но не расплавляется), затем заготовки снова сдавливают (осаживают). В месте сварки образуется усиление металла.

Сваркой сопротивлением соединяют заготовки из низкоуглеродистых, низколегированных конструкционных сталей, алюминиевых и медные сплавов малого сечения (до 100 мм2), так как при больших сечениях нагрев будет неравномерным.

При стыковой сварке с оплавлением детали закрепляют в зажимах машины с зазором, затем подключают электрическое напряжение. После этого детали сближают, и в отдельных точках их контакта проходит электрический ток высокой плотности. Зона соединения деталей при этом расплавляется.

Сварка оплавлением имеет преимущества перед сваркой сопротивлением. В процессе оплавления выравниваются все неровности стыка, а оксиды и загрязнения удаляются, поэтому не требуется особой подготовки места соединения. Можно сваривать заготовки с сечением сложной формы, а также заготовки с различными сечениями, разнородные металлы (быстрорежущую и углеродистую стали, медь и алюминий и т. д.).

Наиболее распространенными изделиями, изготовляемыми стыковой сваркой, являются элементы трубчатых конструкций, колеса и кольца, инструмент, рельсы, железобетонная арматура.

Точечная сварка – разновидность контактной сварки, при которой соединяемые детали свариваются поверхностями их касания в точках (зонах), сжатых электродами.

При точечной сварке заготовки собирают внахлестку и зажимают с усилием Р между двумя электродами, подводящими ток к месту сварки (рис. 9.3). Соприкасающиеся с медными электродами поверхности свариваемых

заготовок нагреваются медленнее их внутренних слоев. Нагрев продолжают до пластического состояния внешних слоев и до расплавления внутренних слоев. Затем выключают ток и снимают давление. В результате образуется литая сварная точка.

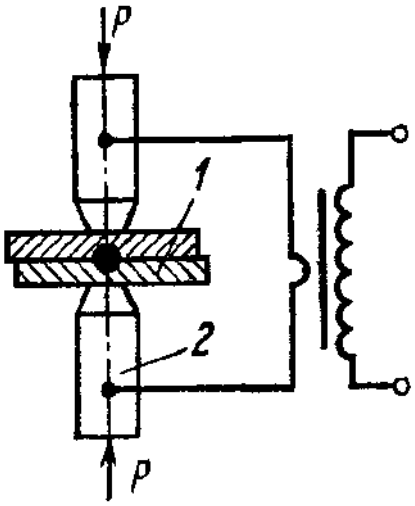


Рисунок 9.3. Схема контактной точечной сварки

Некоторые типы сварных соединений, выполняемых точечной сваркой, показаны на рис. 9.5. Точечную сварку применяют для изготовления изделий из низкоуглеродистых, углеродистых, низколегированных и высоколегированных сталей, алюминиевых и медных сплавов. Толщина свариваемых металлов составляет 0,5 – 5 мм.

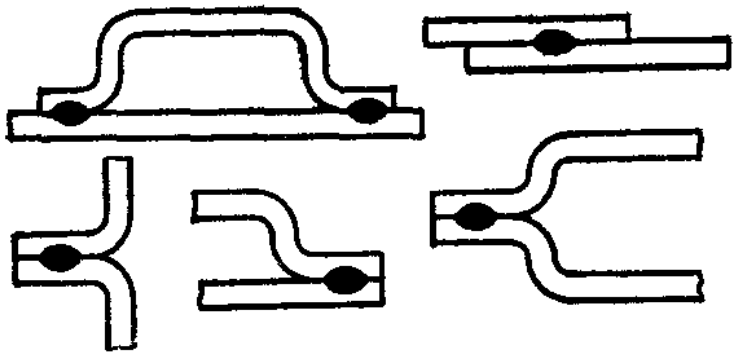


Рисунок 9.4. Типы сварных соединений точечной сварки

Шовная (роликовая) сварка – разновидность контактной сварки, при которой между свариваемыми деталями образуется непрерывный шов, путем непрерывного или прерывистого пропускания тока между вращающимися роликами. В процессе шовной сварки листовые заготовки 1 соединяют внахлестку, зажимают между электродами 2 (рис. 9.5) и пропускают ток.

При движении роликов по заготовкам образуются перекрывающие друг друга сварные точки, в результате чего получается сплошной герметичный шов.

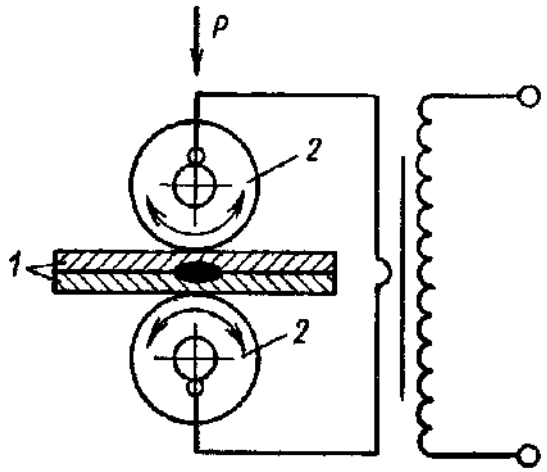


Рисунок 9.5. Схема шовной сварки

Шовную сварку применяют в массовом производстве при изготовлении различных сосудов. Толщина свариваемых листов составляет 0,3 – 3 мм. Шовной сваркой выполняют те же типы сварных соединений и сваривают те же сплавы, что и точечной, но используют для получения герметичного шва.

3. Порядок выполнения работы

3.1. Изучить основные теоретические положения.

3.2. Ознакомиться с оборудованием

3.3.Ознакомиться с режимами контактной сварки

3.4. Сделать выводы

3.5. Составить отчет

4. Содержание отчета

4.1. Название, цель работы.

4.2. Схемы видов контактной сварки

4.3. Вывод

5. Контрольные вопросы

5.1. Разновидность контактной сварки?

5.2. Оборудование для контактной сварки?

5.3. Особенность стыковой сварки?

5.4. Особенность точечной сварки

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Волков, Г.М. Материаловедение [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по немашиностроительным направлениям / Г.М. Волков, В.М. Зуев - 3-е изд. ; стер. - М. : Академия, 2013. - 448 с

2. Фетисов, Г.П. Материаловедение и технология конструкционных материалов / Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман - М.: Металлургия, 2015. Режим доступа: http://www.biblio-online.ru ЭБС “Юрайт

3. Колесник, П.А. Материаловедение на автомобильном транспорте [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по укрупненной группе направлений подготовки "Транспортные средства". - 5-е изд. ;испр. - М. : Академия, 2012. - 320 с.

4. Плошкин, В.В. Материаловедение [Текст] : учебное пособие для студентов немашиностроительных спец. вузов. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2011. - 463 с. - (Основы наук).Режим доступа::http://www.biblio-online.ru ЭБС “Юрайт

ФГБОУ ВО Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Кафедра

“Электротехника и физика”

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ

для выполнения лабораторных работ

по общей электротехнике и электронике

Направление подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

Направленность (профиль(и)) «Организация перевозок на автомобильном транспорте»

Форма обучения: очная, заочная

студента(ки)_____

факультета_____

_____курса_____группы

Рязань – 2024 г.

Авторы:

С.О. Фатьянов доцент, кандидат технических наук.
Е.С. Семина доцент, кандидат технических наук

Рецензент:

доцент кафедры Электроснабжения С.Н. Гобелев

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Цель работы: Научиться пользоваться электроизмерительными приборами и проводить измерения электрических величин.

Классификация электроизмерительных приборов:

По измеряемой величине:



-амперметр,


- вольтметр,


- ваттметр.

По роду тока:

— - постоянного тока, ~ - переменного тока, ≅ - универсальный.

По виду установки прибора:


или → горизонтальные, ⊥ или ↑ - вертикальные.

По принципу действия:


- магнитоэлектрические,

- электромагнитные,


- электродинамические.

ПРИБОРЫ МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Эти приборы состоят из постоянного магнита и подвижной катушки, изготовленной из изолированного провода и соединённой со стрелкой. Ток в катушку подаётся по двум упругим пружинам, которые одновременно создают противодействующее усилие.

Принцип действия таких приборов основан на взаимодействии магнитных полей катушки с током и постоянного магнита. Сила взаимодействия между этими магнитными полями определяетсяпо формуле:

$$F = CBI,$$

где B – магнитная индукция постоянного магнита,

I – ток в катушке,

C – постоянный коэффициент, зависящей от конструкции прибора.

Из формулы видно, что изменение направления тока приводит к изменению знака силы, то есть прибор не может работать на переменном токе. Шкала прибора равномерная. Магнитоэлектрические приборы являются наиболее точными.

К недостаткам этих приборов относятся: чувствительность к перегрузкам и высокая стоимость.

ПРИБОРЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ

Эти приборы состоят из неподвижной катушки, выполненной из изолированного провода, железного сердечника, связанного со стрелкой.

Принцип действия таких приборов основан на взаимодействии магнитных полей катушки с током и сердечника, который намагничивается под действием магнитного поля катушки. Сердечник не должен сохранять остаточный магнетизм после исчезновения поля катушки.

Сила взаимодействия между магнитными полями катушки и сердечника определяется по формуле:

$$F = CBI,$$

где I – сила тока в катушке,

$B = f(I)$ – магнитная индукция сердечника, зависящая от тока в катушке,

C – постоянный коэффициент, зависящий от конструкции прибора.

Учитывая зависимость магнитной индукции сердечника от токов катушке, можно записать: $F = C\mathrm{I}^2$

Из формулы видно, что изменение полярности (знака) тока в катушке не приводит к изменению знака силы взаимодействия, то есть прибор может работать как на постоянном токе, так и на переменном токе. Шкала прибора нелинейная (квадратичная). Приборы электромагнитной системы имеют простую конструкцию, дёшевы, допускают перегрузку.

ПРИБОРЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Такой прибор состоит из двух катушек изолированного провода. Одна из катушек неподвижна, вторая катушка находится внутри первой, подвижная и соединена со стрелкой. Ток к подвижной катушке подаётся через

спиральные пружины. Принцип действия прибора основан на взаимодействии магнитных полей двух катушек. Сила взаимодействия между магнитными полями катушек определяется по формуле: $F = C\,I_1\,I_2$,

где I_1 - ток неподвижной катушки,

I_2 - ток подвижной катушки,

C – постоянный коэффициент, зависящий от конструкции прибора.

Из формулы видно, что при одновременном изменении знака токов обеих катушек, не изменяет знака сила их взаимодействия.

Прибор работает на постоянном и переменном токе. Наличие двух обмоток позволяет использовать прибор в качестве ваттметра.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Измерение величины тока.

Измерение производят амперметром, который включается в электрическую цепь последовательно с нагрузкой.

В качестве нагрузки использовать лампы накаливания.

Собрать схему рисунок 1. Определить цену деления прибора $C = \frac{X_{пред}}{n}$,

где C – цена деления прибора,

n - число делений шкалы.

$X_{пред}$ - предел измерения прибора,

Для отсчета измеряемой величины необходимо число делений, соответствующее отклонению стрелки n_0, умножить на цену деления прибора.

Таблица1

№	C	n_0	I,A
1			
2			
3			

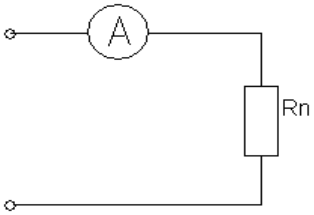


Рис.1

2. Измерение напряжения.

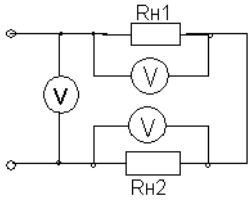
Для измерения напряжения применяются вольтметры. Вольтметры включаются параллельно участку в цепи, на котором измеряется напряжение. Цена деления шкалы определяется как в амперметре.

Собрать схему рисунок 3. В качестве нагрузки взять две группы ламп накаливания. Показания прибора внести в таблицу 2.

Таблица 2

№	C	n_0	U,B
1			
2			
3			

Рис. 2



Расширение предела измерения вольтметра.

Для расширения предела измерения вольтметра применяют добавочное сопротивление Rд, которое включается последовательно с вольтметром рисунок 4.

Расчет добавочного сопротивления осуществляется по формуле:

$$Rд = Rv(m - 1),$$

где R_V – внутреннее сопротивление вольтметра,

m – во сколько раз расширяется предел измерения прибора.

Пример. Вольтметр с пределом измерения 100В, внутреннее сопротивление вольтметра – 10 кОм. Измерение необходимо производить в цепи с напряжением 300 В. Тогда $m = \frac{300}{100} = 3$.

Rд=10(3-1)=20 кОм.

Rд=20 кОм включается последовательно с вольтметром.

Собрать схему рисунок 3, показания прибора и расчетные данные внести в таблицу 3.

Таблица 3

№	Rv	m	Rд	C	n_0	U,B
1						
2						
3						

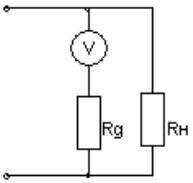


Рис.3

3.Измерение электрической мощности.

Измерение мощности осуществляется ваттметром. Схема включения ваттметра приведена на рисунке 4.

Токовая обмотка ваттметра подключается последовательно с нагрузкой, а обмотка напряжения параллельно нагрузке. Цена деления ваттметра определяется из формулы:

$$Cw = \frac{U_n I_n}{n},$$

где U_n – предел измерения по напряжению,

I_n – предел измерения по току,

n – число делений шкалы.

Полученные данные внести в таблицу 5.
Таблица 4.

№	C	n_0	P,Вт
1			
2			
3			

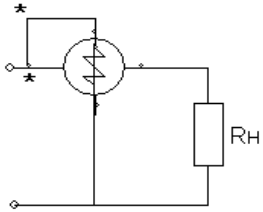


Рис4

Погрешность при измерении электрических величин.

Погрешности подразделяются на абсолютную и относительную.

Абсолютная погрешность – разность между измеренной и действительной величинами.

$$\pm \Delta A = A_{изм} - A_{дейст}$$

Относительная погрешность (класс точности прибора) – величина максимальной абсолютной погрешности к пределу измерения прибора, выражаемая в процентах:

$$\gamma = \frac{\Delta A_{макс}}{A_{пред}} \cdot 100\%$$

Пример: Амперметр с пределом измерения 10А имеет класс точности 1. Абсолютная погрешность будет:

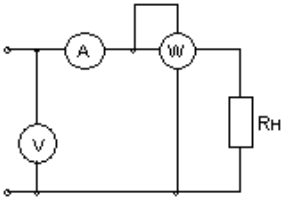
$$\gamma = \frac{\Delta A_{макс}}{A_{пред}} \cdot 100\% \qquad \Delta A_{макс} = \frac{1 \cdot 10A}{100} = 0{,}1A$$

По величине возможной относительной приведённой погрешности приборы делят на классы: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0: 1,5; 2,5; 4.

Для определения абсолютной погрешности собрать схему рисунок 6. В качестве активной нагрузки использовать лампы накаливания. Показания приборов внести в таблицу 6.

Рис.5 Таблица 5

№	I,A	U,B	Xw,Вт	ΔPВт



1				
2				
3				

$$\Delta P = X_w - IU \ ,$$

где X_w - показания ваттметра

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какова классификация электроизмерительных приборов и каково их условное обозначение?

2. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки приборов магнитоэлектрической системы, электромагнитной, электродинамической.

3. Что называется ценой деления шкалы прибора и как выполняется отсчет измеряемой величины?

4. Как определяется абсолютная и относительная погрешность приборов? Какими приборами измеряют величину тока, напряжение и мощность?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ЗАКОНОВ КИРХГОФА

ПРОВЕРКА БАЛАНСА ПРИХОДЯЩЕЙ И РАСХОДУЕМОЙ МОЩНОСТЕЙ ТОКА

Цель работы: приобретение навыков сборки электрических цепей и обработка результатов измерений, закреплениезнания законов Кирхгофа.

Первый закон Кирхгофа: сумма токов входящих в узел электрической цепи равна сумме токов выходящих из него

или алгебраическая сумма токов в узле равна нулю.

На рисунке 1 изображена схема, поясняющая применение

первого закона Кирхгофа.

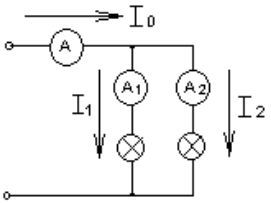


Рис. 1

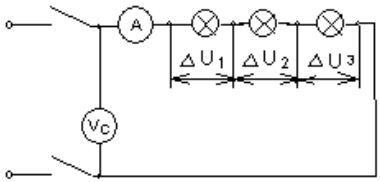


Рис. 2

$$I_0 = I_1 + I_2 \qquad \text{или} \qquad I_0 - I_1 - I_2 = 0$$

Второй закон Кирхгофа: в замкнутой электрической цепи алгебраическая сумма электродвижущих сил (ЭДС) равна алгебраической сумме падения напряжений на отдельных потребителях

$$\sum E = I \cdot R$$

Применение второго закона Кирхгофа поясняет схема на рис.2

$$E = U_c = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + ... + I \cdot R_n$$

Баланс мощностей заключается в том, что сумма мощностей, потребляемых каждым потребителем, будет равна общей мощности, потребляемой из сети, то есть

$$P_0 = P_1 + P_2 + ... + P_n$$

Это уравнение получается из второго закона Кирхгофа

$$\sum E \cdot I = \sum I^2 \cdot R \rightarrow \sum P_o = \sum P_{потр}$$

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Собрать схему для проверки первого закона Кирхгофа (рис.3) При сборке схемы использовать две группы ламп накаливания. Нагрузку изменять числом ламп, включённых в каждой из групп.

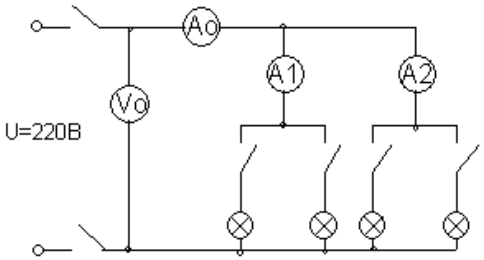


Рис.3.

Измерение и вычисленные величины занести в таблицу 1.

Таблица 1

	Измерения				Вычисления					
	I A	U o B	I_1 A I	I_2 A	P_o Вт	P_1 Вт	P_2 Вт	P_1+P_2 Вт	Δ I A	ΔP Вт
1										
2										
3										

Определить погрешности измерений

$$\Delta I = I_0 - I_1 - I_2 \quad \Delta P = P_0 - P_1 - P_2$$

2. Собрать схему для проверки второго закона Кирхгофа рис.4

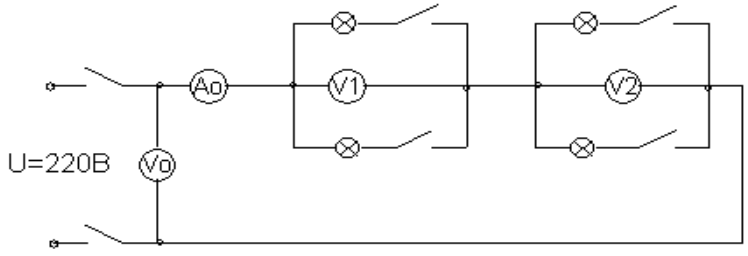


Рис.4

Измеренные данные занести в таблицу 2

Таблица 2

	Измерения				Вычисления					
	I, A	U_o B	U_1 B	U_2 B	P_o Вт	P_1 Вт	P_2 Вт	P_1+P_2	ΔU B	ΔP Вт
1										
2										
3										

Определить погрешности изменений

$$\Delta U = U_0 - U_1 - U_2 \qquad \Delta P = P_0 - P_1 - P_2$$

3. Собрать схему по рисунку 5.

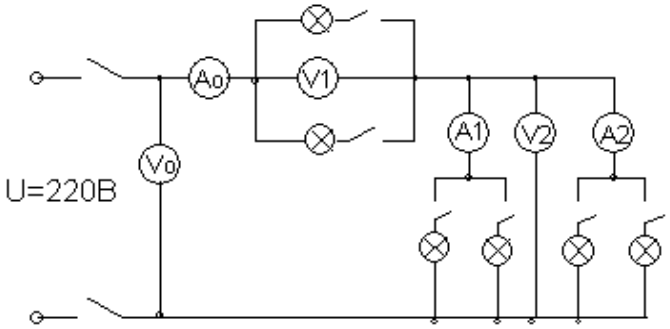


Рис.5

Измеренные и вычисленные данные занести в таблицу 3.

Таблица 3

	Измерения						Вычисления					
	I_o А	U_0 В	I_1 А	I_2 А	U_1 В	U_2 В	Po Вт	P_1 Вт	P_2 Вт	$P_1 + P_2$ Вт	Δ U В	ΔP Вт
1												
2												
3												

Выводы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как формулируется первый закон Кирхгофа? Его математическая запись.

2. Как формулируется второй закон Кирхгофа? Его математическая запись.

3. Какова последовательность составления математического выражения второго закона Кирхгофа для конкретной цепи.
4. Как обосновать уравнение баланса потребляемых мощностей при параллельном и последовательном соединении потребителей.
5. Какие показатели электрической цепи остаются постоянными у всех потребителей при последовательном и параллельном их соединении.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Цель работы: Проверить законы Ома и Кирхгофа для последова-тельной цепи переменного тока, состоящего из активного элемента (R), индуктивного $\left(\mathrm{X}_L = 2\pi fL\right)$, ёмкостного $\left(\mathrm{X}_C = \dfrac{1}{2\pi fC}\right)$.

Приобрести навык в определении параметров цепи и построение векторных диаграмм.

Исследовать явление резонанса напряжений.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Закон Ома для цепи рисунок 1 записывается: $\mathrm{I} = \dfrac{U}{Z}$,

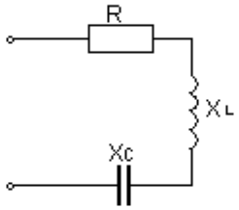


Рис.1

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\mathrm{X}_L - \mathrm{X}_C\right)^2},$$

где Z – полное сопротивление последовательной цепи;

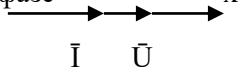
R – активный элемент;

X_L – индуктивное сопротивление;

X_C – емкостное сопротивление.

Электрическая мощность, выделяющаяся в активном сопротивлении (R) превращается в тепло и называется активной мощностью $\mathrm{P} = \mathrm{I}^2 R$ или $\mathrm{P} = U \cdot \mathrm{I} \cdot \cos\varphi$ (Вт).

Вектора тока и напряжения на активном элементе совпадают по фазе

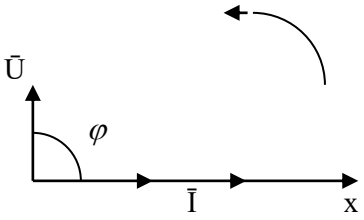


$\varphi = 0^0$ - угол сдвига фаз.

$\mathrm{X}_L = 2\pi f L$ -индуктивное сопротивление; электрическая мощность в этом элементе называется реактивной и носит она положительный знак.

$Q_L = +\mathrm{I}^2 \cdot \mathrm{X}_L = U \cdot \mathrm{I} \cdot \sin\varphi$ (Вар).

Вектор тока на этом элементе отстаёт от вектора напряжения на $\varphi = 90^0$

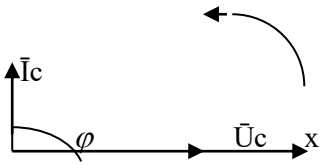


f – частота,

$\left(X_C = \frac{1}{2\pi fC} \right)$ - ёмкостный элемент; электрическая мощность на этом сопротивлении называется реактивной и носит она отрицательный знак.

$$Q_C = -I^2 X_C = I \cdot U \cdot \sin\varphi \ \text{(Вар)}$$

Вектор тока на этом элементе опережает вектор напряжения на $\varphi = -90^0$



Q_L и Q_C - реактивные мощности в отличие от активной мощности не преобразуются в тепловую энергию или механическую. Реактивная мощность накапливается в магнитном поле катушки индуктивности или в электрическом поле конденсатора, а затем эта мощность возвращается в источник. Тем самым загружают источник энергии реактивной мощностью.

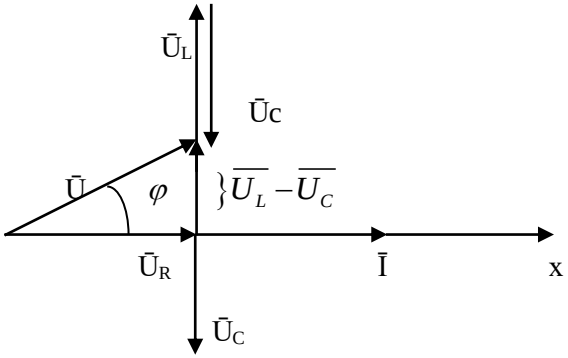
При последовательном соединении элементов R, X_L, X_C и при $X_L > X_C$ векторные диаграммы тока и напряжений строят следующим образом. Выбирается масштаб для тока и напряжения, выбирается исходный вектор, им будет вектор тока. Вектор тока откладывается на оси X.

На активном элементе вектор тока и вектор напряжения $\bar{I}_R = \bar{U}_R$ совпадают по фазе, на индуктивности вектор напряжения $\bar{I}_{XL} = \bar{U}_L$ опережает вектор тока на 90^0, на ёмкостном сопротивлении вектор тока опережает вектор напряжения $\bar{I}_{XC} = U_C$ на 90^0.

Угол сдвига фаз из векторной диаграммы определяется

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z}, \quad \sin\varphi = \frac{X_L - X_C}{Z}, \quad \varphi = arctg\,\frac{X_L - X_C}{R}$$

$$\cos\varphi = \frac{U_R}{U}, \quad \sin\varphi = \frac{U_L - U_C}{U}$$



Полная компенсация реактивных мощностей наступает при

$X_L = X_C$ тогда $Z = R$, $S = P$ угол $\varphi = 0^0$

Такое явление называется резонансом напряжения.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

Собрать последовательно схему рисунок 1, в которую включить в качестве активной нагрузки лампы накаливания, катушку индуктивности, блок конденсаторов и

электроизмерительные приборы: амперметр, ваттметр и вольтметры.

Изменяя ёмкость конденсаторов добиться, чтобы напряжение на индуктивности было равно напряжению на ёмкости $U_L = U_C$ или

$$I_{XL} = I_{XC} \longrightarrow X_L = X_C$$

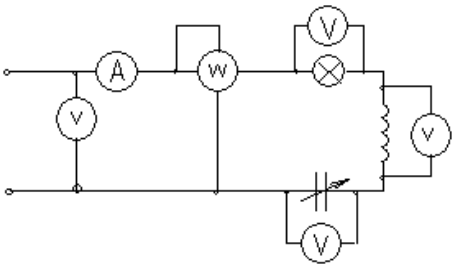


Рис.1

В цепи наступает резонанс напряжений. Затем, изменяя ёмкость, добиться, чтобы $U_L > U_C$ и $U_L < U_C$. Результаты измерений внести в таблицу 1.

По результатам измерений построить векторные диаграммы, проверить второй закон Кирхгофа.

Таблица 1

	Измерения						Вычисления				
	Io A	Uo B	U_R B	U_L B	U_C B	P Вт	Q Вар	S ВА	$\cos\varphi$	L Гн	C мкФ
1											
2											
3											

Построить векторные диаграммы по результатам выполненной работы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какое сопротивление называется активным и реактивным?
2. Как зависит индуктивное и ёмкостное сопротивление от частоты и почему?
3. Какая мощность называется активной и реактивной? Как вычисляется эта мощность для различных цепей переменного тока?
4. Как определить фазовый сдвиг между током и напряжением для этих цепей?
5. Как написать закон Ома для цепей переменного тока с активным, индуктивным, активно-индуктивным, ёмкостным, и активно-ёмкостным сопротивлениями? Какие особенности этих цепей?
6. Как строится векторная диаграмма для последовательной цепи, состоящей из активного сопротивления, индуктивной катушки, конденсатора? Как записать закон Ома для этих цепей?
7. В каком случае последовательная цепь с активным, индуктивным и ёмкостным сопротивлением будет иметь угол сдвига фаз между током и напряжением больше (меньше) нуля и почему?
8. Что называется резонансом напряжения и его использование?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Цель работы. Приобрести практический навык определения по экспериментальным данным параметров электрической цепи,

Исследовать резонанс токов. Приобрести навык построения векторных диаграмм.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.

При параллельном включении активного элемента (g – активная проводимость) и реактивных элементов (b_L – реактивно – индуктивная проводимость и b_c - реактивно – ёмкостная проводимость) рисунок1 и равенство индуктивной проводимости и ёмкостной проводимости $b_L = b_c$ в цепи наступает резонанс токов. В этом случае электрическая цепь потребляет только активную мощность, так как общая проводимость «y» всей цепи равна активной проводимости $y = g$.

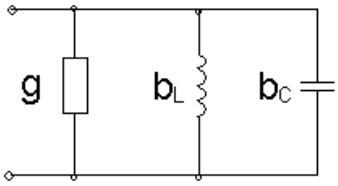


Рис.1

$y = \sqrt{g^2 + (b_L - b_C)^2}$; P = S; $P = UI \cdot \cos\varphi$;

$\cos\varphi = 1; \sin\varphi = 0$

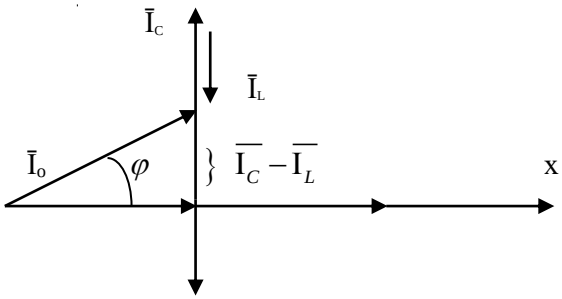
$$Q = U \cdot I \cdot \sin\varphi = 0$$

Физический смысл резонанса токов состоит в том, что при резонансе происходит обмен энергиями между электрическим полем конденсатора и магнитным полем катушки индуктивности. Явление резонанса токов широко используется в электротехнике для повышения cosφ.

$$\cos\varphi = \frac{g}{y} = \frac{g}{g} = 1$$

Векторная диаграмма для схемы рис.1 строится следующим образом. Исходный вектор – вектор напряжения. На активной проводимости $\frac{1}{R} = g$ вектор тока совпадает с вектором напряжения, на индуктивной проводимости $\frac{X_L}{Z^2} = b_L$ вектор тока отстаёт от вектора напряжения на 90^0, на ёмкостной проводимости $\frac{X_C}{Z^2} = b_C$ вектор тока опережает вектор напряжения на 90^0.

Предположим, что $b_L > b_C$, тогда на векторной диаграмме рисунок 2 получим.



$\bar{I}_a$ $\bar{U}$

Рис.2 $\bar{I}_L$

Для уменьшения угла сдвига фаз «φ» необходимо включить компенсирующую ёмкость, которая определяется по формуле:

$C = \frac{P}{U^2 2\pi f}\left(tg\varphi_0 - tg\varphi_H\right)$, P – активная мощность установки,

φ_0 - угол сдвига фаз до компенсации,

φ_H - угол сдвига фаз требуемый.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Собрать схему, представленную на рисунке 3. В качестве активной проводимости использовать лампы накаливания, индуктивной проводимости – катушку проводимости, ёмкостной проводимости – блок конденсаторов. Работа выполняется при пониженном напряжении. Вначале добиться резонанса токов, когда

$I_L = I_C$, затем $I_L > I_C$ и $I_L < I_C$;

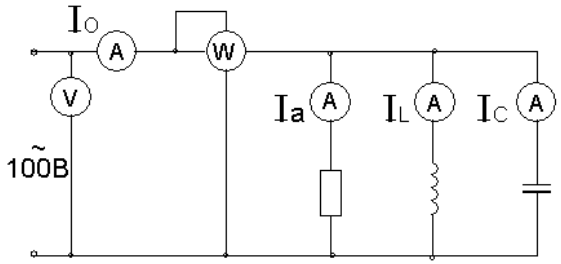


Рис.3

Результаты эксперимента внести в таблицу 1.

Таблица 1

	Измерения						Вычисления				
	U В	I_o А	I_a А	I_L А	I_c А	P ВТ	Q Вар	S ВА	$\cos\varphi$	b_C см	b_L см
1											
2											
3											

По опытным данным построить диаграммы.

Сделать выводы по выполненной работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие разновидности электрических сопротивлений существуют в цепях переменного тока и в чем их особенности?
2. Каковы особенности цепей переменного тока с параллельно включенным активным и индуктивным сопротивлениями, активным и ёмкостным сопротивлениями?
3. Как строятся векторные диаграммы токов напряжений для цепей переменного тока с параллельно включенным

активным и индуктивным, активным и ёмкостным сопротивлениями?

4. Какое явление в электрических цепях называется резонансом тока. Каковы условия его возникновения и его особенности?
5. Для каких целей на практике используют резонанс токов?
6. Каким образом на практике повышают коэффициент мощности и чему равна величина ёмкости, необходимая для частичной компенсации фазового сдвига между током и напряжением?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

ИЗУЧЕНИЕ 3-х ФАЗНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА И ПОТРЕБИТЕЛЕЙ, СОЕДИНЁННЫХ ЗВЕЗДОЙ.

Цель работы: Убедиться в справедливости соотношений фазных и линейных величин напряжений и токов при соединении потребителей по схеме звезда.

Освоить технику соединения потребителей и источников трёх фазного тока.

Исследовать режимы работы четырёхпроводной трёхпроводной цепи, соединённой звездой.

Научиться строить векторные диаграммы для 3-х фазных цепей.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Источники 3-х фазного тока. Источники трёхфазного переменного тока (генераторы или трансформаторы) имеют три обмотки называемые фазами A, B, C. Провода, соединяющие потребителя тока с фазами генератора, называют линейными проводами. Узлы, в которые соединены три фазные обмотки генератора и потребителя тока, называют нулевыми точками, а провод, соединяющий эти два узла – нулевым.

Схема соединения обмотки 3-х фазного источника тока «звездой» с нулевым проводом (рисунок 1) позволяет получить от него равные по величине напряжения.

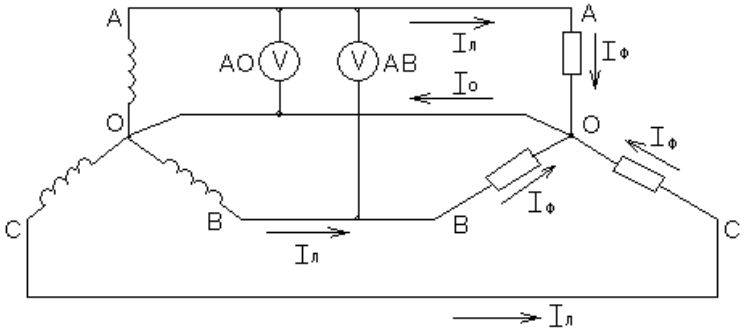


Рис.1

Напряжение между двумя линейными проводами, называют линейным: U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}. Напряжение между линейным проводом и

нулевым называют фазным: U_{AO}, U_{BO}, U_{CO}, или просто U_A, U_B, U_C.

Линейное напряжение больше фазного в $\sqrt{3}$ раз.

Если Uл = 380 В, то Uф = 220 В. Ток, протекающий в линейных проводах, называется линейным: Iл = Iф. А «звезда» без нулевого провода (рисунок 2) используется только при наличии симметричной нагрузки (равные электросопротивления, одинаковый характер нагрузки в каждой фазе и одинаковый угол сдвига фаз между токами и напряжениями в фазах).

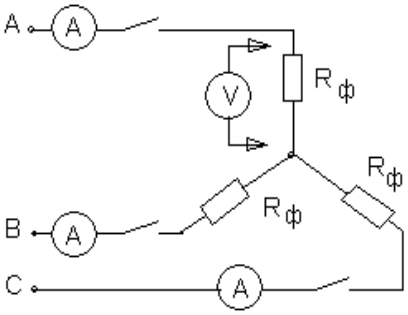


Рис.2

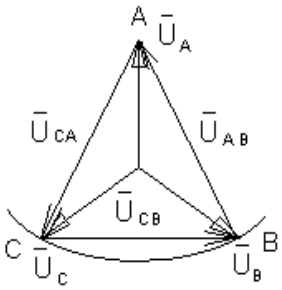


Рис.3

Для неодинаковых по величине или характеру (активное и реактивное) сопротивлениях в каждой фазе эта схема даёт неодинаковое распределение напряжений между отдельными потребителями. На потребителе с большим электросопротивлением (меньшей мощностью) будет больше напряжение (перенапряжение). Данная схема требует одновременного включения и отключения потребителей в каждой из трёх фаз. Звезда с нулевым проводом (рисунок 4) является наиболее распространённой схемой включения трёх фазных потребителей.

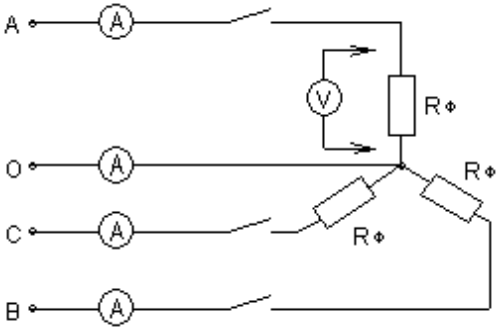


Рис.4

Соединение в звезду используется как при симметричной, так и при несимметричной нагрузках. Нулевой провод даёт напряжение на каждом потребителе независимым от их величины и характера.

Эта схема позволяет включать и отключать потребители в отдельных фазах независимо друг от друга. При симметричной нагрузке тока в нулевом проводе нет. В общем случае ток в нулевом проводе равен:

$$\bar{I}_O = \bar{I}_A + \bar{I}_B + \bar{I}c$$

Для определения тока в нулевом проводе строят векторную диаграмму. С этой целью выбирают масштаб для тока и напряжения.

В случае отсутствия нулевого провода строят треугольник линейных напряжений. В масштабе откладывают из точки A (рис.3) два линейных напряжения $\bar{U}_{AB}$ и $\bar{U}_{CA}$, затем на полудуге выбираем точку B и откладываем вектор линейного напряжения.

Из вершин треугольника откладываем вектора фазных напряжений:

U_{AO}, U_{BO}, U_{CO}. При симметричной нагрузке вектора фазных напряжений располагаются друг относительно друга под углом 120^0, при нессиметричной нагрузке между векторами фазных напряжений углы будут не равны 120^0. На векторах фазных напряжений откладываем соответствующие этим фазам векторы тока. Сумма этих векторов тока должна равняться нулю.

В четырёхпроводной системе построение векторных диаграмм начинается с построения векторов фазных напряжений, которые откладываются друг относительно друга под углом 120^0. Вектора токов откладываются при активной нагрузке на соответствующих векторах напряжения. Сумма векторов тока равна вектору тока в нулевом проводе.

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

1. Собрать электрическую схему, представленную на рис.2 В качестве нагрузок использовать лампы накаливания. Произвести измерения токов и напряжений при равномерной, неравномерной нагрузках, при отключении одной из фаз и коротком замыкании одной из фаз.

Результаты измерений внести в таблицу 1.

По опытным данным в масштабе построить векторные диаграммы токов и напряжений для выше указанных вариантов.

Таблица 1

О п ы т ы	U_{AB} В	U_{BC} В	U_{CA} В	U_{AO} В	U_{BO} В	U_{CO} В	I_A А	I_B А	I_C А

Симметричная нагрузка фаз									
Неравномерная нагрузка фаз									
Обрыв фазы А									
Короткое замыкание фазы									

Построить векторные диаграммы токов и напряжений.

1. Собрать электрическую цепь по схеме рис.4. Произвести измерения токов и напряжений при равномерной, неравномерной нагрузке, обрыве фазы.

Результаты измерений записать в таблицу 2.

Таблица 2

Опыты	$U_{АВ}$ В	$U_{ВС}$ В	$U_{СА}$ В	$U_{АО}$ В	$U_{ВО}$ В	$U_{СО}$ В	$I_{А}$ А	$I_{В}$ А	$I_{С}$ А	$I_{О}$ А
Симметричная нагрузка										
Неравномерн. нагрузка										
Обрыв фазы А										

3. По опытным данным построить в масштабе векторные диаграммы токов и напряжений для выше указанных вариантов и сравнить полученные данные в нулевом проводе и определённые с помощью векторных диаграмм.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какое назначение имеет нулевой провод?
2. Почему на нулевом проводе нельзя ставить предохранитель или выключатели?
3. Будет ли протекать ток в нулевом проводе, если нагрузкой является три одинаковой величины сопротивления?
4. Что такое симметричная нагрузка?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

ИЗУЧЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ 3-Х ФАЗНОГО ТОКА, СОЕДИНЁННЫХ ТРЕУГОЛЬНИКОМ.

Цель работы. Убедиться в справедливости фазных и линейных соотношений величин тока и напряжений.

Освоить технику соединения потребителей в треугольник. Исследовать 3-х фазную систему, соединённую в треугольник при осветительной симметричной и несимметричной нагрузке.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

При соединении потребителей трёхфазного тока по схеме треугольника не образуется нулевой точки (рисунок 1).

Эта схема применяется только как трёхпроводная.

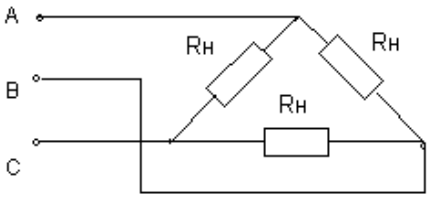


Рис.1

В схеме треугольника каждый потребитель включен независимо от других потребителей на линейное напряжение сети $U_Л = U_Ф$.

Линейный ток при симметричной нагрузке в треугольнике больше, чем фазный в $\sqrt{3}$ раз. $I_Л = I_Ф \sqrt{3}$

ПЛАН РАБОТЫ

ВНИМАНИЕ: Работу проводить при линейном напряжении 220В.

1. Собрать электрическую цепь по схеме (рисунок 2).

Произвести измерение токов и напряжений для следующих вариантов: равномерная нагрузка фаз, неравномерная нагрузка фаз, обрыв фазы потребителя, обрыв линии при равномерной нагрузке фаз.

Результаты измерений занести в таблицу 1.

По опытным данным построить в масштабе векторные диаграммы токов и напряжений.

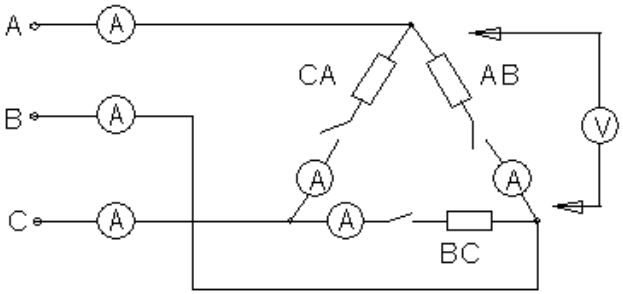


Рис.2

Таблица 1

О П Ы ТЫ	U_{AB} В	U_{BC} В	U_{CA} В	I_{AB} А	I_{BC} А	I_{CA} А	I_A А	I_B А	I_C А
Симметричная нагрузка фаз									
Неравномерн. нагрузка фаз									
Обрыв в фазе потребителя									
Обрыв линии при равно - мерной нагрузке фаз									

2. На основании полученных данных сделать вывод о том, какое влияние оказывает изменение фазового тока на линейный.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие напряжения могут быть на нагрузках при включении их треугольником?
2. Как связаны линейные и фазные токи в симметричном треугольнике?
3. Когда целесообразней применять схему соединения потребителей треугольником?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

ИЗМЕРЕНИЕ МОЩНОСТИ И ЭНЕРГИИ В ЦЕПЯХ ТРЁХФАЗНОГО ТОКА

Цель работы. Целью работы является практическое знакомство с методами измерения активной и реактивной мощности, а также энергии в электрических цепях трёхфазного тока при равномерной и неравномерной нагрузке фаз.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Измерение мощности в электрических цепях трёхфазного тока можно осуществить: методом одного ваттметра, методом двух ваттметров, методом трёх ваттметров.

Аналогичными методами может быть измерена реактивная мощность, а также энергия (посредством электрических счётчиков)

Измерение мощности (энергии) одним ваттметром (электрическим счётчиком) применяется в случае, когда нагрузка в трёхфазной цепи симметричная. В этом случае мощности, потребляемые отдельными фазами, одинаковы, поэтому достаточно измерить мощность Рф, потребляемую одной фазой и чтобы определить мощность, потребляемую нагрузкой в целом умножить результат измерения на три

$$P = 3\ Pф$$

В трёхфазных трёхпроводных системах измерение мощности при несимметричной нагрузке в большинстве случаев производят по методу двух ваттметров. Своеобразная особенность этого способа заключается в том, что даже при симметричной нагрузке показания двух ваттметров в большинстве случаев не равны, а показания одного из ваттметров могут быть отрицательными. В этом случае мощность трёхфазной системы равна алгебраической сумме показаний двух ваттметров.

Измерение реактивной мощности в трёхфазной цепи может быть произведено посредством обычных ваттметров, но включенных по синусной схеме, то есть обмотка напряжения прибора включается в чужие фазы. Мощность рассчитывается по формуле

$$Q = \mathrm{X}_W \cdot \sqrt{3}$$

ПЛАН РАБОТЫ

Произвести измерение активной, реактивной и полной мощностей. В качестве нагрузки использовать асинхронный двигатель. С этой целью собрать схему (рисунок 1).

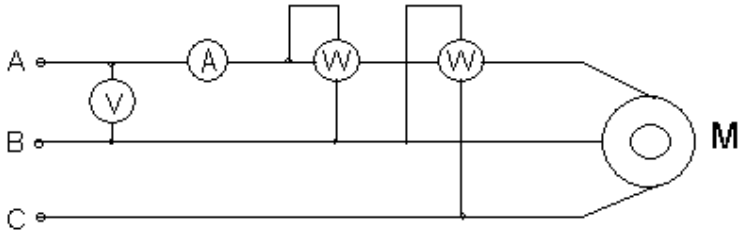


Рис.1

Показания приборов внести в таблицу 1.

Таблица 1

	Наблюдения					Вычисления		
	U_{AB},В	I, А	X_P, ВТ	X_Q, Вар	S, ВА	P, Вт	Q Вар	S,ВА
1								
2								

Провести проверку по формуле

$$\Delta S = S - \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Измерение электрической энергии. Собрать схему (рисунок 2).

В качестве нагрузки использовать лампы накаливания. Показания приборов внести в таблицу 2.

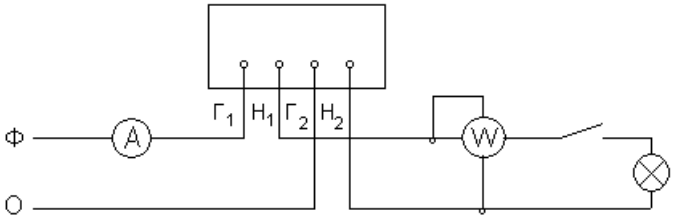


Рис.2

Таблица 2

Показания счётчика за время 5 мин. W				Вычисления
	I, A	X_{W1}, Вт	t, мин.	$X_{W1}t$
1.				
2.				
3.				

$$\Delta W = W - X_{W1} \cdot t$$

Где XW1 – показания ваттметра.

Выводы по работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислить существующие методы измерения активной, реактивной и полной мощности.
2. Объяснить почему ваттметром активной мощности, включённым по синусной схеме, можно мерить реактивную мощность.
3. Перечислить методы измерения электрической энергии в однофазных и трёх фазных цепях.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ

ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ

Цель работы. Исследовать режим работы линии передачи мощности в зависимости от нагрузки и длины подводящих проводов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Электропроводки должны быть надёжными, удобными и доступными для эксплуатации. В электропроводке допускается потеря напряжения для ламп накаливания 1…2%, для электродвигателей до 5%.

При протекании тока в проводах возникает падение напряжения

$$\Delta U = U_1 - U_2,$$

где U_1 – напряжение на источнике энергии,

U_2 – у потребителя энергии,

ΔU – потеря напряжения.

$$\Delta U = I\ R_l,$$

где R_l – сопротивление линии электропередачи.

$$R = \rho \frac{2l}{S}$$

где $2l$ - общая длина прямого и обратного провода,

S – сечение провода.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Собрать схему, представленную на рисунке 1.

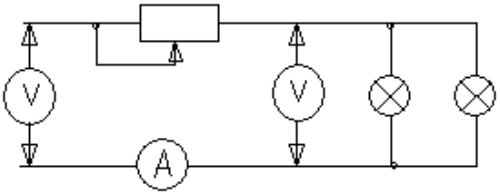


Рис.1

В качестве длинной линии использовать реостат, нагрузки – лампы накаливания.

Изменяя сопротивление линии и мощность нагрузки, произвести измерение тока в цепи и напряжений у источника и около нагрузки.

Результаты измерений внести в таблицу 1.

Таблица 1

	Наблюдения						Вычисления		
	I,A	U_1,B	U_2,B	S, $мм^2$	l ,м	R_l, Ом	$P_н$, Вт	ΔP_l, Вт	ΔU B
1.									
2.									
3.									

Удельное сопротивление некоторых проводников: $\rho \frac{Ом\ мм^2}{м}$

меди,	алюминия,	стали,	нихрома,	константана
0,0172	0,0295	0,125	1,02	0,44

Выводы по работе:

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Как влияет сечение проводника на потерю напряжения?
2. Как влияет длина проводника и материал проводника на потерю напряжения?
3. Что такое потеря напряжения в линии?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

ИССЛЕДОВАНИЯ ОДНОПОЛУПЕРИОДНЫХ И ДВУХПОЛУПЕРИОДНЫХ СХЕМ ВЫПРЯМЛЕНИЯ

Цель работы: Ознакомиться со схемами выпрямительных устройств. Научиться собирать схемы выпрямительных устройств.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Для преобразования переменного тока в постоянный ток используют выпрямительные устройства.

Элемент, осуществляющий выпрямление переменного тока в преобразователе, называют диодом. Главным свойством диода является его односторонняя проводимость. Диод представляет собой контактное соединение двух полупроводников, один из которых с электронной проводимостью (n – типа), а другой с дырочной проводимостью (p – типа).

В результате спайки двух полупроводников электроны из области с n – проводимости перейдут в область с p – проводимостью.

Аналогично будет происходить диффузия дырок из p – типа полупроводника в n – типа полупроводник.

Электроны и дырки не рассредотачиваются по всему объёму, а из-за Кулоновских сил останавливаются в приконтактной зоне. Между этими слоями возникает разность потенциалов (потенциальный барьер), который препятствует диффузии электронов и дырок из одного полупроводника в другой. Этот слой называют запирающим или p – n переходом.

Когда (+) источника тока соединим с p – областью (рисунок 1а)

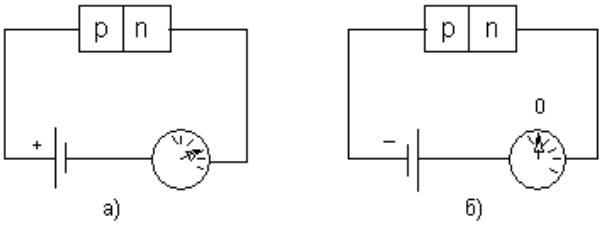
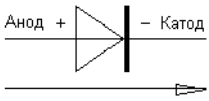


Рис.1

говорят, что переход включен в прямом направлении. В этом случае его сопротивление мало и ток в цепи значительный. Когда (-) источ-ника соединён с р – областью (рис.1б), переход включен в обратном направлении. В этом случае его сопротивление велико и ток в цепи не протекает. На схемах диод обозначают 

Основными параметрами диодов являются обратное напряжение Uобр. – это максимальное напряжение, которое выдерживает диод в непроводящий полупериод и допустимый ток (Iдоп.), на который рассчитан данный диод.



Направление пропускания тока

При выпрямлении однофазного переменного тока простейшими схемами выпрямления являются одно- и двухполупериодные схемы.

Однополупериодная схема выпрямления представлена на рисунке 2.

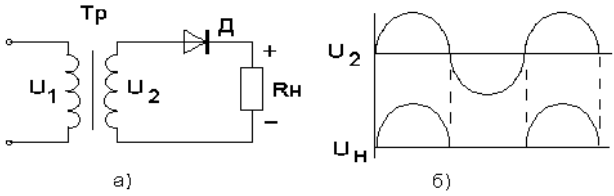


Рис.2

Диод проводит переменный ток только в том случае, когда на его аноде будет положительный потенциал. Ток через нагрузку протекает только в одном направлении, то есть в течение одного полупериода (рис.2б).

К недостаткам однополупериодной схемы выпрямления относят значительную пульсацию выпрямленных токов и напряжения.

Схема двухполупериодного выпрямителя представлена на рис.3

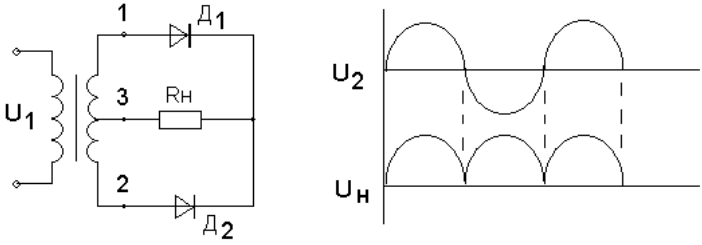


Рис.3 а) б)

Двухполупериодный выпрямитель представляет собой сочетание двух однополупериодных выпрямителей с общей нагрузкой. Следовательно, напряжение на каждой половине вторичной обмотке трансформатора можно рассматривать

как две независимых синусои-дальных напряжений, сдвинутых относительно друг друга на 180^0.

Каждый диод проводит ток только в течение той половины периода, когда анод его становиться положительным относительно катода.

Диоды в схеме будут находиться в проводящем состоянии в различные полупериоды. Диаграмма выпрямленных напряжений на нагрузке представлена на рисунке 3б.

С целью полного использования трансформатора применяют выпрямитель, выполненный по мостовой схеме (рисунок 4).

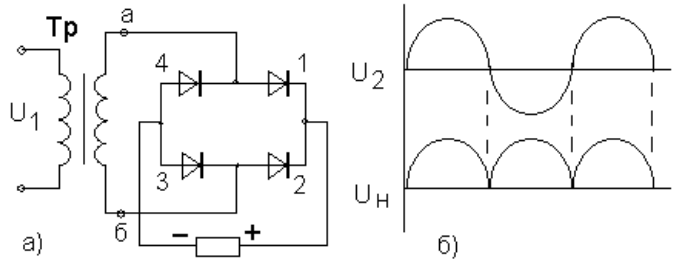


Рис.4

В данной схеме в течение полупериода, когда потенциал вывода «а» вторичной обмотки трансформатора будет выше потенциала его вывода «б», ток пропускают диоды 1 и 3. При этом диоды 2 и 4 находятся в закрытом состоянии. В следующий полупериод будут проводить ток диоды 2 и 4, а диоды 1 и 3 закрыты. Из схемы видно, что направление токов в цепи нагрузки в течение обоих полупериодов переменного напряжения не меняется.

Мостовые схемы позволяют снизить коэффициент пульсации.

ПЛАН РАБОТЫ

1. Ознакомиться со схемой однополупериодного выпрямительного устройства рисунок 1.

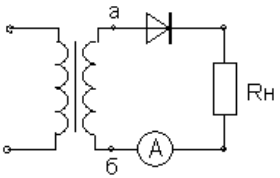


Рис.1

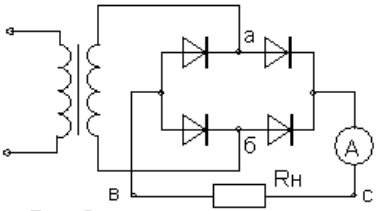


Рис.2

2. Исследовать однополупериодный выпрямитель, с этой целью собрать схему рис.1, в точках а и б; с и в снять осциллограммы, замерить амплитуды напряжений и ток в нагрузке, рассчитать сопротивление нагрузки.

3. Исследовать двухполупериодный выпрямитель рисунок 2.

Собрать схему рисунок 2 . В точках а и б; с и в снять осциллограммы, замерить амплитуды напряжений и ток в нагрузке, рассчитать сопротивление нагрузки.

4. Результаты измерений записать в таблицу 1.

Таблица 1

№	Тип выпрямителя	$U_{аб}$ В	$U_{св}$ В	$I_д$ mA	$R_н$ Ом	Форма напряжения
1						
2						
3						

5. Составить краткие выводы по работе.

КОНТРОЛЬНЫЕВОПРОСЫ

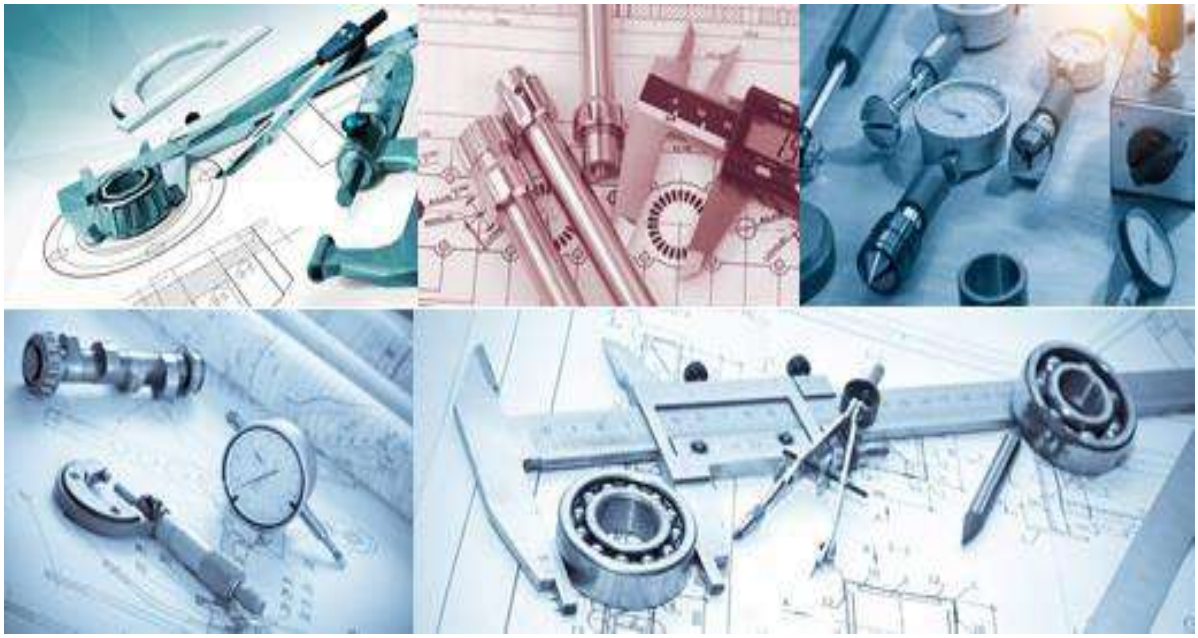
1. Пояснить значение выпрямительных устройств.
2. Какие требования предъявляют к диодам в выпрямительных устройствах.

3. Объясните отличие однотактной схемы выпрямителя от двухтактной схемы.
4. Поясните принцип действия схем выпрямителя.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
для лабораторно-практических работ по курсу

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ



для студентов: по направлению подготовки

23.03.01 Технология транспортных процессов

Рязань, 2024

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

для лабораторно-практических работ по курсу

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

для обучающихся: по направлению подготовки

23.03.01 Технология транспортных процессов

Рязань, 2024

УДК 006.91; 006.3/8; 006.92; 629.3

Учебно-методическое пособие по курсу «Метрология, стандартизация и сертификация» / М.Ю. Костенко – Рязань: Изд-во ФГБОУ ВО РГАТУ, 2024. – 212 с.

Основная цель учебного пособия – помочь будущим бакалаврам и специалистам в овладении знаниями, умениями и практическими навыками в сфере метрологии, стандартизации и сертификации как важнейшими инструментами обеспечения для решения конкретных научных, технических и производственных задач при проектировании, изготовлении и эксплуатации транспортно-технологических машин, комплексов и другой техники наземного транспорта.

Учебное пособие предназначено для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов.

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……..……..…… 4

1. *Лабораторная работа №1* «Метрологические показатели средств измерения линейных величин»……..……..…….. 5

2. *Лабораторная работа №2* «Плоскопараллельные концевые меры длины»……...…… 22

3. *Лабораторная работа №3* «Штангенинструменты»……....…... 43

4. *Лабораторная работа №4* «Микрометрические инструменты»……..….. 68

5. *Лабораторная работа №5* «Измерения индикаторными нутромерами»… 95

6. *Лабораторная работа №6* «Вертикальный оптиметр»…….……..… 122

7. *Практическое занятие №1* «Основные сведения о размерах и соединениях»……..…… 137

8. *Практическое занятие №2* «Единая система допусков и посадок» (ЕСДП)…… 145

9. *Практическое занятие №3* «Расчет переходных посадок»…….…… 156

10. *Практическое занятие №4* «Определение вероятного процента брака деталей»…….. 161

11. *Практическое занятие №5* «Выбор универсального средства измерения. Предельные калибры»…..……. 165

12. *Практическое занятие №6* «Метод полной взаимозаменяемости»……. 177

13. *Практическое занятие №7* «Метод неполной взаимозаменяемости или вероятностный метод расчёта РЦ»…….……. 187

14. *Практическое занятие №8* «Метод регулировки»…….…… 195

15. *Практическое занятие №9* Метод групповой взаимозаменяемости (селективная сборка)……..…... 201

Литература ……...……..…… 208

ВВЕДЕНИЕ

Основной целью учебно-методического пособия при выполнении лабораторных и практических работ по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» является систематизация, закрепление и углубление теоретических знаний, и их применение для решения конкретных научных, технических и производственных задач при проектировании, изготовлении и эксплуатации транспортно-технологических машин, комплексов и другой техники наземного транспорта. Оно состоит из 15 тем, охватывающих основные разделы теоретического курса дисциплины.

Лабораторная работа №1

«Метрологические показатели средств измерения линейных величин»

1 Цель работы

Изучить основные термины, понятия и определения в области метрологии и приобрести практические навыки описания основных метрологических показателей (характеристик) универсальных средств измерения (УСИ) линейных величин.

2 Техническое оснащение работы

При выполнении лабораторной работы применяются:

1. Штангенинструмент: штангенциркули, штангенглубиномеры, штангенрейсмусы.
2. Микрометрический инструмент: микрометры гладкие и специальные, микрометрические нутромеры и глубиномеры.
3. Индикаторные головки часового типа.
4. Индикаторы на стойках легкого типа и на штативах.
5. Индикаторные нутромеры.
6. Плакаты по устройству и применению универсальных средств измерения линейных величин.

3 Задание

Изучить по методическим указаниям основные теоретические положения о технических измерениях и описать основные метрологические показатели УСИ, выданных преподавателем.

4 Основные теоретические положения

Технический прогресс, производство и ремонт точных, надежных и долговечных машин, повышение качества продукции, обеспечение взаимозаменяемости и кооперирования производства невозможны без применения метрологии и постоянного совершенствования техники измерений.

4.1 Основы метрологии

Метрология - наука о единицах физических величин, средствах и методах их измерения [1].

Под измерением понимают нахождение значений физической величины опытным путём с помощью специально для этого предназначенных технических средств. **Сущность измерения** заключается в сравнении данной величины с однородной ей физической величиной, принятой за единицу измерения [2]. Поэтому основное уравнение измерения имеет вид:

$$A = n \cdot a,$$

где **A** - значение измеряемой величины;

n - численное значение измеряемой величины в принятых единицах; **a** - единица измерения.

Таким образом, результатом измерения всегда является численное значение величины, выраженное в соответствующих единицах.

Для унификации единиц физических величин в международном масштабе создана Международная система единиц СИ, которая устанавливает семь основных единиц физических величин: метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин, кандела, моль и две дополнительные - радиан, стерадиан[3].

Производные единицы СИ образуются по законам или уравнениям, с помощью которых определяют физическую величину. Например, единицу скорости определяют по уравнению

$$V = S / t,\ м / с.$$

Наряду с основными и производными единицами широко

используются десятичные кратные и дольные единицы, образованные умножением исходных величин СИ на 10^n, где n целое положительное или отрицательное число.

Например:

1 километр (км) = 10^{3} м,

1сантиметр(см) = 10^{-2}м,

1 миллиметр (мм) = 10^{-3} м,

1 микрометр (мкм) = 10^{-6} м = 10^{-3} мм.

По условиям, определяющим точность результата, **измерения делятся** на три класса:

1. Измерения максимально достижимой точности (эталонные, физических констант и сред, например, абсолютного значения ускорения свободного падения).

2. Контрольно-поверочные измерения, погрешность которых не должна превышать некоторое заданное значение (измерения, выполняемые лабораториями государственных и ведомственных метрологических служб).

3. Технические измерения, в которых погрешность результата определяется характеристиками используемых рабочих средств (измерения, выполняемые в процессе производства на предприятиях, испытательных станциях, в измерительных лабораториях и т.д.).

Частным случаем измерения является **контроль**, при котором устанавливают, соответствуют ли значения физических величин допускаемым значениям объекта [4].

Технические измерения и контроль производят обычно **с целью** - установить действительные размеры изделий и соответствие их требованиям чертежа или проверить точность изделия для выполнения соответствующей регулировки или дефектации [5].

Основные **требования**, предъявляемые **к техническим измерениям** и контролю – точность, производительность, возможность заранее предупреждать появление брака[6].

4.2 Средства измерения

Средства измерения (СИ) - это всевозможные технические средства, с помощью которых осуществляется сравнение измеряемой величины с величиной, принятой за единицу [7].

От СИ непосредственно зависит правильное определение значения измеряемой величины. Применяемые в настоящее время **СИ классифицируют** по следующим основным взаимно независимым признакам.

1. **По назначению** различают три вида СИ:

- ***Эталоны*** единиц физических величин - СИ или комплексы СИ, официально утвержденные эталонами для хранения и воспроизведения единиц физических величин с наивысшей достижимой точностью.
- ***Образцовые*** СИ - это меры и измерительные приборы, утвержденные в качестве образцовых. Они служат для поверки нижестоящих по поверочной схеме СИ, в то же время их периодически поверяют по эталонам. ***Поверка –*** экспериментальное определение погрешности СИ и установление их пригодности к применению.
- ***Рабочие*** (цеховые) СИ - это меры и приборы, предназначенные для измерения изделий. Эти СИ периодически поверяют по образцовым СИ.

2. **По конструкции** СИ делят на три группы:

- ***Меры*** - это тела или устройства для хранения и воспроизведения физической величины заданного размера, значение которого известно с необходимой для измерения точностью (например, концевые меры длины, угловые меры, калибры и т.п.).
- ***Измерительные приборы и инструменты*** - это устройства, посредством которых измеряемые величины сравнивают с единицей измерения. Простейшие СИ условно относят к группе измерительных инструментов, а более сложные - к группе измерительных приборов. Измерительный прибор в отличие от меры не воспроизводит известное значение величины.

- ***Измерительные установки и системы*** - совокупность функционально объединенных СИ и вспомогательных устройств, предназначенных для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для непосредственного восприятия наблюдателем (в измерительных установках) и для автоматической обработки результатов измерений и передачи их на расстояние или использования в автоматических системах управления.

3. **По характеру применения** СИ делятся на два вида – универсальные и специальные.

4. **По принципу действия** - механические, электрические, гидравлические, пневматические, оптические, радиоактивные и др.

5. **По роду измеряемых величин или параметров** – для измерения линейных и угловых величин, температуры, давления, массы, влажности, электрических величин, частоты вращения, сил и моментов и др.

В процессе производства и ремонта различных машин, механизмов и при-боров наиболее широкое распространение получили **СИ линейных величин**, то есть размеров.

Размер - числовое значение линейной величины (диаметра, длины и т.д.) в выбранных единицах измерения, в технике обычно **в миллиметрах** [1].

В метрологии и системе допусков и посадок различают номинальный, действительный и предельные (наибольший и наименьший) размеры.

Номинальный размер - размер, относительно которого определяются отклонения [7].

Действительный размер - размер элемента, установленный измерением с допустимой погрешностью [2].

4.3 Методы измерения

Метод измерения – это совокупность правил и приемов использования СИ, позволяющая решить поставленную измерительную задачу по определению какой-либо искомой величины [2].

Каждый метод измерения **характеризуется** следующими **четырьмя**

признаками.

1. **По настройке** прибора различают:

- ***Абсолютный метод измерения***, при котором вся измеряемая величина определяется непосредственно по шкале прибора (измерения линейкой, штангенинструментом и микрометрическим инструментом).

- ***Относительный метод измерения*** (метод сравнения), при котором определяется только отклонение измеряемой величины от размера установочной меры или образца. При этом искомая величина находится алгебраическим суммированием отклонения (показания) прибора и размера установочной меры.

Приборы, предназначенные для относительных измерений, могут быть использованы и для абсолютных измерений, если значение измеряемой величины не превышает диапазона показаний шкалы прибора.

2. **По отсчету** метод измерения может быть прямой или косвенный.

Прямой метод измерения, при котором значение измеряемой величины устанавливают непосредственно из опытных данных, то есть по показаниям прибора. Например, измерение диаметра или длины детали.

Косвенным методом пользуются, когда невозможно или очень сложно измерить непосредственное значение искомой величины и её находят вычислением (по известной зависимости по результатам прямых измерений других величин. Например, длину окружности можно определить по результатам измерения диаметра цилиндрической поверхности.

3. **По техническим условиям** различают:

- ***Комплексный метод*** измерения или контроля, позволяющий сразу дать заключение о годности детали по всем или нескольким параметрам. Например, контроль деталей шлицевого соединения с помощью предельных калибров.

- ***Дифференцированный*** (поэлементный) ***метод*** измерения или контроля, который заключается в независимой проверке каждого элемента детали в отдельности. Например, определение наружного и внутреннего

диаметров, а также ширины шлица в шлицевых соединениях. Заключение о годности детали делают по результатам всех измерений.

4. **По контакту с измеряемой деталью** различают контактный и бесконтактный методы измерения.

Контактным называется метод измерения, при котором измерительные поверхности прибора или инструмента непосредственно соприкасаются с поверхностью измеряемой детали [6].

При бесконтактном методе инструмент не соприкасается с поверхностью измеряемой детали. Например, пневматические, оптические и другие способы измерения [5].

4.4 Основные метрологические показатели средств измерения

Для правильного выбора и назначения СИ необходимо знать его возможности, то есть метрологические показатели. Основными из них являются следующие.

Деление шкалы прибора – промежуток между двумя соседними отметками (штрихами, рисками, точками) шкалы [4].

Длина (интервал) **деления шкалы** – расстояние между осями двух соседних отметок шкалы [7].

Цена деления шкалы – разность значений измеряемой величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы. Например, цена деления 0,01 мм при длине деления шкалы прибора, равной 2 мм [7].

Диапазон показаний шкалы – область значений шкалы, ограниченная её начальным и конечным значениями. Например, 0 – 1,0 мм [1].

Диапазон измерений – область значений измеряемой величины, в пределах которой нормированы допустимые погрешности СИ. Например, диапазон измерения штангенциркулем ШЦ-1 составляет 0-125 мм [2].

Предел измерений – наибольшее или наименьшее значение диапазона измерений. Например, для ШЦ-1 нижний предел 0, а верхний - 125 мм [3].

Точность отсчета (точность инструмента) – это точность, которую

можно получить при измерении, пользуясь отсчетным устройством СИ [5]. Например, точность штангенинструмента в соответствии с точностью отсчета по нониусу может быть равна 0,1 или 0,05 мм.

Погрешность показания прибора – разность между показанием прибора и действительным значением измеряемой величины, которое может быть установлено или по аттестату, или путем измерения образцовым прибором [7].

Погрешность измерения – разность между результатами измерения и истинным значением измеряемой величины [3].

Под погрешностью измерения понимается суммарная погрешность, в которую включается погрешность самого прибора, погрешность установки при измерении, погрешность настройки, температурная погрешность и многие другие погрешности, которые могут возникнуть при измерениях.

Поправка – значение величины, которое следует прибавить к показанию измерительного прибора для того, чтобы получить значение измеряемой величины, приближающееся к её истинному значению. Поправка численно равна погрешности, взятой с обратным знаком [4].

4.5 Погрешности средств измерения

Измерение любой величины не дает её действительного значения из-за неизбежных погрешностей измерения. Погрешности измерений, как и погрешности изготовления деталей, делятся на три категории: систематические, случайные и грубые (промахи).

Систематическими называются погрешности, постоянные по величине и знаку или изменяющиеся по определенному закону. **Постоянная погрешность** имеет одно и то же значение для каждой измеренной детали в партии [7]. Исключают эти погрешности путем устранения источников появления (ошибки настройки прибора, износ измерительных наконечников, температурные деформации и др.) или внесения поправок в результат измерения.

Случайной называют погрешность, значение и знак которой при повторных измерения одной и той же величины изменяются случайным образом. Устранить случайные погрешности невозможно, так как нельзя заранее определить их величину [2].

Грубые погрешности (промахи) являются следствием допущенной грубой ошибки, например, при считывании результатов измерения и т.д.

От систематических погрешностей зависит **правильность измерений**, от случайных – **точность измерений**, а от грубых погрешностей – **годность измерений** [3].

При выборе и назначении СИ в первую очередь оценивают все возможные погрешности, возникающие в процессе измерений, то есть такую суммарную погрешность измерения, в которой проявляются все категории погрешностей.

Погрешности измерений в комплексе **подчиняются закону нормального распределения**, из которого следует, что суммарные погрешности практически не выходят за границы ±3σ. Поэтому для оценки точности измерения используют метрологическую характеристику – **предельную погрешность СИ**, обозначаемую Δlim = ±3, где - среднее квадратическое отклонение погрешности измерения. Отсюда вытекает, что погрешность данного СИ в пределах всей шкалы должна быть с вероятностью 99,73 % не более Δlim.

Погрешности, выходящие за пределы ±3σ должны быть отнесены к грубым ошибкам и исключены из результатов измерений.

Значение можно определить только при многократных измерениях в лабораторных условиях, в цеховых же условиях и вообще при однократных измерениях пользуются готовыми справочными таблицами значений ± Δlim.

Поэтому **при однократном измерении** универсальными СИ результат измерения записывают в виде:

$$D = D_д \pm \Delta lim,$$

где Dд – действительное значение измеренного размера.

Чтобы повысить точность измерений, когда невозможно применить СИ с меньшей погрешностью, проводят многократные измерения одной и той же величины, например, N раз. Результат такой серии **многократных измерений** записывают следующим образом:

$$D = D_д \pm \frac{\Delta lim}{\sqrt{N}},$$

где Dд - среднее арифметическое полученных N значений измерений. Таким образом, предельная погрешность измерений ± Δlim является **основным критерием при выборе** и назначении **каждого СИ.**

5 Порядок выполнения работы и методические указания

1. **Получить** у преподавателя методические указания и заданные средства измерения для индивидуального выполнения лабораторной работы.

2. **Изучить** по методическим указаниям цель работы, задание и основные теоретические положения. **Особое внимание уделить** средствам и методам измерения и основным метрологическим показателям.

3. **Записать** в тетради наименование работы, индивидуальное задание **и законспектировать** сущность следующих основных понятий:

- Метрология
- Измерение
- Средства измерения
- Методы измерения по настройке и по отсчёту
- Цена и интервал деления шкалы
- Диапазон показаний и измерений
- Точность отчета и предельная погрешность прибора (инструмента)

4. **Изучить** по плакатам назначение и устройство полученных УСИ. Особое внимание уделить отсчетному устройству, основной и дополнительной шкалам прибора.

5. **Подготовить таблицу** для описания метрологических показателей заданных средств измерения согласно приложению А.

6. **Определить и записать** в таблицу основные метрологические показатели полученных УСИ. При этом **необходимо помнить**, что точность отсчета обычно указывается на самом приборе (инструменте), а интервал деления шкалы определяется вычислением путем деления длины шкалы на число её делений. Значение предельной погрешности определяют по приложению Б, ориентируясь на верхний предел измерения каждого инструмента.

7. **Оформить отчет** по лабораторной работе **и сделать выводы** о точности заданных средств измерения.

8. Для самопроверки **ответить на контрольные вопросы и защитить** выполненную **работу** у преподавателя.

6 Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующие данные:

1. Наименование лабораторной работы.
2. Индивидуальное задание.
3. Краткий конспект основных терминов и определений.
4. Описание метрологических показателей, заданных СИ.
5. Выводы о точности заданных средств измерения.

7. Контрольные вопросы

1. Что является предметом изучения метрологии?
2. Дайте определение метрологии как науки.
3. Что понимается под измерением?
4. В чем заключается сущность процесса измерения?
5. Что представляет собой всегда результат измерения?
6. Кто устанавливает единицы физических величин?
7. Какие единицы физических величин являются основными, а какие дополнительными?
8. Как образуются производные единицы физических величин? Поясните примером.
9. Как образуются десятичные кратные и дольные единицы физических величин? Поясните примером.
10. На какие виды делятся измерения?
11. Какие измерения относятся к техническим?
12. В чем заключается особенность технических измерений?
13. Где применяются технические измерения?
14. Что понимается под контролем?
15. В чем заключается сущность контроля?
16. Что общего и в чем различие между измерением и контролем?
17. С какой целью производятся обычно измерения и контроль?
18. Какие основные требования предъявляются к техническим измерениям?
19. Что понимается под СИ?
20. Что непосредственно зависит от СИ?
21. По каким признакам классифицируют СИ?
22. Как делятся СИ по назначению?
23. Для чего предназначены эталоны единиц физических величин?
24. Для чего служат образцовые СИ?
25. Для чего применяются рабочие СИ?

26. Как делятся СИ по конструкции?

27. Как делятся СИ по характеру применения?

28. Как делятся СИ по принципу действия и роду измеряемых величин?

29. Что понимается под размером?

30. Какие размеры различают в метрологии и системе допусков и посадок в машиностроении?

31. Что понимается под действительным размером? Поясните примером.

32. Что понимается под методом измерения?

33. Какие четыре признака характеризуют каждый метод измерения?

34. Какие методы измерения различают по настройке прибора?

35. Охарактеризуйте абсолютный и относительный методы измерения.

36. Какие методы измерения различают по способу отсчета?

37. Охарактеризуйте прямой и косвенный методы измерения.

38. Чем отличаются комплексный и дифференцированный методы измерения?

39. Чем отличаются контактный и бесконтактный методы измерения?

40. Перечислите основные метрологические показатели СИ.

41. Что представляет собой деление шкалы прибора?

42. Что называется длиной (интервалом) и ценой деления шкалы?

43. Что представляет собой предел измерений?

44. Что называется диапазоном показаний и измерений прибора?

45. Что называется точностью отсчета прибора?

46. Поясните сущность погрешности показаний прибора.

47. Что понимается под погрешностью измерения?

48. Что влияет на величину погрешности измерения?

49. На какие три категории делятся погрешности измерения?

50. Какие погрешности измерения называются систематическими,

случайными, грубыми?

51. В чем заключается влияние систематических, случайных и грубых погрешностей на результат измерения?

52. Какому закону распределения и почему подчиняются погрешности измерений в комплексе?

53. Назовите и поясните известные меры положения и меры рассеивания случайной величины.

54. Что понимается под предельной погрешностью СИ?

55. Для чего используют метрологическую характеристику – предельную погрешность СИ?

56. Чем определяется величина предельной погрешности СИ?

57. О чем свидетельствует величина предельной погрешности СИ?

58. Какие погрешности должны быть отнесены к грубым ошибкам и исключены из результатов измерения?

59. Откуда и как определяют значение предельной погрешности СИ при однократном измерении?

60. По какой формуле определяется размер в результате однократного измерения?

61. Как повысить точность измерений, когда невозможно применить СИ с меньшей погрешностью?

62. С какой целью и почему часто применяют многократные измерения одной и той же величины?

Приложение А

Описание метрологических показателей заданных средств измерения

Наименование инструмента (прибора)	Основная шкала			Дополнительная шкала			Инструмент (прибор) в целом		
	Цена деления, мм	Интервал (длина) деления, мм	Диапазон показаний, мм	Цена деления, мм	Интервал (длина) деления, мм	Диапазон показаний, мм	Точность отсчета, мм	Диапазон измерения, мм	Предельная погреш-ность, мм

Приложение Б

Предельные погрешности универсальных средств измерения линейных величин (± lim)

Наименование УСИ		Интервал размеров, мм									
		Свыше 0	25	50	75	100	125	150	175	200	250
		До 25	50	75	100	125	150	175	200	250	300
		Значение ±Δ**lim**, мкм									
1		*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*
Штангенинструмент:	0,05 мм	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1. Штангенциркуль с отсчетом по нониусу:	0,1 мм	150	150	200	200	200	200	200	200	200	250
2. Штангенглубиномер с отсчетом по нониусу:	0,05 мм	100	100	150	150	150	150	150	150	150	150
	0, 1 мм	200	250	300	300	300	300	300	300	300	300
3. Штангенрейсмус с отсчетом по нониусу:	0,05 мм	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
	0,01 мм	250	300	350	350	350	350	350	350	350	400

Продолжение приложения Б

Наименование УСИ	Интервал размеров, мм									
	Свыше 0	25	50	75	100	125	150	175	200	250
	До 25	50	75	100	125	150	175	200	250	300
	Значение $\pm\Delta lim$, мкм									
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*
Микрометрический инструмент:										
1. Микрометр гладкий типа МК 2. Микрометр рычажный типа МР с отсчетом 0,002 мм.	5	10	10	15	15	15	20	20	25	50
3. Нутромер микрометрический типа МН.	--	--	20	20	20	20	20	20	20	30
4. Глубиномер микрометрический типа ГМ	5	20	20	20	--	--	--	--	--	--
Индикаторные приборы:										
1. Индикатор типа ИЧ на стойке с ценой деления 0,01 мм	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8
2. Индикатор типа МИГ-1 с ценой деления 0,001 мм на стойке	3	4	4	4	4,5	4,5	4,5	-	-	-
3. Скобы индикаторные с головкой с отсчетом 0,01 мм	12	13	15	15	15	20	20	20	40	50
4. Индикаторный нутромер с измерительной головкой с ценой деления 0,01 мм при работе в границах всего диапазона шкалы	15	20	20	25	25	25	25	25	25	30

Лабораторная работа №2

«Плоскопараллельные концевые меры длины»

1 Цель работы

Изучить назначение, конструкцию, область применения плоскопараллельных концевых мер длины (сокращённо ПКМД) и освоить методику составления блоков ПКМД на заданные размеры.

2 Техническое оснащение работы

При выполнении лабораторной работы применяются:

- наборы ПКМД
- принадлежности к ПКМД
- мягкие полотняные салфетки
- персональные калькуляторы

3 Задание

Составить блоки ПКМД на заданные размеры Азад = … и Бзад = ..., определить погрешность блоков и записать окончательные размеры с отклонениями.

Конкретный вариант индивидуального задания определяется по приложению А в соответствии с порядковым номером студента по журналу преподавателя.

4 Основные теоретические положения

Технический прогресс, производство и ремонт точных, надёжных и долговечных машин, повышение качества продукции, обеспечение взаимозаменяемости и кооперирования производства невозможны без обеспечения единства мер.

Меры - это тела или устройства для хранения и воспроизведения физической величины заданного значения. К мерам относятся различные

меры длины, угловые меры, гири, конденсаторы постоянной ёмкости и т.п [2].

В процессе производства и ремонта различных машин, механизмов и приборов наиболее широкое распространение получили **меры длины**, которые **по конструктивным признакам делят** на штриховые и концевые.

Штриховые меры длины - меры, размер которых определяет расстояние между осями двух штрихов или нескольких, нанесённых перпендикулярно к продольной оси меры. К штриховым мерам длины относят брусковые меры длины, металлические измерительные линейки, ленточные рулетки и шкалы различных измерительных приборов [7].

К концевым мерам длины относят ПКМД, установочные меры к микрометрам и нутромерам, калиброванные кольца, пластины и щупы [1].

Основу современных линейных измерений в процессе производства и ремонта различных машин составляют ПКМД.

4.1 Плоскопараллельные концевые меры длины

ПКМД предназначены для хранения и воспроизведения единицы длины заданного размера, значение которого известно с необходимой для измерения точностью [7].

Их **применяют** для передачи размера от рабочего эталона длины до изделия включительно, широко используют в лабораторной, производственной и ремонтной практике линейных измерений.

С помощью ПКМД проверяют, настраивают, градуируют измерительные приборы и инструменты, устанавливают приборы на ноль при относительных измерениях, выполняют точную разметочную работу, наладку станков и производят непосредственные измерения изделий; их используют также при лекальных, слесарных, сборочных и регулировочных работах.

ПКМД **представляют собой** бруски из закаленной стали или твердого сплава, имеющие форму прямоугольного параллелепипеда - плитки с размерами поперечного сечения согласно рисунку 1 и приложению Б.

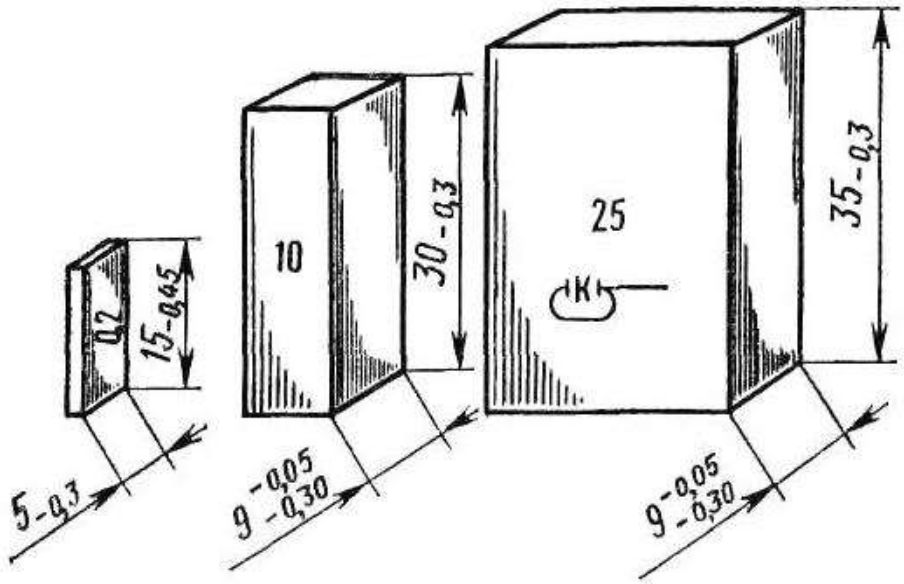


Рисунок 1 - Плоскопараллельные меры длины

Две противоположные поверхности каждой концевой меры являются **рабочими измерительными поверхностями,** которые весьма точно обрабатывают путём шлифования и доводки. Обе рабочие поверхности отличаются от других поверхностей ПКМД зеркальным блеском и малой шероховатостью (среднее арифметическое отклонение профиля Ra 0,016 мкм). Размер между двумя точно доведёнными параллельными рабочими поверхностями является **рабочим** [4].

За величину рабочего размера ПКМД принимают её **срединный размер** (но не средний), равный длине перпендикуляра АВ, опущенного из точки пересечения диагоналей свободней поверхности (точка А) на поверхность, к которой притёрта концевая мера (рис.2).

Важнейшими свойствами ПКМД являются плоскопараллельность и притираемость:

- **Плоскопараллельность** концевой меры характеризуется наибольшей по абсолютной величине разностью между длиной меры в любой точке и срединной её длиной.

- **Притираемость** - это способность измерительных поверхностей концевых мер обеспечивать прочное сцепление между собой, а также с плоской металлической, стеклянной или кварцевой пластинами при прикладывании или надвигании одной ПКМД на другую или концевой меры на пластину. Притираемость ПКМД обусловлена силами молекулярного сцепления их измерительных поверхностей. Притираемость позволяет составлять из нескольких плиток блок ПКМД, размер которого близок к сумме размеров отдельных плиток.

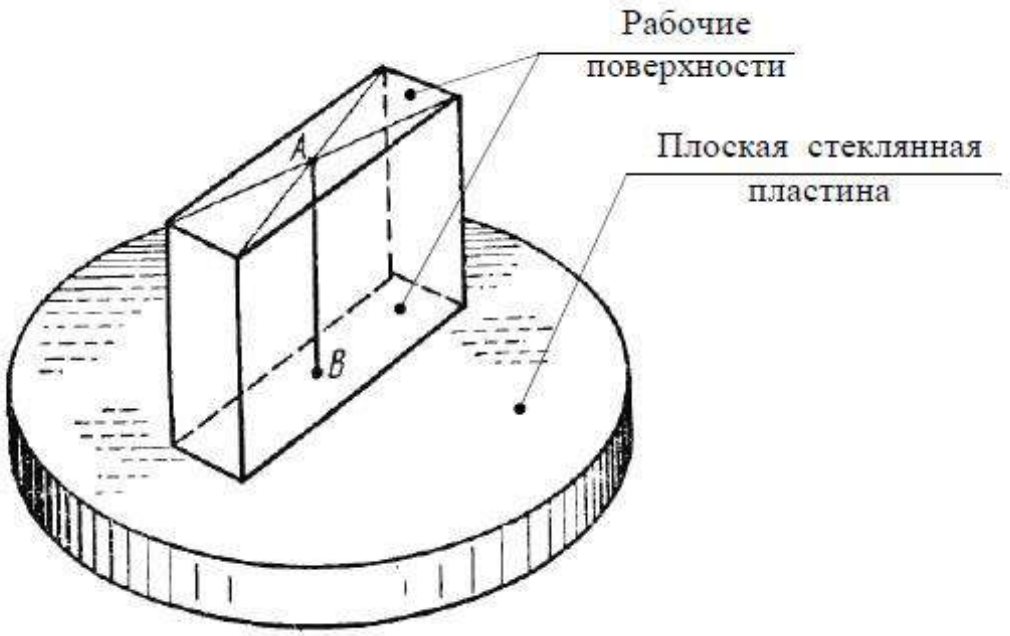


Рисунок 2 АВ – срединный размер (длина) ПКМД

Основными **параметрами точности** ПКМД являются:

- **Отклонение длины** ПКМД от номинальной - наибольшая по абсолютному значению разность между длиной концевой меры в любой точке и номинальной длиной ПКМД.
- **Отклонение от плоскопараллельности** измерительных поверхностей концевой меры - разность между наибольшей и наименьшей длинами концевой меры.

В зависимости от точности изготовления ПКМД, т.е. от величины допусков на отклонения длины концевой меры от номинальной и отклонения

от плоскопараллельности измерительных поверхностей, их **относят к классам точности:** 00, 0, 1, 2 и 3 (в порядке снижения точности). **Для мер, находящихся в эксплуатации** или отремонтированных, установлены 4-й и 5-й классы. Допускаемые отклонения концевых мер от номинального их размера и класса точности приведены в приложении В.

В зависимости от точности аттестации (измерения) **ПКМД подразделяют на пять разрядов:** 1, 2, 3, 4 и 5-й. Высшим по точности является первый разряд.

Разряд ПКМД характеризуется предельной погрешностью того инструмента или прибора, при помощи которого определяли её срединный размер [7].

Для использования концевых мер по разряду каждая из них должна иметь **аттестат** с указанием её действительного размера (до десятых и сотых долей микрометра).

Если ПКМД применяют по классам точности, то за размер меры принимают его номинальное значение, указанное на самой мере. При этом не учитываются неизбежные погрешности изготовления, а погрешность измерения определяется классом точности. Её можно уменьшить, **если ПКМД применять по разрядам** и за размер меры принять его действительное значение, указанное в аттестате. Таким приёмом удаётся расширить возможность использования мер более грубых классов точности, что обычно применяется при поверке измерительных приборов и при особо точных измерениях [1].

На каждой концевой мере указывается её номинальный размер. На мерах до 5,5мм он наносится на одну из рабочих измерительных поверхностей, а на больших - на боковой нерабочей поверхности (рис.1). Номинальные размеры ПКМД установлены в пределах от 0,1 до 1000мм с градацией в рядах через 0,001; 0,01; 0,1; 0,5; 10; 25; 50; 100мм.

Для большего удобства **ПКМД комплектуют в наборы** [7]. Всего существует двадцать два стандартных набора, характеристика основных из

них представлена в приложении Г.

Наибольшее распространение получили наборы №1 (83 плитки) и №2 (38 плиток), позволяющие составлять блоки ПКМД с размерами через 0,005 мм при использовании малого числа мер. Для составления блоков ПКМД, **размеры которых содержат тысячные доли миллиметра,** дополнительно используют наборы номеров 4-7, 16 и 17 с градацией размеров концевых мер через 0,001 мм. В некоторые наборы (например, наборы номеров 8, 9, 18 и 19), кроме основных, входят так называемые защитные меры из твердого сплава, которые притирают по концам блока.

Защитные меры служат для предохранения от повреждений и износа в случае, если блок ПКМД используется многократно. Защитные меры в отличие от остальных имеют срезанные углы и дополнительную буквенную маркировку [4].

На производстве ПКМД условно делят на основные и подчиненные. **Основные меры** - это те, которые имеют высший разряд или класс по сравнению со всеми другими мерами, используемыми на данном производстве. Остальные меры относят **к подчиненным** [5]. Основные меры служат для проверки подчиненных мер.

ПКМД, служащие для поверки и градуировки средств измерения, называют **образцовыми** [6]. По образцовым ПКМД 1-го разряда проверяют образцовые ПКМД 2-го разряда, затем по ПКМД 2-го разряда проверяют образцовые ПКМД 3-го разряда, по ПКМД 3-го разряда проверяют меры 4-го разряда и по ПКМД 4-го разряда проверяют ПКМД 5-го разряда.

4.2 Порядок составления блоков ПКМД

При работе с ПКМД в общем случае, если в наборе нет концевой меры требуемого номинального размера, **составляют блок ПКМД** из возможно меньшего числа мер.

Блок ПКМД представляет собой набор притертых друг к другу нескольких концевых мер, требуемый размер которого равен (с допустимой

погрешностью) сумме размеров отдельных плиток, входящих в этот блок.

Составление блоков ПКМД для получения требуемых размеров может производиться или в соответствии с классом точности плиток, или, если требуется повышенная точность, в соответствии с их разрядом. Но составление блока по разряду значительно сложнее и кропотливее, чем по классу. Поэтому на практике, как правило, **для обычной точности размеров применяют блоки ПКМД составленные по классу**. Число плиток в блоке должно быть не более пяти.

При составлении блока ПКМД по классу **придерживаются следующего порядка и содержания работ**.

1. Определяют количество и размер ПКМД, входящих в блок, учитывая имеющиеся в наборе номинальные размеры концевых мер.

Первой выбирают ту меру, которая **совпадает** несколькими (или одной) **последними цифрами** с требуемым размером блока.

Затем из размера блока вычитывают размер выбранной меры и берут вторую меру, **совпадающую** несколькими (или одной) **последними цифрами с остатком**.

Дальнейший расчет производят в той же последовательности (подробнее см. таблицу 1, столбцы *1–3*), что обеспечивает наименьшее количество мер в блоке; такой расчет сокращает время на составление блоков, уменьшает износ ПКМД и повышает точность блоков.

ПРИМЕР: Допустим, требуется составить блок ПКМД на размер Азад = 75,426мм из концевых мер второго класса (без защитных плиток).

2. Устанавливают предельную погрешность блоков ПКМД - Δlim(бл).

По приложению В, предельная погрешность отобранных мер (см. пример выше) будет соответственно равна: 0,35 мкм, 0,35 мкм и 0,90 мкм, которые заносят в столбец *4* таблицы 1.

Таблица 1 Составление блока ПКМД на размер Азад = 75,426мм

Порядковый номер меры	Номинальный размер меры, мм	Остаток, мм	Предельная погрешность меры, Δlim, мкм
1	*2*	*3*	*4*
1 - я мера	1,006	75,426 - 1,006 = 74,420	0,35
2 - я мера	1,420	74,420 - 1,420 = 73,000	0,35
3 - я мера	3,000	73,000 - 3,000 = 70,000	0,35
4 - я мера	70,00	70,000 - 70,000 = 0	0,9
Проверка: 1,006 + 1,420 + 3,000 + 70,000 = 75,426 мм			

Предельную погрешность блока устанавливают на основании закона суммирования случайных и независимых величин погрешностей отдельных ПКМД по формуле:

$$\Delta \lim(\ бл) = \sqrt{\Delta^2 \lim(\ 1) + \Delta^2 \lim(\ 2) + ... + \Delta^2 \lim(\ n)}$$

где Δlim(1), Δlim(2), ... Δlim(n) – предельная погрешность соответственно 1, 2, … n - ой меры, т.е. допускаемые отклонения размеров ПКМД от номинального их значения (по приложению В).

В рассматриваемом примере для Азад = 75,426мм:

$$\Delta \lim(\ бл.А) = \pm\sqrt{0{,}35^2 + 0{,}35^2 + 0{,}35^2 + 0{,}9^2} = \pm 1{,}085 мкм$$

Если Δlim(бл) оказывается больше, чем необходимо по техническим условиям, то переходят к набору ПКМД более высокого класса точности. При использовании тех же размеров мер набора 1-го класса Δlim(бл) = ±0,545 мкм.

Таким образом устанавливают необходимый класс точности ПКМД для настройки измерительных приборов, станков и т. п.

3. Отобранные ПКМД очищают от смазки, промывают в чистом бензине, затем вытирают насухо чистой полотняной салфеткой. Промытые и вытертые меры нельзя брать руками за измерительные поверхности.

4. Составляют блок ПКМД, притирая подготовленные для блока меры.

Сначала к одной из защитных плиток притирают меры с номинальными размерами, выраженными целыми числами миллиметров, а затем притирают к ним концевые меры длины в порядке нарастания числа десятичных знаков в обозначении их размера. Последней устанавливают снова защитную плитку. Защитные плитки притирают всегда одной и той же стороной (немаркированной). Если блок составляют для разового использования, то **защитные плитки не ставят**. В рассмотренном выше примере сначала притирают меры 70 и 3мм, а за-тем к блоку ПКМД добавляют меру 1,42мм. Мера 1,006мм притирается последней.

ПКМД притирают следующим образом. Берут концевую меру за боковые плоскости, накладывают её на притираемую плитку или блок так, чтобы измерительные плоскости совмещались примерно на половину их длины (рис. 3, а). Затем, слегка нажимая на верхнюю плитку, надавливают её на нижнюю до полного контакта измерительных поверхностей. Если после этого плитки не разъединяются под действием собственного веса, то их **считают притертыми** [7].

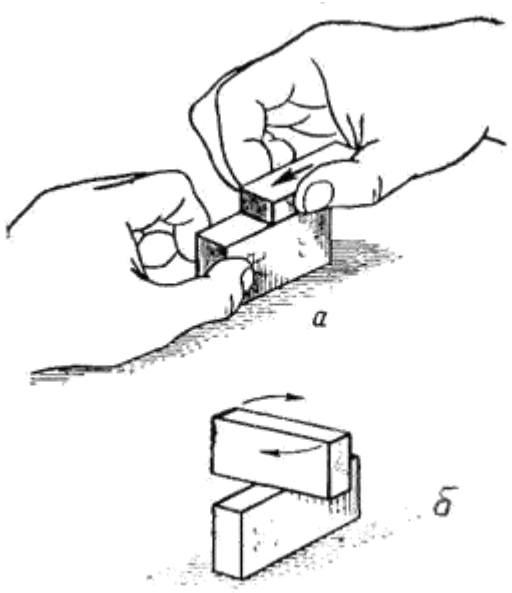


Рисунок 3 - Способы притирки ПКМД

ПКМД или блок концевых мер размером более 5,5мм можно притирать и так, как показано на рисунке 3,б. Притираемые меры накладывают друг на

друга крестообразно и с небольшим нажимом поворачивают одну относительно другой до тех пор, пока измерительные плоскости плиток не совпадут.

5. После окончания работы с блоком ПКМД его разбирают, а концевые меры длины вторично промывают бензином, протирают салфеткой и смазывают. Только после такой обработки ПКМД укладывают в футляр

4.3 Наборы принадлежностей к ПКМД

Для расширения области применения концевых мер часто используют стандартные **наборы принадлежностей к ПКМД,** краткая техническая характеристика которых приведена в приложении Д. Принадлежности (рис. 4) в основном предназначены для обеспечения удобного пользования блоками ПКМД при измерении размеров и выполнении разметочных работ.

На рис. 4,а приведена конструкция широко распространенной державки блоков ПКМД. На рис. 4,б представлена державка № 2 в сборе с блоком ПКМД и боковиком для измерения наружных размеров, снабженная стабилизатором силы прижима блока ПКМД, которая должна быть не менее 350 Н. Стабилизатор устанавливают между блоком ПКМД и прижимной планкой.

При измерении внутренних размеров, например, диаметра отверстия, собирают блок ПКМД с радиусными боковинами (рис. 4,в). При расчете блока ПКМД следует к сумме номинальных размеров концевых мер прибавлять сумму радиусов двух боковиков. Размеры боковиков указаны в приложении Д, а их разновидности - на рис. 4,г.

Измерение наружных и внутренних размеров с помощью блоков ПКМД особенно рационально при изготовлении изделий высокой точности. В этом случае размер блока ПКМД должен соответствовать номинальному или пре-дельным размерам изделия.

Приспособления к ПКМД используют при разметочных работах для вычерчивания окружности (рис. 4,д) или прямых, параллельных базе (рис 4,е). В последнем случае основание устанавливают на плиту, а державку с блоком

ПКМД закрепляют к основанию путем ввода нижнего вкладыша державки под вкладыш основания, получая таким образом рейсмас для разметочных работ на плите.

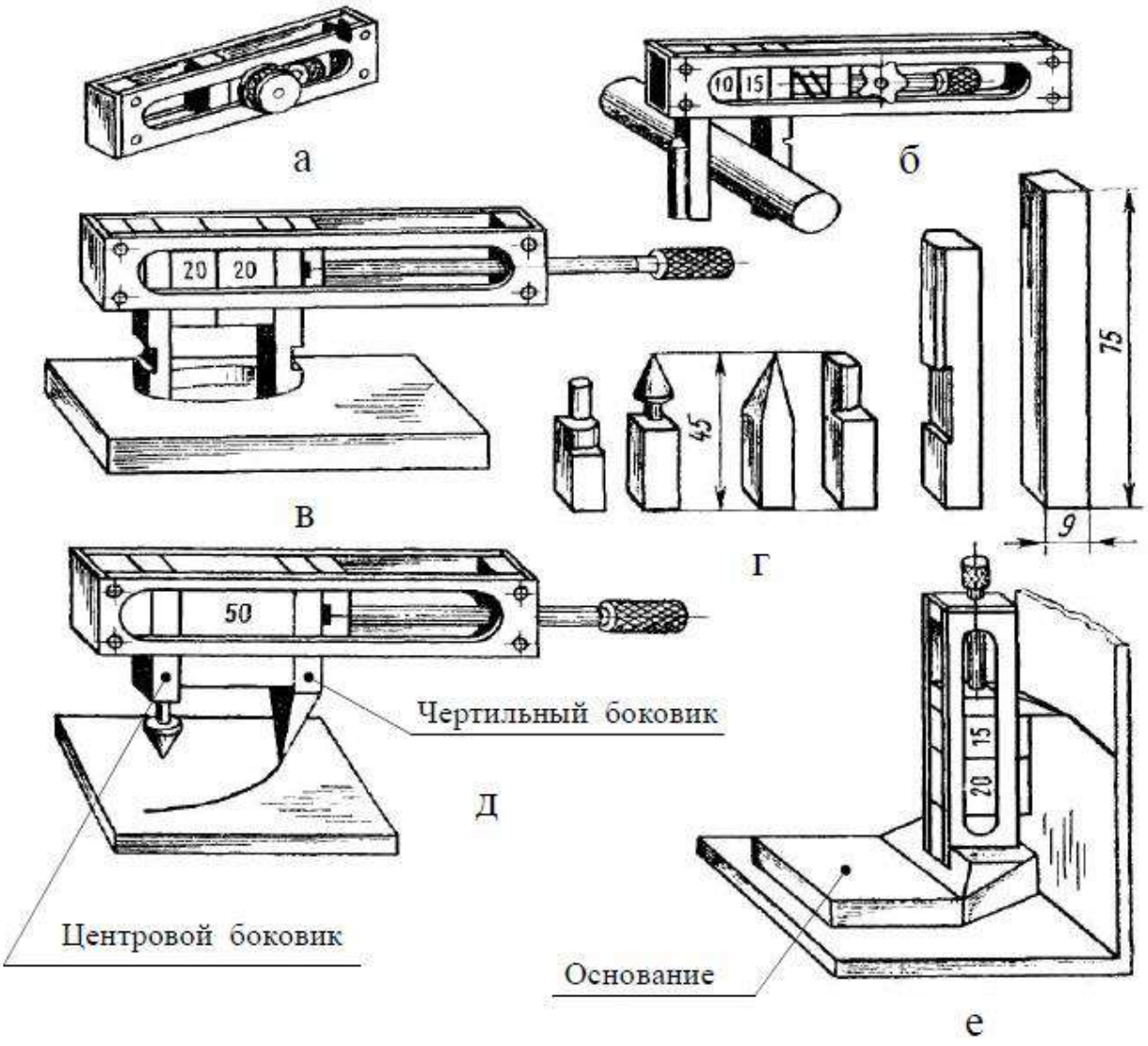


Рисунок 4 - Набор принадлежностей к ПКМД и примеры их применения

5 Порядок выполнения работы и методические указания

5.1 **Изучить** по методическим указаниям цель работы, задание и основные теоретические положения.

Особое внимание уделить назначению, конструкции, применению, основным свойствам и параметрам точности ПКМД. Уяснить порядок составления блоков и притирки ПКМД.

5.2 Согласно порядковому номеру студента по журналу преподавателя **определить** по приложению А **вариант** индивидуального **задания** и значения заданных размеров Азад и Бзад.

5.3 **Записать в тетради** наименование работы и конкретизированное индивидуальное задание.

5.4 Кратко **законспектировать в тетради** следующие основные понятия, термины и определения:

- Меры
- Назначение ПКМД
- Применение ПКМД
- Рабочий и срединный размер ПКМД
- Свойства ПКМД
- Параметры точности ПКМД
- Блок ПКМД
  - Формула для определения предельной погрешности $\Delta lim(бл)$

5.5 **Получить** набор ПКМД для выполнения лабораторной работы.

5.6 **Определить количество и размеры концевых мер,** необходимых для составления блоков по классу на заданные размеры Азад и Бзад, учитывая имеющиеся в вашем наборе номинальные размеры ПКМД.

Расчет выполнить и оформить в виде таблицы, аналогичной примеру, рассмотренному в п.4.2.

5.7 **Определить погрешность** блоков, составленных на размеры Азад и Бзад. Предельные погрешности отобранных для блоков плиток определять

по приложению В, полагая, что ПКМД в наборе соответствуют 4-му классу точности.

5.8 **Записать окончательные размеры** блоков ПКМД с отклонениями в следующем виде:

$$А = Азад \pm \Delta lim(бл.\ А)$$

$$Б = Бзад \pm \Delta lim(\ бл.\ Б)$$

5.9 **Оформить отчёт** по лабораторной работе и **сделать выводы** о точности блоков, проанализировав причины погрешностей на размерах А и Б.

5.10 **Составить любой блок,** притерев друг к другу предварительно отобранные и подготовленные ПКМД. Составленный блок ПКМД продемонстрировать преподавателю.

5.11 **Разобрать составленный блок,** плитки уложить в футляр на своё место и сдать набор ПКМД преподавателю.

5.12 Для самопроверки **ответить на контрольные вопросы** и защитить выполненную работу у преподавателя.

6 Содержание отчёта

Отчёт по лабораторной работе должен содержать следующие данные:

1. Наименование работы.
2. Конкретизированное индивидуальное задание.
3. Краткий конспект основных понятий, терминов и определений.
4. Содержание выполненной работы по п.5.6 – 5.8.
5. Выводы о точности блоков, составленных на размеры А и Б.

7 Контрольные вопросы

1. Почему производство и ремонт машин невозможны без обеспечения единства мер?
2. Что представляют собой меры в общем случае?
5. Для чего предназначены меры в общем случае?
6. Для чего предназначены меры длины?
7. Как делятся меры длины по конструктивным признакам?
8. Что относят к штриховым мерам длины?
9. Что относят к концевым мерам длины?
10. Для чего предназначены ПКМД?
11. Что представляет собой ПКМД?
12. С какой целью применяют ПКМД?
13. Где применяют и используют ПКМД?
14. Какие поверхности ПКМД являются рабочими измерительными?
15. По каким признакам отличаются рабочие измерительные поверхности от других поверхностей ПКМД?
16. Что принимают за рабочий размер ПКМД?
17. Что понимают под срединным размером ПКМД?
18. Какие два свойства ПКМД являются важнейшими?
19. Чем характеризуется плоскопараллельность ПКМД?
20. Что представляет собой притираемость ПКМД?
21. Какими параметрами характеризуется точность ПКМД?
22. Что представляет собой отклонение длины ПКМД от номинальной?
21. Что представляет собой отклонение от плоскопараллельности измерительных поверхностей ПКМД?
22. Для чего нужна притираемость ПКМД?
23. Для чего нужна плоскопараллельность ПКМД?
24. Чем характеризуется класс точности ПКМД?
25. Как делятся ПКМД в зависимости от точности их изготовления?

26. Какие классы точности ПКМД Вы знаете?

27. Как делятся ПКМД в зависимости от точности их аттестации?

28. Чем характеризуется разряд ПКМД?

29. Какие разряды аттестации ПКМД Вы знаете?

30. Как называется документ, характеризующий точность ПКМД по разряду?

31. Что указывается в аттестате ПКМД соответствующего разряда?

32. Что принимают за размер меры, если ПКМД применяют по классам точности?

33. Что принимают за размер меры, если ПКМД применяют по разрядам?

34. Что обеспечивает более высокую точность измерения: применение ПКМД но классам или разрядам и почему?

35. Что указывается на каждый ПКМД?

36. Для чего ПКМД комплектуются в наборы?

37. Что такое защитные меры и для чего они применяются?

38. По какому признаку ПКМД делятся на основные и подчинённые?

39. Какие меры относят к основным и для чего они служат?

40. Какие меры относят к подчинённым и для чего они используются?

41. Какие меры называют образцовыми и для чего они используются?

42. Каков порядок составления блока ПКМД по классу для получения заданного размера?

43. По какой формуле определяется предельная погрешность блока ПКМД?

44. От чего зависит предельная погрешность блока ПКМД?

45. Назовите и поясните возможные пути повышения точности размера блока ПКМД?

46. Каким образом устанавливают необходимый класс точности ПКМД, используемых для измерения и контроля изделий?

47. Каков порядок притирки плиток в блок?

48. Какие плитки считаются притёртыми?
49. Для чего предназначены наборы принадлежностей к ПКМД?
50. Для чего используются наборы принадлежностей к ПКМД?

Приложение А

Варианты индивидуальных заданий для выполнения лабораторной работы

№ варианта	Заданные размеры, мм	
	А зад	**Б зад**
1	52,345	54,321
2	54,695	58,642
3	57,135	62,963
4	59,385	67,284
5	61,725	71,616
6	64,175	75,927
7	66,415	80,247
8	68,765	84,568
9	71,115	88,889
10	73,455	93,213
11	75,795	97,531
12	78,145	101,852
13	80,485	106,173
14	82,835	109,494
15	85,175	114,816
16	87,525	119,136
17	89,865	123,457
18	92,215	127,778
19	94,545	132,099
20	96,935	136,423
21	99,245	139,741
22	101,595	144,062
23	103,935	148,383
24	106,285	151,704
25	108,625	157,026
26	110,975	161,346
27	113,315	165,667
28	115,115	169,988
29	118,125	174,309
30	119,355	178,631
31	122,695	181,951
32	125,045	184,727
33	127,385	186,953
34	129,735	188,914
35	132,175	191,652

Приложение Б

Размеры поперечного сечения ПКМД [5]

Номинальный размер ПКМД, мм	Размер поперечного сечения ПКМД, мм
От 0,1 до 0,2	$15_{-0,45} \times 5_{-0,3}$
Св. 0,2 до 0,29	$30_{-0,3} \times 9^{-0,05}_{-0,30}$
Св. 0,29 до 0,6	$20_{-0,3} \times 9^{-0,05}_{-0,30}$
Св. 0,6 до 10,1	$30_{-0,3} \times 9^{-0,05}_{-0,30}$
Св. 10,1 до 1000	$35_{-0,3} \times 9^{-0,05}_{-0,30}$

Приложение В

Допускаемые отклонения ПКМД от номинального их размера и класса точности 4

Номинальный размер ПКМД, мм	Предельная погрешность ПКМД ± Δlim, мкм						
	В процессе изготовления					После эксплуатации	
	Для классов точности						
	00	0	1	2	3	4	5
До 10	0,05	0,10	0,18	0,35	0,80	2,00	4,00
Св. 10 до 25	0,07	0,14	0,27	0,55	1,2	2,50	5,00
Св. 25 до 50	0,10	0,20	0,35	0,70	1,60	3,50	6,00
Св. 50 до 75	0,12	0,25	0,45	0,90	2,00	4,50	8,00
Св. 75 до 100	0,14	0,30	0,55	1,10	2,50	5,00	10,00

Приложение Г

Основные наборы ПКМД [5]

Номер набора(число мер в наборе)	Градация мер, мм	Номинальные размеры мер, мм	Число мер в наборе	Классы точности наборов
1	2	3	4	5
1 (83)	— 0,01 0,1 — 0,5 10	1,005 1 - 1,5 1,6 - 2 0,5 2,5 - 10 20 - 100	1 51 5 1 16 9	0; 1; 2; 3
2 (38)	— 0,01 0,1 1 10	1,005 1 - 1,1 1,2 - 2 3 - 10 20 - 100	1 11 9 8 9	1; 2; 3
3 (112)	— 0,01 0,1 — 0,5 10	1,005 1 - 1,5 1,6 - 2 0,5 2,5 - 25 30 - 100	1 51 5 1 46 8	0; 1; 2; 3
4 (11) 5 (11) 6 (11) 7 (11)	0,001 0,001 0,001 0,001	2 - 2,01 1,99 - 2 1 - 1,01 0,99 - 1	11 11 11 11	0; 1; 2
8 (8+2)	25 50 100 —	125 - 200 250 - 300 400 - 500 50(защитные)	4 2 2 2	0; l; 2; 3
9 (10+2)	100 —	100 - 1000 50(защитные)	10 2	0; 1; 2; 3
10 (20)	0,01	0,1 - 0,29	20	1; 2; 3

Продолжение приложения Г

Номер набора(число мер в наборе)	Градация мер, мм	Номинальные размеры мер, мм	Число мер в наборе	Классы точности наборов
1	2	3	4	5
12 (74)	-- 0,01 0,1 -- 0,5	1,005 0,9 - 1,5 1,6 - 2 0,5 2,5 - 5	1 61 5 1 6	1; 2; 3
13 (11)	-- 10	5 10 - 100	1 10	1; 2; 3
14 (38)	0,5 10	1 0,5 - 25 30 - 100	30 8	0; 1; 2; 3
15 (29)	-- 0,01 0,1 1	1,005 1 - 1,1 1,2 - 2 3 - 10	1 11 9 8	1; 2; 3
16 (19)	0,001	0,991 - 1,009	19	0; 1; 2
17 (19)	0,001	1,991 - 2,009	19	0; 1; 2
18 (2)	--	1 (защитные)	2	1; 2; 3
19 (2)	--	2 (защитные)	2	1; 2; 3

Примечание.

ГОСТ 9038 - 83 предусматривает изготовление ПКМД классов точности 00 и 01.

Приложение Д

Наборы принадлежностей к ПКМД [5]

Наименование и размеры принадлежностей, мм	Число принадлежностей в наборе			
	Измерительном полном		Измерительном малом	Разметочном
	ПК- 1	ПКО-1	ПК - 2	ПК - 3
Державка для крепления ПКМД:	№1	№2	№1	--
0 - 80	1	I	1	--
Св. 80 до 160	1	1	1	--
Св. 160 до 300	1	1	--	--
Основание	--	--	--	1
Плоскопараллельные боковики длиной L = I 5, сечением 10х9	2	--	--	--
Радиусные боковики длиной L = 45:				
радиусом R = 2	2	2	2	--
радиусом R = 5	2	2	2	--
Радиусные боковики:				
длиной L = 75, R = I5	2	2	2	--
длиной L = 100, R = 15	2	2	--	--
Боковик:				
центровой	--	--	--	1
чертильный	--	--	--	1
Трёхгранная линейка 200	1	1	--	--

Лабораторная работа №3

«Штангенинструменты»

1 Цель работы

Изучить назначение, устройство и приобрести практические навыки измерения деталей штангенинструментом.

2 Техническое оснащение работы

При выполнении лабораторной работы применяются:

- комплект исходных чертежей различных деталей;
- комплект реальных деталей, соответствующих исходным чертежам;
- штангенциркули ШЦ-I, ШЦ-II, ШЦ-III и ШЦЦ;
- штангенглубиномеры;
- штангенрейсмасы;
- плиты поверочные (разметочные) размером 250 х 250мм;
- плакаты по теме лабораторной работы.

3 Задание

Измерить с помощью штангенинструментов пять размеров заданной детали и дать заключение о ее годности.

4 Основные теоретические положения

4.1 Штангенинструменты

Штангенинструменты (ШИ) – это наиболее распространенные универсальные средства измерения вследствие простоты их конструкции и низкой стоимости. ШИ широко применяют в машиностроении, ремонтном производстве и слесарной практике для измерения линейных размеров и разметки деталей невысокой точности, обычно 12-17 квалитетов [2].

Отличительные особенности ШИ – наличие у них штанги и, как правило, шкалы нониуса[1] [7].

Основная шкала, выполненная на штанге с ценой и длиной деления 1мм, предназначена для отсчета целого числа миллиметров, а **дополнительная шкала**, называемая *нониусом*, позволяет отсчитывать доли целых делений основной шкалы, т.е. доли миллиметра. Каждое пятое деление основной шкалы на штанге отмечено удлиненным штрихом, а каждое десятое деление – штрихом более длинным, чем пятое, и соответствующим *числом десятков миллиметров* [5].

К ШИ относят:

- **штангенциркули (ШЦ)**, предназначенные для измерения наружных и внутренних размеров и разметки деталей;
- **штангенглубиномеры (ШГ)**, служащие для измерения глубин пазов, отверстий, а также высот, расстояний до буртиков или выступов;
- **штангенрейсмасы (ШР)**, предназначенные для измерения высот, уступов и разметки размеров деталей на поверочной плите;
- **штангензубомеры**, служащие для измерения толщины зуба зубчатых колес по хорде.

В зависимости от конструкции отсчетного устройства различают ШИ:

- с отсчетом по нониусу;
- с отсчетом по круговой шкале со стрелкой;
- с отсчетом по электронно-цифровой шкале.

Метод измерения штангенинструментами прямой и, как правило, абсолютный. Исключением являются ШИ с электронно-цифровой шкалой, которые позволяют определять размеры как абсолютным, так и относительным методом измерения [3].

[1] **НОНИУС** [от Nonius – латинизир. имени португ. математика и изобретателя этой шкалы П.Нуниша

(P. Nunes; 1492-1577гг.)]

4.2 Отсчет по нониусу

Принцип построения нониуса заключается в следующем. На дополнительной шкале откладывают отрезок *l*, равный целому числу делений основной шкалы, но число делений на шкале нониуса на единицу больше, чем на основной шкале (рис. 1), т.е.

$$C(n-1) = b \cdot n \qquad (1)$$

где *C* – цена (интервал) деления основной шкалы; *b* – интервал деления шкалы нониуса;

n – число делений нониуса.

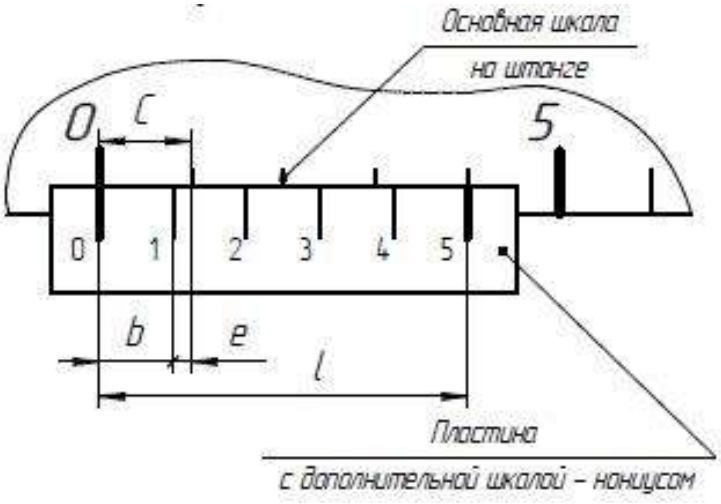


Рисунок 1 – Построение шкалы нониуса

При этом точность отсчета «*e*» с применением шкалы нониуса, что соответствует понятию точности инструмента в целом, будет представлять собой разность интервалов делений основной шкалы «*C*» и шкалы нониуса «*b*», т.е.

$$e = C - b \qquad (2)$$

Подставив значение «b» из уравнения (2) в уравнение (1), получим

$C\,(n-1) = (C-e)$

откуда $e = \dfrac{C}{n}$

Отсюда вывод: точность отсчета любого нониусного приспособления равна частному от деления цены деления основной шкалы на число делений

шкалы нониуса.

Для удобства отсчета шкалу нониуса, как правило, делают растянутой или модульной, т.е. деление шкалы нониуса принимают не приблизительно равным делению основной шкалы, а в «γ» больше. Величина «γ» **называется модулем шкалы нониуса**, который показывает, через какое число делений миллиметровой шкалы штанги будут располагаться штрихи шкалы нониуса, смещенные на величину отсчета по нониусу [5].

В этом случае

$$C\,(n-1) = b \cdot n, \tag{3}$$

$$e = C - b. \tag{4}$$

Подставляя значение «*b*» из равенства (4) в уравнение (3), получим

$$(n-1) = (C-e) \cdot n$$

и опять $e = \dfrac{C}{n}$

Отсюда следует **общий вывод**, что точность отсчета «*e*» не зависит от модуля «γ», а в любом случае зависит только от цены деления «*C*» основной шкалы и числа делений «*n*» нониуса.

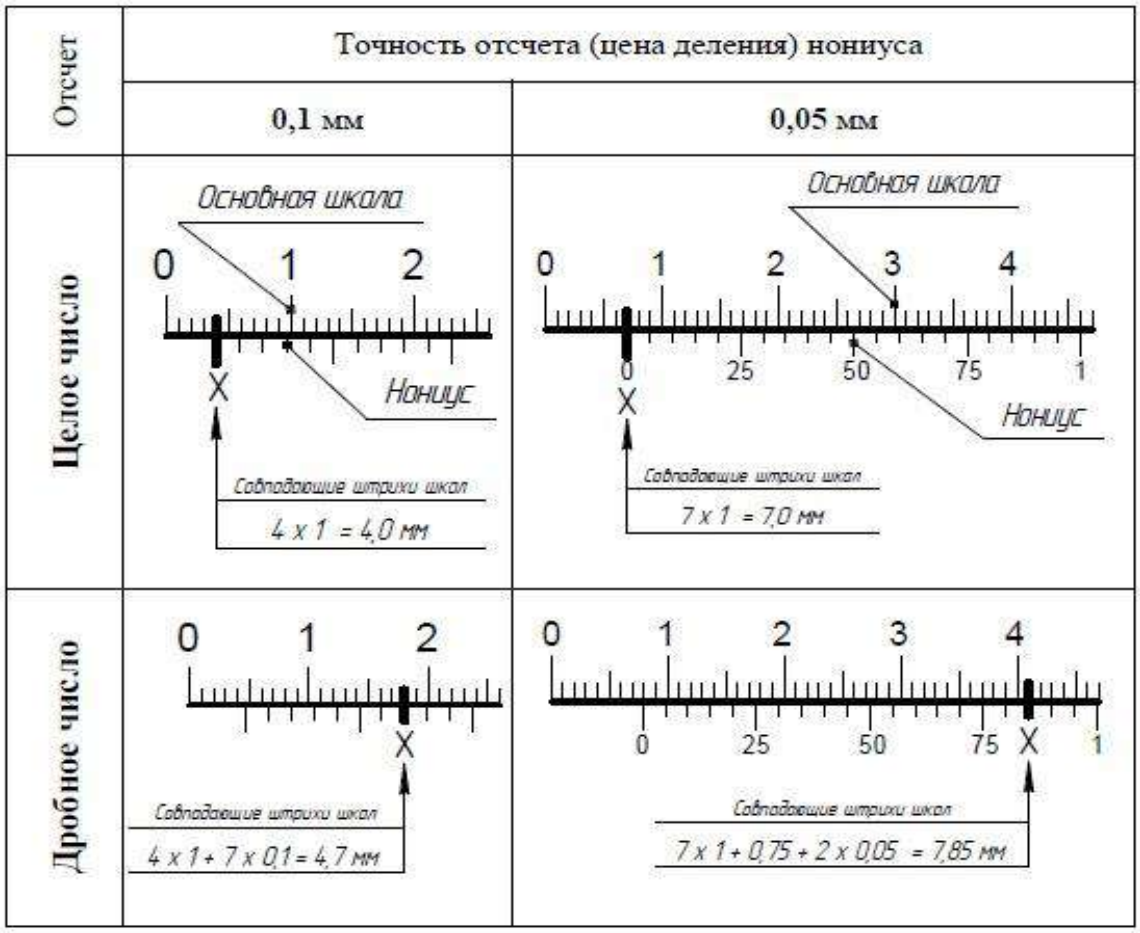
ШИ модулей 1 и 2 выпускаются с точностью отсчета по нониусу 0,1 и 0,05мм, шкалы которых представлены в таблице 1. Ранее выпускался штангенциркуль с отсчетом по нониусу 0,02мм.

ШИ модуля 1 встречаются редко, т.к. шкала нониуса (табл. 1) получается короткой (l = 9 и 19мм) и «плохо читаемой» из-за того, что интервал деления шкалы менее одного миллиметра (b= 0,9 и 0,95мм). Поэтому более предпочтительными и удобными являются ШИ модуля 2 с растянутой шкалой нониуса.

Растянутый **нониус модуля 2 с величиной отсчета 0,1мм**, как видно из таблицы 1, имеет десять делений (n= 10) и длину l = 19мм, поэтому одно деление шкалы нониуса составляет $b = l : n$ = 19:10 = 1,9мм и оно короче двух делений основной шкалы на e = 0,1мм; Таким образом, первый за нулевым штрих шкалы нониуса оказывается смещенным относительно «ближайшего»

штриха основной шкалы на штанге на 0,1мм; соответственно второй штрих – на 0,2мм, третий – на 0,3мм и т.д., а десятый (последний штрих) – на 1мм; поэтому десятый штрих шкалы нониуса точно совпадает с девятнадцатым штрихом штанги, что соответствует l = 19мм.

Таблица 1 – Шкалы штангенинструментов1



ШИ модуля 2 с отсчетом по нониусу 0,05мм (таблица 1) имеют длину шкалы l = 39мм, разделенную на 20 частей, т.е. одно деление нониуса $b = l : n = = 39 : 20 = 1{,}95$мм, что короче на e = 0,05мм двух делений основной шкалы на штанге. Обычно на шкале нониуса с отсчетом 0,05мм для облегчения и ускорения отсчета наносят цифры 25, 50, 75 (2, 4, 6, 8), обозначающие сотые (десятые) доли миллиметра.

Измерение размеров деталей с помощью ШИ выполняется путем отсчета показаний по шкалам штанги и нониуса в следующем порядке:

а) **отсчитывается целое число миллиметров** по основной шкале на штанге слева направо до нулевого штриха нониуса. При этом начало шкалы

нониуса – его нулевая отметка (нулевой штрих) – выполняет роль указателя по основной шкале.

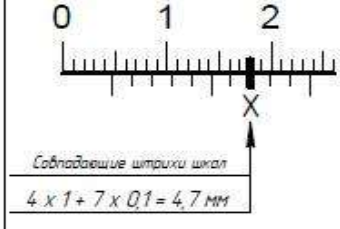
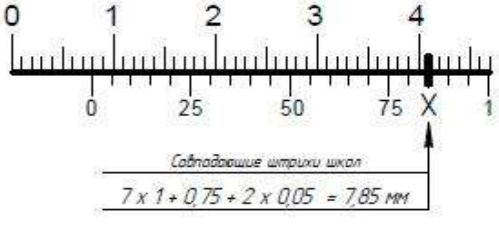
Если при измерении эта *отметка точно совпадает с каким-либо штрихом основной шкалы*, то определяемый размер равен целому числу миллиметров и отсчитывается по этой шкале до указателя.

Если же нулевая отметка расположена между штрихами основной шкалы, то число целых миллиметров будет равно количеству ее целых делений между нулевой отметкой шкалы и указателем, которое запоминают. Изложенное наглядно поясняется примерами таблицы 2.

б) **отсчитываются доли миллиметра** – дробная часть размера. Для этого по шкале нониуса находят штрих, точно совпадающий со штрихом основной шкалы на штанге, и умножают его порядковый номер (не считая нулевого) на точность отсчета нониуса (0,1 или 0,05мм).

в) **подсчитывается результат измерения** ШИ, для чего складывают число целых миллиметров и долей миллиметра, как это наглядно представлено примерами в таблице 2.

Таблица 2 – Отсчет показаний по шкалам ШИ

Отсчет	Точность отсчета (цена деления) нониуса	
	0,1 мм	0,05 мм
Целое число		
Дробное число		

Таким образом, **для определения размера детали с помощью ШИ необходимо** сначала определить целое число миллиметров по основной шкале слева направо до нулевого штриха нониуса и затем прибавить к нему доли миллиметра, полученные умножением цены деления нониуса на порядковый номер штриха нониусной шкалы, совпадающего со штрихом штанги (нулевой штрих нониуса не учитывают) [6].

4.3 Штангенциркули

Штангенциркули выпускают по ГОСТ 166-89 трех следующих конструктивных типов:

а) **тип I** (рис. 2а) – с двусторонним расположением губок (с верхними «острыми» и нижними измерительными губками) и с линейкой глубиномером.

Эти штангенциркули изготавливают с точностью отсчета по нониусу 0,1; 0,05мм и пределами измерений 0-125, 0-150мм.

Пример обозначения штангенциркуля типа I с диапазоном измерений 0-125мм и значением отсчета по нониусу 0,1мм:

Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166.

Штангенциркуль ШЦ-I, представленный на рисунке 2а, состоит из штанги 7 с неподвижной губкой 1, рамки 6 с подвижными губками 2, перемещающейся по штанге, линейки глубиномера 8, соединенной с рамкой, и стопорного винта 5. На штанге нанесена основная шкала 3 с ценой деления 1мм, а на скосе рамки – дополнительная шкала 4 – нониус, с помощью которой отсчитывают доли миллиметра. Верхние губки предназначены для измерения внутренних размеров, а нижние – наружных.

б) **тип II** (рис. 2б) – с двусторонним расположением губок (с верхними «острыми» и нижними измерительными губками), выпускаемый с точностью отсчета 0,1; 0,05мм и пределами измерений 0-160, 0-200, 0-250, 0-300, 0-400, 0-500, 250-630, 250-800, 320-1000, 500-1250, 500-1600, 800-2000мм.

Пример обозначения штангенциркуля типа II с диапазоном измерений 0-300мм и значением отсчета по нониусу 0,05мм:

Штангенциркуль ШЦ-II-300-0,05 ГОСТ 166.

Штангенциркуль ШЦ-II, представленный на рисунке 2б, снабжен рамкой 10 микрометрической подачи, предназначенной для медленного и более точного перемещения (установки) рамки 6 относительно штанги 7. В вырезе рамки 10 микрометрической подачи расположена гайка 12, навернутая на винт 11, закрепленный в нижней части рамки 6. При освобожденном винте 5 и закрепленной рамке 10 на штанге 7 с помощью стопорного винта 9 рамка 6 будет перемещаться плавно по штанге, если вращать гайку 12 микрометрической подачи. Микрометрическую подачу обычно применяют при разметке или контроле для точной установки на штангенциркуле ШЦ-II размера требуемой величины.

Для разметки служат только верхние «острые» губки, а измерения наружных размеров выполняют верхними и нижними губками. Для измерения внутренних размеров предназначены нижние губки, у которых внешние поверхности имеют цилиндрическую форму, общая ширина «*m*» которых при сдвинутых губках составляет 10мм, т.е. $m = 10$мм.

в) **тип III** (рис. 2в) – с односторонним расположением губок (без верхних «острых» губок), выпускаемый с точностью отсчета и пределами измерений идентичными штангенциркулям типа II.

Пример обозначения штангенциркуля типа III с диапазоном измерений 0-500мм и значением отсчета по нониусу 0,05мм:

Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,05 ГОСТ 166.

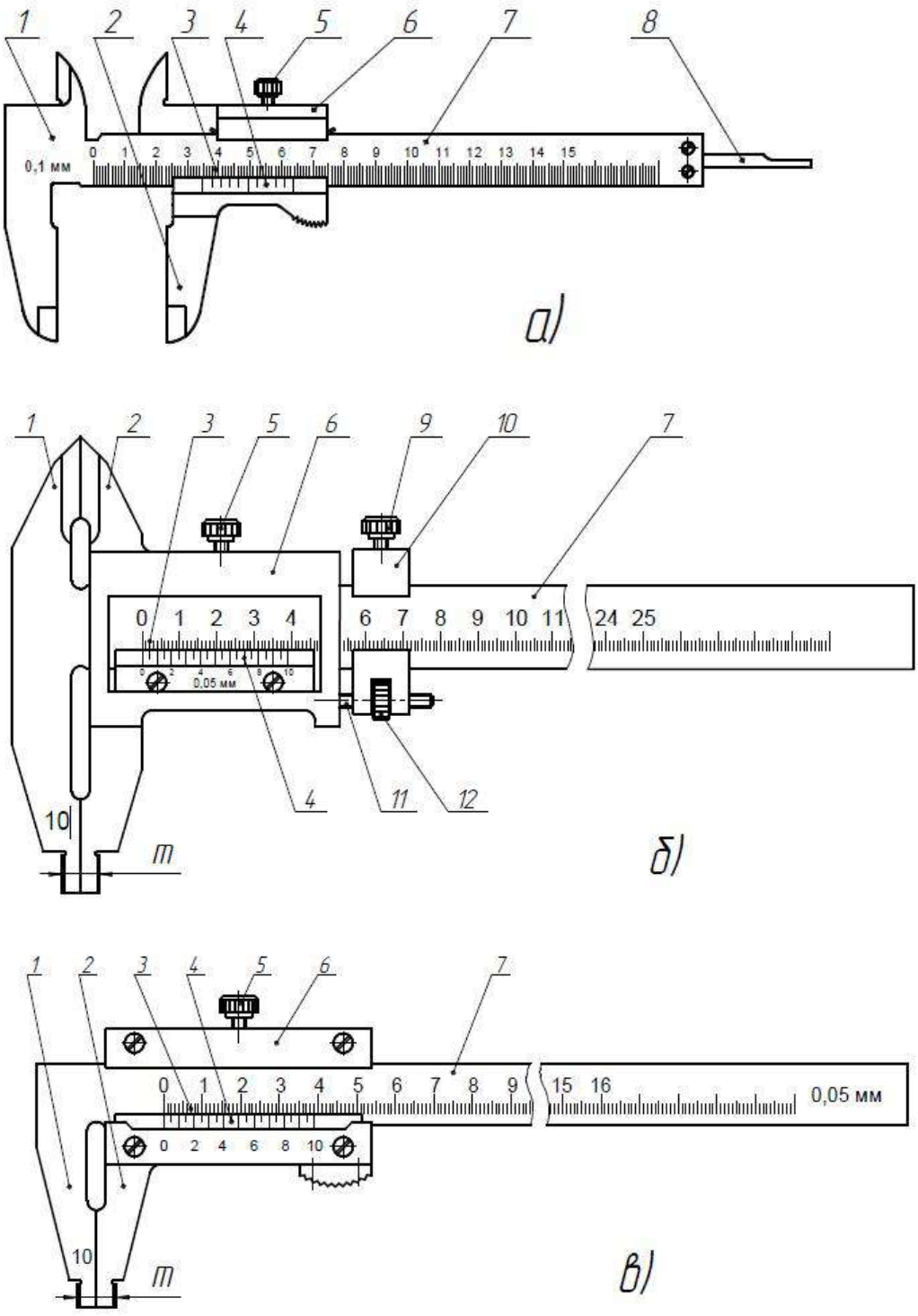


Рисунок 2 – Типы штангенциркулей:

а-тип I; б-тип II; в-тип III; 1-неподвижные губки; 2-подвижные губки; 3-основная шкала; 4-нониус; 5-стопорный винт; 6-рамка; 7-штанга; 8-линейка глубиномера; 9-стопорный винт микрометрической подачи; 10-рамка микрометрической подачи; 11-винт микрометрической подачи; 12-гайка

микрометрической подачи; *т*-общая ширина губок.

Кроме рассмотренных штангенциркулей с отсчетом по нониусу отечественная инструментальная промышленность выпускает:

а) **штангенциркули с отсчетом по круговой шкале** (рис. 3) с ценой деления основной шкалы на штанге 10мм; с ценой деления круговой шкалы 0,1; 0,05 или 0,02мм и пределами измерений 0-125, 0-150, 0-200, 0-300мм.

Пример обозначения штангенциркуля типа I с диапазоном измерений 0-150мм и *с отсчетом по круговой шкале* 0,02мм:

Штангенциркуль ШЦК-I-150-0,02 ГОСТ 166.

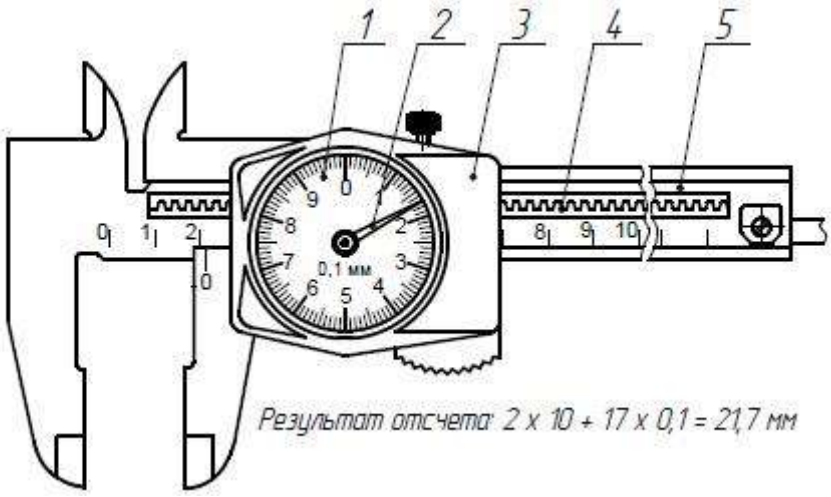


Рисунок 3 – Штангенциркуль с отсчетом по круговой шкале:
1-шкала круговая; 2-стрелка; 3-рамка; 4-зубчатая рейка; 5-штанга.

Принцип действия такого штангенциркуля сводится к преобразованию поступательного перемещения рамки 3 (рис. 3) относительно штанги 5 во вращательное движение стрелки 2, размещенной над круговой шкалой 1. Преобразование осуществляется с помощью зубчатореечной передачи 4.

б) **штангенциркули с отсчетом по электронно-цифровой шкале** (рис. 4) с шагом дискретности цифрового отсчетного устройства 0,01мм и пределами измерений 0-150, 0-200, 0-300, 0-500, 0-600, 0-800, 0-1000, 0-1500, 0-2000мм.

Пример обозначения штангенциркуля с цифровым отсчетным устройством типа I с диапазоном измерений 0-150мм и шагом дискретности

0,01мм:

Штангенциркуль ШЦЦ-I-150-0,01 ГОСТ 166.



Рисунок 4 – Штангенциркуль с отсчетом по электронно-цифровой шкале

Последняя конструкция штангенциркуля значительно упрощает, ускоряет менее утомляет пользователя, чем традиционный отсчет по нониусу.

Перед измерением необходимо убедиться в исправности штангенциркуля. Не допускаются забоины, заусенцы и следы ржавчины на измерительных поверхностях губок. Если стопорный винт закреплен, рамка не должна качаться. Сдвинув губки, надо убедиться, что ними нет просвета, видимого на глаз, и нулевой штрих нониуса совпадает с нулевым штрихом основной шкалы [6].

При измерении незакрепленной детали *левая рука* должна находиться за губками и захватывать деталь недалеко от губок; *правой рукой* поддерживают штангу, при этом большим пальцем этой руки перемещают рамку до соприкосновения с проверяемой поверхностью, не допуская перекоса губок и добиваясь нормального измерительного усилия [4].

Нормальное измерительное усилие достигается легким контактированием при перемещении проверяемых поверхностей детали относительно измерительных поверхностей инструмента, как это показано на рисунке 5.

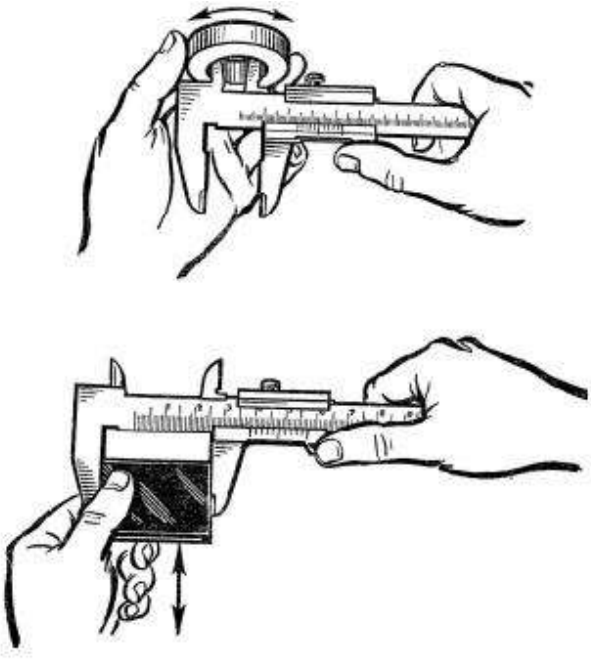


Рисунок 5 – Измерительное усилие

Потом с помощью стопорного винта закрепляют рамку на штанге, освобождают штангенциркуль от контакта с деталью и считывают полученный результат.

При измерении внутренних размеров штангенциркулями типа II и III к показаниям инструмента прибавляют общую ширину губок «*m*» (рис. 2), указанную на них. Примеры измерения различных размеров деталей представлены на рисунках 6 и 7.

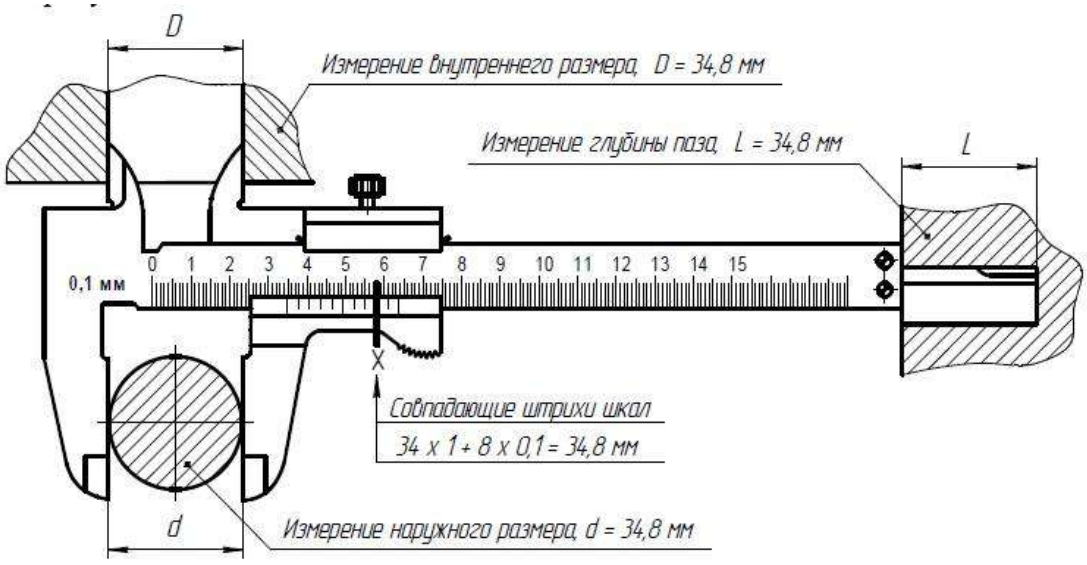


Рисунок 6 – Измерение размеров деталей штангенциркулем типа

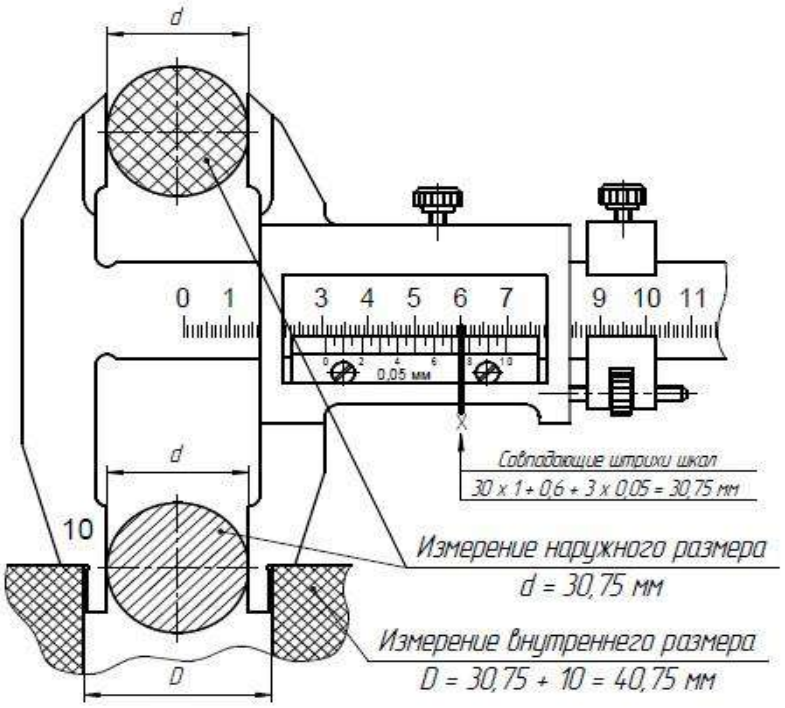


Рисунок 7 - Измерение размеров деталей штангенциркулем типа II

4.4 Штангенглубиномеры

Штангенглубиномеры выпускаются по ГОСТ 162-90 двух видов:

а) **с отсчетом по нониусу** (рис. 8а) точностью отсчета 0,1; 0,05мм и пределами измерений 0-160, 0-200, 0-250, 0-300, 0-400мм.

Пример обозначения штангенглубиномера с пределами измерений 0-160мм и величиной отсчета 0,05мм:

Штангенглубиномер ШГ 160-0,05 ГОСТ 162.

Штангенглубиномер, как видно из рисунка 8а, отличается от штангенциркуля тем, что не имеет на штанге неподвижных губок, а подвижные конструктивно оформлены в виде опорного основания 3, выполненного за одно целое с рамкой 6, на которой крепятся нониус 5 и стопорный винт 4. Штанга 7 с основной шкалой перемещается в рамке перпендикулярно основанию.

Измерительные поверхности штангенглубиномера – нижний торец 8 штанги и нижняя плоскость 2 основания 3. *При измерении* основание 3 накладывают измерительной поверхностью 2 на плоскость измеряемой детали

1, а затем, ослабив стопорный винт 4, продвигают штангу 7 вниз до тех пор, пока она не коснется своим торцом 8 плоскости («дна») измеряемой детали. В этом положении рамку 6 закрепляют стопорным винтом 4 и считывают результат измерения.

б) **с отсчетом по электронно-цифровой шкале** (рис. 8б) с шагом дискретности цифрового отсчетного устройства 0,01мм и пределами измерений 0-200, 0-300, 0-500мм.

Пример обозначения штангенглубиномера с электронным цифровым отсчетным устройством с пределами измерений 0-200мм и шагом дискретности 0,01мм:

Штангенглубиномер ШГЦ 0-200-0,01 ГОСТ 162.

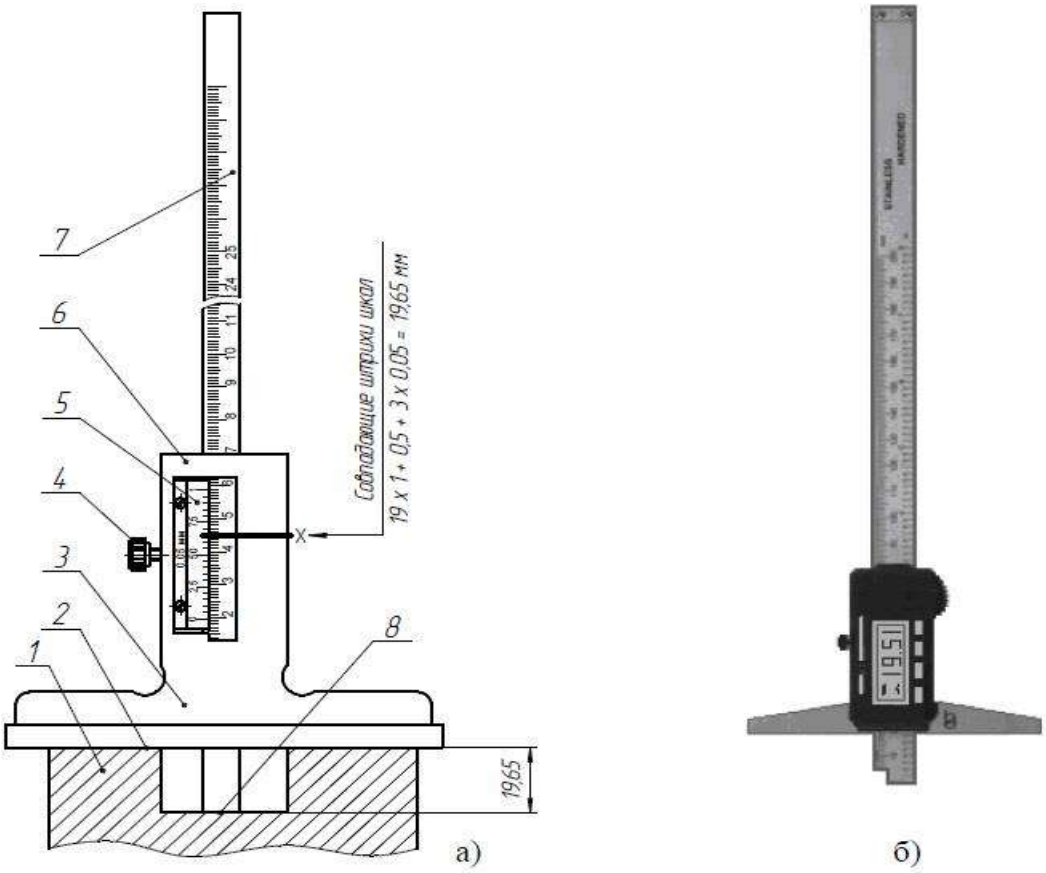


Рисунок 8 – Штангенглубиномеры:

а – с отсчетом по нониусу; б – с отсчетом по электронно-цифровой шкале; 1-измеряемая деталь; 2-измерительная поверхность основания; 3-основание; 4-стопорный винт; 5-нониус; 6-рамка; 7-штанга; 8-измерительная поверхность штанги.

4.5 Штангенрейсмасы

Штангенрейсмасы выпускаются по ГОСТ 164-90 двух видов:

а) **с отсчетом по нониусу** (рис. 9а) с точностью отсчета 0,05мм и пределами измерений: 0-200, 0-250, 0-300, 0-400, 0-500, 0-630, 100-1000, 600-1600, 1500-2500мм.

Пример обозначения штангенрейсмаса с пределами измерений 0-250мм и величиной отсчета 0,05мм:

Штангенрейсмас ШР-250-0,05 ГОСТ 164.

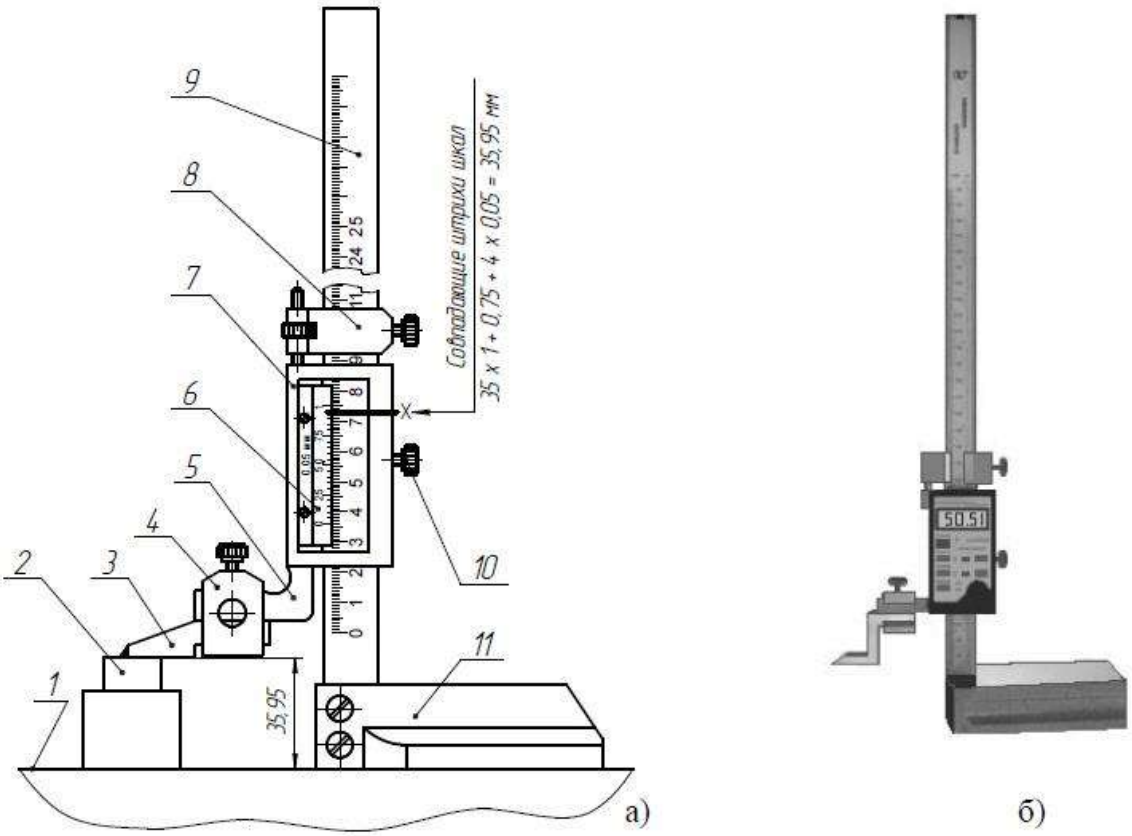


Рисунок 9 - Штангенрейсмасы:

а – с отсчетом по нониусу; б – с отсчетом по электронно-цифровой шкале; 1- плита поверочная; 2-измеряемая деталь; 3-разметочная ножка; 4-хомутик; 5-подвижная губка; 6-нониус; 7-рамка; 8- рамка микрометрической подачи; 9-штанга; 10-стопорный винт; 11-основание.

Штангенрейсмас, как видно из рисунка 9а, отличается от штангенглубиномера наличием массивного основания 11, на котором вертикально и неподвижно закреплена штанга 9 с основной шкалой. По

штанге перемещается рамка 7 со шкалой нониуса 6, стопорным винтом 10 и механизмом микрометрической подачи 8, который по конструкции аналогичен штангенциркулю ШЦ-II.

За одно целое с рамкой 7 выполнена подвижная губка 5 штангенрейсмаса, на которую с помощью хомутика 4 и стопорного винта присоединяют разметочную ножку 3 или при необходимости измерительную ножку (на рисунке не показана).

Измерительные ножки, как правило, имеют две измерительные поверхности, из которых верхняя предназначена для измерения внутренних размеров, а нижняя – наружных. *При измерении внутренних размеров* к результату отсчета по шкалам штангенрейсмаса прибавляют высоту измерительной ножки.

При измерении наружных размеров можно пользоваться и разметочной ножкой 3, как это показано на рисунке 9а при определении высоты измеряемой детали 2. Измерения и разметку деталей проводят на поверочной плите 1, на которую устанавливают штангенрейсмас и измеряемую деталь 1.

Перед разметкой поверхности детали, подлежащие разметке, обычно по-крывают раствором мела в воде с добавлением клея. Штангенрейсмас устанавливают (настраивают) на требуемый размер по нижней поверхности разметочной ножки, после чего, перемещая штангенрейсмас по плите 1 вдоль размечаемой поверхности, острием разметочной ножки наносят горизонтальные линии.

б) **с отсчетом по электронно-цифровой шкале** (рис. 9б) с шагом дискретности цифрового отсчетного устройства 0,01мм и пределами измерений

0-200, 0-300, 0-500мм.

Пример обозначения штангенрейсмаса цифрового с пределами измерений 0-500мм и шагом дискретности 0,01мм:

Штангенрейсмас ШРЦ 0-500-0,01 ГОСТ 164.

5 Порядок выполнения работы и методические указания

1 Изучить по методическим указаниям цель работы, задание и основные теоретические положения. *Особое внимание уделить*: назначению и общей характеристике штангенинструментов; построению шкалы нониуса и отсчету показаний по шкалам штанге нинструмента, изложенным в разделе 4.2; устройству штангенциркулей и процессу измерения различных размеров деталей.

2 Получить у преподавателя *техническое оснащение*, необходимое для выполнения лабораторной работы.

3 Подготовить предварительный отчёт по лабораторной работе, который по аналогии с приложением А должен содержать следующие данные: наименование лабораторной работы; конкретизированное задание на выполнение работы; эскиз заданной детали с указанием ее номера (шифра); таблица 1 - Результаты измерения детали штангенинструментом; таблица 2 – Метрологические показатели штангенинструмента, применяемого при измерении детали.

4 Выбрать по чертежу или эскизу детали *пять* любых *размеров*, намеченных для измерения, и записать их обозначения в таблицу 1.

5 Для каждого из намеченных для измерения размеров детали *определить и записать* в таблицу 1:

- величину допуска в микрометрах, равную абсолютной величине алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями размера;
- значение допускаемой погрешности измерения «δ», выбираемой по приложению Б;
- обозначение выбранного инструмента, при выборе которого *должно соблюдаться условие*

$$\Delta lim \leq \delta,$$

где Δlim – предельная погрешность инструмента, выбираемая по приложению В.

Рекомендуется предпочтение в первую очередь отдавать инструменту

с точностью отсчета 0,1мм, как наиболее дешевому и распространенному.

- величину предельной погрешности выбранного инструмента;
- значения предельных размеров – наибольшего и наименьшего допустимого размера детали в миллиметрах.

6 Определить измерением величину действительного размера детали и результат записать в таблицу 1.

7 Записать в таблицу 1 *заключение о годности каждого* измеренного *размера детали*, учитывая, что размер признается годным, если соблюдается условие

$$D_{min}\ (d_{min}) \leq D_д\ (d_д)\ D_{max}\ (d_{max}),$$

где $D_д\ (d_д)$ – действительный размер отверстия (вала),

$D_{min}\ (d_{min})$ и $D_{max}\ (d_{max})$ – наименьший и наибольший предельные размеры отверстия (вала).

Если указанное условие не соблюдается, то размер признается бракованным. Различают брак исправимый и неисправимый.

8 Заполнить таблицу 2, занося туда основные метрологические показатели каждого штангенинструмента, который применялся при измерении.

9 Проанализировать результаты измерения детали и дать заключение о годности в виде вывода по выполненной работе.

Деталь признается годной, если все ее размеры вписываются в установленные границы соответствующих допусков. В противном случае - *деталь считается бракованной* [2]. При наличии брака его необходимо обоснованно конкретизировать – на каких размерах и почему «брак исправимый» или «брак неисправимый».

10 Привести рабочее место и инструмент в порядок, сдав преподавателю полученное техническое и методическое обеспечение.

11 Отчет о выполненной работе *представить преподавателю*.

6 Содержание отчёта

Отчёт по лабораторной работе должен содержать следующие данные:

1. наименование работы;
2. задание на выполнение работы;
3. эскиз заданной детали;
4. результаты измерения детали;
5. метрологическая характеристика применяемого инструмента;
6. выводы, вытекающие из анализа результатов измерения детали.

Пример оформления отчета по лабораторной работе представлен в приложении А.

7 Контрольные вопросы

1. Почему штангенинструменты являются наиболее распространенными средствами измерения?
2. Почему штангенинструменты относят к числу универсальных средств измерения?
3. Где и с какой целью применяют штангенинструменты?
4. Что можно отнести к отличительным особенностям штангенинструментов?
5. Для чего предназначена и где располагается основная шкала штангенинструментов?
6. Для чего предназначена, где располагается и как называется дополнительная шкала штангенинструментов?
7. Какие инструменты относят к группе штангенинструментов?
8. Какие методы измерения реализуют штангенинструменты?
9. В чем заключается принцип построения нониуса?
10. Что понимают под модулем шкалы нониуса?
11. Какие недостатки присущи шкале нониуса модуля 1?
12. Какие достоинства присущи шкале нониуса модуля 2?
13. От чего зависит точность отсчета любого нониусного приспособления?

14. Почему точность отсчета любого нониусного приспособления не зависит от модуля шкалы нониуса?

15. Какой нониус называют растянутым и почему?

16. Что понимают под точностью инструмента в целом?

17. Что представляет собой точность отсчета штангенинструмента?

18. Как определяется интервал деления шкалы нониуса?

19. Как отсчитывается целое число миллиметров при измерении размеров штангенинструментами?

20. Как отсчитываются доли миллиметра при измерении размеров штангенинструментами?

а. 21 Как определяется результат измерения размеров штангенинструментом?

22 Для чего предназначены штангенциркули (штангенглубиномеры, штангенрейсмасы)?

21. Какие конструктивные типы штангенциркулей вам известны?

22. В чем заключается конструктивная особенность штангенциркулей типа I?

23. Какие размеры можно измерить штангенциркулями типа I?

24. Как обозначают штангенциркули типа I?

25. В чем заключается конструктивная особенность штангенциркулей типа II (типа III)?

26. Какие размеры можно измерить штангенциркулями типа II (типа III)?

27. Для чего применяются «острые» губки штангенциркуля?

28. Как обозначают штангенциркули типа II (типа III)?

29. Поясните устройство штангенциркулей.

30. Для чего предназначена рамка микрометрической подачи у штангенинструментов?

31. В чем заключается особенность измерения внутренних размеров штангенциркулями типа II (типа III)?

32. Какие виды штангенинструментов различают в зависимости от

конструкции отсчетного устройства?

33. Как убедиться в исправности штангенциркуля?

34. Какие требования необходимо соблюдать при измерении штангенциркулями?

35. Как достигается нормальное измерительное усилие при измерении штангенциркулями?

36. Чем конструктивно отличается штангенглубиномер от штангенциркуля?

37. Какие поверхности штангенглубиномера являются измерительными?

38. Как выполняют измерения штангенглубиномером?

39. Чем конструктивно отличается штангенглубиномер от штангенрейсмаса?

40. Как выполняют измерения штангенрейсмасом?

41. Как выполняют разметку деталей штангенрейсмасом?

42. Какие показатели определяют основную метрологическую характеристику штангенинструментов?

43. Как выбирается конкретный штангенинструмент в зависимости от точности измеряемого размера?

44. Как определяется годность измеренного размера детали?

45. В чем заключается условие годности размера детали?

46. В чем заключается условие годности измеренной детали?

47. От чего зависит допускаемая погрешность измерения размера?

48. От чего зависит предельная погрешность инструмента?

Приложение А

(рекомендуемое)

Пример оформления отчета по лабораторной работе

Лабораторная работа № 4 - **Штангенинструменты**

Задание: Измерить с помощью штангенинструментов пять размеров заданной детали ШИ-25 и дать заключение о ее годности.

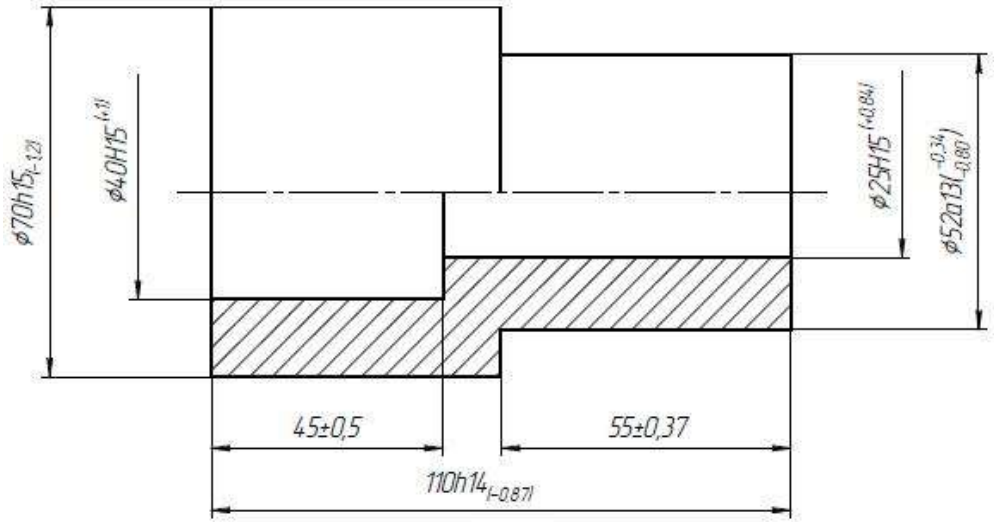


Рисунок А.1 – Эскиз детали ШИ-25

Таблица А.1 – Результаты измерения детали штангенинструментом

Определяемые параметры		Обозначения измеряемых размеров детали				
		Ø70h15 ($_{-1,2}$)	Ø40H15 ($^{+1,0}$)	45 0,5	55 0,37	110h14($_{-0,870}$)
Допуск размера, мкм		1200	1000	1000	740	870
Допускаемая погрешность измерения, δ, мкм		240	200	200	160	180
Обозначение выбранного инструмента		ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166	Штангенглубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162	Штангенглубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162	Штангенрейсма с ШР-300-0,05 ГОСТ 164
Предельная погрешность инструмента, Δlim, мкм		150	200	100	100	150
Предельные размеры детали, мм	max	70,0	41,0	45,5	55,37	110,0
	min	68,8	40,0	44,5	54,63	109,13
Действительный размер детали, мм		70,6	41,15	44,85	55,30	110,25
Заключение о годности размера детали		**Брак** исправимый	**Брак** неисправимый	**Годный**	**Годный**	**Брак** исправимый

Таблица А.2 – Метрологические показатели штангенинструмента, применяемого при измерении детали

Метрологические показатели инструмента	Обозначение инструмента, применяемого при измерении			
	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166	Штангенглубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162	Штангенрейсмас ШР-300-0,05 ГОСТ 164
Пределы измерения, мм	0-125	0-250	0-160	0-300
Цена деления основной шкалы, мм	1,0	1,0	1,0	1,0
Точность отсчета по нониусу, мм	0,1	0,05	0,05	0,05
Интервал деления шкалы нониуса, мм	1,9	1,95	1,95	1,95
Предельная погрешность инструмента, Δlim, мкм	150	200	100	150

ВЫВОД: В результате выполненной работы деталь ШИ-25 следует при-знать бракованной, потому что три размера выходят за установленные границы допуска, а именно:

- наружный размер Ø70h15 ($_{-1,2}$) имеет *брак исправимый*, т.к. действительный размер $d_д = 70,6мм > d_{max} = 70,0мм$;
- внутренний размер Ø40H15 ($^{+1,0}$) имеет *брак неисправимый*, т.к. действительный размер $D_д = 41,15мм > D_{max} = 41,0мм$;
- наружный размер 110h14($_{-0,870}$) имеет *брак исправимый*, т.к. действительный размер $d_д = 110,25мм > d_{max} = 110,0мм$.

Приложение Б

Допускаемые погрешности измерения «δ», мкм

Номинальные размеры, мм	Квалитеты											
	12		*13*		*14*		*15*		*16*		*17*	
	Допуски размеров по квалитетам *IT* и допускаемые погрешности измерения δ в мкм											
	IT 12		*IT 13*		*IT 14*		*IT 15*		*IT 16*		*IT 17*	
До 3	*100*	**20**	*140*	**30**	*250*	**50**	*400*	**80**	*600*	**120**	*1000*	**200**
Св. 3до 6	*120*	**30**	*180*	**40**	*300*	**60**	*480*	**100**	*750*	**160**	*1200*	**240**
Св. 6 до 10	*150*	**30**	*220*	**50**	*360*	**80**	*580*	**120**	*900*	**200**	*1500*	**300**
Св. 10до 18	*180*	**40**	*270*	**60**	*430*	**90**	*700*	**140**	*1100*	**240**	*1800*	**380**
Св. 18до 30	*210*	**50**	*330*	**70**	*520*	**120**	*840*	**180**	*1300*	**280**	*2100*	**440**
Св. 30до 50	*250*	**50**	*390*	**80**	*620*	**140**	*1000*	**200**	*1600*	**320**	*2500*	**500**
Св. 50до 80	*300*	**60**	*460*	**100**	*740*	**160**	*1200*	**240**	*1900*	**400**	*3000*	**600**
Св. 80 до 120	*350*	**70**	*540*	**120**	*870*	**180**	*1400*	**280**	*2200*	**440**	*3500*	**700**
Св. 120до 180	*400*	**80**	*630*	**140**	*1000*	**200**	*1600*	**320**	*2500*	**500**	*4000*	**800**
Св. 180до 250	*460*	**100**	*720*	**160**	*1150*	**240**	*1850*	**380**	*2900*	**600**	*4600*	**1000**
Св. 250до 315	*520*	**120**	*810*	**180**	*1300*	**260**	*2100*	**440**	*3200*	**700**	*5200*	**1100**

Приложение В

Предельные погрешности измерения ±Δlim (мкм) при измерении линейных размеров штангенинструментами

Наименование и характеристика штангенинструмента		Предельные погрешности измерения ±Δ**lim**, мкм, при измерении размеров в интервалах, мм									
		0-25	25-50	50-75	75-100	100-125	125-150	150-175	175-200	200-250	250-300
Штангенциркуль	с отсчетом по нониусу **0,1мм** при измерении:										
	● валов	150	150	200	200	200	200	200	200	200	250
	● ***отверстий***	***200***	***200***	***250***	***250***	***250***	***300***	***300***	***300***	***300***	***300***
	с отсчетом по нониусу **0,05мм** при измерении:										
	● валов	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	● ***отверстий***	***150***	***150***	***200***	***200***	***200***	***200***	***200***	***200***	***200***	***250***
Штангенглубиномер	с отсчетом по нониусу **0,1мм**	200	250	300	300	300	300	300	300	300	300
	с отсчетом по нониусу **0,05мм**	100	100	150	150	150	150	150	150	150	150
Штангенрейсмас -	с отсчетом по нониусу **0,1мм**	250	300	350	350	350	350	350	350	350	400
	с отсчетом по нониусу **0,05мм**	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150

Лабораторная работа №4

«Микрометрические инструменты»

1. Цель работы

Изучить назначение, устройство и приобрести практические навыки измерения деталей микрометрическими инструментами (МИ).

2. Техническое оснащение работы

При выполнении лабораторной работы применяются:

- комплект исходных чертежей различных деталей;
- комплект реальных деталей, соответствующих исходным чертежам;
- микрометры гладкие МК 25, МК 50, МК 75 и МК 100;
- микрометр гладкий цифровой электронный МКЦ 25;
- микрометр рычажный МР 50;
- глубиномер микрометрический ГМ 100;
- нутромер микрометрический НМ 75;
- плиты поверочные (разметочные) размером 250 х 250мм;
- плакаты по теме лабораторной работы.

3. Задание

Измерить с помощью микрометрических инструментов пять размеров заданной детали и дать заключение о ее годности.

4. Основные теоретические положения

4.1 Микрометрические инструменты

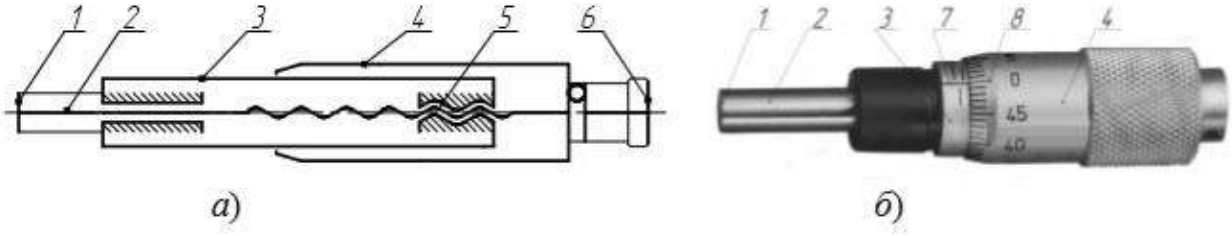
Микрометрические инструменты – это распространенные универсальные средства измерения вследствие простоты их конструкции и низкой стоимости [7]. МИ широко применяют в машиностроении, ремонтном производстве и слесарной практике для измерения линейных размеров

деталей высокой, по сравнению со штангенинструментами, точности, обычно 7-9 квалитетов.

Отличительная особенность МИ – наличие унифицированной микрометрической головки, основой которой является высокоточная, т.е. микрометрическая, резьбовая передача «винт – гайка»[1] [1]

Принцип действия микрометрической головки (рис. 1) основан на преобразовании вращательного движения микрометрического винта 2, установленного в неподвижную гайку 5, в поступательное перемещение измерительной пятки 1, являющейся торцовой поверхностью микровинта [4].

Использование винтовой пары в отсчетном устройстве известно ещё в 16 в., например, в пушечных прицельных механизмах (1570), позднее винт стали использовать в различных геодезических инструментах. Первый патент на самостоятельное измерительное средство (микрометр) был выдан Пальмеру в 1848 (Франция).



а – схема; *б* – внешний вид (без трещотки); 1-подвижная пятка; 2-винт; 3-стебель; 4-барабан; 5-гайка; 6-трещотка; 7-основная шкала; 8-дополнительная шкала.

Рисунок 1 – Микрометрическая головка

Основной несущей деталью микрометрической головки является втулка- стебель 3, с помощью которой головка устанавливается (монтируется) в корпус соответствующих МИ, рассмотренных ниже. Внутри стебля запрессована микрометрическая гайка 5 с внутренней резьбой, в которую ввернут микрометрический винт 2. Другой конец микрометрического винта

жестко соединен с барабаном 4, перемещающимся по стеблю головки.

Большинство МИ имеют винт с шагом, равным 0,5мм. Поэтому поворот винта в гайке на 360° (один полный оборот) вызывает одновременно поворот и осевое перемещение барабана 4 относительно стебля 3 на величину шага резьбы – 0,5мм. *Для того чтобы подвижная пятка 1 переместилась в продольном направлении на 1мм, барабану, а, следовательно, и микровинту, необходимо сообщить два полных оборота*. Это обстоятельство **положено в основу построения шкал** отсчетного устройства МИ, которое имеет основную и дополнительную шкалы. *Основная шкала* 7 размещается на стебле и предназначена для отсчета полных оборотов винта 2 через барабан 4, а *дополнительная шкала* нанесена на коническом скосе барабана 4 и служит для отсчета части оборота барабана 4, а, следовательно, и винта 2.

При измерении размера подвижная пятка 1 всегда контактирует с поверхностью измеряемой детали. Колебание величины измерительного усилия значительно увеличивает погрешность измерения. Для стабилизации (поддержания постоянства) измерительного усилия в измерительной головке (рис. 1) на торце барабана 4 предусматривается специальный механизм – трещотка 6. **При измерении барабан всегда вращают только за трещотку 6.** При достижении измерительным усилием заданной величины трещотка срабатывает – проворачивается с характерным звуком “щелчка», при этом вращение и перемещение микровинта 2 прекращаются. Обычно измерительное усилие МИ составляет 7±2Н (700±200гс).

Группа МИ объединяет разнообразные инструменты, из которых наиболее широкое распространение получили:

- **микрометры (МК)** различных типов, предназначенные для измерения наружных и внутренних размеров деталей;
- **глубиномеры микрометрические (ГМ),** служащие для измерения глубин пазов, отверстий, а также высот, расстояний до буртиков или выступов;
- **нутромеры** (штихмасы) **микрометрические (НМ),** предназначенные для измерения диаметра отверстий и других внутренних

размеров деталей;

Метод измерения микрометрическими инструментами прямой и, как правило, абсолютный контактный. Исключением являются МИ с электронно- цифровым отсчетом, которые позволяют определять размеры как абсолютным, так и относительным методами измерения.

В зависимости от величины предельной погрешности **МИ делятся на классы** 1 и 2.

4.2 Отсчетное устройство микрометрических инструментов

Отсчетное устройство МИ состоит из двух шкал – основной и дополнительной, представленных на рисунке 2.

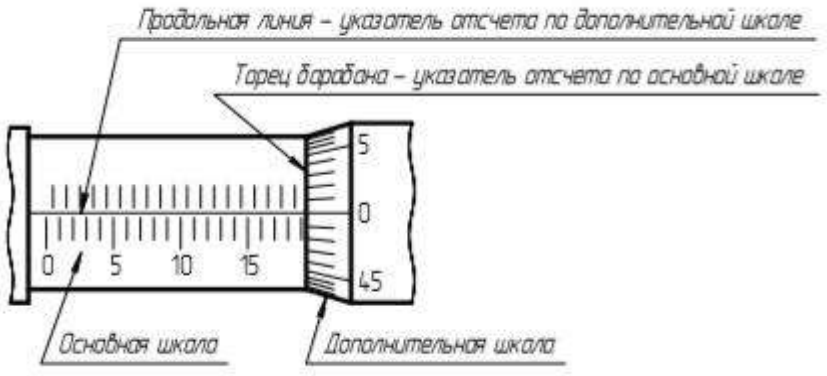
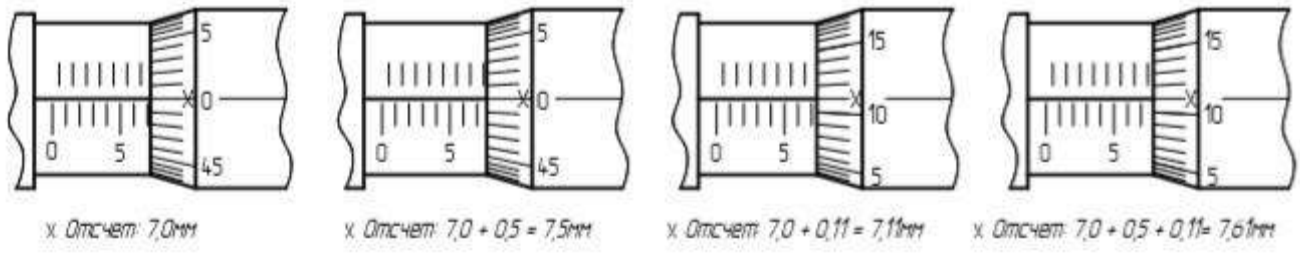


Рисунок 2 - Отсчетное устройство МИ

Основная шкала, выполненная на стебле, представляет собой продольную линию, с двух сторон от которой для удобства отсчета нанесены штрихи с интервалом (длиной) деления 1мм.

Нижние штрихи (рис. 2), соответствующие каждому пятому делению, удлинены и отмечены цифрами: 0; 5; 10; 15; 20 и 25, обозначающими целые миллиметры. *Верхние штрихи* шкалы смещены относительно нулевого штриха на 0,5мм (на величину шага микрометрического винта), в результате чего цена деления основной шкалы составляет 0,5мм. **Указателем отсчета по основной шкале** служит торец барабана, который как «шторка» открывает шкалу для чтения результатов.

При этом по нижней части шкалы отсчитывают целые миллиметры (рис. 3а), а по верхней (рис. 3б) – их половинки.



а) *б)* *в)* *г)*

а- целое число; *б*- дробное число, кратное 0,5мм; *в*- дробное число (в пределах первого оборота барабана); *г*- дробное число (в пределах второго оборота барабана).

Рисунок 3 – Отсчет показаний по шкалам МИ.

Дополнительная шкала (рис. 2) выполнена на коническом скосе барабана и содержит 50 делений. Штрихи дополнительной шкалы, соответствующие каждому пятому делению, удлинены и отмечены цифрами: 0; 5; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40 и 45, обозначающими сотые доли миллиметра. **Указателем отсчета по шкале на барабане** служит продольная линия на стебле [1].

Поворот барабана вместе с микрометрическим винтом на одно деление соответствует их перемещению в осевом направлении на величину 0,1мм. Таким образом, цена деления дополнительной шкалы «*е*», определяющая точность отсчета МИ в целом, составляет

$$e = \frac{p}{n} = \frac{0,5}{50} = 0,01мм$$

где P = 0,5мм – шаг резьбы микрометрического винта;

n = 50 – число делений шкалы на барабане.

При отсчете показаний сначала отсчитывают целое число миллиметров по нижней шкале стебля (например, 7мм согласно рис. 3, *в*) и прибавляют число сотых долей миллиметра, например, 11-й штрих шкалы барабана, *находящегося на первом обороте*, согласно рис. 3,*в* соответствует 0,11мм. Итоговый отсчет по шкалам МИ составит: 7,0 + 0,11 = 7,11мм. Если при отсчете показаний торец барабана перешел за деление миллиметровой шкалы, нанесенной выше продольной линии, то это означает, что *начался второй оборот барабана* и к результату, отсчитанному по описанной методике, необходимо прибавить 0,5мм. Например, итоговый отсчет по рис. 3, *г* составляет 7,0 + 0,5 + 0,11 = 7,65мм.

Таким образом, **отсчет измеряемого размера определяется** суммой показаний основной шкалы на стебле и шкалы на барабане, т.е. целое число миллиметров отсчитывают по нижней шкале, половины миллиметра – по верхней шкале стебля, а десятые и сотые доли миллиметра отсчитывают по делениям шкалы барабана, по штриху, совпавшему с продольной линией стебля.

Для исключения ошибок и однозначности отсчета результатов измерения **рекомендуется**, прежде всего, обращать внимание на положение нулевого штриха на барабане, отсчитывая его обороты [3]:

- *если первый оборот барабана полностью не завершился*, то величину 0,5мм прибавлять не следует;
- *если начался второй оборот барабана*, то к результатам отсчета необходимо прибавить 0,5мм.

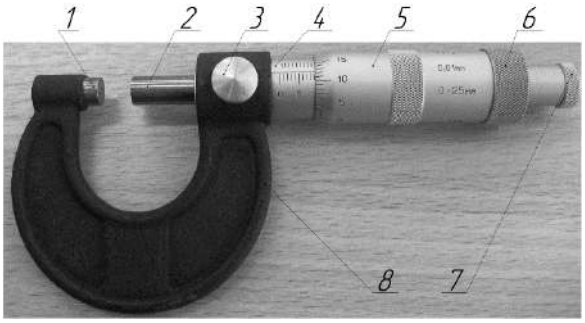
4.3 Микрометры

В зависимости от назначения современные микрометры выпускают различных типов:

- МК – гладкие, предназначенные для измерения наружных размеров изделий (рис. 4, а и б);
- МКЦ – гладкие, с электронным цифровым отсчетным устройством

(рис. 4, в);

- МВИ – для внутренних измерений, предназначенные для измерения внутренних размеров изделий (рис. 4, г);
- МР – рычажные, предназначенные для измерения абсолютным и относительным методами наружных размеров повышенной точности (рис. 5);
- МН – настольные со стрелочным отсчетным устройством (рис. 6), предназначенные для измерения наружных размеров малогабаритных деталей повышенной точности и небольшой жесткости, применяемых в часовой и приборостроительной промышленности;
- МЛ – листовые;
- МТ – трубные;
- МЗ – зубомерные;
- МП – для проволоки.



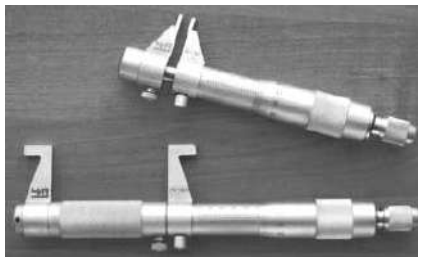
а)



б)



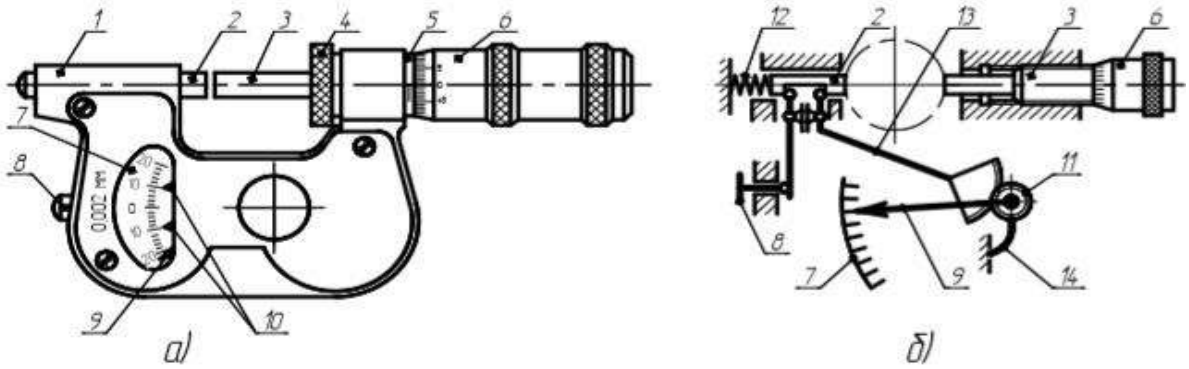
в)



г)

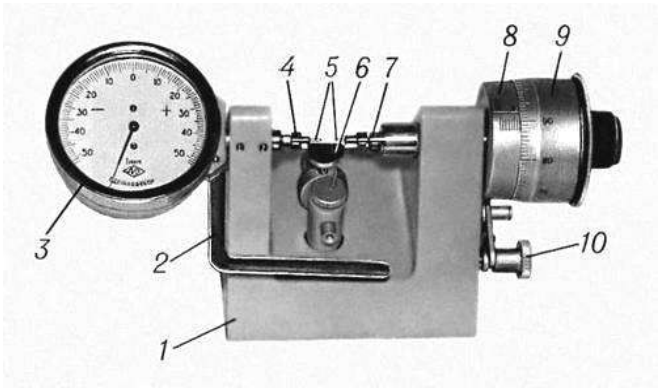
а- гладкий типа МК с диапазоном измерения 1-25 мм; *б*- гладкий типа МК с диапазоном измерения 125-150мм; *в*- гладкий типа МКЦ с цифровым отсчетом; *г*- для внутренних измерений типа МВИ; 1- неподвижная пятка; 2- микрометрический винт; 3- стопорное устройство; 4- стебель; 5- барабан; 6- корпус трещотки; 7- трещотка; 8- скоба.

Рисунок 4 – Типы микрометров



а- общий вид; *б*- схема устройства; 1- скоба; 2- подвижная пятка; 3- микрометрический винт; 4- гайка стопора; 5- стебель; 6-барабан; 7- шкала стрелочного отсчетного устройства; 8- арретир; 9- стрелка; 10- указатели отклонений; 11- зубчатое колесо; 12- пружина; 13- рычаг с зубчатым сектором; 14- пружина.

Рисунок 5 – Микрометр рычажный типа МР



1- корпус; 2- арретир; 3- отсчетное устройство; 4- измерительный стержень отсчетного устройства; 5- измерительные наконечники; 6- столик; 7- измерительный стержень микрометрической головки; 8- стебель; 9- барабан; 10- стопор.

Рисунок 6 – Настольный микрометр типа МН со стрелочным отсчетным устройством

Наиболее широкое распространение, как универсальные средства измерения общего назначения, получили гладкие микрометры типа МК (в дальнейшем просто микрометры), которые в соответствии с ГОСТ 6507-90 выпускаются со следующими диапазонами измерения: 0-25; 25-50; 50-75; 75-

100; 100-125; 125-150; 150-175; 175-200; 225-250; 250-275; 275-300; 300-400; 400-500 и 500- 600мм. Микрометры с нижним пределом 25мм и более всегда снабжаются установочной мерой для проверки и установки инструмента на нуль, как это показано на рисунке 4, *б*.

Пример условного обозначения гладкого микрометра с диапазоном измерения 25-50мм 1-го класса точности:

Микрометр МК 50-1 ГОСТ 6507-90.

То же, гладкого микрометра с электронным цифровым отсчетным устройством с диапазоном измерения 50-75мм:

Микрометр МКЦ 75 ГОСТ 6507-90.

Конструкция гладкого микрометра включает скобу (рис. 4, *а*), с одной стороны которой запрессована неподвижная пятка 1, а с другой стороны скобы - микрометрическая головка, состоящая из стебля 4 и барабана 5 в сборе с микровинтом 2 и механизмом трещотки 7. Неотъемлемой частью микрометра является *стопорное устройство* 3, которое *необходимо* для закрепления микрометрического винта 2 в нужном положении, чтобы сохранить показания микрометра при снятии его с детали и облегчить установку инструмента на нуль.

В зависимости от завода-изготовителя микрометр может иметь различное конструктивное исполнение стопорного устройства: винтовое, эксцентриковое или цанговое, которые представлены на рисунке 7.



а) б) в)

Рисунок 7 – Стопорное устройство: *а*- винтовое; *б*- эксцентриковое; *в*- цанговое.

Перед началом измерений микрометр следует осмотреть,

измерительные поверхности подвижной и неподвижной пятки протереть салфеткой и проверить установку микрометра на нуль.

Методика проверки и настройки микрометра сводится к следующему. Вращая за трещотку (рис. 8), измерительные поверхности микрометра приводят в соприкосновение с измерительными поверхностями установочной меры или непосредственно между собой (при пределах измерения 0-25мм). При правильной установке микрометра нулевой штрих барабана должен совпадать с продольной линией на стебле, а начальный штрих основной шкалы виден полностью. Торец барабана не должен перекрывать начальный штрих шкалы стебля более чем на 0,07мм или удаляться от начального штриха более чем на 0,15мм. У начального штриха основной шкалы могут стоять цифры 0; 25; 50; 75 и т.д. в зависимости от нижнего предела измерения микрометра [7].

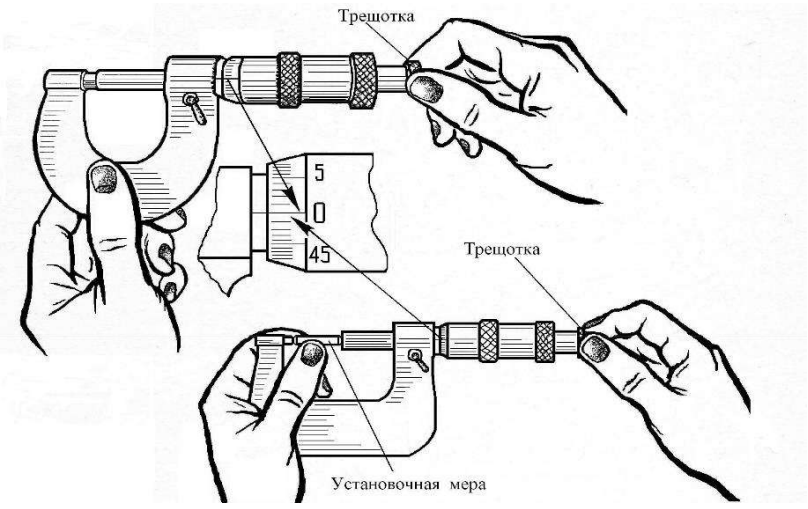


Рисунок 8 – Проверка установки микрометра на нуль

Если указанные условия не соблюдаются (нулевые штрихи не совпадают), то микрометр следует **настроить** (отрегулировать) **в следующей последовательности**:

1. Закрепляют микрометрический винт с помощью стопорного устройства при сведенных измерительных поверхностях инструмента;

2. Придерживая барабан левой рукой, как показано на рисунке 9, правой рукой отвинчивают не более чем на пол-оборота корпус трещотки

с барабана;

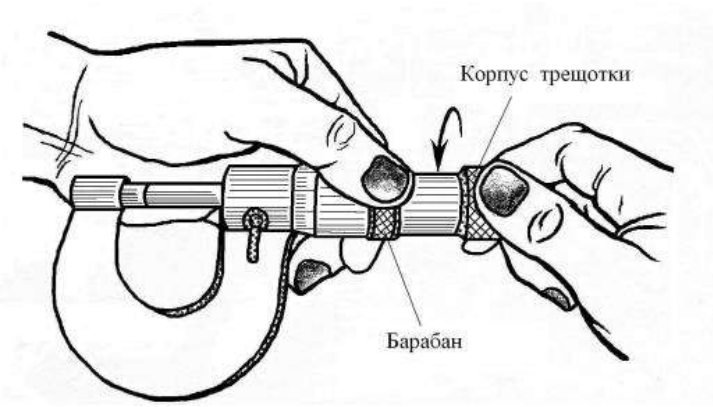


Рисунок 9 – Отвинчивание корпуса трещотки

3. Отжимают барабан в направлении трещотки, в результате чего барабан разъединяется от сцепления с микровинтом;

4. Устанавливают барабан относительно неподвижного микровинта на необходимый угол, при котором нулевой штрих на барабане совместится с продольной линией стебля, а торец барабана с начальным штрихом стебля (рис. 10);

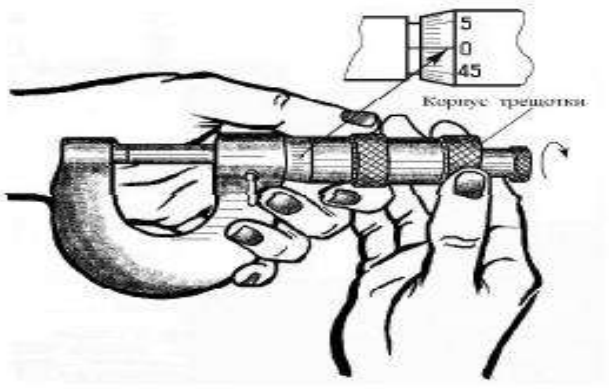


Рисунок 10 – Установка барабана и завинчивание корпуса трещотки

5. Исключая поворот барабана, завинчивают корпус трещотки на барабан до упора;

6. Освобождают стопор микровинта и, вращая за трещотку, отводят микровинт от установочной меры (или от неподвижной пятки при пределах измерения 0-25мм), а затем вторично подводят до соприкосновения с концевой мерой (или с неподвижной пяткой) и проверяют установку

микрометра на нуль;

7. Если проверка дала неудовлетворительные результаты, то регулировку микрометра повторяют.

При использовании микрометра его держат в руках (за скобу левой рукой) или устанавливают в специальном штативе (стойке).

Процесс измерения микрометром включает следующую последовательность действий:

- перед началом измерений микрометр устанавливают на размер немного больше измеряемого;
- микрометр осторожно подносят к измеряемому изделию и слегка прижимают неподвижную пяту к проверяемой поверхности;
- плавно вращают трещотку до тех пор, пока подвижная пятка микровинта не коснется детали;
- продолжая вращать трещотку, микрометр слегка покачивают во взаимно перпендикулярных плоскостях. Покачивание позволяет найти наименьший размер в сечении измеряемой детали и тем самым исключить погрешности, вызванные неправильным положением (перекосом) инструмента;
- стопорят микровинт и осуществляют отсчет показаний по шкалам микрометра.

Н е д о п у с к а е т с я:

- наводить микрометр на изделие с усилием, т.к. это может вызвать изгиб скобы, смятие резьбы или повреждение измерительных поверхностей;
- вращать микровинт за барабан, т.к. при этом возникают недопустимо большие силы и повреждается микрометрическая резьба [4].

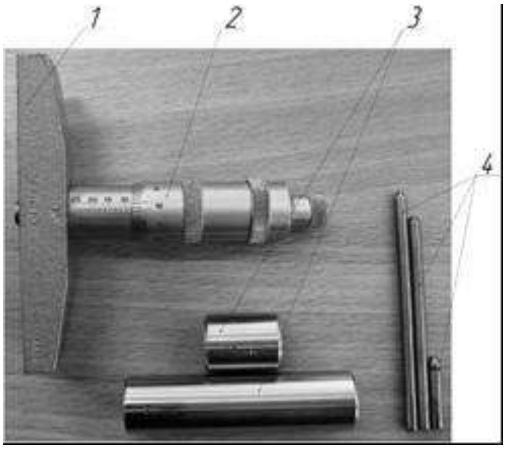
4.4 Глубиномеры микрометрические

Глубиномер микрометрический (рис. 11) представляет собой микрометрическую головку 2, запрессованную в основание 1 перпендикулярно измерительной поверхности основания [5].

В глухое отверстие, выполненное на торце микровинта, могут быть плотно вставлены сменные стержни 4, обеспечивающие измерение размеров в диапазоне 0-150мм через 25мм.

В отличие от микрометров деления основной шкалы на стебле глубиномеров нанесены в обратном порядке, т.е. от 25 до 0мм, т.к. при ввинчивании микровинта по часовой стрелке показания глубиномера возрастают [6].

Фиксирование микровинта также осуществляется стопором.

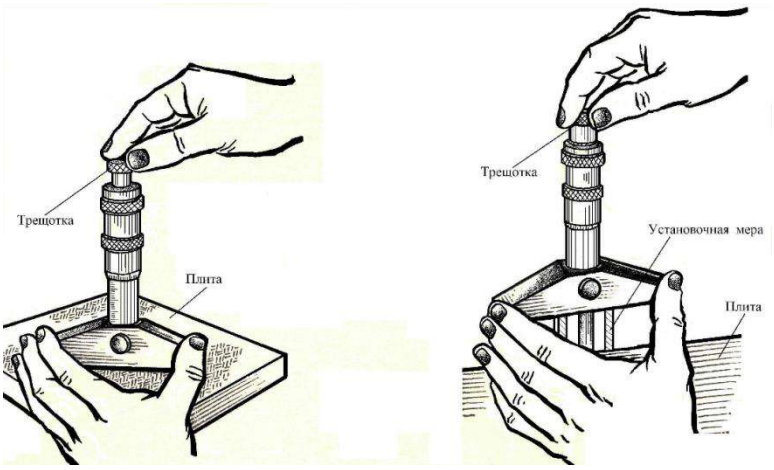


1- основание; 2- микрометрическая головка; 3- установочные меры; 4- сменные стержни.

Рисунок 11 - Глубомер микрометрический:

Установку глубиномера на нуль проверяют непосредственно на поверочной плите (рис. 12, а) или с использованием установочной меры соответствующего размера, как это представлено на рисунке 12, б.

При измерении размеров левой рукой основание глубиномера прижимают к детали, а правой – вращают трещотку до соприкосновения измерительного стержня с контролируемой поверхностью, как это показано на рисунке 13.



а) *б*)

Рисунок 12 – Проверка установки микрометрического глубиномера на нуль: *а*- при пределах измерения 0-25мм; *б*- при нижнем пределе измерения 25мм и более.

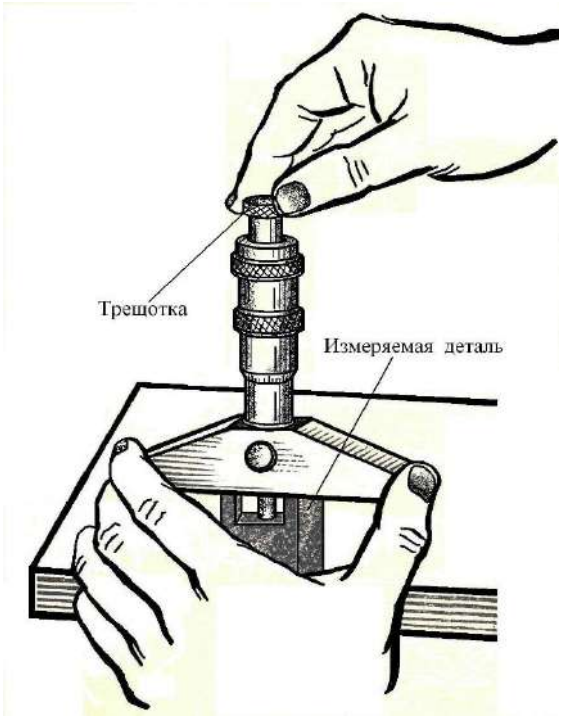


Рисунок 13 – Пример измерения глубины паза детали с помощью микрометрического глубиномера

Отсчет показаний по шкалам глубиномера осуществляют в соответствии с рисунком 14.

1

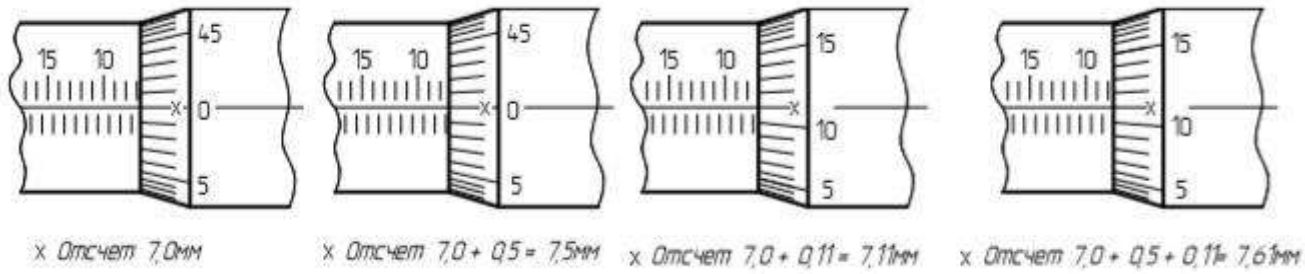


Рисунок 14 – Отсчет показаний по шкалам микрометрического глубиномера

Микрометрические глубиномеры выпускаются по ГОСТ 7470-92 со следующими диапазонами измерения: 0-25; 25-50; 50-100 и 100-150мм. Глубиномеры с нижним пределом измерения 25мм и более снабжаются сменными стержнями 4 и установочными мерами 3 (рис. 11), служащими для проверки и установки инструмента на нуль [7].

Пример обозначения глубиномера микрометрического с диапазоном измерения 100-150мм 2-го класса точности:

Глубиномер ГМ 150-2 ГОСТ 7470-92.

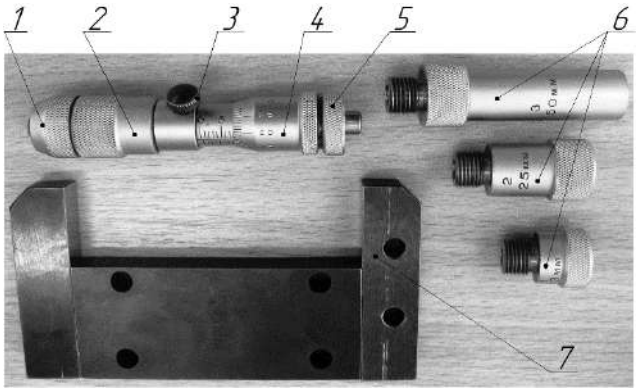
То же, *глубиномера микрометрического с электронным цифровым отсчетным устройством* с диапазоном измерения 50-100мм:

Глубиномер ГМЦ 100 ГОСТ 7470-92.

4.5 Нутромеры микрометрические

Нутромер микрометрический – накладной прибор для измерения внутренних размеров с двухточечной схемой, при которой одна точка неподвижна, а вторая - подвижна при измерении. Принципиальная схема нутромера аналогична микрометрам, но он не имеет устройства для стабилизации измерительного усилия (отсутствует механизм трещотки), и измерительные поверхности не соприкасаются [3].

Нутромер микрометрический (рис. 15) имеет микрометрическую головку 2, набор сменных удлинителей 6 и измерительный наконечник 1.



1- измерительный наконечник; 2- микрометрическая головка; 3- стопор; 4- барабан; 5- установочный колпачок; 6- удлинители; установочная мера.

Рисунок 15 – Нутромер микрометрический:

Удлинители 6 свинчиваются последовательно один с другим до получения требуемого размера, их размеры: 13, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 1000 и 2000мм. Для соединения удлинителя с микрометрической головкой 2 необходимо отвернуть измерительный наконечник 1, а вместо него навернуть правый конец удлинителя. На свободный конец удлинителя с резьбой может быть навернут другой удлинитель и т.д. На свободный конец последнего удлинителя навинчивается измерительный наконечник 1 [5].

Перед началом работы нутромер проверяют и настраивают на нуль по установочной мере 7 (рис. 15), представляющей собой скобу с двумя взаимно параллельными поверхностями. К каждому нутромеру придается одна установочная мера с размером 63, 75, 150 или 350мм в соответствии с размерами микрометрической головки. Размер установочной меры обозначен на корпусе ее скобы [6].

Процесс проверки и настройки нутромера на нуль, представленный на рисунке 16, выполняют в следующем порядке.

1. На микрометрическую головку 2 (рис. 15) нутромера навинчивают измерительный наконечник 1, а затем вращением барабана 4 устанавливают размер головки так, чтобы она свободно вошла в скобу установочной меры 7.

2. Головку с измерительным наконечником устанавливают между измерительными поверхностями установочной меры, придерживая меру и

головку левой рукой, а правой рукой, вращая барабан головки, находят кратчайшее расстояние между поверхностями установочной меры (рис. 16).

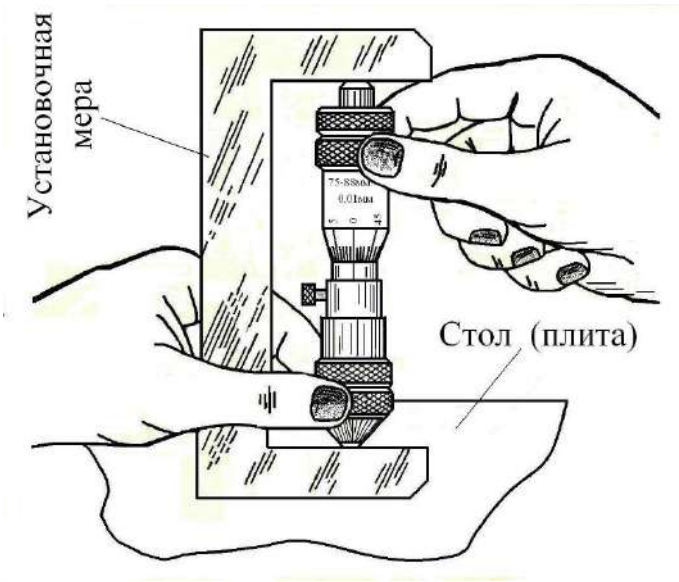


Рисунок 16 – Проверка установки нутромера на нуль

3. Застопорив микрометрический винт стопором 3 (рис. 15), вынимают головку из скобы и проверяют нулевую установку по шкалам нутромера.

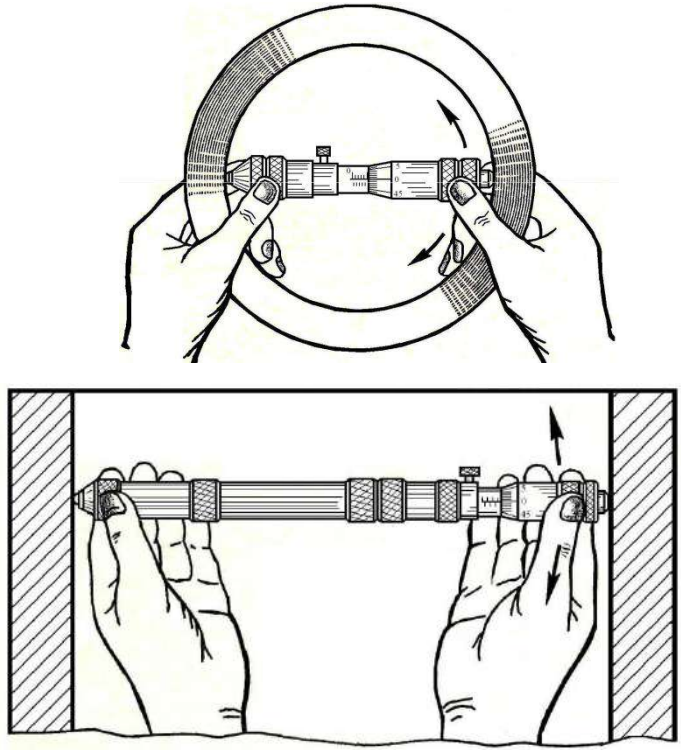
4. Если нулевая установка сбита, то её восстанавливают новой настройкой.

5. При настройке микрометрической головки на нуль отвертывают установочный колпачок 5 (рис. 15) и поворачивают освобожденный барабан 4 так, чтобы штрихи шкал совпали. В таком положении, поддерживая барабан и стебель левой рукой, правой затягивают установочный колпачок.

После проверки и настройки микроголовки по установочной мере рассчитывают удлинители, стремясь к наименьшему их числу при сборке. Удлинители собирают, т.е. навинчивают на головку, начиная с больших размеров [3].

В процессе измерения нутромер вводят в отверстие контролируемой детали и вращением барабана приводят измерительные наконечники в соприкосновение со стенками отверстия. Один конец нутромера упирают в поверхность измеряемого отверстия, а другой слегка покачивают (до

ощущения легкого трения поверхностей нутромера и изделия) сначала в осевом направлении, а затем в поперечном, как это показано на рисунке 17.



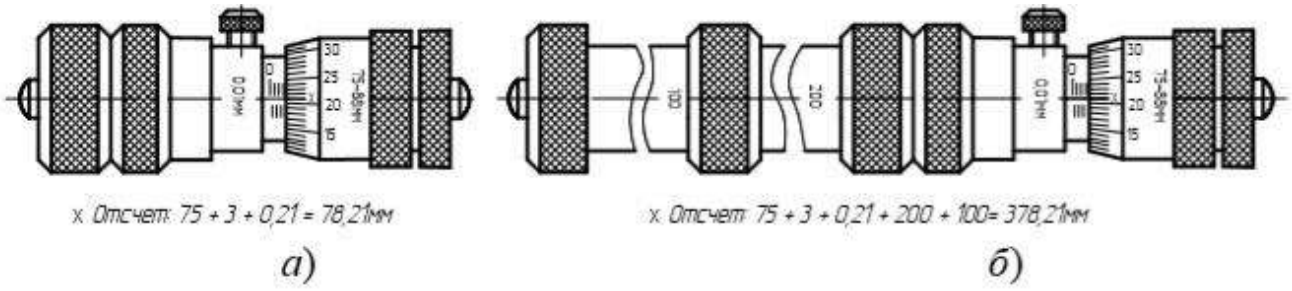
а) *б*)

а- в осевом направлении; *б*- в поперечном направлении.

Рисунок 17 – Покачивание нутромера при измерении внутренних размеров.

Одновременно с этим регулируют положение микрометрического винта с помощью барабана таким образом, *чтобы найти* в осевом направлении *наименьший размер*, а в поперечном (диаметральном) направлении – *наибольший.*

В этом положении стопорят микровинт, выводят нутромер из отверстия и отсчитывают по шкалам результат измерения, учитывая размеры удлинителей, как это представлено на рисунке 18.



х. Отсчет: 75 + 3 + 0,21 = 78,21мм

х. Отсчет: 75 + 3 + 0,21 + 200 + 100= 378,21мм

а) *б*)

а- без удлинителей; *б*- с удлинителями.

Рисунок 18 – Примеры отсчета показаний по шкалам нутромера

Микрометрические нутромеры выпускаются по ГОСТ 10-88 со следующими диапазонами измерения: 50-75, 75-175, 50-600, 100-1200, 150-1250, 150-1400, 150-2500, 150-3000, 600-2500, 1000-4000, 2500-6000мм.

Пример обозначения нутромера микрометрического с диапазоном измерения 50-75мм:

Нутромер НМ 75 ГОСТ 10-88.

5. Порядок выполнения работы и методические указания

1. Изучить по методическим указаниям цель работы, задание и основные теоретические положения. *Особое внимание уделить*:

- назначению и общей характеристике МИ;
- построению шкал и отсчету показаний по шкалам МИ, изложенным в разделе 4.2;
- устройству, проверке, настройке МИ и процессу измерения;

2. Получить у преподавателя *техническое оснащение*, необходимое для выполнения лабораторной работы.

3. Подготовить предварительный отчёт по лабораторной работе, который должен содержать по аналогии с приложением А следующие данные:

- наименование лабораторной работы;
- конкретизированное задание на выполнение работы;
- эскиз заданной детали с указанием ее номера (шифра);
- таблица 1 - Результаты измерения детали МИ;
- таблица 2 – Метрологические показатели МИ, применяемых при

измерении детали.

4. Выбрать по чертежу или эскизу детали *пять* любых *размеров*, намеченных для измерения, и записать их обозначения в таблицу А.1.

5. Для каждого из намеченных для измерения размеров детали *определить и записать* в таблицу А.1:

- величину допуска в микрометрах, равную алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями размера;
- значение допускаемой погрешности измерения «□», выбираемой по приложению Б;
- обозначение выбранного инструмента, при выборе которого *должно соблюдаться условие*

$$\Delta lim \leq \square,$$

где Δlim – предельная погрешность инструмента, выбираемая по приложению В.

- величину предельной погрешности выбранного инструмента;
- значения предельных размеров – наибольшего и наименьшего допустимого размера детали в миллиметрах.

6. Определить измерением величину действительного размера детали и результат записать в таблицу А.1.

7. Записать в таблицу А.1 *заключение о годности каждого* измеренного *размера детали*, учитывая, что размер признается годным, если соблюдается условие

$$D_{min}\ (d_{min}) \leq D_{д}\ (d_{д}) \leq D_{max}\ (d_{max}),$$

где $D_{д}\ (d_{д})$ – действительный размер отверстия (вала),

$D_{min}\ (d_{min})$ и $D_{max}\ (d_{max})$ – наименьший и наибольший предельные размеры отверстия (вала).

Если указанное условие не соблюдается, то размер признается бракованным. Различают брак исправимый и неисправимый.

8. Заполнить таблицу А.2, занося туда основные метрологические показатели каждого МИ, который применялся при измерении.

9. Проанализировать результаты измерения детали и дать заключение о ее годности в виде вывода по выполненной работе.

Деталь признается годной, если все ее размеры вписываются в установленные границы соответствующих допусков. В противном случае - *деталь считается бракованной*. При наличии брака его необходимо обоснованно конкретизировать – на каких размерах и почему «брак исправимый» или «брак неисправимый».

10. Привести рабочее место и инструмент в порядок, сдав преподавателю полученное техническое и методическое обеспечение.

11. Отчет о выполненной работе *представить преподавателю*.

6. Содержание отчёта

Отчёт по лабораторной работе должен содержать следующие данные:

1. наименование работы;
2. задание на выполнение работы;
3. эскиз заданной детали;
4. результаты измерения детали;
5. метрологическая характеристика применяемого инструмента;
6. выводы, вытекающие из анализа результатов измерения детали.

Пример оформления отчета по лабораторной работе представлен в приложении А.

7. Контрольные вопросы

1. Почему МИ являются наиболее распространенными средствами измерения?
2. Почему МИ относят к числу универсальных средств измерения?
3. Где и с какой целью применяют МИ?
4. Что можно отнести к отличительным особенностям МИ?
5. В чем заключается принцип действия микрометрической головки?
6. Что положено в основу построения шкал отсчетного устройства МИ?

7. Для чего предназначена и где располагается основная шкала МИ?

8. Для чего предназначена и где располагается дополнительная шкала?

9. В чем заключается принцип построения дополнительной шкалы МИ?

10. Какие инструменты относят к группе МИ?

11. Какие методы измерения реализуют МИ?

12. От чего зависит точность отсчета любого МИ?

13. Что понимают под точностью инструмента в целом?

14. Что представляет собой точность отсчета МИ?

15. Как определяется цена деления основной шкалы МИ?

16. Как определяется цена деления дополнительной шкалы МИ?

17. Как отсчитывается целое число миллиметров при измерении?

18. Как отсчитываются доли миллиметра при измерении размеров МИ?

19. Как определяется результат измерения размеров МИ?

20. Что служит указателем отсчета по основной шкале МИ?

21. Что служит указателем отсчета по дополнительной шкале МИ?

22. Для чего предназначены микрометры (глубиномеры, нутромеры)?

23. Какие конструктивные типы микрометров вам известны?

24. Для чего предназначено стопорное устройство МИ?

25. Для чего предназначена трещотка в микрометрах?

26. Какие размеры можно измерить микрометрами типа МК?

27. Как обозначают микрометры (глубиномеры, нутромеры) в соответствии с требованиями стандарта?

28. В чем заключается методика и последовательность проверки микрометра (глубиномера, нутромера)?

29. В чем заключается методика и последовательность настройки микрометра (глубиномера, нутромера) на нуль?

30. В чем заключается отличие настройки микрометра МК 25 от МК

100?

31. Какую последовательность действий включает в себя процесс измерения микрометром (глубиномером, нутромером)?

32. В чем заключается конструктивная особенность микрометрических глубиномеров?

33. Поясните устройство микрометра (глубиномера, нутромера).

34. Какие виды МИ различают в зависимости от конструкции отсчетного устройства?

35. Как убедиться в исправности микрометра (глубиномера, нутромера)? 36. Какие требования необходимо соблюдать при измерении размеров

микрометром (глубиномером, нутромером)?

37. Как достигается нормальное измерительное усилие при измерении микрометром (глубиномером, нутромером)?

38. Чем конструктивно отличается глубиномер от нутромера?

39.Чем отличается построение шкал глубиномера от микрометра?

40. Какие поверхности микрометра (глубиномера, нутромера) являются измерительными?

41. Для чего в глубиномерах применяются сменные стержни, а в нутромерах – удлинители?

42. Для чего при измерении диаметров отверстий нутромерами их слегка покачивают?

43. В чем заключается особенность отсчета результатов измерения глубиномерами и нутромерами в отличие от микрометров?

44. Какие показатели определяют основную метрологическую характеристику МИ?

45. Как выбирается конкретный МИ в зависимости от точности измеряемого размера?

46. Как определяется годность измеренного размера детали? 47. В чем заключается условие годности размера

детали?

48. В чем заключается условие годности измеренной детали?

49. От чего зависит допускаемая погрешность измерения размера?

50. От чего зависит предельная погрешность инструмента?

Приложение А

(рекомендуемое)

Пример оформления отчета по лабораторной работе

Лабораторная работа № 4 – **Микрометрические инструменты**

Задание: Измерить с помощью МИ пять размеров заданной детали МИ-25 и дать заключение о ее годности.

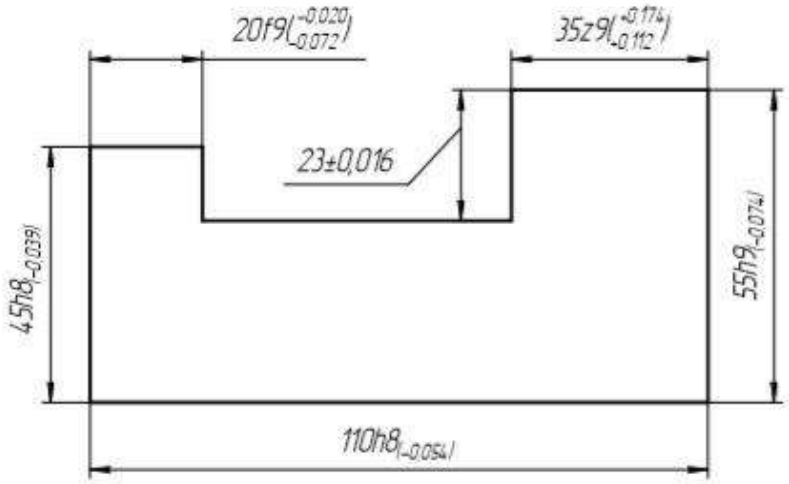


Рисунок А.1 – Эскиз детали МИ-25

Таблица А.1 – Результаты измерения детали микрометрическим инструментом

Определяемые параметры		Обозначения измеряемых размеров детали				
		20f9(-0,020 -0,072)	23±0,016	35z9(+0,174 +0,112)	45h8(-0,039)	110h8(-0,054)
Допуск размера, мкм		52	32	62	39	54
Допускаемая погрешность измерения, δ, мкм		12	8	16	10	12
Обозначение выбранного инструмента		Микрометр МК 25-2 ГОСТ 6507	Глубиномер ГМ 25-2 ГОСТ 7470	Микрометр МК 50-2 ГОСТ 6507	Микрометр МК 50-2 ГОСТ 6507	Микрометр МК 125-2 ГОСТ 6507
Предельная погрешность инструмента, ± Δlim, мкм		4	4	4	4	5
Предельные размеры детали, мм	max	19,98	23,016	35,174	45,0	110,0
	min	19,928	22,984	35,112	44,961	109,946
Действительный размер детали, мм		20,13	22,94	35,15	44,98	110,15
Заключение о годности размера детали		**Брак** исправимый	**Брак** неисправимый	**Годный**	**Годный**	**Брак** исправимый

Таблица А.2 – Метрологические показатели МИ, применяемых при измерении детали

Метрологические показатели инструмента	Обозначение инструмента, применяемого при измерении детали			
	Микрометр МК 25-2 ГОСТ 6507	Микрометр МК 50-2 ГОСТ 6507	Микрометр МК 125-2 ГОСТ 6507	Глубиномер ГМ 25-2 ГОСТ 7470
Пределы измерения, мм	0-25	25-50	100-125	0-25
Цена деления основной шкалы, мм	0,5	0,5	0,5	0,5
Цена деления дополнительной шкалы, мм	0,01	0,01	0,01	0,01
Предельная погрешность инструмента,	4	4	5	4

ВЫВОД: В результате выполненной работы деталь МИ-25 следует признать бракованной, потому что три ее размера выходят за установленные границы допуска, а именно:

- наружный размер $20f9(^{-0,020}_{-0,072})$ имеет *брак исправимый*, т.к. действительный размер $d_Д$ = 20,13мм > d_{max} = 19,98мм;
- размер 23±0,016 имеет *брак неисправимый*, т.к. действительный размер $d_Д$ = 22,94мм < d_{min} = 22,984мм;
- наружный размер 110h8(-0,054) имеет *брак исправимый*, т.к. действительный размер $d_Д$ = 110,15мм > d_{max} = 110,0мм.

Приложение Б

Допускаемые погрешности измерения «□», мкм (ГОСТ 8.051-81)

Номинальные размеры, мм	Квалитеты											
	7		8		9		10		11		12	
	Допуски размеров по квалитетам *IT* и допускаемые погрешности измерения δ в мкм											
	IT 7	δ	*IT 8*	δ	*IT 9*	δ	*IT 10*	δ	*IT 11*	δ	*IT 12*	δ
До 3	*10*	**3**	*14*	**3**	*25*	**6**	*40*	**8**	*60*	**12**	*100*	**20**
Св. 3 до 6	*12*	**3**	*18*	**4**	*30*	**8**	*48*	**10**	*75*	**16**	*120*	**30**
Св. 6 до 10	*15*	**4**	*22*	**5**	*36*	**9**	*58*	**12**	*90*	**18**	*150*	**30**
Св. 10 до 18	*18*	**5**	*27*	**7**	*43*	**10**	*70*	**14**	*110*	**30**	*180*	**40**
Св. 18 до 30	*21*	**6**	*33*	**8**	*52*	**12**	*84*	**18**	*130*	**30**	*210*	**50**
Св. 30 до 50	*25*	**7**	*39*	**10**	*62*	**16**	*100*	**20**	*160*	**40**	*250*	**50**
Св. 50 до 80	*30*	**9**	*46*	**12**	*74*	**18**	*120*	**30**	*190*	**40**	*300*	**60**
Св. 80 до 120	*35*	**10**	*54*	**12**	*87*	**20**	*140*	**30**	*220*	**50**	*350*	**70**
Св. 120 до 180	*40*	**12**	*63*	**16**	*100*	**30**	*160*	**40**	*250*	**50**	*400*	**80**
Св. 180 до 250	*46*	**12**	*72*	**18**	*115*	**30**	*185*	**40**	*290*	**60**	*460*	**100**
Св. 250 до 315	*52*	**14**	*81*	**20**	*130*	**30**	*210*	**50**	*320*	**70**	*520*	**120**

Приложение В

Предельные погрешности измерения ±Δlim (мкм) при измерении линейных размеров МИ

Наименование и характеристика микрометрического инструмента		Предельные погрешности измерения ±Δ**lim**, мкм, при измерении размеров в интервалах,								
		0-25	25-50	50-75	75-100	100-125	125-150	150-175	175-200	200-250
Микрометры гладкие типа МК (ГОСТ	Класс точности 1	2	2,5	2,5	2,5	3	3	3	3	4
	Класс точности 2	***4***	***4***	***4***	***4***	***5***	***5***	***5***	***5***	***6***
Глубиномеры типа ГМ (ГОСТ 7470-92)	Класс точности 1	2	3	3	3	4	4	--	--	--
	Класс точности 2	***4***	***4***	***5***	***5***	***6***	***6***	***8***	***8***	***9***
Нутромеры типа НМ (ГОСТ	---	---	---	**3**					**6**	

Лабораторная работа №5

«Измерения индикаторными нутромерами»

1. Цель работы

Изучить назначение, устройство, порядок настройки и применения индикаторных нутромеров.

2. Техническое оснащение работы

При выполнении лабораторной работы применяются:

- Нутромеры индикаторные;
- Наборы плоскопараллельных концевых мер длины и принадлежностей к ним;
- Микрометры гладкие типа МК 75-100, закрепленные на стойке;
- Штангенциркули ШЦ-I или ШЦ-II;
- Детали для измерения – гильзы двигателей внутреннего сгорания;
- Плакаты по теме лабораторной работы.

3. Задание

Измерить отверстие гильзы двигателя внутреннего сгорания и дать заключение о годности детали исходя из условия, что отклонения формы отверстия не должны превышать 0,02мм.

4. Основные теоретические положения

В настоящей работе исследуется точность формы отверстия гильзы. Поэтому возникает необходимость иметь четкое представление о нормировании отклонений формы цилиндрических поверхностей.

4.1 Отклонения формы цилиндрических поверхностей

Подавляющее большинство деталей машин представляет собой сочетание простейших геометрических поверхностей. В основном это

цилиндрические (~70%) и плоские (~12%), поверхности, значительно реже – конические, сферические, резьбовые и др. Получить идеальную форму поверхностей в процессе изготовления деталей невозможно из-за погрешностей станка, деформаций станка, инструмента и обрабатываемой детали, неравномерности припуска на обработку, неоднородности материала и т.д.

В то же время искажение формы поверхностей приводит к снижению эксплуатационных свойств деталей машин. Так, *в подвижных соединениях* отклонение от правильной формы приводит к неплавности перемещений детали, быстрому её износу из-за контакта по ограниченной поверхности. *В неподвижных соединениях* искажение формы приводит к неравномерности натягов в соединениях, из-за чего снижается их прочность, герметичность и точность центрирования. Все сказанное вызвало необходимость ввести отдельное нормирование (установить требования) по допускаемым искажениям формы, и этот параметр получил название отклонение формы [2].

Отклонением формы называется отклонение формы реальной (истинной) поверхности или реального (истинного) профиля от формы номинальной (идеальной) поверхности или номинального (идеального) профиля [7].

Профилем называется линия пересечения поверхности плоскостью или с заданной поверхностью. Если в технической документации не указано по-другому, то направление секущей плоскости определяется по перпендикуляру к поверхности [2].

Для оценки отклонений формы применяют *два вида показателей - комплексные и частные* (дифференцированные или элементные) [1].

Комплексными показателями формы являются отклонения, используемые для характеристики работы детали в условиях эксплуатации. Во всем мире нормируется (в виде допусков) пять видов комплексных отклонений формы, представленных в таблице 1 [2].

Таблица 1 – Виды отклонений формы и знаки, используемые для условного обозначения допуска

Вид отклонения формы и обозначение допуска по ГОСТ 24642-81	Определение параметра	Условный знак допуска формы
Отклонение от прямолинейности, TFL	Наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей прямой в пределах нормируемого участка	—
Отклонение от плоскостности, TFE	Наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающей плоскости в пределах нормируемого участка	▱
Отклонение от цилиндричности, TFZ	Наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающего цилиндра в пределах нормируемого участка	⌭
Отклонение от круглости, TFK	Наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей окружности	○
Отклонение профиля продольного сечения, TFP	Наибольшее расстояние от точек, образующих реальную поверхность и лежащих в плоскости, проходящей через её ось, до соответствующей стороны прилегающего профиля в пределах нормируемого участка	=

Последние три показателя, представленные в таблице 1, относятся только к цилиндрическим поверхностям – внутренним и наружным. При этом отклонение от цилиндричности является обобщающим (общим) комплексным показателем отклонения формы цилиндрической поверхности. Два других вида отклонений формы – отклонение от круглости и отклонение профиля продольного сечения, представляют собой как бы разделенные, также комплексные показатели отклонения от цилиндричности, получаемые в результате *поперечного сечения* (плоскостью перпендикулярной оси) и *продольного сечения* (плоскостью, проходящей через ось) цилиндрической поверхности (рисунок 1).

Комплексные показатели задаются в основном нормативными документами. На практике, однако, ими пользуются редко, т.к. в производственных условиях сложно установить их величину, а главное, отклонение позволяет оценить лишь работоспособность детали и не дает никакой информации о причинах брака, что затрудняет корректировку технологического процесса с целью повышения качества продукции.

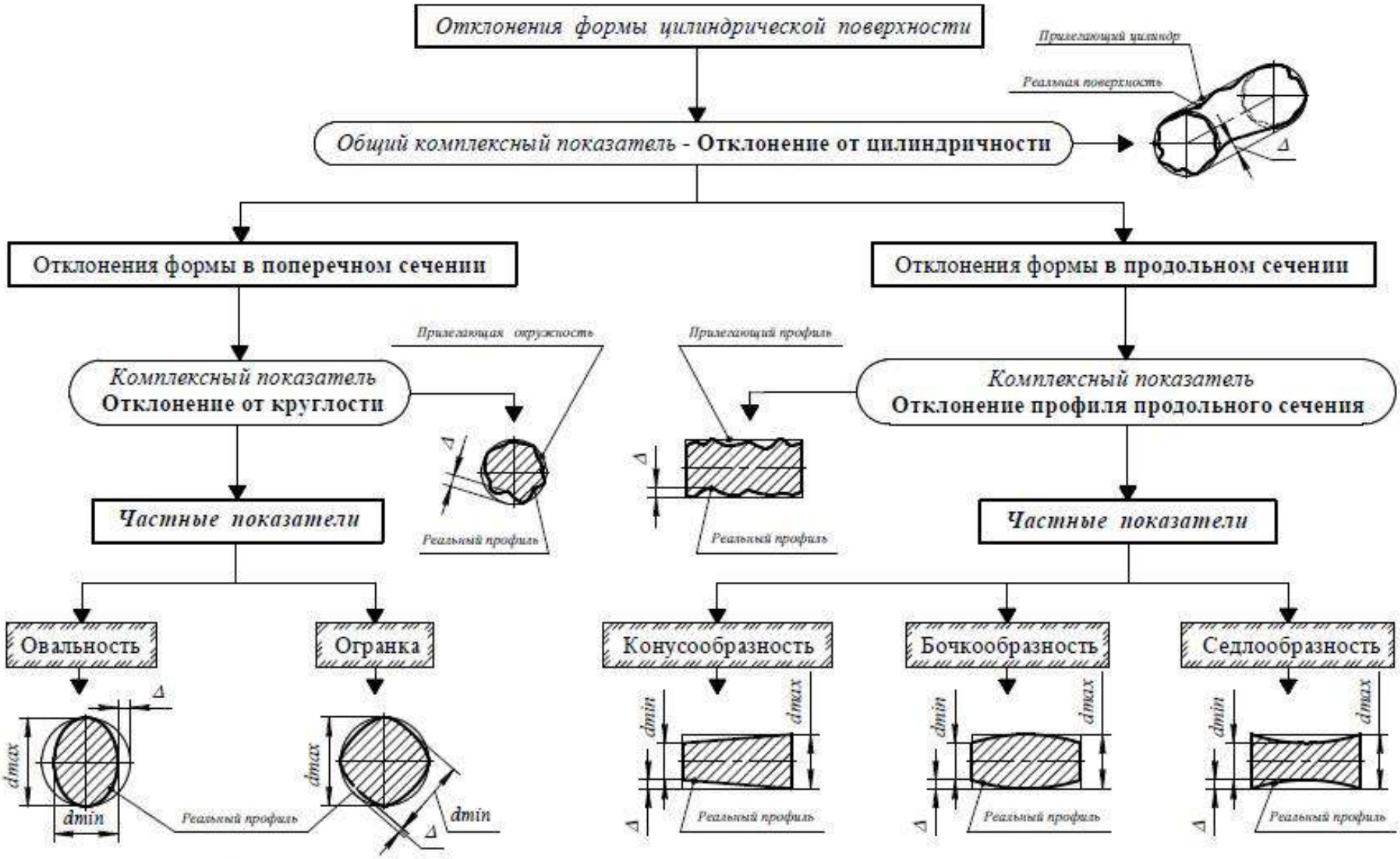


Рисунок 1 - Виды отклонений формы цилиндрических поверхностей

Частными показателями отклонений формы являются отклонения определенной геометрической формы (например, овальность, огранка, конусообразность, бочкообразность и седлообразнось, представленные на рисунке 1) [5].

Необходимо усвоить, что это не другие виды отклонений формы, помимо перечисленных в таблице 1, а частные проявления комплексного показателя. Например, в поперечном сечении отклонения от круглости могут быть любой формы и, в частности, в виде овальности и огранки. Вот эти искажения реального профиля и являются частными видами комплексного показателя – «отклонение от круглости».

Частные показатели отклонений формы обычно проще измерять, и они обеспечены необходимыми методами и средствами измерения и более доступны для практического использования, чем комплексные.

У цилиндрических поверхностей деталей машин *различают следующие виды частных показателей отклонений формы*, представленные на рисунке 1:

- *Овальность* – отклонение от круглости, при котором реальный профиль представляет собой овалообразную фигуру, наибольший dmax и наименьший dmin диаметры которой находятся во взаимно перпендикулярных направлениях [7].

Причинами появления овальности являются овальность заготовки, овальность опорных поверхностей шпинделя станка, упругие деформации детали при её закреплении на станке или при сборке [6].

- *Огранка* – отклонение от круглости, при котором реальный профиль представляет собой многогранную фигуру (с четным или нечетным числом граней) [7].

Появление огранки зависит от способа закрепления обрабатываемой детали на станке, способа обработки и от режимов резания. Особенно часто огранка возникает при бесцентровом шлифовании вследствие проскальзывания детали в процессе обработки (из-за неправильной заправки подающего круга).

- *Конусообразность* – отклонение профиля продольного сечения, при

котором образующие цилиндрической поверхности прямолинейны, но не параллельны [7].

Конусообразность появляется из-за отклонений от параллельности в станке направляющих и линии центров в горизонтальной плоскости, извернутости направляющих станины станка, износа и температурных деформаций инструмента и т.д [6].

- *Бочкообразность* – отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие имеют выпуклость, а диаметры увеличиваются от краев к середине сечения [7].

Бочкообразность появляется при обработке нежестких деталей на токарных или шлифовальных станках из-за упругих деформаций от сил резания [5].

- *Седлообразность* – отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие имеют вогнутость, а диаметры уменьшаются от краев к середине сечения [7].

Седлообразность появляется при обработке жестких деталей на изношенном станке, когда недостаточна жесткость передней и задней бабки, а также из-за отклонений от параллельности в станке направляющих и линии центров в вертикальной плоскости [5].

Частные показатели отклонений формы *не имеют своего условного обозначения*, но такие требования должны указываться на чертеже текстом, если они важны для эксплуатационных условий работы детали. Например, «*Допуск овальности поверхности А 0,02мм»*. При этом допуски для частных видов отклонений принимаются как по нормам комплексных показателей, поскольку это и есть отклонение от цилиндричности, но имеет характерный (частный) вид [2].

Следует обратить внимание, что для количественной оценки всех частных видов отклонений формы цилиндрических поверхностей принимается полуразность максимального *dmax* и минимального *dmin* диаметра, т.е.

$$\Delta = \frac{d\,max - d\,min}{2}. \quad (1)$$

Рассмотренные частные показатели легко выявляются при измерении диаметра детали в нескольких сечениях по длине – обычно в трёх поперечных (в середине и вблизи от краев нормируемого участка) и двух взаимно перпендикулярных продольных (осевых) сечениях.

Для измерения в деталях диаметральных размеров отверстий широко применяются универсальные средства измерения – нутромеры.

Существует большое разнообразие конструкций нутромеров, которые можно разделить на две группы – микрометрические и индикаторные.

Микрометрическим нутромером называется накладной прибор для измерения внутренних размеров с двухточечной схемой измерения, в котором перемещение одной из точек определяется с помощью резьбовой пары «винт-гайка» [7]. Принципиальная схема этого нутромера аналогична микрометрам, но он не имеет устройства для стабилизации измерительного усилия.

Нутромер индикаторный (НИ) – это накладной прибор для измерения внутренних размеров, в котором перемещение измерительного наконечника определяется с помощью стрелочной измерительной головки – индикатора [1].

Индикаторные приборы по точности измерения и удобству использования значительно превосходят микрометрические нутромеры. Поэтому НИ получили более широкое распространение для определения диаметра отверстий, изготовленных по 7-8-му квалитетам и грубее [2].

4.2 Индикаторы – измерительные головки

Под измерительными головками принято понимать механические отсчетные устройства, преобразующие малые перемещения измерительного наконечника в большие перемещения стрелки, по которой отсчитываются величины перемещения наконечника [4].

В качестве отдельного (самостоятельного) прибора эти головки использоваться не могут, т.к. у индикатора лишь одна измерительная

поверхность - конец измерительного стержня. Поэтому измерять индикатором можно только в сочетании с другими приборами и приспособлениями.

По конструкции различают измерительные головки с зубчатым, с рычажно-зубчатым и с рычажно-пружинным механизмом [2]. Наиболее часто применяются измерительные головки с зубчатым механизмом – это так называемые индикаторы часового типа.

Отечественная промышленность выпускает три типа таких индикаторов: ИЧ-2, ИЧ-5 и ИЧ-10 с точностью отсчета 0,01мм. Цифра в обозначении типа прибора указывает верхний предел измерений в миллиметрах.

На рисунке 2 представлен общий вид и схема индикатора часового типа, имеющего две шкалы:

- *Основную (малую) шкалу* 1 со стрелкой 2, которые предназначены *для отсчета целых миллиметров*. На шкале может быть выполнено 5 или 10 делений, цена деления 1мм, диапазон показаний по шкале 0-5 или 0-10мм.
- *Дополнительную (большую) шкалу* 3 с большой стрелкой 4, *отсчитывающей сотые доли миллиметра*, цена деления 0,01мм, диапазон показаний по шкале 0-1мм.

Зубчатая рейка, нарезанная на измерительном стержне 6, находится в зацеплении с зубчатым колесом 12, на оси которого жестко закреплено колесо 11. Зубчатое колесо 11 находится в зацеплении с колесом 13, на оси которого неподвижно закреплена стрелка 4. Линейное перемещение измерительного стержня вызывает поворот зубчатых колес 12 и 14.

Зубчатое колесо 11 вращает колесо 13 и одновременно большую стрелку индикатора. Полный оборот стрелки 4 соответствует перемещение измерительного стержня на 1 мм.

С зубчатым колесом 13 находится в зацеплении еще и колесо 14, к оси которого присоединена спиральная пружина 15. Другой конец пружины прикреплен к корпусу головки. Пружина 15 и зубчатое колесо 14 обеспечивают работу передачи на одной стороне профиля зуба, благодаря чему выбираются боковые зазоры между зубьями колес 11, 13 и 14. Этим уничтожается

погрешность мертвого хода. Пружина 10 удерживает измерительный стержень в крайнем положении.

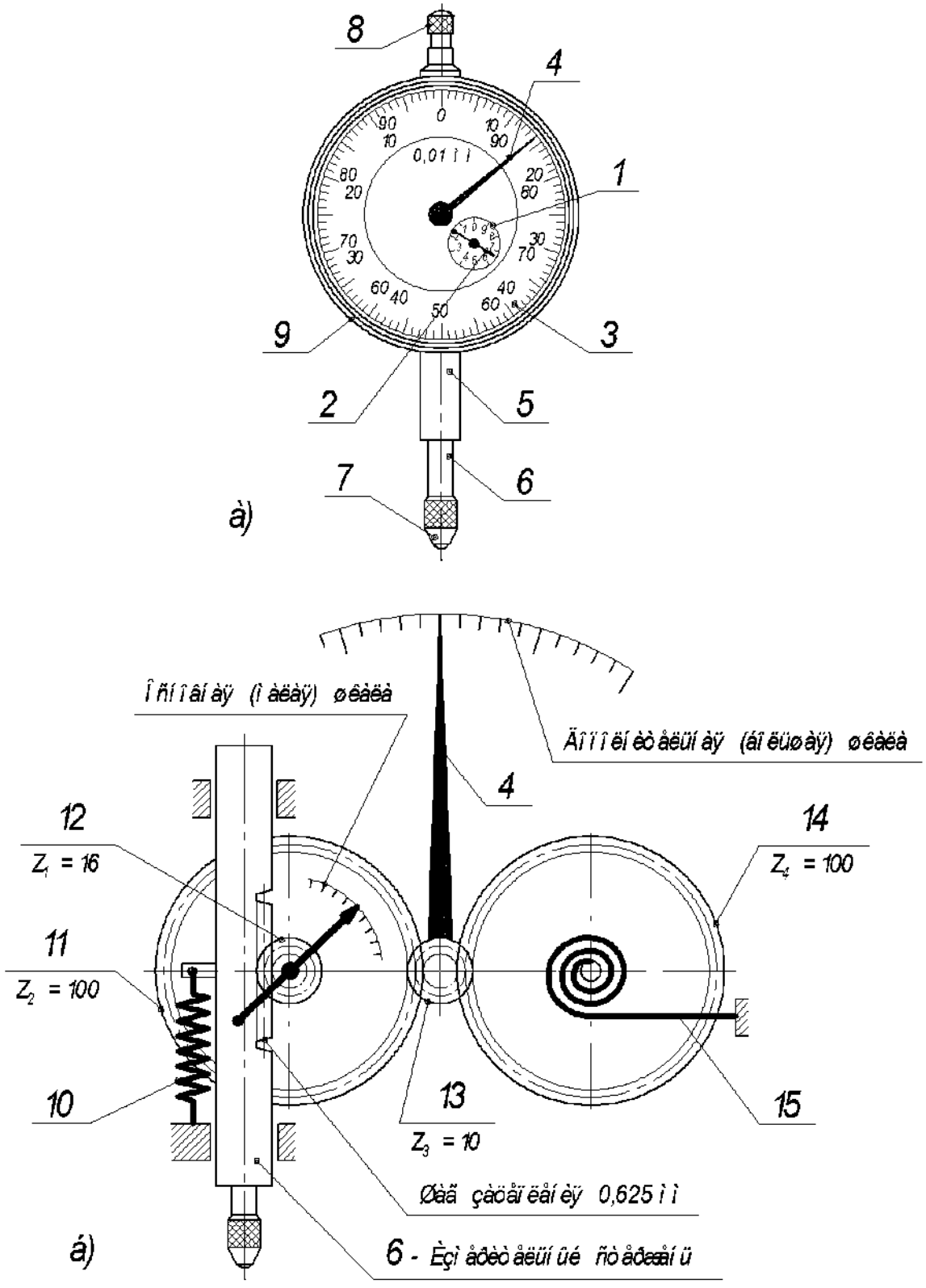
С корпусом индикатора подвижно соединен ободок 9, который связан со шкалой 3. Шкала вместе с рифленым ободком 9 может поворачиваться относительно корпуса головки и, таким образом, любое деление шкалы может быть совмещено с концом большой стрелки 4. Именно эта возможность позволяет настроить большую шкалу прибора на ноль.

Для определения целых оборотов большой стрелки 4 имеется малая стрелка 2 со своим циферблатом (малой шкалой) 1.

Чтение показаний индикатора осуществляется следующим образом:

- *При подъеме измерительного стержня* (прямой ход, когда большая стрелка перемещается в направлении «часовой стрелки») *показания читают по наружным (черного цвета) цифрам* большой шкалы.
- *При опускании измерительного стержня* (обратный ход, когда большая стрелка перемещается в направлении «против часовой стрелки») *показания читают по внутренним (красного цвета) цифрам* большой шкалы.

Измерительный стержень 6 перемещается в направляющей гильзе 5, которая служит также для крепления индикатора к измерительным и контрольным приспособлениям и, в частности, к корпусу индикаторного нутромера.



1 - основная (малая) шкала; 2 - малая стрелка; 3 - дополнительная (большая) шкала; 4 - большая стрелка; 5 - гильза; 6 - измерительный стержень; 7 - наконечник; 8 - головка измерительного стержня; 9 -ободок; 10 - возвратная пружина; 11, 12, 13 и 14 - зубчатые колеса; 15 - спиральная пружина.

Рисунок 2 – Общий вид (а) и схема (б) индикатора часового типа

4.3 Индикаторные нутромеры

НИ предназначены для измерения диаметров отверстий и внутренних размеров (7-8-го квалитетов и грубее) в диапазоне от 3 до 1000мм относительным методом. Глубина измерения - от 100 до 500мм.

В зависимости от диапазона измерения отечественная промышленность выпускает НИ со следующими механизмами передачи измерительных перемещений:

- *Цанговые НИ*, которые изготавливают двух типов:

для размеров от 6 до 10 мм;

для размеров от 10 до 18 мм.

- *НИ с клиновой передачей*, изготавливаемых также двух типоразмеров:

для размеров от 6 до 10 мм;

для размеров от 10 до 18 мм;

- *НИ с рычажной передачей*, изготавливаемых семи типоразмеров:

для размеров от 6 до 10 мм;

для размеров от 10 до 18 мм;

для размеров от 18 до 50 мм;

для размеров от 50 до 100 мм;

для размеров от 100 до 160 мм;

для размеров от 160 до 250 мм;

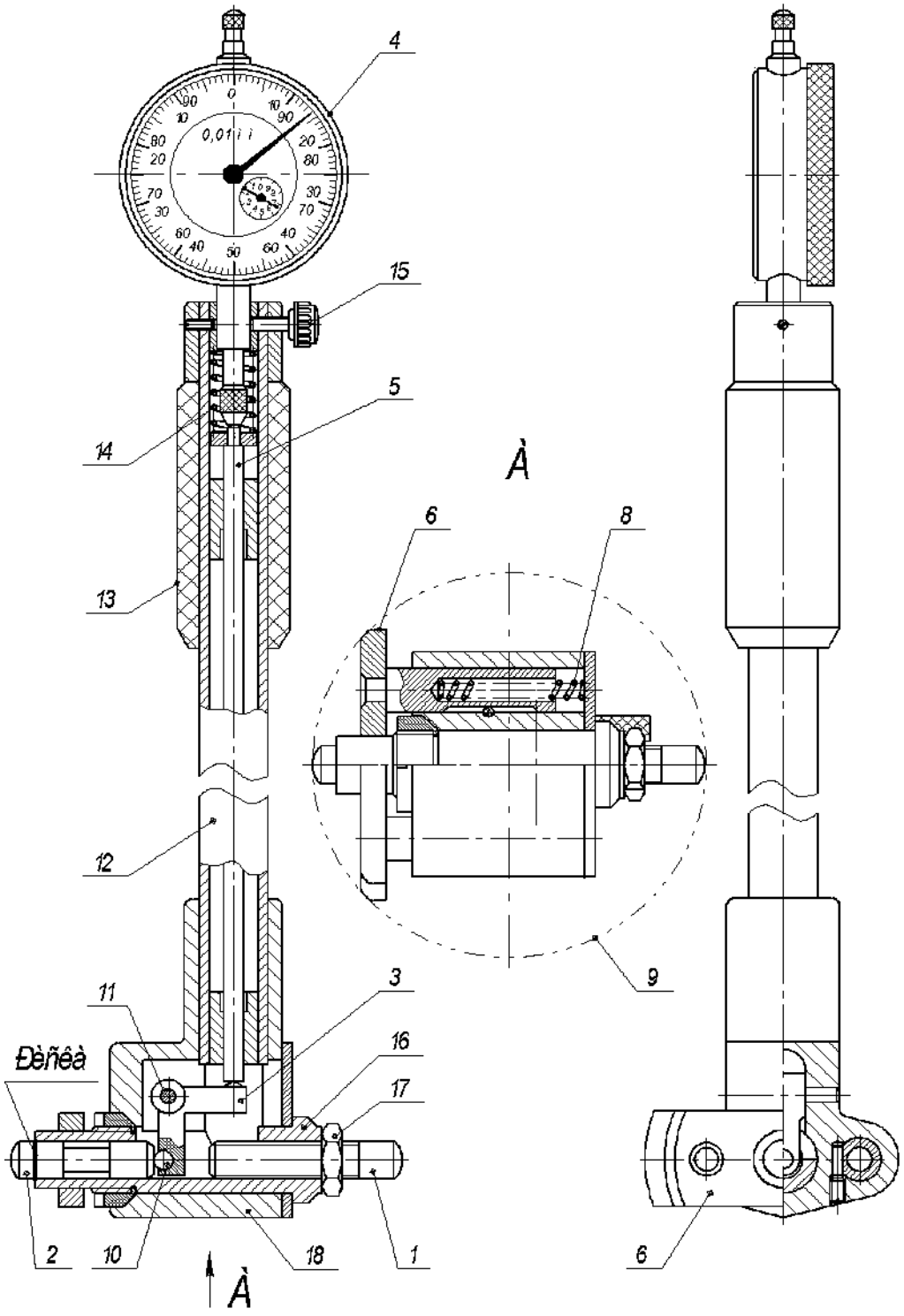
для размеров от 250 до 450 мм

НИ с прямой передачей выпускают двух типоразмеров:

для размеров от 450 до 750 мм;

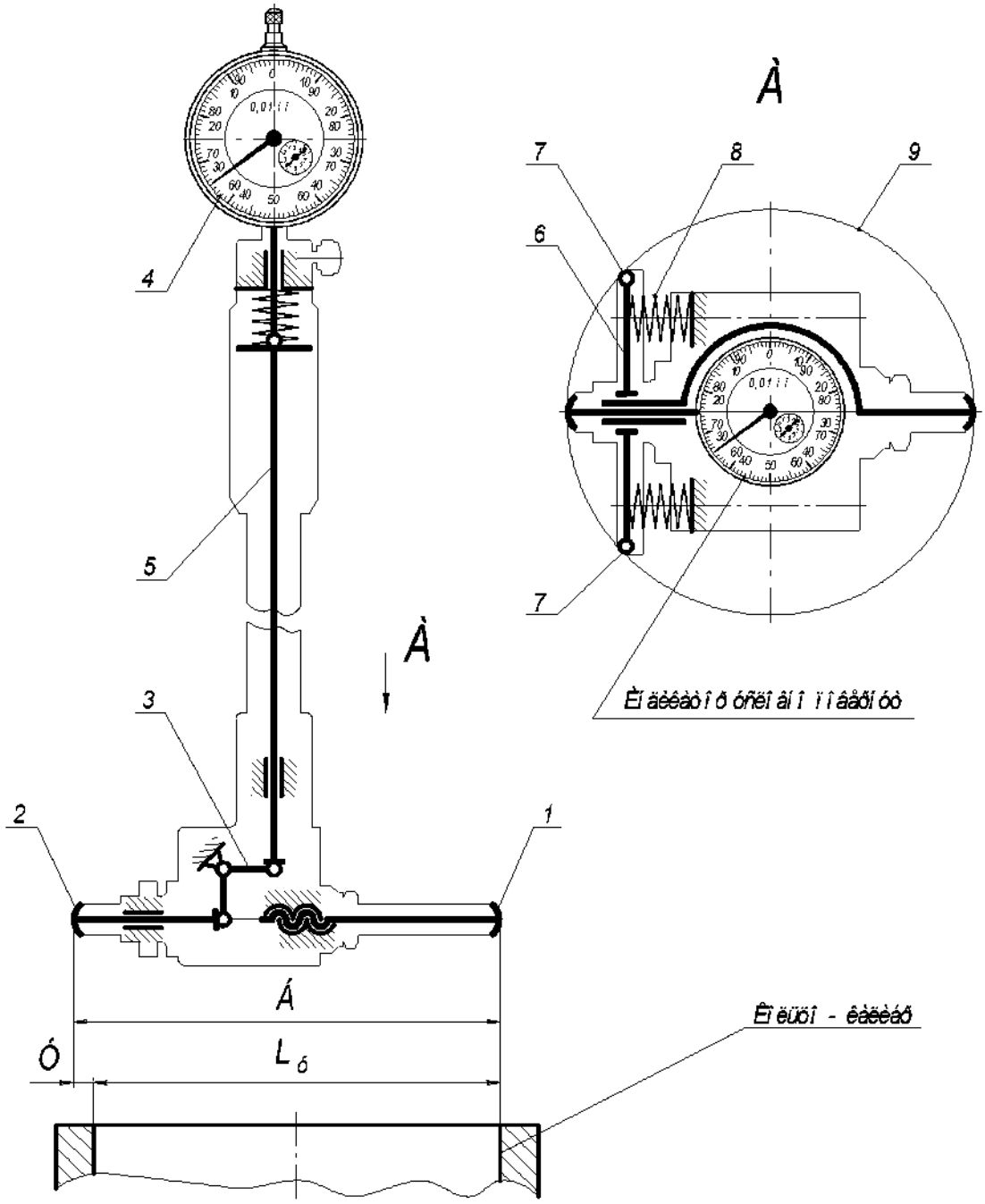
для размеров от 700 до 1000 мм;

Наиболее широкое распространение получили индикаторные нутромеры с рычажной передачей, конструкция которых представлена на рисунке 3, а принципиальная схема НИ – на рисунке 4.



1 – неподвижный (сменный) стержень; 2 – подвижный стержень; 3 – двуплечий рычаг; 4 – индикатор; 5 – шток; 6 – центрирующая планка; 8 – пружина; 9 – контур отверстия детали; 10 – шарик; 11 – ось; 12 – трубка; 13 – термоизоляционная ручка; 14 – пружина; 15 - стопорный винт; 16 – втулка; 17 – контргайка; 18 - корпус.

Рисунок 3 – Индикаторный нутромер с рычажной передачей



1 – неподвижный (сменный) стержень; 2 – подвижный стержень; 3 – двуплечий рычаг; 4 – индикатор; 5 – шток; 6 – центрирующая планка; 8 – пружина; 9 – деталь.

Рисунок 4 –Схема индикаторного нутромера с рычажной передачей

Измерительный узел этих НИ состоит из двух стержней, из которых один 1 в процессе измерения неподвижен, а другой 2 перемещается по направляющим скольжения. Перемещение подвижного стержня 2 через двуплечий рычаг 3 передается на шток 5, а через него – на индикатор 4.

Для установки НИ в плоскости, проходящей через ось измеряемого отверстия, предусмотрено специальное устройство, называемое «центрирующим устройством». Оно представляет собой центрирующую планку («центрирующий мостик») 6 со скругленными концами 7, с помощью которых планка контактирует с измеряемой деталью, т.е. под действием пружин 8 планка прижимается к детали 9.

Таким образом, при введении НИ в отверстие он оказывается забазированным внутри цилиндра, как это представлено на рисунке 4, с помощью трех точек – две точки 7 центрирующего устройства и одна точка неподвижного стержня 1. Эти точки образуют вершины равнобедренного треугольника, а линия измерения совпадает по направлению с высотой этого треугольника.

Погрешность измерения НИ зависит от погрешности нутромера, погрешности его настройки и температурных деформаций. Последняя особенно бывает большой, когда НИ при работе держат не за термоизоляционную ручку 13 (рисунок 3) и нагревают прибор теплом руки.

4.4 Настройка и процесс измерения индикаторным нутромером

НИ реализуют *относительный метод измерения*, при котором определяется только отклонение измеряемой величины от заранее известного размера меры или образца. Поэтому все приборы для относительных измерений всегда требуют предварительной настройки на *установочный размер Ly*, относительно которого будут определяться отклонения в процессе измерения .

В зависимости от измеряемой величины НИ можно настраивать различными методами. Их можно настраивать для определения:

- *Отклонений от заданного размера.* Этот метод обычно используется при изготовлении или восстановлении деталей, размеры которых должны находиться в границах заданного допуска.
- *Отклонений от предписанной геометрической* формы измеряемого изделия.

- *Действительных размеров* в процессе изготовления или дефектации деталей, или разовых измерений, когда размеры заранее не известны. Этот метод занимает по объему измерений ведущее место в ремонтной практике и поэтому применяется в настоящей лабораторной работе.

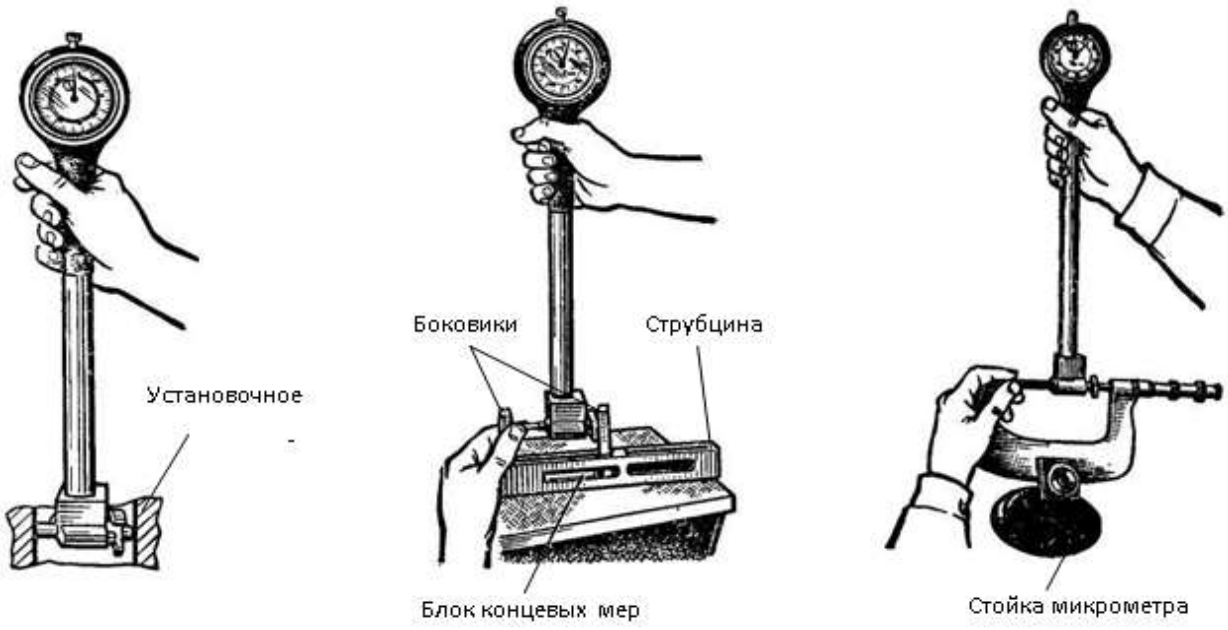
Обязательным условием для любого метода *настройки НИ* является создание в измерительной системе предварительного «натяга». Необходимую величину натяга *y* создают перемещением (закручиванием или выкручиванием по резьбе) неподвижного (сменного) стержня 1 (рисунок 4). При этом базовый размер Б - расстояние между концом подвижного стержня 2 в свободном (без натяга) состоянии и концом неподвижного стержня 1, задается больше установочного размера *Ly* на величину предварительного натяга *y. Натяг необходим для того*, чтобы в процессе измерения НИ мог показывать, как отрицательные, так и положительные отклонения от установочного размера [4].

Для воспроизведения установочного размера *Ly* при настройке НИ могут применяться, как это показано на рисунке 5:

а – Установочное аттестованное кольцо-калибр.

б – Блок концевых мер с боковиками, закрепленными в струбцине.

в – Гладкий микрометр, закрепленный на стойке.



а б в

Рисунок 5 – Способы настройки индикаторного нутромера

Настройка НИ выполняется в следующем порядке:

1. Определяют необходимую величину установочного размера *Ly*, на который требуется настроить НИ. Часто за величину *Ly* принимают номинальный размер, если известно его значение.

2. Составляют блок концевых мер для требуемой величины установочного размера *Ly* и закрепляют его в струбцине с боковиками. В отдельных случаях, при невысоких требованиях к точности измерения, для этих целей используют гладкий микрометр на стойке, установленный на размер *Ly* (рисунок 5).

3. В зависимости от установочного размера *Ly* подбирают и ввертывают в корпус нутромера, как это показано на рисунке 6, неподвижный сменный стержень соответствующего типоразмера, который обеспечит требуемый диапазон измерения НИ.

4. Регулируя положение сменного стержня 1 при отпущенной контргайке 17 (рисунок 3), добиваются, чтобы размер *Б* между торцами подвижного и неподвижного стержней был немного меньше *Ly* (рисунок 4).

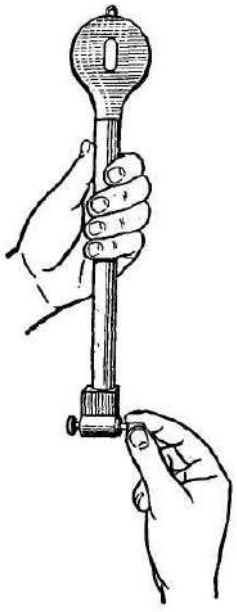


Рисунок 6 Настройка на требуемый диапазон измерения

5. При *Б* < *Ly* НИ свободно вводится в установочное приспособление между боковиками струбцины (или подвижной и неподвижной пятой микрометра), где производится его настройка следующим образом (рисунок 5):

- Взяв в правую руку НИ и прижимая сменным стержнем к боковику струбцины (или пяте микрометра), левой рукой начинают медленно его выкручивать, добиваясь того, чтобы маленькая стрелка индикатора оставалась на риске 1 или 2 мм, т.е. показывала целое число миллиметров (рисунок 7, а).

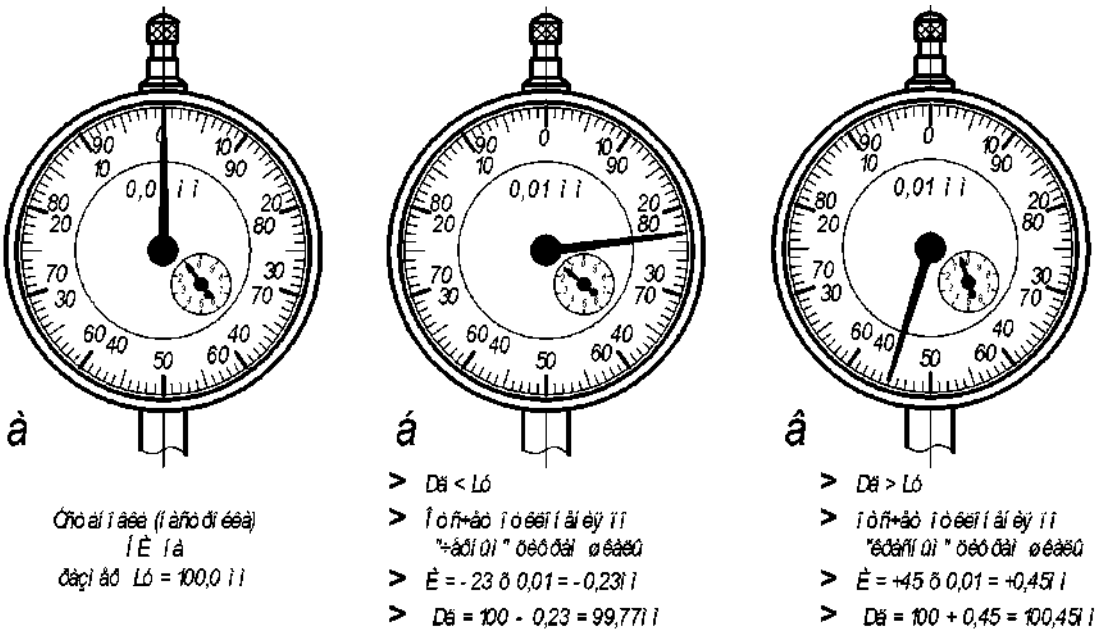


Рисунок 7 – Показания индикатора нутромера

В этом случае упрощаются последующие измерения и в НИ будет установлена требуемая величина натяга $1 \le y \le 2$ мм.

- НИ наклоняют в сторону центрирующего мостика и извлекают его из струбцины (или микрометра).

- Не сбивая положение сменного стержня, закрепляют его контргайкой, как это показано на рисунке 8,а, после чего снова вводят в установочное приспособление (в струбцину или в микрометр).

- Окончательно уточняют величину натяга и устанавливают большую стрелку индикатора на ноль путем поворота его ободка, как это показано на рисунке 8,б.

При этом, поворачивая шкалу индикатора за ободок 9 (рисунок 2), *большую стрелку устанавливают на ноль в том положении, когда она изменяет направление своего вращения* при небольшом покачивании НИ в скобе из боковиков. После этого НИ готов к использованию.

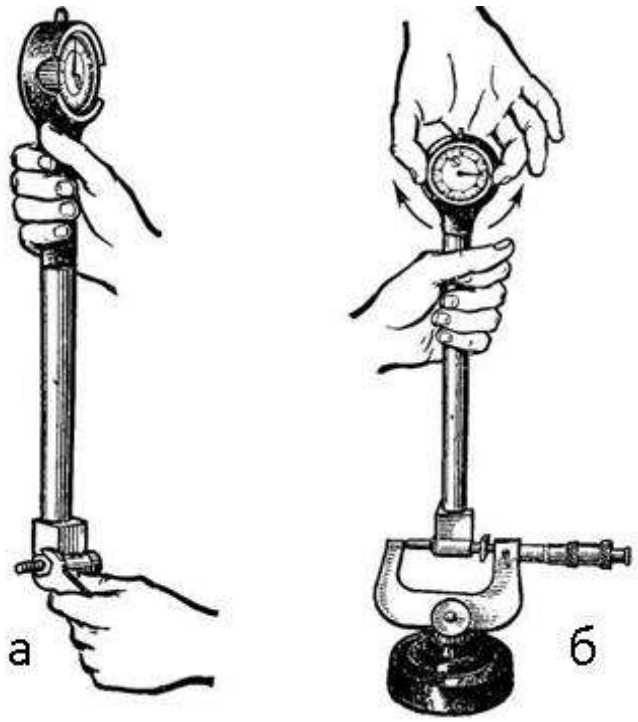


Рисунок 8 – Настройка сменного стержня

Измерения НИ рекомендуется выполнять в следующем порядке:

1. *НИ вводят в измеряемое отверстие* так, как это показано на рисунке 9, а, т.е. наклонно, чтобы сначала опустился в сжатом виде центрирующий мостик 6, а потом уже подвижный стержень 2. После этого НИ переводят из позиции *А* в позицию *Б.*

2. В процессе измерения добиваются такого положения НИ, при котором ось стержней 1 и 2 (рисунок 9,б) была бы перпендикулярна к оси измеряемого отверстия.

Это положение находят в процессе плавного покачивания нутромера на небольшой угол $\pm\alpha$, переводя НИ из позиции *А* в позицию *Б* и обратно. Наблюдая в это время за большой стрелкой индикатора, отмечают её наибольшее отклонение вправо (в направлении «часовой стрелки»). Этому отклонению и соответствует искомый размер отверстия.

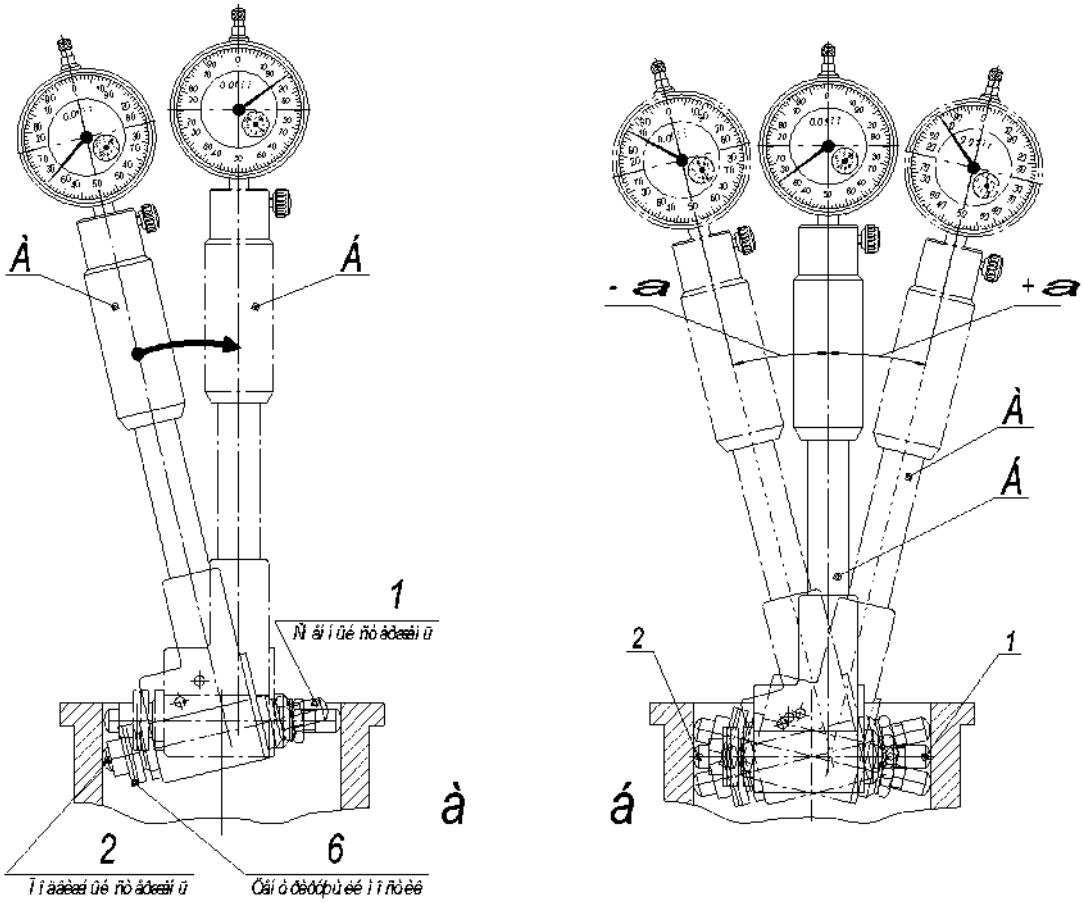


Рисунок 9 – Измерение отверстия индикаторным нутромером

3. При отсчете по индикатору искомого отклонения *И* действительного размера отверстия *Dд* от установочного размера *Ly*, руководствуются следующими правилами:

- *Если маленькая стрелка индикатора*, которая при настройке НИ стояла на цифре 1 или 2 мм, *отклонилась* ***влево*** (против «часовой стрелки»), то это означает, что *Dд* < *Ly*. В этом случае (рисунок 7, б) *искомое отклонение И отсчитывают* ***по «черным» цифрам*** большой шкалы индикатора *и принимают со знаком «-» минус*.
- *Если маленькая стрелка индикатора отклонилась* ***вправо*** (по «часовой стрелке») относительно исходного положения, достигнутого при настройке НИ, следовательно *Dд* > *Ly*. Поэтому искомое *отклонение И отсчитывают* ***по «красным» цифрам*** большой шкалы *индикатора и принимают со знаком «+» плюс* (рисунок 7, в).
- *Значение* искомого *отклонения И подсчитывают* умножением числа

делений по большой шкале на цену деления, равную 0,01мм (рисунок 7).

1 После окончания измерений НИ поднимают (перемещают) вверх до края отверстия и снова наклоняют в сторону центрирующего мостика 6 до тех пор, пока сменный стержень 1 перестанет касаться поверхности измеряемого отверстия, т.е. нутромер переводят из позиции *Б* в позицию *А* (рисунок 9, а). В таком положении НИ извлекают из отверстия.

Если не соблюдать этого правила, можно поломать стрелку или зубчатые колеса индикатора. При работе с НИ следует оберегать его от ударов, влаги и масел [3].

2 Определяют действительный размер *Dд* диаметра отверстия, который будет равен

$$Dд = Ly \pm И, \qquad (2)$$

где *И* – измеренное НИ отклонение с соответствующим знаком.

Несмотря на кажущуюся сложность определения размеров НИ, технику измерения освоить нетрудно, усвоив сущность настройки и правила отсчета отклонений [4].

5. Порядок выполнения работы и методические указания

1. *Изучить по методическим указаниям* цель работы, задание и основные теоретические положения. *Особое внимание уделить*:

- Частным показателям отклонения формы, представленным на рисунке 1, и их количественной оценке по формуле (1).
- Шкалам и чтению показаний индикатора, изложенным в разделе 4.2.
- Устройству НИ с рычажной передачей, изложенному в разделе 4.3.
- Настройке и процессу измерения НИ, изложенным в 4.4.

2. *Подготовить предварительный отчёт* по лабораторной работе, который по аналогии с приложением А должен содержать следующие данные:

- Наименование работы.
- Задание на выполнение работы.
- Схема настройки индикаторного нутромера.

- Схема измерения детали «Гильза».
- Исходные данные для настройки индикаторного нутромера.
- Результаты измерения детали.

3. *Получить* у преподавателя *техническое оснащение*, необходимое для выполнения работы, которое изложено в разделе 2.

4. *Определить* и записать в отчет *конкретные исходные данные для настройки* индикаторного нутромера:

- Диаметр отверстия гильзы $\cap D$, который определяют в результате его измерения штангенциркулем.
- В качестве установочного размера *Ly* принимают размер диаметра $\cap D$, округленного в большую сторону до целого числа миллиметров.

5. *Подготовить установочное приспособление* для настройки НИ:

- Составляют блок концевых мер для требуемой величины установочного размера *Ly* и закрепляют его в струбцине с боковиками.
- Или используют гладкий микрометр на стойке, установленный на размер *Ly*.

6. *Настроить НИ на размер Ly*:

- Подобрать сменный стержень, соответствующий размеру *Ly,* и ввернуть его в корпус нутромера.
- Выполнить настройку НИ, как это подробно изложено в 4.4.
- При этом важно, чтобы маленькая стрелка индикатора оставалась на риске 1 или 2 мм, а большая стрелка путем вращения ободка была установлена на ноль шкалы.

7. *Выполнить измерения отверстия гильзы*:

- Согласно схеме измерения, представленной на рисунке А.2.
- В соответствии с правилами измерения, подробно изложенными в 4.4.
- Измеренные по индикатору отклонения *И* записать в таблицу А.1.

8. *Выполнить обработку результатов измерения:*

- По формуле (2) определить для каждого сечения действительные размеры *Dд.*

• По формуле (1) определить отклонения формы Δ во всех поперечных и продольных сечениях.

• Выполнить анализ результатов измерения детали и сделать соответствующие выводы о величине и характере выявленных отклонений формы отверстия гильзы.

9. *Дать заключение о годности гильзы*, если по техническим условиям отклонения от правильной геометрической формы отверстия не должны превышать 0,02 мм.

10. *Привести рабочее место и инструмент в порядок*, сдав преподавателю полученное техническое и методическое обеспечение.

11. *Отчет* о выполненной работе *представить преподавателю*.

6. Содержание отчёта

Отчёт по лабораторной работе должен содержать следующие данные:

1. Наименование работы.

2. Задание на выполнение работы.

3. Схема настройки индикаторного нутромера.

4. Схема измерения детали «Гильза».

5. Исходные данные для настройки индикаторного нутромера.

6. Результаты измерения детали.

7. Выводы, вытекающие из анализа результатов измерения детали.

8. Общий вывод о годности детали «Гильза».

Пример оформления отчета по лабораторной работе представлен в приложении А.

7. Контрольные вопросы

1. Почему невозможно в процессе изготовления детали получить идеальную форму ее поверхностей?

2. На какие эксплуатационные свойства влияет искажение формы поверхностей деталей машин?

3. Что принято понимать под отклонением формы поверхностей деталей машин?

4. Что понимают под профилем поверхности?

5. Какие виды показателей применяют для оценки отклонений формы поверхностей?

6. Что характеризуют комплексные показатели отклонения формы поверхности?

7. Какие условные знаки применяют для обозначения на чертежах допусков формы поверхности?

8. Что является обобщающим комплексным показателем отклонения формы цилиндрической поверхности?

9. В каких сечениях нормируют отклонения формы цилиндрических поверхностей?

10. Что представляют собой частные показатели отклонений формы поверхностей?

11. В чем заключаются достоинства частных показателей отклонений формы поверхностей?

12. Какие различают виды частных показателей отклонений формы цилиндрических поверхностей?

13. Что представляет собой овальность (огранка, конусообразность, бочкообразность, седлообразность)?

14. Какие причины могут порождать появление у деталей машин овальности (огранки, конусообразности, бочкообразности, седлообразности)?

15. Имеют ли свое условное обозначение частные показатели отклонений формы поверхностей?

16. Как принято указывать на чертежах предельные значения частных видов отклонений формы?

17. Как назначают допуски для частных видов отклонений формы?

18. Как оцениваются количественно все частные виды отклонений формы цилиндрических поверхностей?

19. Какие размерные параметры цилиндрической поверхности участвуют в количественной оценке всех частных видов отклонений формы?

20. По какой формуле определяется количественная оценка всех частных видов отклонений формы цилиндрической поверхности?

21. Как называют средства, предназначенные для измерения диаметров отверстий?

22. На какие две группы можно разделить все нутромеры?

23. В чем заключается конструктивная особенность микрометрических нутромеров?

24. В чем заключается конструктивная особенность НИ?

25. Что принято понимать под измерительными головками?

26. Какие виды измерительных головок различают по конструкции?

27. Какие измерительные головки принято называть индикаторами часового типа?

28. В чем заключается конструктивная особенность индикаторов?

29. Пояснить назначение и метрологическую характеристику шкал индикатора.

30. Каким образом выполняют чтение показаний индикатора?

31. Для чего предназначены НИ?

32. Какие виды НИ различают в зависимости от механизма передачи измерительных перемещений?

33. Какие НИ получили наиболее широкое распространение и почему?

34. Какой метод измерения (по настройке) реализуют НИ?

35. Для определения каких величин применяют различные методы настройки НИ?

36. Какое условие является обязательным для любого метода настройки НИ?

37. С какой целью создают натяг при настройке НИ?

38. Что понимают под установочным размером *Ly* и как определяют его величину?

39. Поясните порядок настройки НИ.

40. Что может применяться при настройке НИ для воспроизведения установочного размера *Ly*?

41. С помощью чего достигается требуемая величина натяга *«y»* при настройке НИ?

42. Что предопределяет минимально необходимую величину натяга *«y»*?

43. Поясните порядок измерения отверстий НИ.

44. Для чего предназначен центрирующий мостик НИ?

45. Для чего предназначены сменные стержни НИ?

46. С какой целью рекомендуется НИ плавно покачивать при измерении?

47. Какова роль маленькой (большой) стрелки индикатора при измерении отверстий НИ?

48. Как определяется величина искомого отклонения *«И»* при измерении отверстий НИ?

49. С какой целью отверстия измеряют НИ в двух продольных и трех поперечных сечениях поверхности?

50. Как определяют действительный размер отверстия при измерении его НИ?

51. К чему сводится условие годности детали, когда регламентируется отклонение формы поверхности?

52. Можно ли и каким образом определить (по результатам измерения НИ) отклонения формы поверхности, не прибегая к вычислению действительных размеров диаметра отверстия?

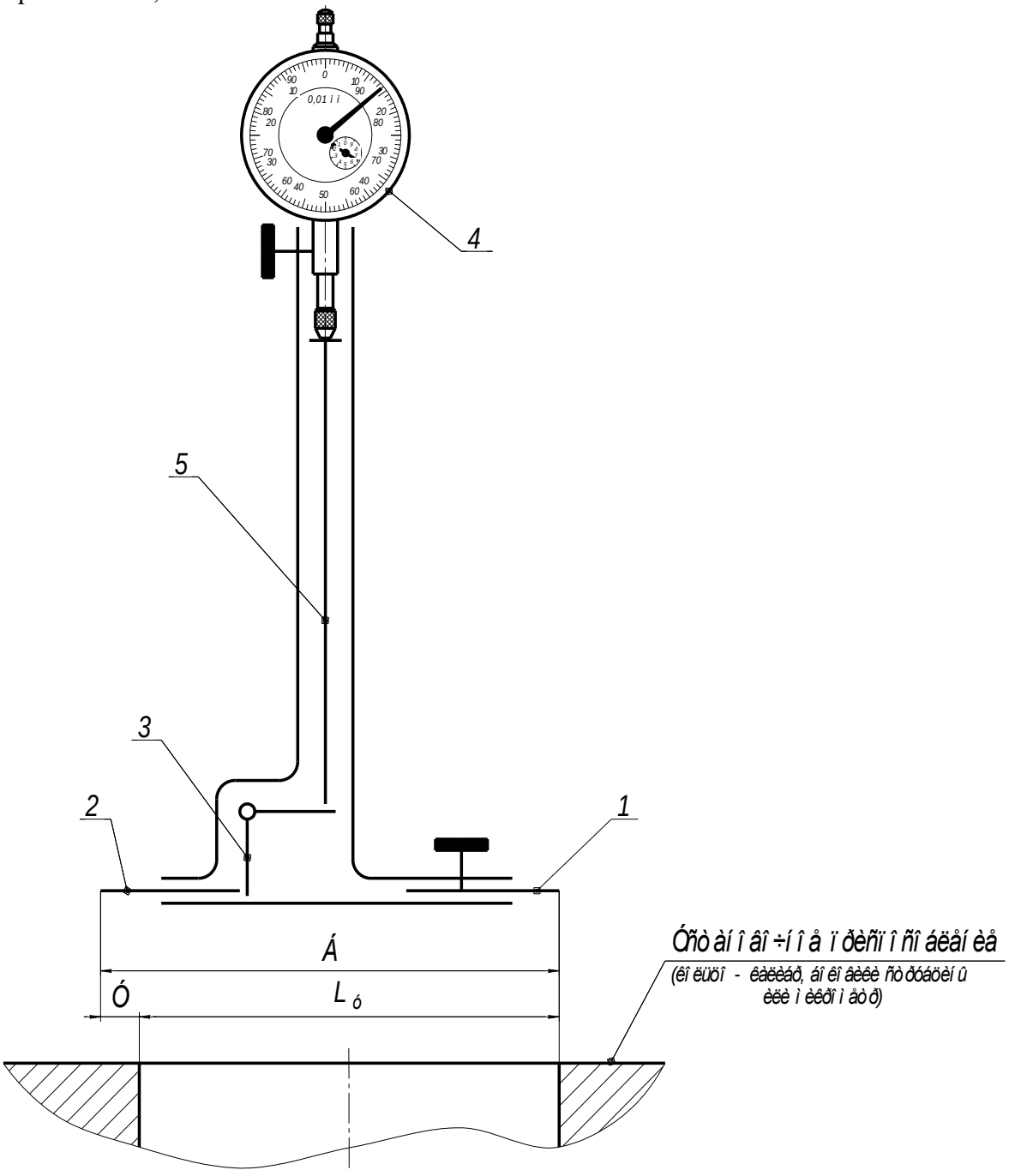
Приложение А

(рекомендуемое)

Пример оформления отчета по лабораторной работе

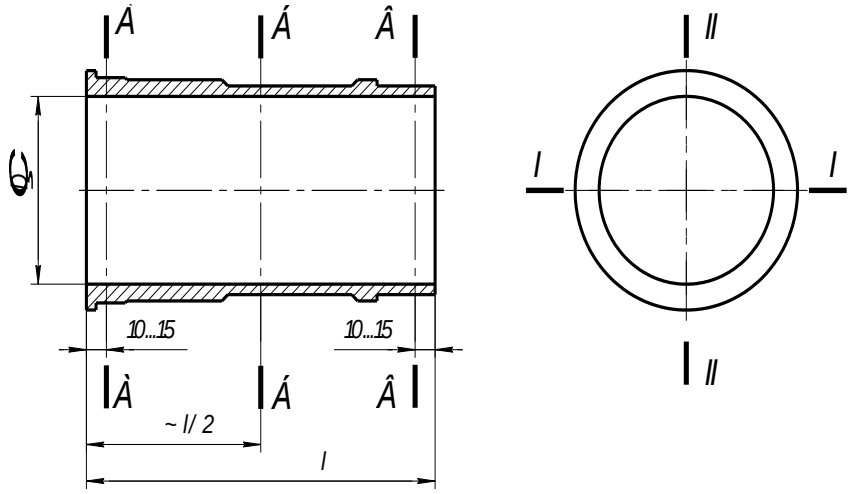
Лабораторная работа № 5 - **Измерения индикаторными нутромерами**

Задание – измерить отверстие гильзы двигателя внутреннего сгорания и дать заключение о годности детали исходя из условия, что отклонения формы поверхности не должны превышать 0,02мм.



1 – неподвижный (сменный) стержень; 2 – подвижный стержень; 3 – двуплечий рычаг; 4 – индикатор; 5 – шток;

Рисунок А.1 – Схема настройки индикаторного нутромера



Сечения, в которых измерялась деталь:

► Поперечные сечения: А – А, Б – Б, В – В;

► Продольные сечения: I – I, II – II.

Рисунок А.2 – Схема измерения детали «Гильза»

Исходные данные для настройки нутромера:

► *⌒D = 99,6мм* – измерения штангенциркулем ШЦ-I.

► *Приняли* установочный размер *Ly = 100,0мм*.

Таблица А.1 – Результаты измерения детали

Поперечные сечения	Продольные сечения				Отклонения формы в поперечном сечении (овальность), Δ, мм
	I - I		*II - II*		
	Отклонение по индикатору, *И*, мм	Действительный размер, *Dд*, мм	Отклонение по индикатору, *И*, мм	Действительный размер, *Dд*, мм	
А – А	-0,05	99,95	+0,45	100,45 *(max)*	*0,25*
Б – Б	-0,23	99,77 *(min)*	+0,20	100,20	*0,215*
В – В	+0,03	100,03 *(max)*	+0,05	100,05 *(min)*	*0,01*
Отклонения формы в продольном сечении, Δ, мм	*Седлообразность* $\Delta = \frac{100{,}03 - 99{,}77}{2} = 0{,}13$		*Конусообразность* $\Delta = \frac{100{,}45 - 100{,}05}{2} = 0{,}2$		--

По результатам измерения детали вытекают *следующие выводы:*

1. В продольном сечении *I – I* выявлена седлообразнось отверстия величиной 0,13мм, а в сечении *II – II* – конусообразность в пределах 0,2мм.

2. Во всех трех поперечных сечениях выявлена овальность в пределах 0,01-0,215мм.

3. Отклонения формы только в поперечном сечении *В-В* (овальность 0,01мм) вписывается в установленные по заданию границы допуска, равного 0,02мм.

Таким образом, на основании изложенного можно сделать общий вывод - измеренную *гильзу* двигателя внутреннего сгорания *следует признать бракованной*, т.к. отклонения формы отверстия во всех измеренных сечениях, за исключением сечения *В-В*, превышают 0,02мм.

Лабораторная работа №6

«Вертикальный оптиметр»

1 Цель работы

Целью работы является ознакомление с устройством и принципом работы вертикального оптиметра, освоение относительного метода измерения деталей на примере контроля гладких калибров-пробок, расчет предельных размеров калибров и их измерение.

2 Техническое оснащение работы

Объекты измерений

В качестве объектов измерения приняты рабочие гладкие цилиндрические калибры-пробки (проходные и непроходные, новые или частично изношенные).

Измерительные приборы

1) Вертикальный оптиметр с ценой деления 0,001 *мм*.

2) Набор плоскопараллельных концевых мер длины.

3 Задание

3.1 Ознакомиться со схемой и принципом работы оптиметра;

3.2 Ознакомиться с метрологическими показателями оптиметра;

3.3 Освоить графическое построение полей допусков калибров и пользование справочниками;

3.4 Освоить расчет размеров калибра: предельных (в соответствии с ГОСТ 24853) и действительных, полученных в результате измерений. Сопоставить эти размеры и сделать вывод о годности проверяемого калибра;

3.5 Освоить методику контроля калибров-пробок;

3.6 Определить погрешность формы калибра.

4 Основные теоретические положения

Вертикальный оптиметр относится к группе рычажно-оптических приборов, в которых используется принцип автоколлимации [7].

В основу принципа автоколлимации положено свойство объектива превращать пучок лучей, идущих от источника света, расположенного в фокусе 0 на главной оптической оси объектива, в пучок параллельных лучей, и при отражении от зеркала, расположенного перпендикулярно главной оптической оси, собирать этот пучок в том же фокусе объектива (рис. 1).

Если источник света (рис. 2) расположен в точке *A* в фокальной плоскости объектива на расстоянии *C* от главной оптической оси (*OO*') то попав на зеркальную плоскость, перпендикулярно оптической оси и отразившись от нее, лучи соберутся в точке *A*', смещенной симметрично на величину *C* относительно главной оптической оси.

Схема (рис. 2) поясняет смещение отраженного изображения шкалы в горизонтальной плоскости на величину "2*C*" относительно положения действительное шкалы на стеклянной пластине (2) окуляра (рис. 6). Это смещение лучей дает возможность видеть через окуляр отраженное изображение шкалы.

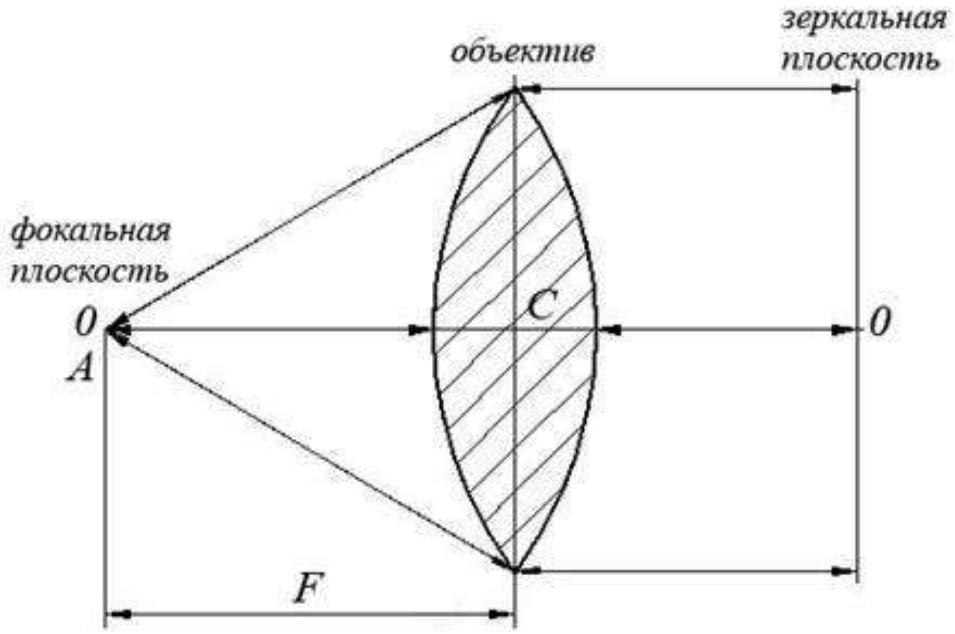


Рисунок 1 - Схема принципа автоколлимации

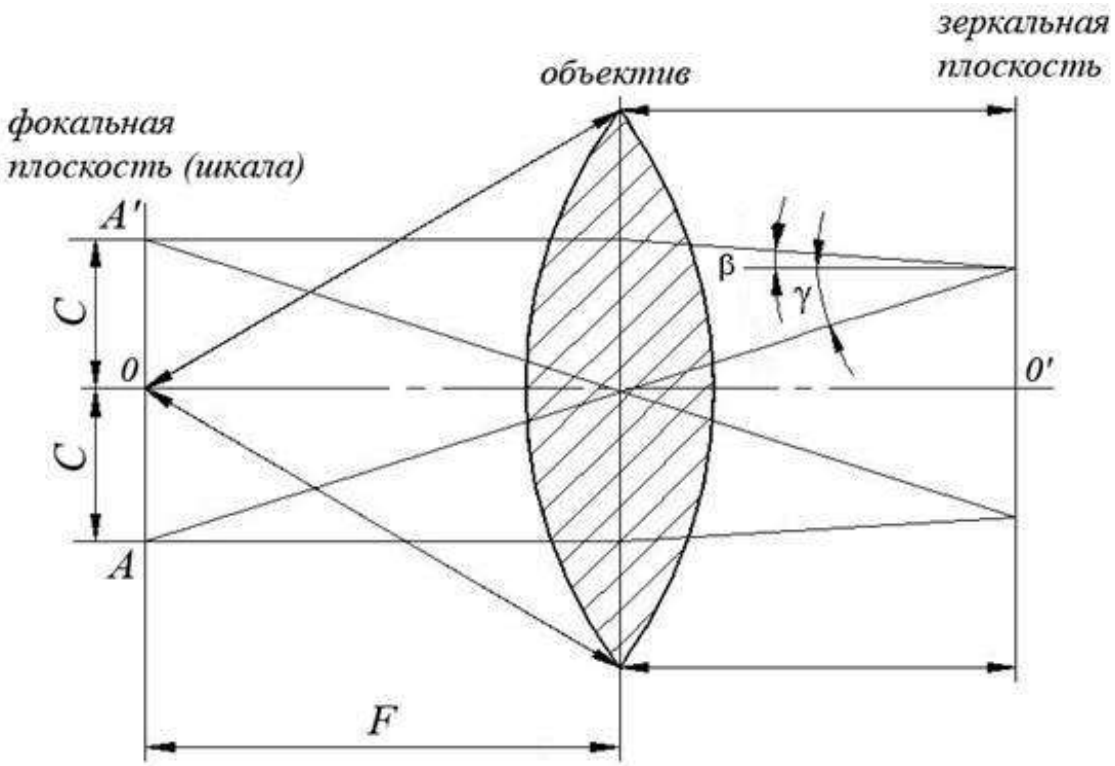


Рисунок 2 - Схема определения величины “2*C*”

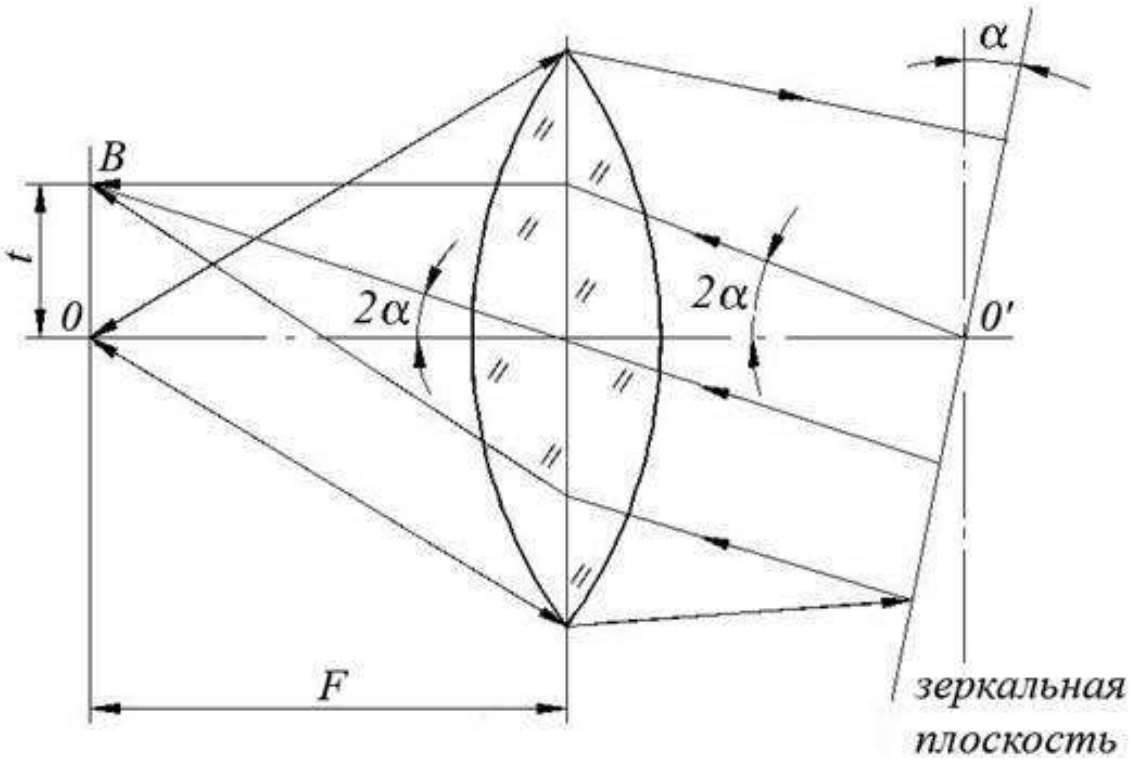


Рисунок 3 - Схема определения смещения шкалы приборов

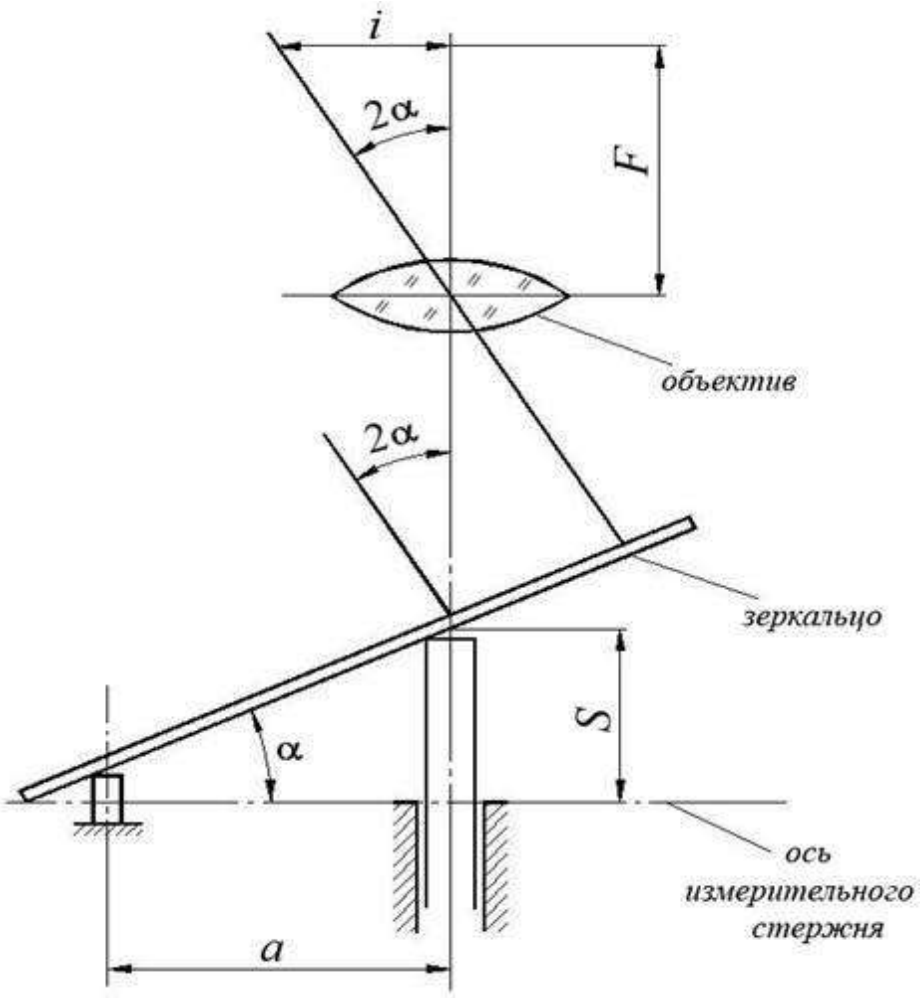


Рисунок 4 - Схема определения цены деления прибора

Если источник света расположен в фокусе объектива, а зеркало при проверке детали отклонится на угол α, то направление отраженных лучей изменится на угол 2α (рис. 3), в результате чего изображение светящейся точки переместится, и лучи, преломившись в объективе, сойдутся в точке *B*, отстоящей от точки *O* на расстоянии $t = F \cdot tg2\alpha$, где:

t – смещение шкалы относительно неподвижного указателя в вертикальной плоскости;

F – фокусное расстояние объектива у оптиметра $F = F' + F''$ (рис. 6);

Из рисунка 4 видно, что $S = a \cdot tg2\alpha$, где:

S – перемещение измерительного стержня;

a – расстояние между осью измерительного стержня и осью вращения зеркала.

Передаточное отношение прибора определится как отношение смещения шкалы относительно неподвижного указателя к соответствующему перемещению измерительного стержня:

$$K = \frac{t}{S} = \frac{F \cdot tg2\alpha}{a \cdot tg\alpha}$$

Так как наибольший угол отклонения зеркала оптиметра незначительно превышает 1°, то вследствие малости углов можно принять:

$$tg2\alpha \approx 2\alpha \text{ и } tg\alpha \approx \alpha$$

У оптиметра F=200 *мм*, a=5*мм*, значит:

$$K = \frac{t}{S} = \frac{2F}{a} = 80$$

Это передаточное отношение в приборе увеличивается благодаря применению окуляра (рис. 6), который дает оптическое увеличение шкалы.

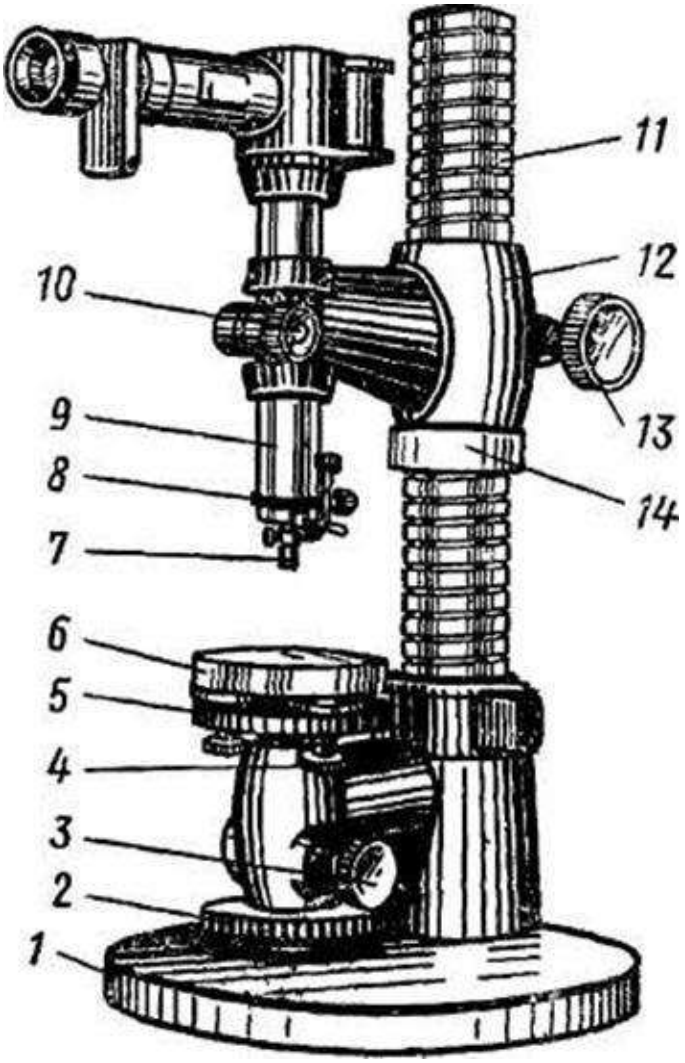
В приборе применена шкала с интервалом деления, равным 0,08 *мм*. Видимое в окуляре расстояние между соседними штрихами равно 0,08·12=0,96*мм*. Следовательно, полное передаточное отношение оптиметра равно 80·12=960, а цена деления прибора:

$$i = \frac{0.96}{960} = 0.001 \text{ мм}$$

т.е. при перемещении измерительного стержня на 1 *мкм* изображение шкалы смещается относительно неподвижного указателя на одно деление.

Таблица 1. Основные метрологические характеристики вертикального оптиметра:

Цена деления	0,001 *мм*
Предел измерения по шкале	±0,1 *мм*
Предел измерения по прибору	0 – 180 *мм*
Предельная погрешность показаний	0,0003 *мм*
Измерительное усилие	2 *м* (200 *г*)
Допустимые отклонения измерительного усилия	±0,2 *м* (±20 *г*)



1 - основание, 2 - гайка перемещения стола, 3 - стопор стола, 4 - установочные винты стола, 5 - основание стола, 6 - стол, 7 - измерительный наконечник, 8 - арретир, 9 - трубка оптиметра, 10 - гайка крепления трубки оптиметра, 11 - колонка, 12 - кронштейн, 13 - гайка крепления кронштейна, 14 - гайка перемещения кронштейна

Рисунок 5 – Вертикальный оптиметр

На рисунке 6 представлена схема оптиметра.

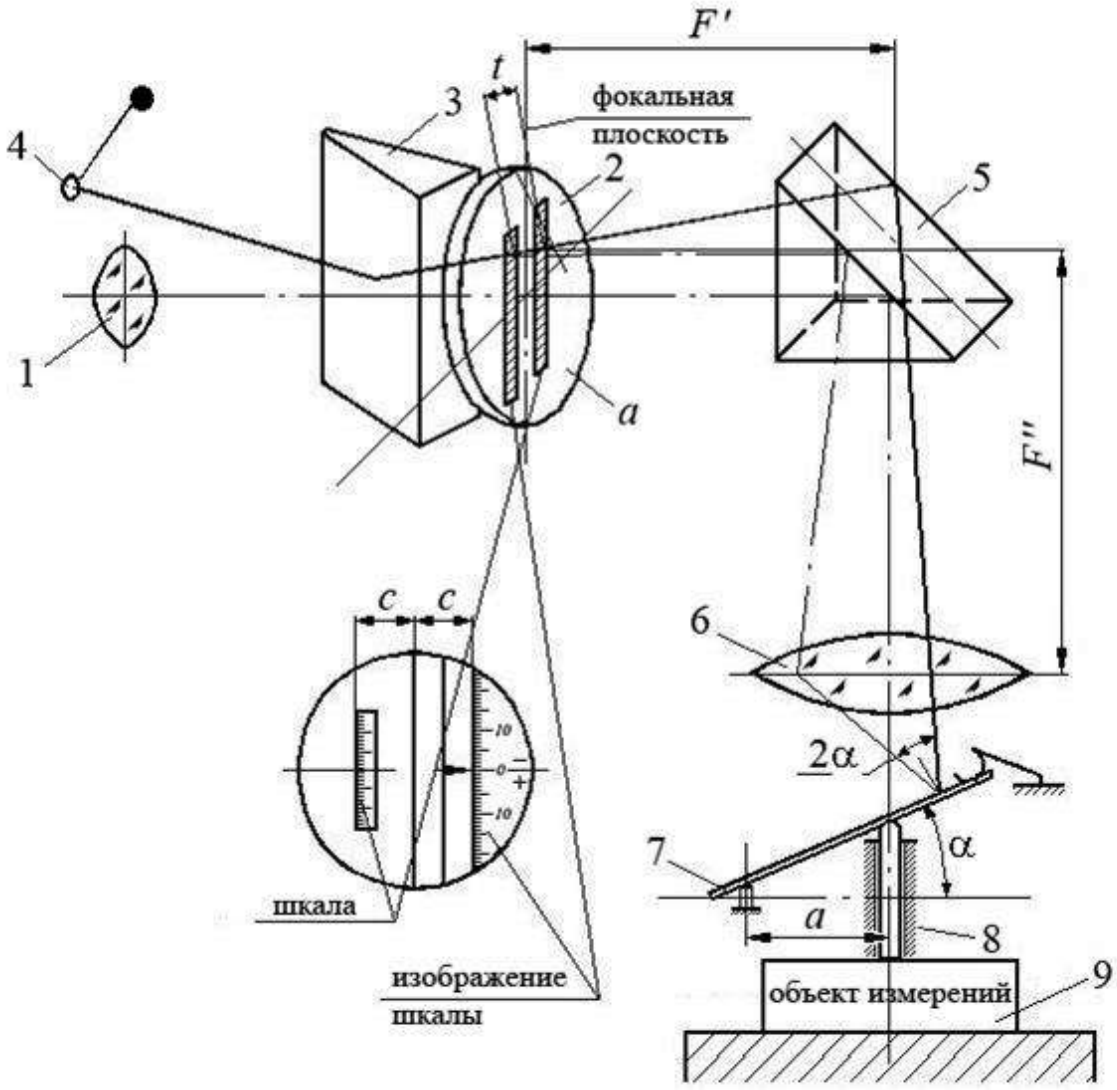


Рисунок 6 - Схема оптиметра

Свет от внешнего источника направляется шарнирно закрепленным зеркалом (4) через призму (3) на смещенную относительно оси прозрачную полоску со шкалой в левой затемненной части плоской стеклянной пластинки (2), помещенной в фокальной плоскости объекта (6). Пучок света попадает на объектив (6) через призму полного внутреннего отражения (5) и направляется на подвижное зеркальце (7), которое может поворачиваться вокруг оси на незначительный угол под действием измерительного наконечника (8), соприкасающегося с проверяемой деталью (9).

Параллельный пучок света, отразившись от зеркальца (7), и, пройдя объектив (6) и призму (5), даст на правой части пластинки (2) изображение шкалы с делением.

Перемещение шкалы в вертикальном направлении относительно неподвижного указателя, размещенного на правой части пластинки (2), вызывается поворотом зеркальца (7).

Изображение шкалы и указатель рассматривается через окуляр (1).

Установка (настройка) вертикального оптиметра на нужный размер

При применении оптиметра предварительную установку прибора на нужный размер следует производить по блоку плиток, притертому к измерительному столу 6, (рис. 5), подъёмом или опусканием кронштейна 12 поддерживающей гайкой 14, предварительно ослабив винт 13.

Кронштейн 12 необходимо опускать плавно, не допуская удара измерительного наконечника о блок плиток.

При касании измерительного наконечника 7 блока плиток изображение шкалы войдёт в поле зрения окуляра.

Нулевой штрих шкалы следует установить либо против, либо немного ниже неподвижного указателя, после чего кронштейн 12 закрепится винтом 13.

Винт крепления 4 головки оптиметра не трогать!!!

Для точной установки прибора следует ослабить винт 13 и поднимать стол 6 рифленой гайкой 2 до тех пор, пока нулевой штрих шкалы не совместится с неподвижным указателем, после чего винтом 3 закрепляют положение стола. Для проверки правильности установки прибора на “*0*” измерительный наконечник приподнимают и опускают 2-3 раза арретиром 8. Если после арретирования нулевой штрих не будет совпадать с неподвижным указателем, следует ещё раз установить прибор на “*0*” гайкой 2, освободив винт 3.

При установке на стол и освобождение блока плиток или калибра необходимо обязательно пользоваться арретиром 8.

При измерении все винты крепления прибора должны быть затянуты.

При измерении рабочего калибра-пробки для отверстия диаметром D = 28 мм с полем допуска *H*7 (рис. 7) на вертикальном оптиметре оказалось, что его проходная сторона *ПР* имеет следующие отклонения от номинального размера D = 28 мм, на который по блоку плиток был настроен прибор:

в сечениях I-I, II-II, III-III в направлении 1-1 соответственно:

+4 *мкм*; +3 *мкм*; +2 *мкм*;

в тех же сечения, в направлении 2-2: +3 *мкм*; +2 *мкм*; +2 *мкм*.

Непроходная сторона рабочего калибра-пробки 28*НЕ* относительно этого же номинального размера имеет отклонения:

в направлении 1-1: +22 *мкм*; +20 *мкм*; +22 *мкм*;

в направлении 2-2: +20 *мкм*; +22 *мкм*; +21 *мкм*.

Наибольший и наименьший действительные размеры калибра равны алгебраической сумме номинального размера блока плиток, по которому настроен прибор, и соответствующих отклонений в *мм*.

Наибольший действительный размер проходного калибра равен: 28,000+0,004=28,004 *мм*.

Наименьший действительный размер проходного калибра: 28,000+0,002=28,002 *мм*.

Наибольший действительный размер непроходного калибра равен: 28,000+0,022=28,022 *мм*.

Наименьший действительный размер непроходного калибра: 28,000+0,020=28,020 *мм*.

По ГОСТ 25346 находим значения предельных отклонений отверстия 28*H*7 (7 квалитет точности), которое будет контролироваться рабочим калибром-пробкой 28*ПР* и 28*НЕ*, а также допуски и предельные отклонения проходной и непроходной сторон калибра, допустимый выход размера изношенного калибра за границу поля допуска изделия по ГОСТ 24853 (*H, Z, Y*):

Z=3 *мкм*; *Y*=3 *мкм*; *H*=4 *мкм*.

По найденным значениям предельных отклонений строим поля допусков на калибр и контролируемое им отверстие (рис. 8).

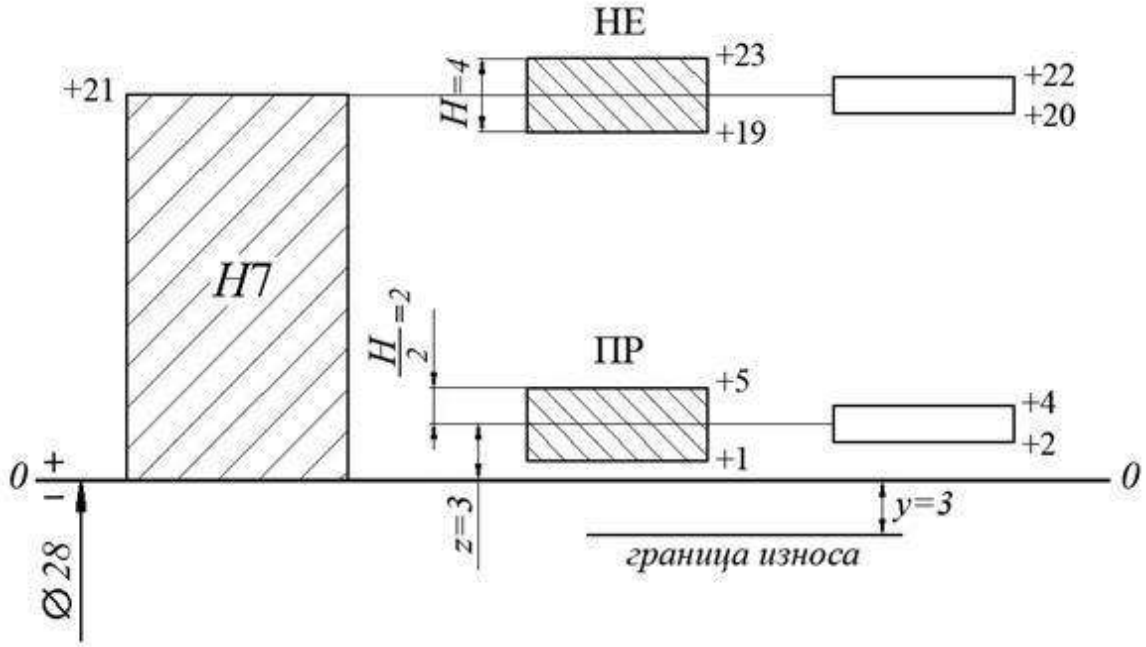


Рисунок 8 – Построение полей допусков на калибры, контролируемое ими отверстие и полей рассеяния действительных размеров калибров

Для определения исполнительных размеров калибра-пробки воспользуемся формулами, указанными в таблице 1 ГОСТ 24853:

для контроля отверстия проходная сторона нового калибра равна:

$$d\ ПР_{max} = D_{min} + Z + \frac{H}{2} = 28{,}0 + 0{,}003 + \frac{0{,}004}{2} = 28{,}005 \text{ мм}$$

$$d\ ПР_{min} = D_{min} + Z - \frac{H}{2} = 28{,}0 + 0{,}003 - \frac{0{,}004}{2} = 28{,}001 \text{ мм}$$

Проходная сторона калибра с учётом износа равна:

$$d\ ПР_{min} = D_{min} - y = 28{,}0 - 0{,}003 = 27{,}997 \text{ мм}$$

Непроходная сторона калибра равна:

$$d\ НЕ_{max} = D_{max} + \frac{H}{2} = 28{,}021 + \frac{0{,}004}{2} = 28{,}023 \text{ мм}$$

$$d\ НЕ_{min} = D_{max} - \frac{H}{2} = 28{,}021 - \frac{0{,}004}{2} = 28{,}019 \text{ мм}$$

При сопоставлении наибольших и наименьших размеров проходного и непроходного калибров, полученных при измерении, с предельными размерами, определенными по формулам, представленными в ГОСТ 24853, оказалось, что

действительные размеры не выходят за пределы допустимых. Поэтому проверяемый нами калибр признается годным (рис. 8).

По результатам измерений выявляются и отклонения от правильной геометрической формы калибра. Так по проходной его стороне имеет место отклонение от цилиндричности в виде конусности. Наибольшая величина её равна 2 *мкм*, а в сечениях I-I и II-II отклонение от круглости в виде овальности. Наибольшая величина её составила 1 *мкм*.

По непроходной стороне рабочего калибра имеется отклонение от цилиндричности в виде седлообразности, наибольшая величина её составила 2 *мкм*, а в сечениях I-I и III-III - отклонение от круглости в виде овальности, наибольшая величина её в сечении I-I равна 2 *мкм*. Так как допустимая погрешность формы гладких калибров не должна превышать 60% допуска на размер, а это в нашем случае составляет 0,6 Н= 2,4 мкм, то, сопоставляя измеренную величину погрешности формы (2 *мкм*) с допустимой, следует признать проверяемый калибр годным и по геометрической форме.

5 Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с настоящими методическими указаниями.

2. Ознакомиться с конструкцией и принципом действия вертикального оптиметра.

3. Ответить на контрольные вопросы преподавателя и получить калибры-пробки для измерения.

4. Протереть рабочие поверхности измеряемых рабочих калибров – пробок и стол оптиметра мягкой льняной тряпкой.

5. Протереть сухой ваткой или замшей окуляр оптиметра и осветительное зеркальце.

6. Отрегулировать положение осветительного зеркальца так, чтобы при наблюдении в окуляр шкала оптиметра была хорошо освещена и видна. Для этого необходимо измерительный стержень поднимать и опускать легким нажатием арретира 8.

7. При нечетком изображении делений шкалы оптиметра навести окуляр на резкость путем вращения диоптрийного кольца.

8. Собрать блок плоскопараллельных концевых мер по номинальному размеру контролируемых калибров и установить на середину стола, предварительно переведя его в нижнее положение (рисунок 5).

9. Установить кронштейн 12, вращая гайку 14, чтобы расстояние от измерительной поверхности наконечника 7 до плоскости стола 6 было на 1-1,5 мм больше размера блока плоскопараллельных концевых мер. После этого затянуть винт 13 (рисунок 5).

10. Поднять измерительный стол оптиметра, вращая гайку 2, предварительно освободив стопор 3. Подъем стола производиться до тех пор, пока нулевое деление шкалы не совпадет с неподвижным указателем. Затянуть стопор 3. Нулевую установку шкалы проверить 2-3 раза, поднимая и опуская измерительный наконечник 7 арретиром 8 (рисунки 7, 8, 9). Если показания оптиметра не совпадают, то установку на нуль повторить.

11. Предварительно нажав на рычаг арретира 8, сиять блок мер со стола, перемещая его параллельно плоскости стола.

12. Удерживая рычаг арретира поместить на стол, вместо блока концевых мер, контролируемую пробку ПР и подвести ее под измерительный наконечник.

13. Определить отклонение действительного размера пробки от размера блока концевых мер, прокатывая пробку под измерительным наконечником, добиваясь наибольшего отклонения, соответствующего диаметру пробки в измеряемом сечении. Измерения в продольном и поперечном сечениях повторить по четыре раза.

14. Результаты измерений калибра – пробка записать в таблицу отчета (приложение).

15. Снять пробку со стола, предварительно нажав на арретир.

16. Повторить пункты 12-15 для пробки НЕ.

17. Определить действительные размеры измеренных калибров – пробок.

18. Изобразить схему расположения полей допусков калибров.

19. Рассчитать исполнительные размеры калибров.

20. Сделать вывод о годности калибров и оформить отчет.

6 Содержание отчета

7 Контрольные вопросы

1 Дать характеристику относительного метода измерения.

2 Рассказать об устройстве оптиметра и принципе его работы.

3 Рассказать о последовательности настройки оптиметра на измерение.

4 Рассказать о последовательности выполнения измерений.

5 Объяснить назначение проходной и непроходной калибров - пробок.

6 Какие размеры положены в основу проходных и непроходных калибров?

7 Как определяются исполнительные размеры рабочих калибров – пробок?

8 Каким образом делается вывод о годности калибров.

Приложения

Допуски и отклонения калибров

Квалитет допуска деталей	Обозначения допусков и отклонения калибров	Интервалы размеров, мм					
		Св. 10 до 18	Св. 18 до 30	Св. 30 до50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180
1	2	3	4	5	6	7	8
Допуски и отклонения, мкм							
6	Z	2	2	2.5	2.5	3	4
	Y	1.5	1.5	2	2	3	3
	H	2	2.5	2.5	3	4	5
7	Z	2.5	3	3.5	4	5	6
	Y	2	3	3	3	4	4
	H	3	4	4	5	6	8
8	Z	4	5	6	7	8	9
	Y	4	4	5	5	6	6
	H	3	4	4	5	6	8
9	Z	8	9	11	13	15	18
	Y	0	0	0	0	0	0
	H	3	4	4	5	6	8
10	Z	8	9	11	13	15	18
	Y	0	0	0	0	0	0
	H	3	4	4	5	6	8
11	Z	16	19	22	25	28	32
	Y	0	0	0	0	0	0
	H	8	9	11	13	15	18
12	Z	16	19	22	25	28	32
	Y	0	0	0	0	0	0
	H	32	36	42	48	54	60

Образец оформления отчета

Отчет по лабораторной работе

Вертикальный оптиметр

1. Эскиз калибра-пробки

2. Результаты измерения калибра-пробки ПР(проходная сторона)

Наименование измерения	Величина отклонения от нулевого значения, мкм				Среднее арифметическое значение 8-ми величин отклонений (ΔX), мкм	Размер блока концевых мер длины, мм	Действительный размер калибра, (X), мм
	1	2	3	4			
Продольное расположение							
Поперечное расположение							

2. Результаты измерения калибра-пробки НЕ (непроходная сторона)

Наименование измерения	Величина отклонения от нулевого значения, мкм				Среднее арифметическое значение 8-ми величин отклонений (ΔX), мкм	Размер блока концевых мер длины, мм	Действительный размер калибра, (X), мм
	1	2	3	4			
Продольное расположение							
Поперечное расположение							

3. Схема расположения полей допуска калибра-пробки

4. Расчеты исполнительных размеров калибра-пробки.

Заключение о годности калибра-пробки.

Практическое занятие № 1

«Основные сведения о размерах и соединениях»

Повторить: *сущность основных терминов, понятий и определений, включая общепринятые обозначения:*

Вал: термин, условно применяемый для обозначения наружных элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы (***d***) [1].

Отверстие: термин, условно применяемый для обозначения внутренних элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы (***D***) [2].

Размер: числовое значение линейной величины (диаметра, длины и т.д.) в выбранных единицах измерения [4].

Действительный размер: размер элемента, установленный измерением с допустимой погрешностью (***Dд***) и (***dд***) [7].

Предельные размеры: два предельно допустимых размера элемента, между которыми должен находиться (или которым может быть равен) действительный размер [3].

Наибольший предельный размер: наибольший допустимый размер элемента (***Dmax***) [5].

Наименьший предельный размер: наименьший допустимый размер элемента (***Dmin***) [6].

Номинальный размер: размер, относительно которого определяются отклонения (***D***) [2].

Номинальный размер посадки: номинальный размер, общий для отверстия и вала, составляющих соединение (***D*** = ***d***) [1].

Отклонение: алгебраическая разность между размером (действительным, предельным и т. д.) и соответствующим номинальным размером (***E***) [5].

Предельное отклонение: алгебраическая разность между предельным и соответствующих номинальных размерами. Различают верхнее и нижнее отклонения [1].

Верхнее отклонение: алгебраическая разность между наибольшим предельным и соответствующим номинальным размерами (***ES*** и ***es***) [4].

Нижнее отклонение: алгебраическая разность между наименьшим предельным и соответствующим номинальным размерами (***EI*** и ***ei***) [3].

Нулевая линия: линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются отклонения размеров при графическом изображении полей допусков и посадок. Если нулевая линия расположена горизонтально, то положительные отклонения откладываются вверх от нее, отрицательные вниз.

Допуск: разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или абсолютная величина алгебраической разности между верхним и нижним отклонением (***T***) [7].

Допуск посадки: сумма допусков отверстия и вала, составляющих соединение (T_Δ) [5].

Поле допуска: поле, ограниченное наибольшим и наименьшим предельными размерами и определяемое величиной допуска и его положением относительно номинального размера. При графическом изображении поле допуска заключено между двумя линиями, соответствующими верхнему и нижнему отклонениям относительно нулевой линии [2].

Гладкое цилиндрическое соединение: соединение, в котором поверхности отверстия и вала круглые цилиндрические [1].

Посадка: характер соединения деталей, определяемый разностью их размеров до сборки [6].

Зазор: разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала (***S***) [3].

Натяг: разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия (***N***) [1].

Посадка с зазором: посадка, при которой всегда образуется зазор в соединении, т.е. наименьший предельный размер отверстия больше наибольшего предельного размера вала или равен ему. При графическом изображении поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала [6].

Посадка с натягом: посадка, при которой всегда образуется натяг в соединении, т.е. наибольший предельный размер отверстия меньше наименьшего предельного размера вала или равен ему. При графическом изображении поле допуска отверстия расположено под полем допуска вала [4].

Переходная посадка: посадка, при которой возможно получение, как зазора, так и натяга в соединении в зависимости от действительных размеров отверстия и вала (поля допусков отверстия и вала перекрываются частично или полностью) [7].

Задача № 1:

Дано: Для партии штифтов по чертежу установлены предельные размеры:

$d_{max} = 40{,}009$ мм

$d_{min} = 39{,}984$ мм

При измерении в партии оказались штифты с размерами:

$d_1 = 40{,}12$ мм

$d_2 = 39{,}976$ мм

Требуется: определить годность этих двух штифтов.

Решение

Детали признаются годными, если их действительные размеры $d_д$ вписываются в установленные границы поля допуска:

$$T_d = d_{max} - d_{min},$$

откуда вытекает ***условие годности размера:***

$$d_{min} \le d_д \le d_{max}$$

или для условий настоящей задачи:

$$d_1 = 40{,}12 \text{ мм} > d_{max},$$

следовательно, штифт с размером d_1 - брак исправимый;

$$d_2 = 39{,}976 \text{ мм} < d_{min},$$

следовательно, штифт с размером d_2 - брак неисправимый;

Задача №2:

Дано: Отверстие корпуса коробки передач трактора на чертеже обозначено $\text{Ø}\ 20^{-0,020}_{-0,041}$.

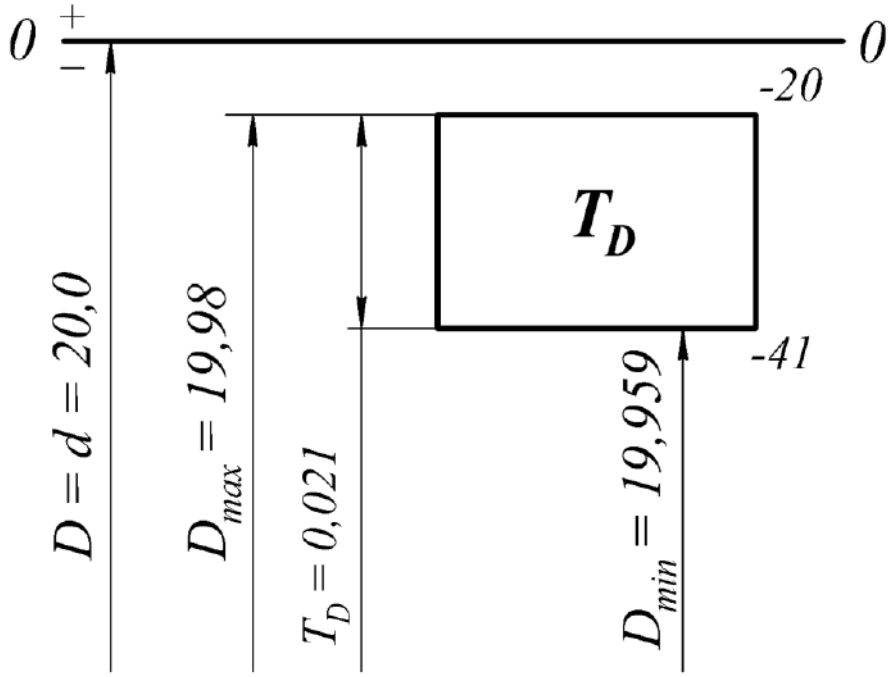
Требуется: определить предельные отклонения, допуск на изготовление, предельные размеры, построить схему расположения поля допуска и указать на ней все размерные параметры детали.

Решение

Размерные параметры отверстия:

1. ES = -0,020 мм = -20 мкм
2. EI = -0,041 мм = -41 мкм
3. $T_D = ES - EI$ = -20 - (-41) = 21 мкм
4. $D_{min} = D + EI$ = 20 + (-0,041) = 19,959 мм
5. $D_{max} = D + ES$ = 20 + (-0,020) = 19,98 мм

Схема расположения поля допуска:



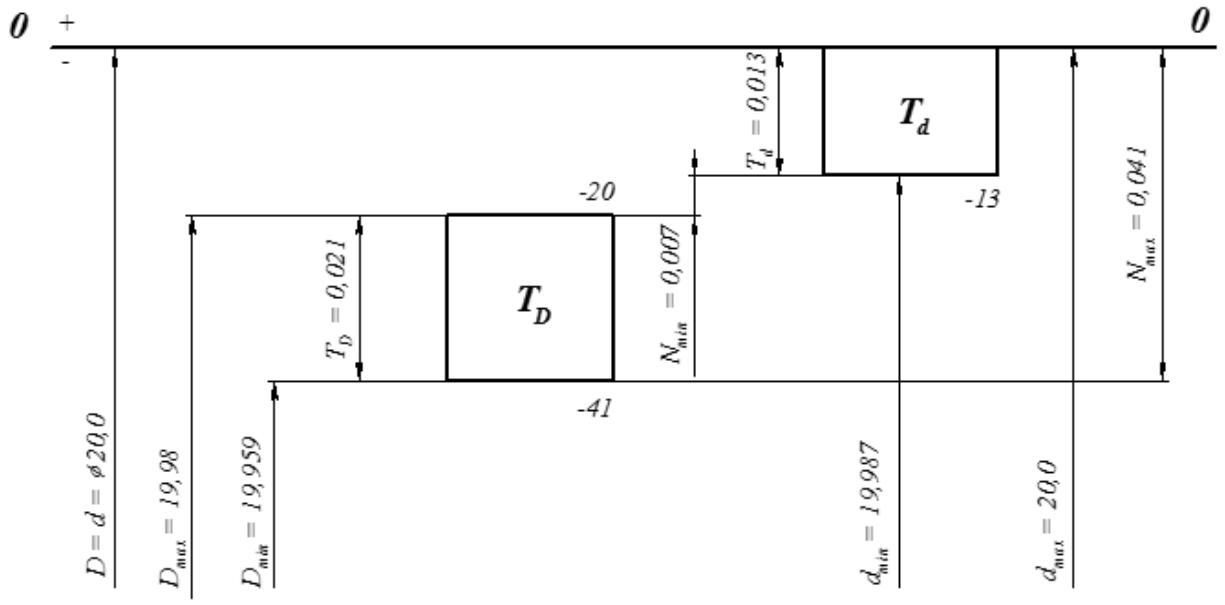
Задача №3:

Дано: Отверстие корпуса коробки передач соединяется со штифтом установочным и на чертеже обозначено $\text{Ø}\,20\,\frac{-0,020}{-0,041}$.

Требуется: построить схему расположения полей допусков и указать на ней все размерные параметры отдельных деталей и соединения в целом, и определить допуск посадки.

Решение

Схема расположения полей допусков:



Параметры отдельных деталей:

ОТВЕРСТИЕ: 1. *ES* = -20 мкм

2. *EI* = -41 мкм

3. T_D = ES – EI = -20 - (-41) = 21 мкм

4. D_{min} = D + EI = 20,0 + (-0,041) = 19,959 мм

5. D_{max} = D + ES = 20,0 + (-0,020) = 19,98 мм

ВАЛ: 1. *es* = 0

2. *ei* = -13 мкм

3. $T_d = es - ei$ = 0 - (-13) = 13 мкм

4. $d_{min} = d + ei$ = 20,0 + (-0,013) = 19,987 мм

5. $d_{max} = d + es$ = 20,0 + 0 = 20,0 мм

Параметры посадки:

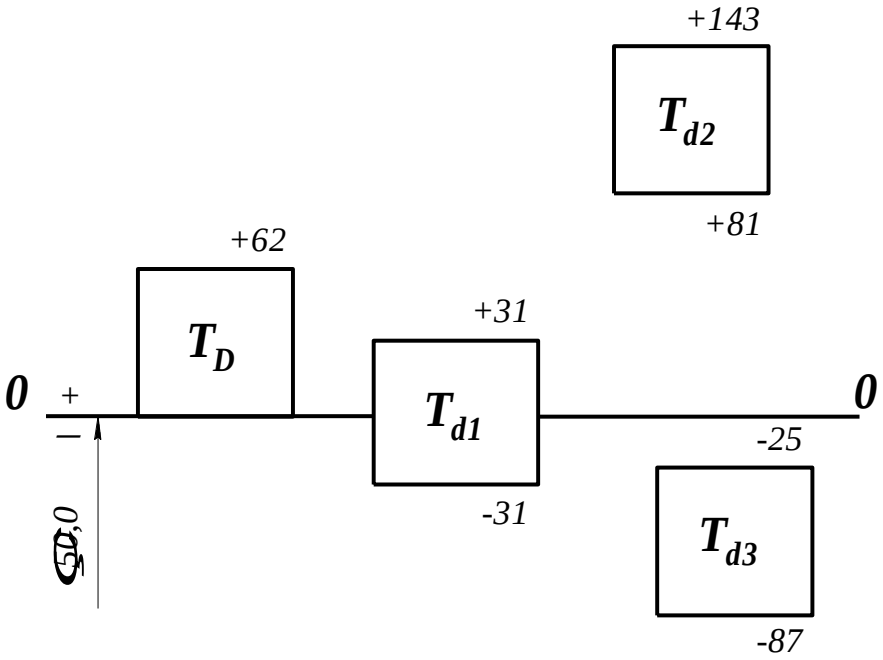
1. $S_{min} = EI - es$ = -41 – 0 = -41 мкм $< 0 \rightarrow$ ($-N_{max}$)

2. $S_{max} = ES - ei = -20 - (-13) = -7$ мкм $< 0 \rightarrow (-N_{min})$

3. $T_\Delta = N_{max} - N_{min} = T_D + T_d = 21 + 13 = 34$ мкм

Задача №4:

Дано: По заданной схеме расположения полей допусков ***определить*** предельные отклонения, допуски на изготовление деталей, предельные размеры, предельные зазоры и натяги, допуск и характер посадки.



Определяемые параметры	***D***	***d_1***	***d_2***	***d_3***
ES (es) мкм *EI (ei)* мкм	+62 0	+31 -31	+143 +81	-25 -87
$T_D (T_d)$ мкм	62	62	62	62
$D_{max} (d_{max})$ мм $D_{min} (d_{min})$ мм	50,062 50,0	50,031 49,969	50,143 50,081	49,975 49,913
$S_{min} = EI - es (-N_{max})$ мкм $S_{max} = ES - ei (-N_{min})$ мкм	- -	-31 ($-N_{max}$) 93	-143 ($-N_{max}$) -19 ($-N_{min}$)	25 149
$T_\Delta = T_D + T_d$ мкм	-	124	124	124
Характер посадки	-	переходная	с натягом	с зазором

Задача № 5:

Дано: При изготовлении новой машины выдержаны размеры: $D=75^{+0,074}$ и $d=75^{-0,030}_{-0,104}$. При ремонте машины отверстие расточили до размера $Dp=78^{+0,120}$.

Требуется: Определить с какими отклонениями должен быть изготовлен восстановленный вал, чтобы сохранить первоначальные значения предельных зазоров.

Решение

По условию задачи при ремонте машины необходимо обеспечить:

S min = S p min и S max = S p max

Или аналогичное можно записать через предельные отклонения:

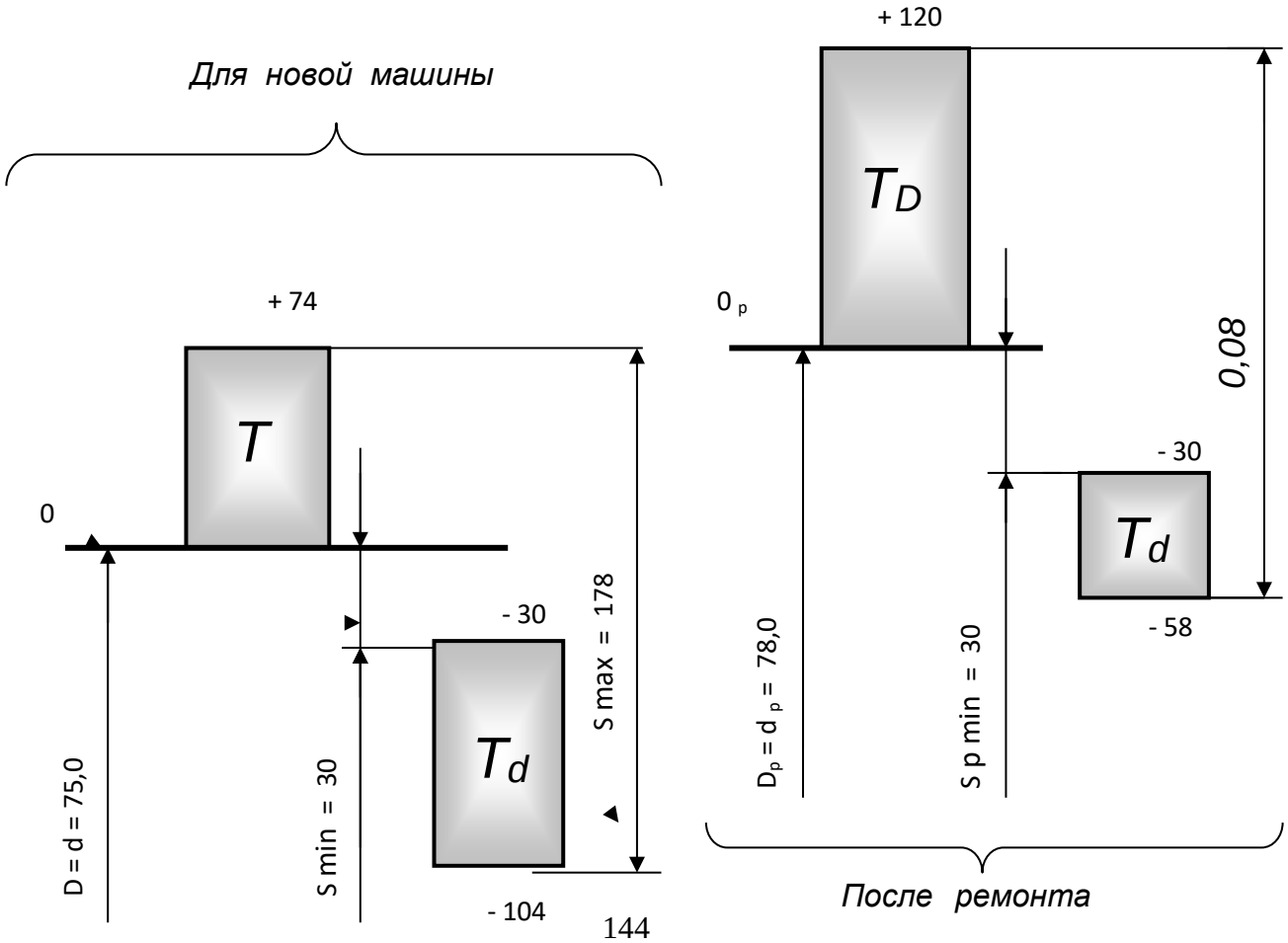
EI – es = EI p – es p и ES – ei = ES p – ei p

Откуда можно определить:

es p = EI p – EI + es = 0 – 0 + (- 0,03) = - 0,03 мм = -30 мкм

ei p = ES p – ES + ei = 0,120 – 0,074 + (- 0,104) = - 0,058 мм = -58 мкм

Следовательно, $d\ p = 78^{-0,030}_{-0,058}$



Контрольные вопросы

1. Какие погрешности возникают при изготовлении деталей и сборке изделий? Дайте им характеристику.

2. Дать определение номинальному, действительному и предельным размерам.

3. Что называется допуском на размер детали? Его графическое изображение.

4. Дать определения валу, отверстию, основному валу, основному отверстию.

5. Что такое посадка? Виды посадок.

Практическое занятие № 2

«Единая система допусков и посадок» (ЕСДП)

Повторить: *сущность основных терминов, понятий и определений, включая общепринятые обозначения:*

Организация ISO и система ЕСДП

Квалитет (степень точности): совокупность допусков, рассматриваемых как соответствующие одному уровню точности для всех номинальных размеров. Установлено 19 квалитетов, которые обозначают: 01, 0, 1, ... 16, 17 [1].

Стандартный допуск: любой из допусков, устанавливаемых данной системой допусков и посадок. Обычно при изложении системы допусков и посадок под термином «допуск» понимается «стандартный допуск» [2].

Единица допуска: множитель в формулах (уравнениях) допусков, являющийся функцией размера и служащий для определения числового значения допуска $IT = a * i$. Начиная с квалитета 5, допуск равен произведению единицы допуска на безразмерный коэффициент, установленный для данного квалитета и независящий от номинального размера [4].

Основное отклонение: одно из двух отклонений (верхнее или нижнее), используемое для определения положения поля допуска относительно нулевой линии. Обычно таким отклонением является отклонение, ближайшее к нулевой линии. Установлено 28 отклонений, которые обозначают буквами: A, B, C, D, ZA, ZB, ZC → особенности расположения отклонений H (h) и Js (js) [3].

Поле допуска предпочтительного применения (предпочтительное поле допуска): поле допуска, которое в системе допусков и посадок рекомендуется для первоочередного применения [5].

Обозначение поля допуска: → 50 H7, 50 h6, 50 c6, 50 R7, 50 z7 и др.

Основание системы → *основная деталь* → *основное отверстие (вал)*

Основной вал: вал, верхнее отклонение которого равно нулю

Основное отверстие: отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю

Система отверстия и система вала

Посадки в системе отверстия: посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков валов с полем допуска основного отверстия [6].

Посадки в системе вала: посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков отверстий с полем допуска основного вала [7].

Обозначение посадок → 50 H7/c6, 50 R7/h6, 50 R7/c6, 50 H7/h6

Задача №6

Дано: Две пары деталей с размерами: $Ø\,6\ ^{-0,012}_{-0,044}$, $Ø125\ ^{+0,171}_{+0,108}$ и

$Ø\,10\ ^{+0,015}$, $Ø\,55\ ^{-0,032}_{-0,078}$

Требуется: Определить расчетом какая деталь в каждой из двух заданных пар деталей является более точной

Решение

$IT = a * i$, где «а» - число единиц допуска (коэффициент точности), которое остается постоянным в пределах каждого квалитета.

$i = 0,45 \sqrt[3]{D_{CP}} + 0,001\, D_{CP}$ - единица допуска, мкм

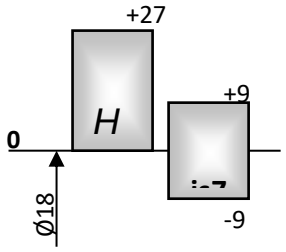
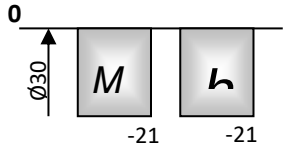
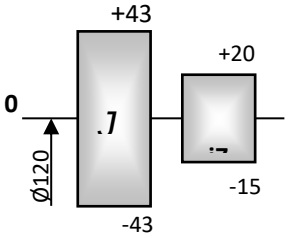
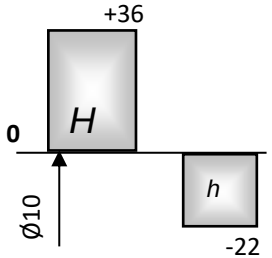
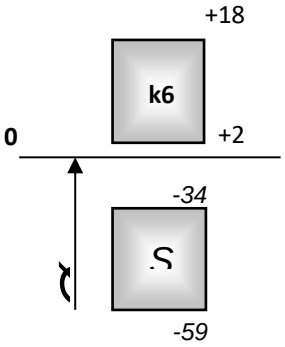
Результаты решения сведем в таблицу

Определяемые параметры	1–ая пара деталей		2–ая пара деталей	
	$Ø\,6\ ^{-0,012}_{-0,044}$	$Ø\,125\ ^{+0,171}_{+0,108}$	$Ø\,10\ ^{+0,015}$	$Ø\,55\ ^{-0,032}_{-0,078}$
$T = ES - EI$ (мкм)	32	63	15	46
i (мкм) по конспекту лекций	0,83	2,5	1,0	1,9
$a = T / i$	38,6	25,2	15	24,2
Квалитет по конспекту лекций	IT 9	IT 8	IT 7	IT 8
Более точная деталь		$Ø125\ ^{+0,171}_{+0,108}$	$Ø10\ ^{+0,015}$	

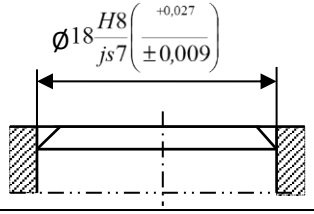
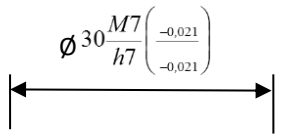
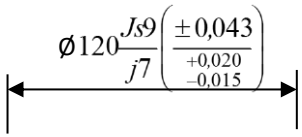
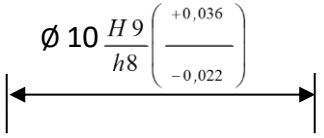
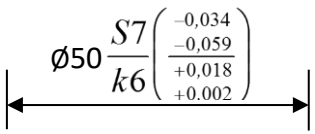
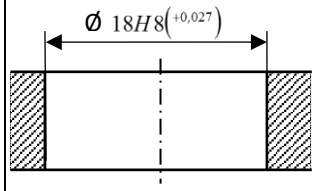
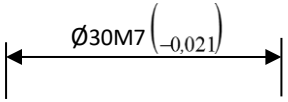
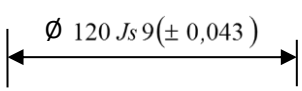
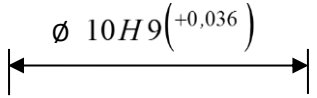
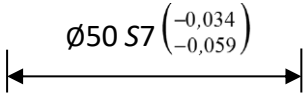
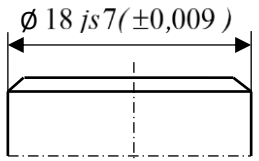
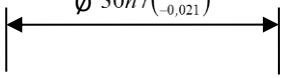
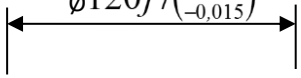
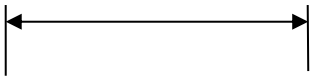
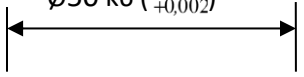
Задача №7

Пример выполнения первого задания

Для следующих пяти заданных посадок определить: предельные отклонения, допуски на изготовление, предельные зазоры или натяги, допуски посадки, построить схемы полей допусков, вычертить соединение в сборе и отдельные детали.

Определяемые параметры	$Ø\ 18\frac{H8}{is7}$	$Ø\ 30\frac{M7}{h7}$	$Ø\ 120\frac{Js9}{i7}$	$Ø\ 10\frac{H9}{h8}$	$Ø50\ \frac{S7}{k6}$
1. IT_D мкм	27	21	86 (округлили)	36	25
2. ES мкм	EI + IT = +27	-8+Δ= -8+8=0	+IT/2 = +43	EI + IT = +36	- 43+Δ =- 43+9 =-34
3. EI мкм	0	ES – IT = -21	-IT/2 = -43	0	ES – IT = - 59
4. D_{min} мм	18,0	29,979	119,957	10,000	49,941
5. D_{max} мм	18,027	30,0	120,043	10,036	49,966
6. IT_d мкм	18	21	35	22	16
7. es мкм	+ IT/2 = +9	0	ei + IT = +20	0	ei + IT = +18
8. ei мкм	- IT/2 = -9	es - IT = -21	-15	-22(es-IT)	+ 2
9. d_{min} мм	17,991	29,979	119,985	9,978	50,002
10. d_{max} мм	18,009	30,0	120,020	10,000	50,018
11. Схема полей допусков					

Продолжение таблицы

Определяемые параметры	$Ø18\frac{H8}{js7}$	$Ø30\frac{M7}{h7}$	$Ø120\frac{Js9}{j7}$	$Ø\ 10\frac{H9}{h8}$	$Ø\ 50\ \frac{S7}{k6}$
12.S_{min} ($-N_{max}$) мкм 13.S_{max} ($-N_{min}$) мкм 14. $T_{Д}$ мкм	0 – 9 = -9 (-N max) 27 - (-9) = 36 27 + 18 = 45	-21 – 0 = -21(-N max) 0 - (-21) = 21 21 + 21 = 42	-43-20 = -63 (-N max) 43 - (-15) = 58 86 + 35 = 121	0 – 0 = 0 36 - (-22) = 58 36 + 22 = 58	- 59-18= - 77(-N max) - 34-2 = -36 (-N min) 25 + 16 = 41
15. Соединение в сборе					
16. Отверстие					
17. Вал					

Задача № 8

Определить условное буквенное обозначение трех заданных посадок

Определяемые параметры	$\varnothing 80 \frac{\pm 0{,}060}{-0{,}074}$		$\varnothing 65 \frac{+0{,}214}{+0{,}140}\ \frac{+0{,}087}{+0{,}041}$		$\varnothing 100 \frac{-0{,}038}{-0{,}073}\ \frac{-0{,}220}{-0{,}274}$	
	Отверст.	Вал	Отверст.	Вал	Отверст.	Вал
1. *ES (es)*	+60	0	+214	+87	-38	-220
2. *EI (ei)*	-60	-74	+140	+41	-73	-274
3. *IT = ES - EI*	120	74	74	46	35	54
4. Квалитет	10	9	9	8	7	8
5.Обозначение основного отклонения	*Js*	*h*	*C*	*r*	*R*	*b*
6.Обозначение размера	*80 Js10*	*80 h9*	*65 C9*	*65 r8*	*100 R7*	*100 b8*
7.Обозначение посадки	$\varnothing\ 80\frac{Js10}{h9}$		$\varnothing\ 65\frac{C9}{r8}$		$\varnothing\ 100\frac{R7}{b8}$	
8.Характер посадки	Переходная посадка		С зазором		С зазором	

Задача № 9

Дано: $D = d = Ø\ 65$ мм; $T_D = T_d$;

Smax = 152 мкм; *Smin* = 60 мкм;

Система посадки - « *h* »

Требуется: Подобрать по таблицам ЕСДП ближайшую посадку и записать её обозначение

Решение:

1. Допуск посадки $T_s = Smax - Smin = 152 - 60 = 92$ мкм $= T_D + T_d$.

Откуда $T_D = T_d = \frac{1}{2} T_s = 46$ мкм.

2. По таблицам ЕСДП определяем для Ø 65 и $T_D = T_d = 46$ мкм квалитет точности, который будет соответствовать IT8.

3. По условию задачи посадка выполнена *в системе вала*, следовательно,

$$es = 0 \text{ и } ei = -46 \text{ мкм.}$$

4. ES и EI определяем исходя из заданных значений Smax и Smin:

$Smin = EI - es$, откуда $\boldsymbol{EI} = Smin + es = 60 + 0 = +60$ мкм;

$Smax = ES - ei$, откуда $\boldsymbol{ES} = Smax + ei = 152 + (-46) = +106$ мкм.

5. Из двух отклонений – ***EI*** и ***ES*** определяем *основное отклонение*:

$$\boldsymbol{EI} = \boxed{+60}.$$

6. По таблицам ЕСДП определяем для Ø 65 обозначение основного отклонения, значение которого максимально приближено к $\boldsymbol{EI} = \boxed{+60}$.

Этому соответствует обозначение: ***E,*** следовательно, можно записать обозначение найденной посадки:

$$Ø\ 65\ \frac{E8}{h8}\ \left(\begin{array}{c}+0{,}106\\ \hline +0{,}060\\ \hline -0{,}046\end{array}\right)$$

Задача № 10

Пример выполнения второго задания

Дано: Ø 120,0; N p max = 360 мкм; N p min = 250 мкм; Система - «Н»

Требуется: Подобрать по таблицам ЕСДП ближайшую стандартную посадку и записать её обозначение

Решение

1. Определение расчетного коэффициента точности посадки

$$a_{\Delta} = \frac{T\Delta}{i},$$

где $T\Delta$ - допуск посадки, т.е. $T\Delta = N\,p\,max - N\,p\,min = 360 - 250 = 110$ мкм

Для переходных посадок: $T\Delta = S\,p\,max + N\,p\,max$

i – единица допуска, для Ø 120,0 $i = 2{,}2$ [1, с.282],

тогда $a_{\Delta} = 110 / 2{,}2 = 50$

2. Определение квалитета точности деталей, входящих в соединение, учитывая, что

$$a_{\Delta} = a_D + a_d = 50$$

По данным [1, с.182 или 2, с.43] можно установить:

a Коэффициент точности	10	16	25	40
IT Квалитет точности	6	7	8	9

Из приведенной таблицы наглядно видно, что для рассматриваемой задачи возможны два следующих варианта:

а) $a_{\Delta} = a_D + a_d = 50 = 25 + 25$, что соответствует 8-му квалитету как отверстия, так и вала

б) $a_{\Delta} = a_D + a_d = 50 = 40 + 10$, что будет соответствовать IT9 для отверстия и IT6 для вала

Вариант а) следует признать *предпочтительным,* т.к. здесь вал и отверстие выполняются по одному среднему – 8-му квалитету.

В варианте б) соединение образуется грубо обработанным (по 9-му квалитету) отверстием и точно выполненным (по 6-му квалитету) валом, т.е. точность изготовления отверстия и вала отличаются на 3 квалитета, что не рекомендуется ЕСДП.

Поэтому выбираем вариант а), когда отверстие и вал будут изготовлены по 8-му квалитету.

3. Определение полей допусков и предельных отклонений деталей, образующих соединение.

Для Ø120 по данным [1, с.323 или 2, с.43] определяем:

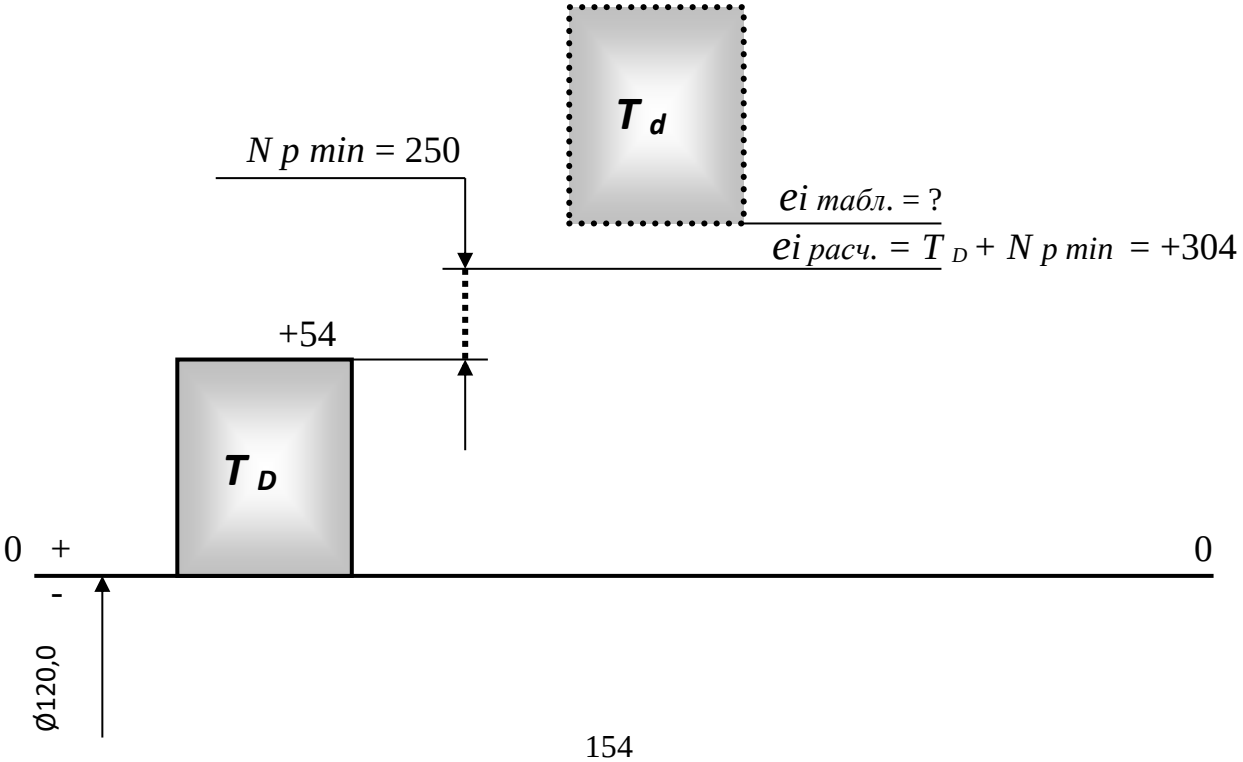
$$IT8 = T_D = T_d = 54 \text{ мкм.}$$

По условию задачи задана система посадки «*H*», следовательно поле допуска отверстия будет равно *H8* ($^{+0,054}$).

Для образования посадок с натягом, в общем случае, могут быть использованы следующие основные отклонения валов:

$$p, r, s, t, u, v, x, y, z, za, zb, zc.$$

Чтобы наглядно представить и определить искомое основное отклонение вала воспользуемся схемой расположения полей допусков

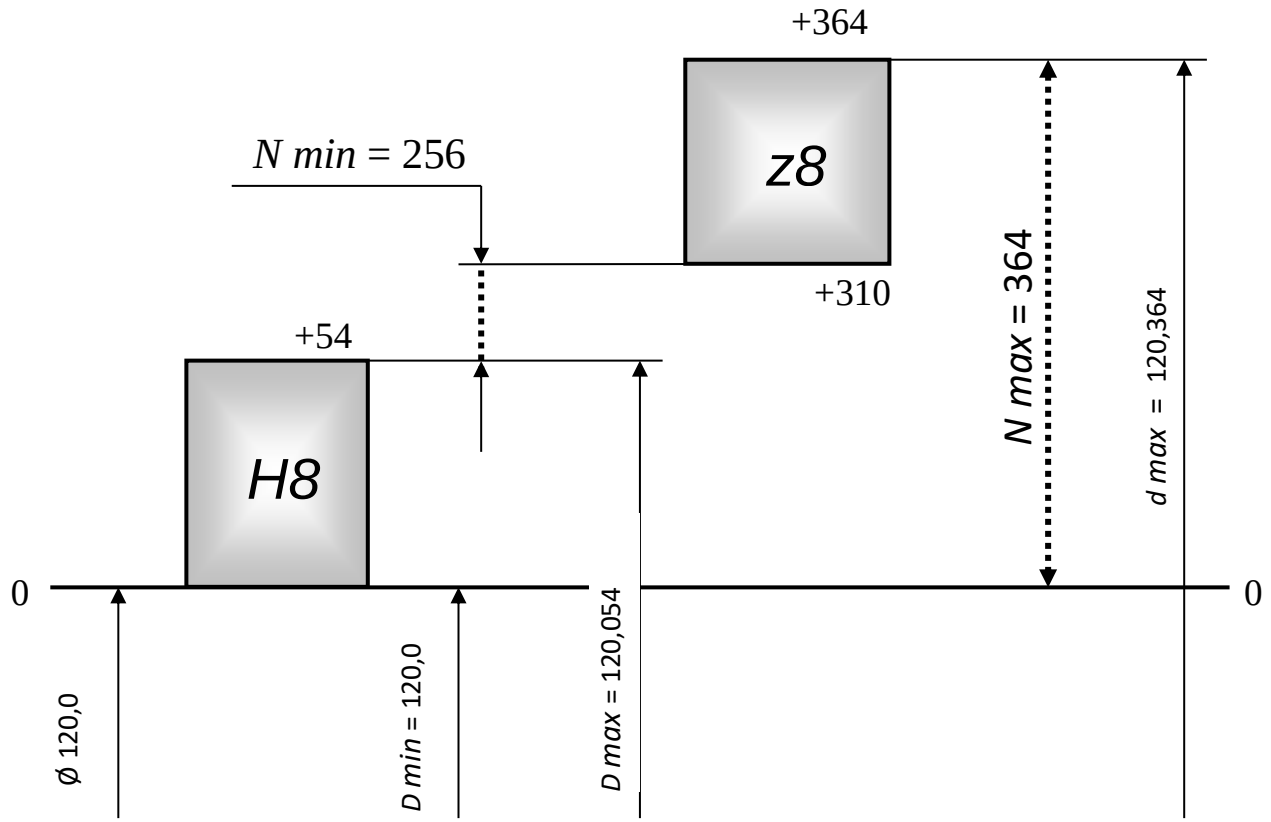


По таблицам ЕСДП [2, с.48] находим, что для Ø120,0 и $e_{i\ расч.}$ = +304 мкм максимально приближено основное отклонение «z», для которого

$$e_{i\ табл.} = +310 \text{ мкм.}$$

В результате получаем стандартное соединение $\text{Ø}120\ \frac{H8}{z8}\left(\frac{+0,054}{+0,364 \atop +0,310}\right)$

4.Построение схемы расположения полей допусков выбранной посадки



5.Сравнение расчетных и стандартных значений параметров соединения

Расчетные параметры, мкм	Стандартные параметры, мкм	Величина отклонения	
		абсолютная, мкм	относительная, %
$N\ p\ max = 360$	$N\ max = 364$	$\frac{\lvert N\ p\ max - N\ max \rvert}{4}$	1,1%
$N\ p\ min = 250$	$N\ min = 256$	$\frac{\lvert N\ p\ min - N\ min \rvert}{6}$	2,4%

Контрольные вопросы

1. Что называется допуском на размер детали? Его графическое изображение.

2. Дать определения валу, отверстию, основному валу, основному отверстию.

3. Что такое посадка? Виды посадок.

4. Как выбирают посадки с гарантированным зазором?

5. Как выбирают посадки с гарантированным натягом?

Практическое занятие № 3

«Расчет переходных посадок»

Расчет переходных посадок заключается в определении вероятности появления зазоров и натягов в соединениях.

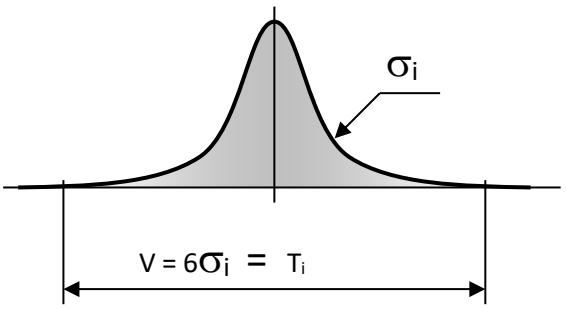
Задача 1: *Установить вероятность получения зазоров и натягов в соединении* $Ø55\ \frac{\hat{E}8}{h7}\left(\begin{smallmatrix}+0{,}014\\ -0{,}032\\ \\ -0{,}030\end{smallmatrix}\right)$. *Производство деталей массовое, технологический процесс изготовления деталей устойчивый, налаженный, в результате чего полагают, что рассеивание размеров деталей в партии будет подчиняться нормальному закону распределения (закону Гаусса).*

Решение

1. Определяем теоретические предельные и средний зазоры в соединении:
   - $Smax = ES - ei = 14 - (-30) = 44$ мкм
   - $Smin = EI - es = -32 - 0 = -32$ (- Nmax)
   - $Scp = \frac{S\,max + S\,min}{2} = \frac{44 + (-32)}{2} = 6$ мкм
2. Находим допуски отверстия и вала
   - $T_D = ES - EI = 14 - (-32) = 46$ мкм
   - $T_d = es - ei = 0 - (-30) = 30$ мкм

3. Определяем среднее квадратическое отклонение (σ) рассеивания размеров отверстия, вала и параметров посадки.

В общем случае $V = 6\sigma_i$ охватывает 99,73% рассеивания случайной величины. Поэтому на практике принимают $T_i = 6\sigma_i$.



Откуда находим:

- $\sigma_D = \frac{T_D}{6} = \frac{46}{6} = 7{,}7$ мкм
- $\sigma_d = \frac{T_d}{6} = \frac{30}{6} = 5$ мкм
- $\sigma_\Delta = \sqrt{(\sigma_D^2 + \sigma_d^2)} = \sqrt{(7{,}7^2 + 5^2)} = 9{,}2$ мкм

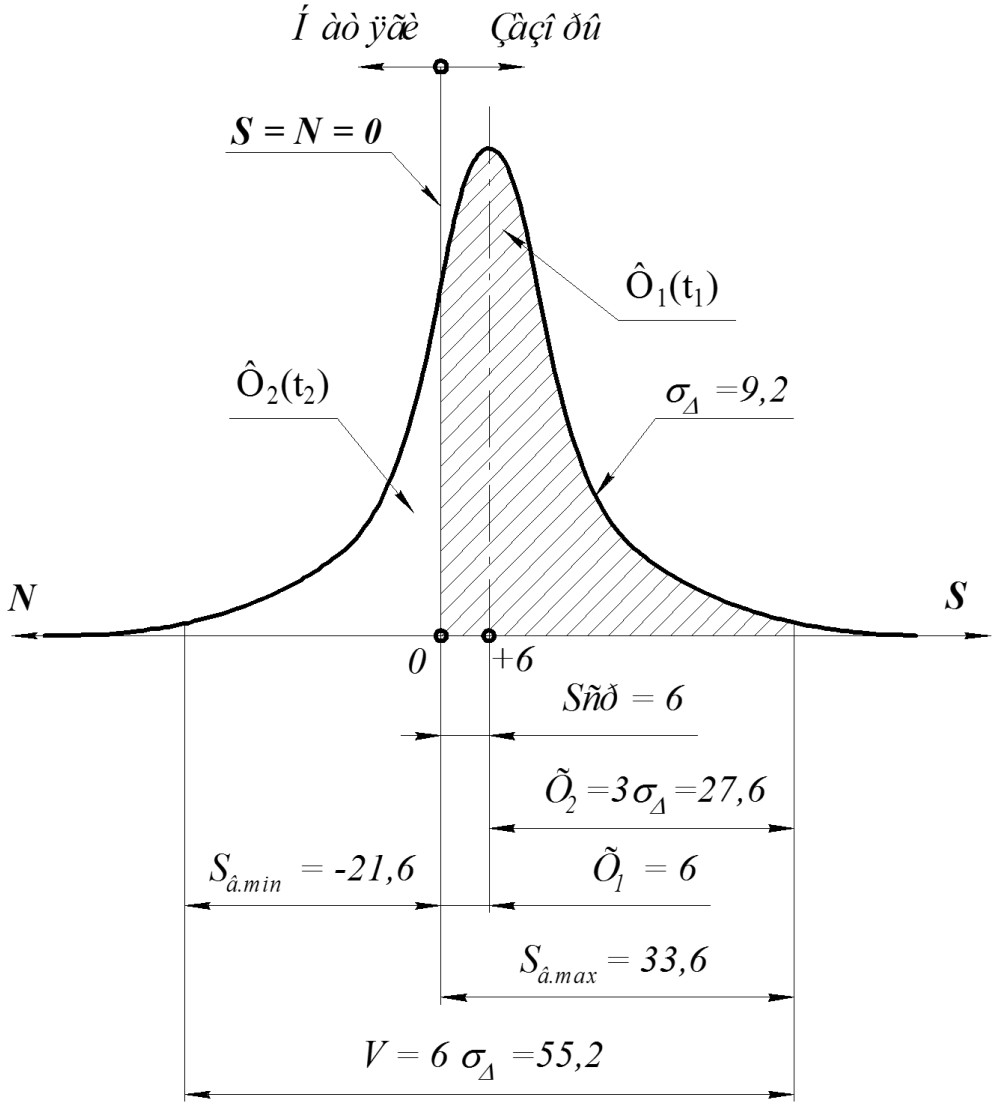
4. Определяем вероятные предельные зазоры

S в.max = S ср. + $3\sigma_\Delta$ = 6 + 3*9,2 = 33,6 мкм

S в.min = S ср. - $3\sigma_\Delta$ = 6 - 3*9,2 = -21,6 мкм (- N в.max)

5. Полагая, что закон распределения размеров валов и отверстий в пределах поля допуска *нормальный*, то и закон распределения зазоров и натягов будет также *нормальным.*

Поэтому построим кривую нормального распределения зазоров и натягов для рассматриваемого соединения.



6. Чтобы определить вероятность появления зазоров в посадке, сначала вычислим значения коэффициентов риска $t_i = |X_i| / \sigma_\Delta$ для $X_1 = 6$ и $X_2 = 3\sigma_\Delta = 27,6$:

$$t_1 = \frac{X_1}{\sigma_\Delta} = \frac{6}{9,2} = 0,65 \qquad \text{и} \qquad t_2 = \frac{X_2}{\sigma_\Delta} = \frac{27,6}{9,2} = 3,0$$

7. Определим вероятность появления зазоров в посадке, используя значения нормированной функции Лапласа Ф(t) [1, Приложение 1, с.322].

Тогда $P_S = \Phi_1(t_1 = 0,65) + \Phi_2(t_2 = 3,0) = 0,2422 + 0,5 = 0,7422$ или 74,22 %

Вероятность появления зазоров в интервале от 0 до 6 мкм

Вероятность появления зазоров в интервале от 6 до 33,6 мкм

8. Определим вероятность появления натягов в посадке

$P_N = 100 - P_S = 100 - 74{,}22 = 25{,}78\%$

Задача 2: *Установить вероятность получения зазоров и натягов в соединении* $Ø18\ \frac{H8}{m7}\left(\frac{+0{,}027}{+0{,}025}_{+0{,}007}\right)$. *Производство деталей массовое, технологический процесс изготовления деталей устойчивый, налаженный.*

Решение

1. Определяем теоретические предельные и средний зазоры в соединении:

- $Smax = ES - ei = 27 - 7 = 20$ мкм
- $Smin = EI - es = 0 - 25 = -25$ (- Nmax)
- $Scp = \frac{S\,max + S\,min}{2} = \frac{20 - 25}{2} = -2{,}5$ мкм

2. Определяем среднее квадратическое отклонение (σ) рассеивания размеров отверстия, вала и параметров посадки:

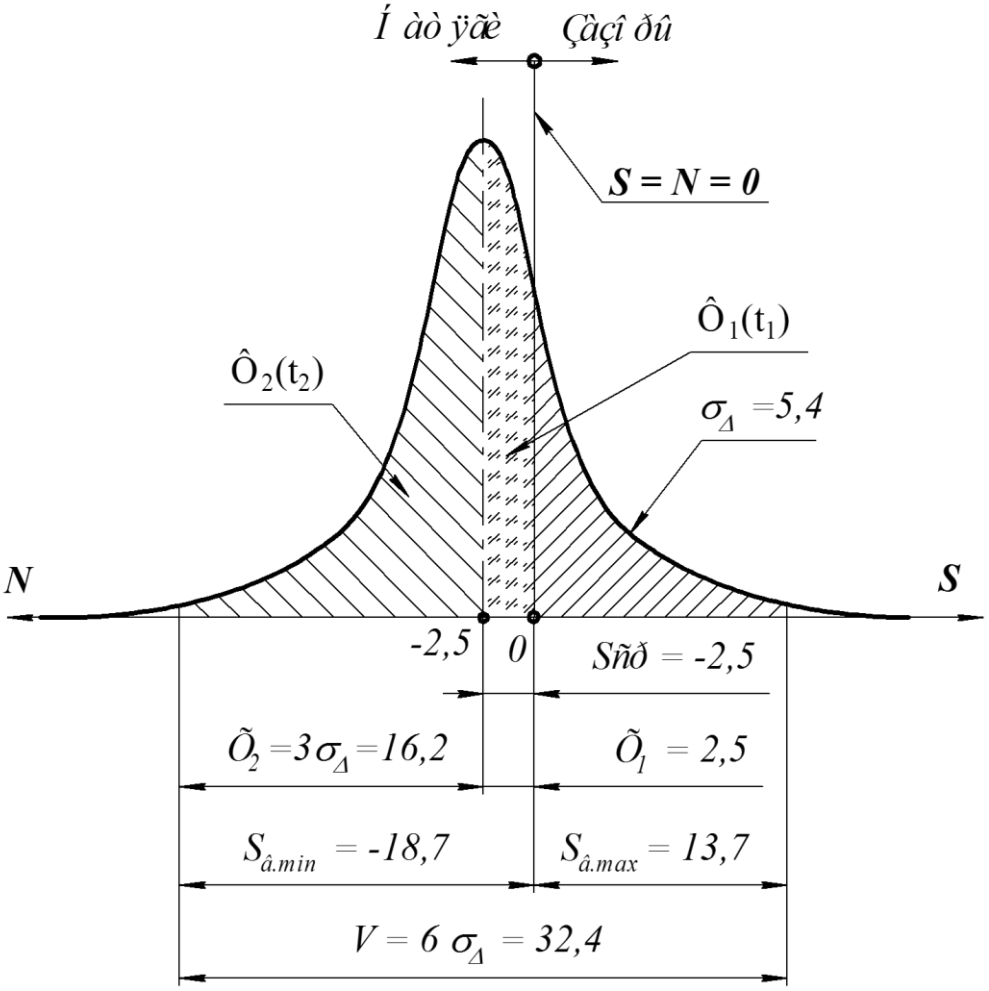
- $\sigma_D = \frac{T_D}{6} = \frac{27}{6} = 4{,}5$ мкм
- $\sigma_d = \frac{T_d}{6} = \frac{18}{6} = 3$ мкм
- $\sigma_\Delta = \sqrt{(\sigma_D^2 + \sigma_d^2)} = \sqrt{(4{,}5^2 + 3^2)} = 5{,}4$ мкм

3. Определяем вероятные предельные зазоры

$S_{в.max} = S_{ср.} + 3\sigma_\Delta = -2{,}5 + 3*5{,}4 = 13{,}7$ мкм

$S_{в.min} = S_{ср.} - 3\sigma_\Delta = -2{,}5 - 3*5{,}4 = -18{,}7$ мкм (- N в.max)

4. Построим кривую нормального распределения зазоров и натягов для рассматриваемого соединения.



5. Вычисляем значения коэффициентов риска для $X_1 = 2,5$ и $X_2 = 16,2$:

$$t_1 = \frac{|X_1|}{\sigma_\Delta} = \frac{2,5}{5,4} = 0,463 \qquad \text{и} \qquad t_2 = \frac{X_2}{\sigma_\Delta} = \frac{16,2}{5,4} = 3,0$$

6. Определим вероятность появления зазоров и натягов в соединении, используя значения нормированной функции Лапласа Ф(t) [1, Прилож. 1, с.322].

$$P_S = \Phi_1(t_1 = 0,463) + \Phi_2(t_2 = 3,0) = 0,1772 + 0,5 = 0,6772 \text{ или } 67,72\ \%$$

$$P_N = 100 - P_S = 100 - 67,72 = 32,28\%$$

Контрольные вопросы

1. Какие погрешности возникают при изготовлении деталей и сборке изделий? Дайте им характеристику.

2. Законы распределения случайных погрешностей.

3. Что понимается под точностью размера детали?

4. Дать определение номинальному, действительному и предельным размерам.

5. Что называется допуском на размер детали? Его графическое изображение.

6. Дать определения валу, отверстию, основному валу, основному отверстию.

7. Для чего назначают переходные посадки? Привести примеры

Практическое занятие № 4

«Определение вероятного процента брака деталей»

Задача 1: *Определить процент вероятного брака при изготовлении партии валов с размером по чертежу Ø 55 e7* $\binom{-0,060}{-0,090}$*, если поле рассеивания действительных размеров V = 42 мкм и средний диаметр валов совпадает с серединой поля допуска.*

Решение:

1. Определяем заданные размерные параметры детали:

- d = 55 мм
- Td = es – ei = -60 – (90) = 30 мкм
- d min = d + ei = 55 – 0,09 = 54,91 мм
- d max = d + es = 55 + (-0,06) = 54,94 мм
- d ср = $\frac{d\,min + d\,max}{2}$ = $\frac{54,91 + 54,94}{2}$ = 54,925 мм

2. Полагая, что действительные размеры деталей рассеиваются по нормальному закону распределения, определим его параметры:

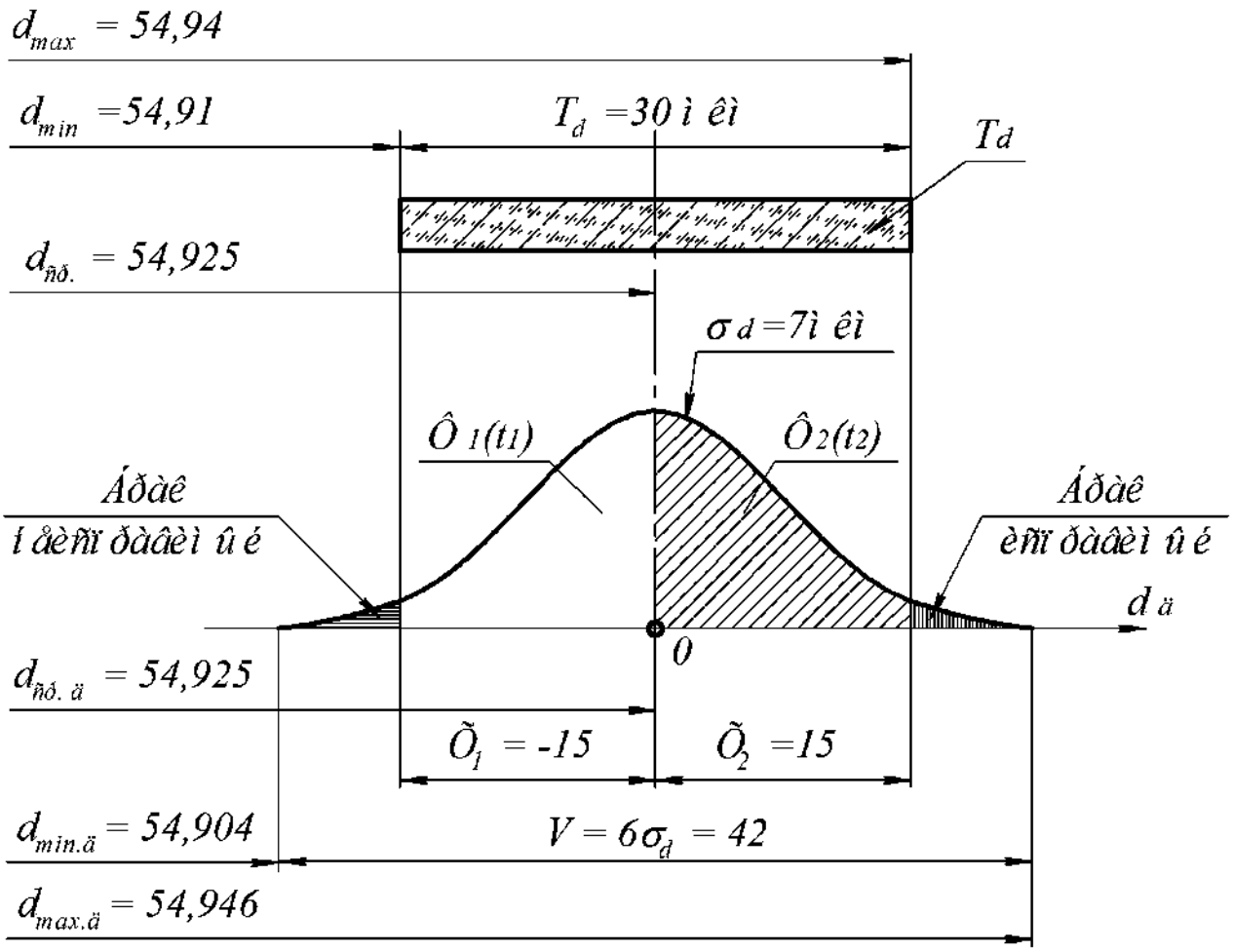
V = 42 мкм > Td =30 мкм, следовательно, при изготовлении партии деталей *возможен брак*, когда действительные размеры валов выйдут за установленные границы допуска.

Учитывая, что V = 6σ, определим среднее квадратическое отклонение поля рассеивания размеров деталей $\sigma = \frac{V}{6} = \frac{42}{6}$ = 7 мкм.

По условию задачи: d ср = d ср. действ., тогда:

- d min. действ. = d ср. действ. - 3σ = 54,925 – 3 * 0,007 = 54,904 мм
- d max. действ. = d ср. действ. + 3σ = 54,925 + 3 * 0,007 = 54,946 мм

3. Построим схему расположения заданного поля допуска и кривую нормального распределения действительных размеров валов.



4. Определяем коэффициенты риска для $X_1 = -15$ и $X_2 = +15$:

$$t_1 = \frac{|X_1|}{\sigma_d} = t_2 = \frac{|X_2|}{\sigma_d} = \frac{15}{7} \approx 2$$

5. Определяем процент годных деталей, используя значения нормированной функции Лапласа для $t_1 = t_2$:

$$P_{годн.} = [\Phi_1(t_1) + \Phi_2(t_2)] * 100\ \% = 2 * 0{,}4772 * 100 = 95{,}4\ \%$$

6. Вероятность брака составит:

$$P_{брака} = 100 - 95{,}4 = 4{,}6\ \%,$$ в том числе:

- брак исправимый $\frac{1}{2} P_{брака} = 2{,}3\ \%$
- брак неисправимый $\frac{1}{2} P_{брака} = 2{,}3\ \%$

Задача 2: *Определить процент вероятного брака при изготовлении партии валов с размером по чертежу Ø 55 e7* $\binom{-0{,}060}{-0{,}090}$*, если поле рассеивания*

действительных размеров V = 42 мкм и оно сместилось относительно середины поля допуска на +3 мкм, т.е. α = +3 мкм.

Решение:

1. Определяем заданные размерные параметры детали:

- d = 55 мм
- Td = es – ei = -60 – (90) = 30 мкм
- d min = d + ei = 55 – 0,09 = 54,91 мм
- d max = d + es = 55 + (-0,06) = 54,94 мм
- $d\,ср = \frac{d\,min + d\,max}{2} = \frac{54{,}91 + 54{,}94}{2} = 54{,}925$ мм

Полагая, что действительные размеры деталей рассеиваются по нормальному закону распределения, определим его параметры:

V = 42 мкм > Td =30 мкм, следовательно, при изготовлении партии деталей *возможен брак*, когда действительные размеры валов выйдут за установленные границы допуска.

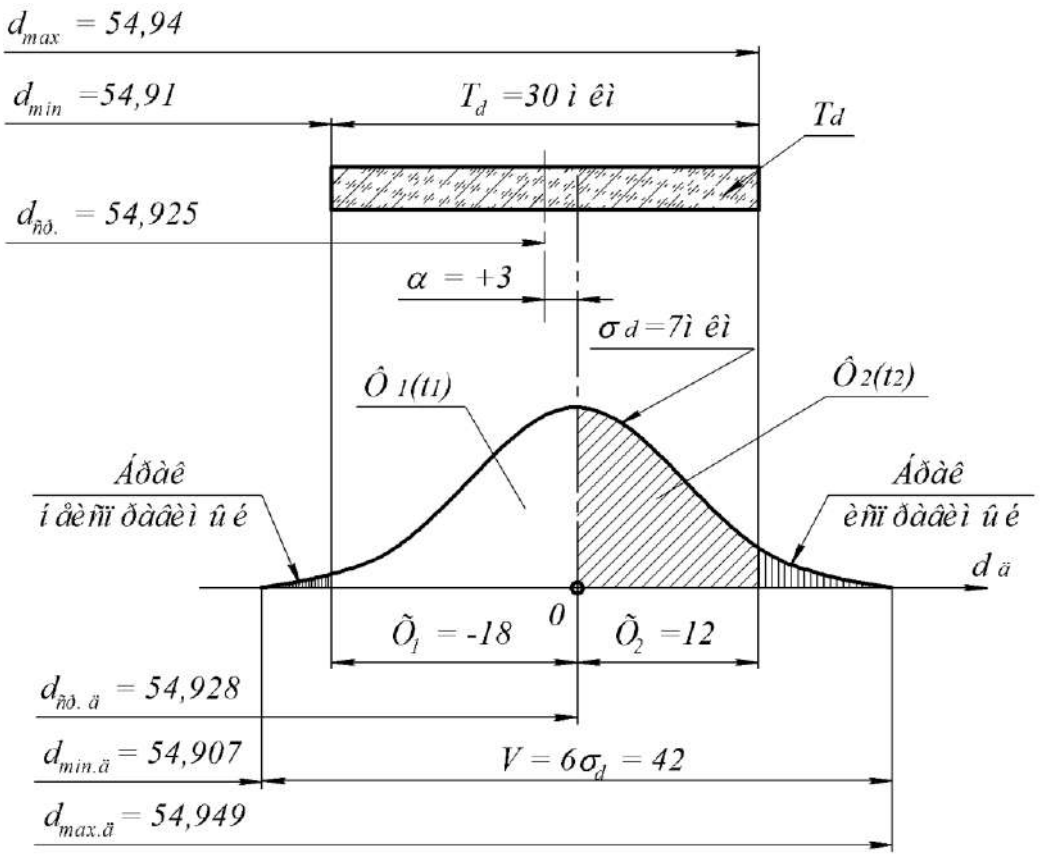
Учитывая, что V = 6σ, определим среднее квадратическое отклонение поля рассеивания размеров деталей $\sigma = \frac{V}{6} = \frac{42}{6} = 7$ мкм.

По условию задачи *поле рассеивания действительных размеров V сместилось относительно середины поля допуска на +3 мкм, т.е. α = +3 мкм.*

Следовательно, d ср. действ. = d ср + α = 54,925 + 3 = 54,928 мм, тогда:

- d min. действ. = d ср. действ. - 3σ = 54,928 – 3 * 0,007 = 54,907 мм
- d max. действ. = d ср. действ. + 3σ = 54,928 + 3 * 0,007 = 54,949 мм

2. Построим схему расположения заданного поля допуска и кривую нормального распределения действительных размеров валов.



7. Определяем коэффициенты риска для $X_1 = -18$ и $X_2 = +12$:

$$t_1 = \frac{|X_1|}{\sigma_d} = \frac{18}{7} = 2{,}6 \qquad \text{и} \qquad t_2 = \frac{|X_2|}{\sigma_d} = \frac{12}{7} \approx 1{,}7$$

8. Определяем процент годных деталей, используя значения нормированной функции Лапласа для t_1 и t_2:

$$P_{годн.} = [\Phi_1(t_1) + \Phi_2(t_2)] * 100\ \% = [0{,}4953 + 0{,}4554] * 100 = 95\ \%$$

9. Вероятность брака составит:

$$P_{брака} = 100 - P_{годн} = 100 - 95 = 5\ \%,$$ в том числе:

- брак неисправимый $[0{,}5 - \Phi_1(t_1)] * 100 = (0{,}5 - 0{,}4953) * 100 = 0{,}5\ \%$
- брак исправимый $[0{,}5 - \Phi_2(t_2)] * 100 = (0{,}5 - 0{,}4554) * 100 = 4{,}5\ \%$

Вывод: *Сравнивая результаты решения этих двух задач видно, что на значение вероятного процента брака влияет не только величина поля рассеивания действительных размеров V, но и его положение относительно середины поля допуска. Так, смещение центра группирования на 3 мкм при том же значении поля допуска привело к увеличению вероятного процента брака с 4,6 % до 5 %, а брак исправимый увеличился почти в 2 раза.*

Практическое занятие № 5

«Выбор универсального средства измерения. Предельные калибры»

УСИ применяют в единичном и мелкосерийном производстве и выбирают с учетом метрологических и экономических факторов.

В первую очередь всегда учитывают два основных метрологических показателя:

1. δ - допускаемая погрешность измерения [1, с.344; 3, с.42-43]

Пояснить, что $\delta = f(D, T_D)$

2. $\Delta \lim_{УСИ}$ – предельная погрешность УСИ [1, с.346; 3, с.44-46]

При выборе УСИ необходимо соблюдать условие:

$$\Delta \lim_{УСИ} \leq \delta$$

ПРИМЕР: Обоснованно выбрать УСИ вала $Ø\ 50\ h9\ \left(_{-0,062}\right)$

1. Определяем допускаемую погрешность измерения.

Для d = 50 мм и IT9 = 62 мкм находим δ = 16 мкм [3, с.42]

2. Определяем возможные УСИ, которые удовлетворяют условию

$$\Delta \lim_{УСИ} \leq \delta$$

По данным [3, с.44-45] этому условию удовлетворяют следующие УСИ:

- Микрометр гладкий типа МК 25-50 с ценой деления 0,01 мм, у которого $\Delta \lim_{УСИ} = 5$ мкм;
- Микрометр рычажный типа МР 25-50 с ценой деления 0,01 мм, у которого $\Delta \lim_{УСИ} = 6$ мкм;
- Скоба рычажная с ценой деления 0,005 мм, у которой

$\Delta \lim_{УСИ} = 5$ мкм;

3. Окончательный выбор УСИ вала произведем с учетом технико-экономических показателей, отдав предпочтение микрометру типа МК 25-50,

как наиболее дешевому, распространенному и доступному УСИ.

Результаты выбора УСИ представим в виде следующей таблицы.

Измеряемый параметр детали	Td, мкм	δ, мкм	Выбранное УСИ		
			Наименование	$\Delta \lim_{УСИ}$	Достоинства
$Ø50h9\left(_{-0,062}\right)$	62	16	Микрометр гладкий типа МК 25-50 с ценой деления 0,01 мм при измерении в руках	5	- низкая стоимость; - распространенность; - доступность

1. Общие сведения о предельных калибрах

Калибры – это бесшкальные измерительные инструменты, применяемые для контроля, а не для измерения, деталей от 6-го до 17-го квалитетов в серийном и массовом производстве, а также в ремонтной практике [7].

Калибры классифицируют по различным признакам.

1. ***По способу контроля*** различают калибры нормальные и предельные.

К ***нормальным*** относят калибры типа шаблонов для контроля профилей деталей сложной формы. При контроле нормальным калибром о годности детали судят по величине зазора между контурами детали и шаблона.

Предельными называют калибры, выполненные по предельным размерам контролируемого изделия. Такими калибрами контролируют гладкие цилиндрические, конические, резьбовые, шлицевые и другие поверхности деталей 1].

Для контроля отверстий и валов применяют *гладкие предельные калибры*, которые называют соответственно:

калибрами – пробками и **калибрами - скобами.**

Предельные калибры всегда изготавливают и применяют комплектом, который содержит два предельных калибра:

Проходной (ПР), который должен под действием собственного веса проходить при контроле годной детали;

Непроходной (НЕ), который не должен проходить.

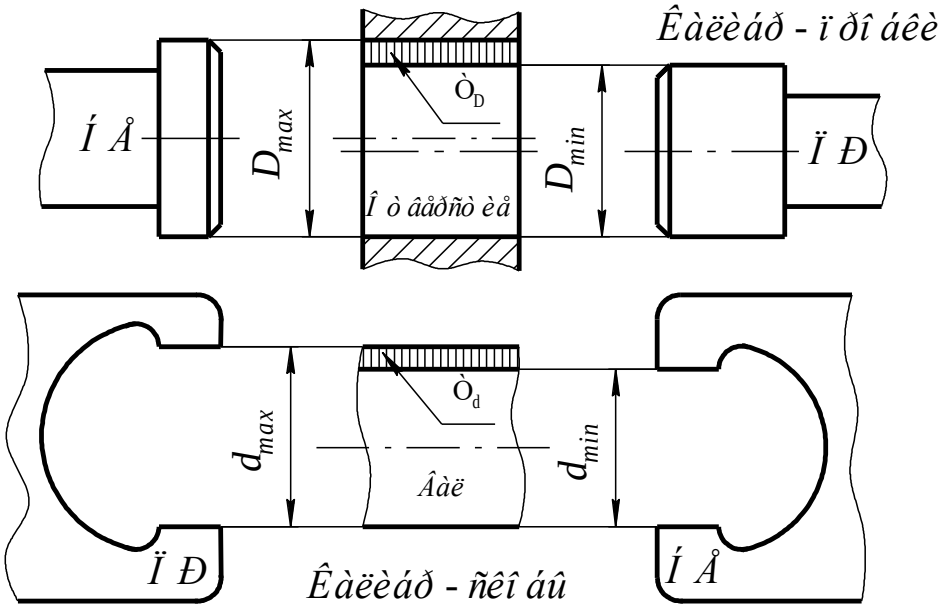


Рис. 1 Схема контроля деталей гладкими предельными калибрами.

Таким образом, с помощью предельных калибров можно очень быстро проконтролировать и рассортировать партию деталей на три группы:

- Если **оба калибра** – и проходной ПР и непроходной НЕ - **не проходят**, значит, деталь негодная, *но брак исправимый;*
- Если проходной **ПР проходит**, а непроходной **НЕ не проходит** – *деталь годная;*
- Когда **оба калибра проходят**, значит, имеет место *неисправимый брак*.

2. По конструкции различают следующие разновидности калибров:

- односторонние и двухсторонние;
- регулируемые и нерегулируемые;
- полные и неполные (только пробки);
- односторонние двухпредельные (только скобы).

Кроме того, скобы могут быть по способу изготовления кованными, штампованными и листовыми.

3. По назначению различают предельные калибры:

а) Рабочие:

- *Р – ПР* рабочий проходной
- *Р – НЕ* рабочий непроходной

Рабочие калибры предназначены непосредственно для контроля деталей при их изготовлении или ремонте на рабочих местах. Эти калибры используют рабочие и контролеры.

б) Приемные:

- *П – ПР* приемный проходной
- *П – НЕ* приемный непроходной

в) **Контрольные** (контркалибры, т.е. калибры для контроля калибров) применяют для установки на размер регулируемых калибров – скоб и контроля нерегулируемых калибр – скоб.

Применяют три контркалибра:

- К – ПР проверяют Р – ПР
- К – НЕ проверяют Р – НЕ

} К – ПР и К – НЕ должны проходить через годный калибр, в противном случае контролируемая скоба изымается из эксплуатации

- К – И проверяют износ проходной скобы: через годную скобу он проходить не должен. Если К –И вошел в скобу, следовательно, её износ превысил допустимую величину.

2 Допуски гладких калибров

Допуски размеров гладких предельных калибров устанавливает ГОСТ 24853-81 [3, с.47-48].

Рассмотрим в качестве примера схему расположения полей допусков для контроля отверстий и валов в соединении $\varnothing\ 40\ \frac{H7}{k6}\left(\frac{+0,025}{+0,018\ +0,002}\right)$.

Принятые обозначения и особенности схем на рис. 2 и 3:

1. H – допуск на изготовление калибр – пробок;
2. H_1 – допуск на изготовление калибр – скоб;

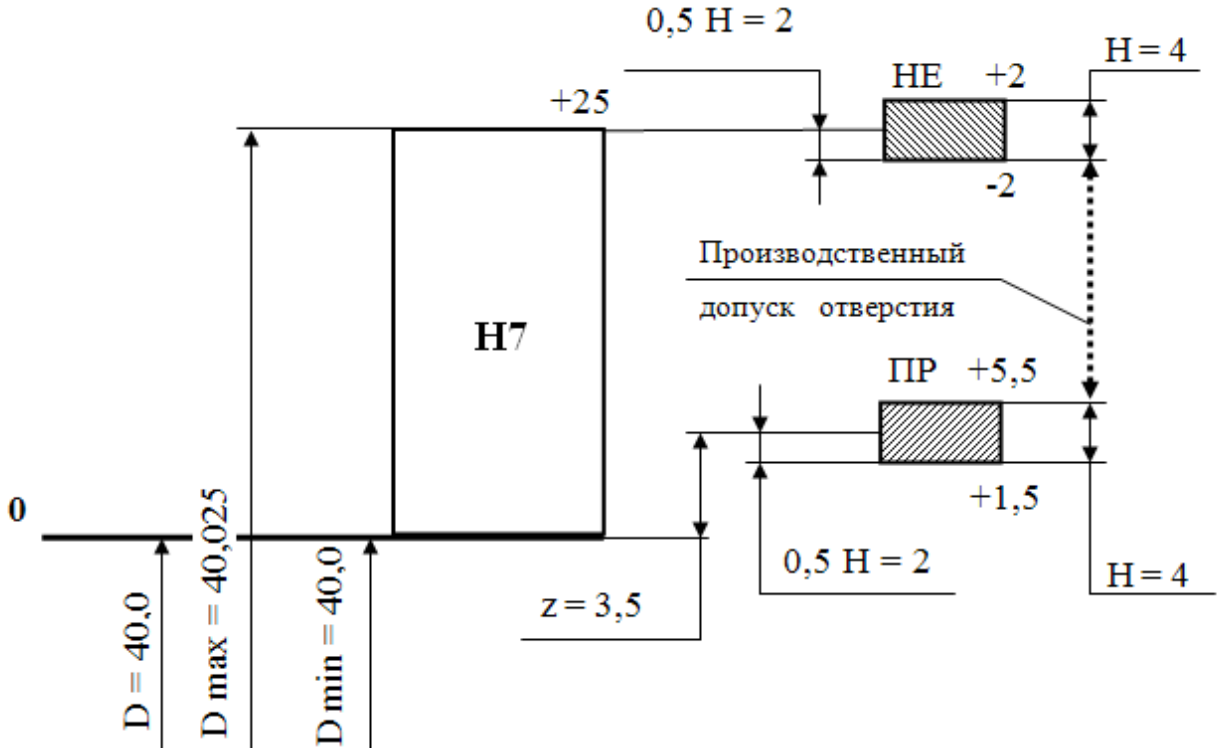


Рис. 2 Схема расположения полей допусков на изготовление калибра - пробки для контроля отверстия Ø 40 H7 ($^{+0,025}$)

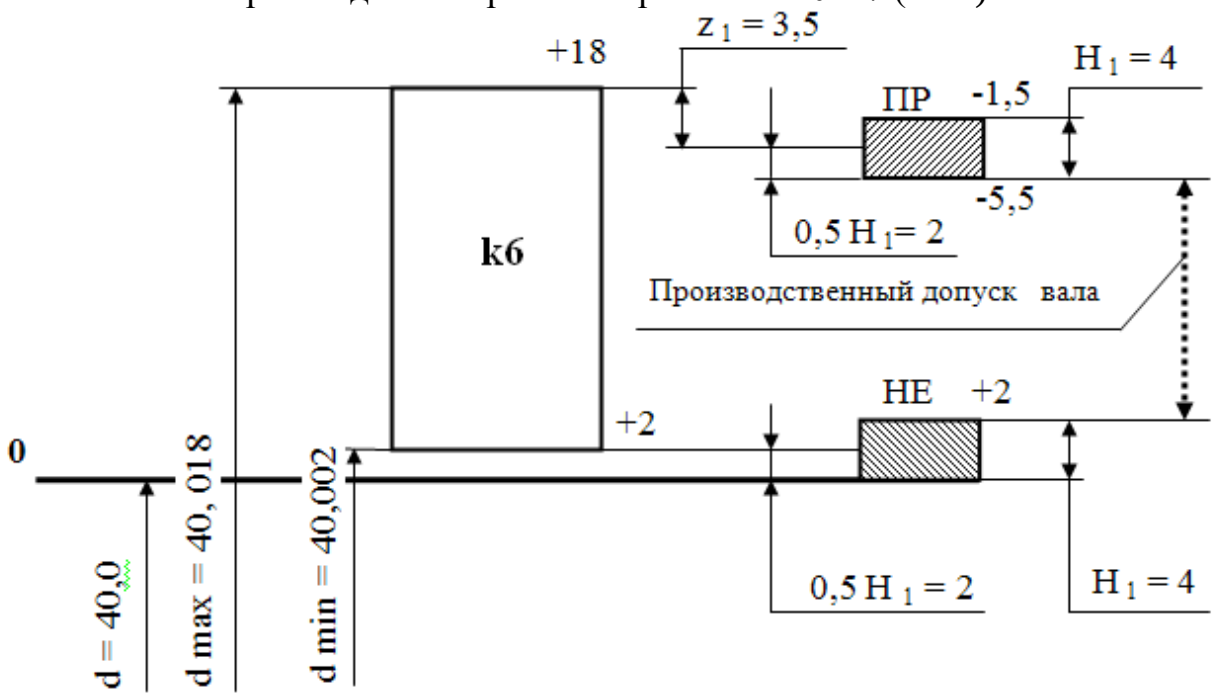


Рис. 3 Схема расположения полей допусков на изготовление калибра - скобы для контроля вала Ø40 k6 $\left(^{+0,018}_{+0,002}\right)$

3. Отклонения калибров отсчитывают от соответствующих предельных размеров контролируемого изделия, выступающих в роли

номинальных размеров калибров. Например, номинальные размеры:

- *для калибра – пробки:* **ПР** ≡ D_{min} и **НЕ** ≡ D_{max};
- *для калибра – скобы:* **ПР** ≡ d_{max} и **НЕ** ≡ d_{min}.

4. В процессе работы калибры **НЕ** почти не изнашиваются, то поле допуска на обработку непроходной стороны расположено симметрично относительно своего номинального размера : D_{max} и d_{min}.

5. Учитывая, что проходные калибры изнашиваются, то середина поля допуска на изготовление калибров **ПР** смещена относительно своего номинального размера на Z для пробки и на Z_1 для скобы.

Смещение производится «в тело» контролируемой детали, что сокращает производственный допуск и усложняет обработку, особенно при малых квалитетах точности изделия (IT6....IT8).

3. Расчет исполнительных размеров калибров

Исполнительный размер – предельный размер калибра, по которому изготавливают новый калибр и проставляют на его чертеже.

Отклонения на чертежах проставляют в тело калибра, поэтому исполнительными размерами являются:

- *для скобы* – её наименьший предельный размер с положительным отклонением ($^{+H1}$);
- *для пробки* – её наибольший предельный размер с отрицательным отклонением ($_{-H}$).

Размеры калибров определяют по формулам, приведенным в таблице.

Калибр		Размеры калибра, мм	
		Номинальный	Исполнительный
Пробка	ПР	D min	$(D\ min + Z + \frac{H}{2})_{-H}$
	НЕ	D max	$(D\ max + \frac{H}{2})_{-H}$
Скоба	ПР	d max	$(d\ max - Z_1 - \frac{H_1}{2})^{+H1}$
	НЕ	d min	$(d\ min - \frac{H_1}{2})^{+H1}$

При расчете исполнительных размеров калибров необходимо пользоваться следующими правилами округления:

1. Для изделий 15 -17 квалитетов округление следует производить до целого числа мкм.

2. Для изделий 6 – 14 квалитетов размеры следует округлять до величин, кратных 0,5 мкм, при этом допуск на калибры сохраняется.

3. Размеры, оканчивающиеся на 0,25 и 0,75 мкм, следует округлять до величин, кратных 0,5 мкм, в сторону уменьшения производственного допуска изделия.

4. Оформление чертежей калибров

Чертежи калибров выполняют в соответствии с требованиями стандартов на конструкцию калибров [3, с.49-56].

На чертежах калибров указывают:

1. Исполнительные размеры ПР и НЕ сторон калибра.

2. Шероховатость мерительных поверхностей калибра, которая выбирается в зависимости от квалитета точности контролируемой детали по

следующей таблице.

Квалитет точности детали	Отверстий		
	6 и 7	8...10 кроме H10	11, 12 и H10
	Валов		
	5 и 6	7...10 кроме h10	11, 12 и h10
Шероховатость мерительных поверхностей калибра	$\sqrt{Ra}$	$\sqrt{0.16}$	$\sqrt{Ra}$

3. Маркировка калибра, которая должна содержать следующие данные:

- Номинальный размер и поле допуска контролируемой детали;
- Верхнее и нижнее отклонение контролируемой детали;
- Назначение сторон калибра – ПР и НЕ.

5. Пример расчета

Задание: Спроектировать предельные калибры для контроля отверстия и вала в соединении $Ø\ 40\frac{H7}{k6}\left(\frac{+0,025}{+0,018}{+0,002}\right)$.

Решение:

1.Определяем предельные размеры контролируемых деталей – отверстия и вала:

$D_{min} = D + EI = 40 + 0 = 40,0$мм

$D_{max} = D + ES = 40 + 0,025 = 40,025$ мм

$d_{min} = d + ei = 40 + 0,002 = 40,002$ мм

$d_{max} = d + es = 40+0,018 = 40,018$ мм

2. По данным [3, с.48] определяем допуски и отклонения калибров:

- Для отверстия IT7: Z = 3,5 мкм и H = 4,0 мкм

- Для вала IT6: $Z_1 = 3{,}5$ мкм и $H_1 = 4{,}0$ мкм

3. Строим схему расположения полей допусков отверстия, вала и рабочих калибров (см. выше рисунки 2 и 3).

4. Определяем исполнительные размеры калибра-пробки:

Проходная сторона **ПР**:

$$d\ ПР_{max} = D_{min} + Z + \frac{H}{2} = 40{,}0 + 0{,}0035 + \frac{0{,}004}{2} = 40{,}0055 \text{ мм}$$

Исполнительный размер на чертеже пробки ПР: $40{,}0055_{-0{,}004}$

Непроходная сторона **НЕ**:

$$d\ НЕ_{max} = D_{max} + \frac{H}{2} = 40{,}025 + \frac{0{,}004}{2} = 40{,}027 \text{ мм}$$

Исполнительный размер на чертеже пробки НЕ: $40{,}027_{-0{,}004}$

5. Определяем исполнительные размеры калибра-скобы:

Проходная сторона **ПР**:

$$D\ ПР_{min} = d_{max} - Z_1 - \frac{H_1}{2} = 40{,}018 - 0{,}0035 - \frac{0{,}004}{2} = 40{,}0125 \text{ мм}$$

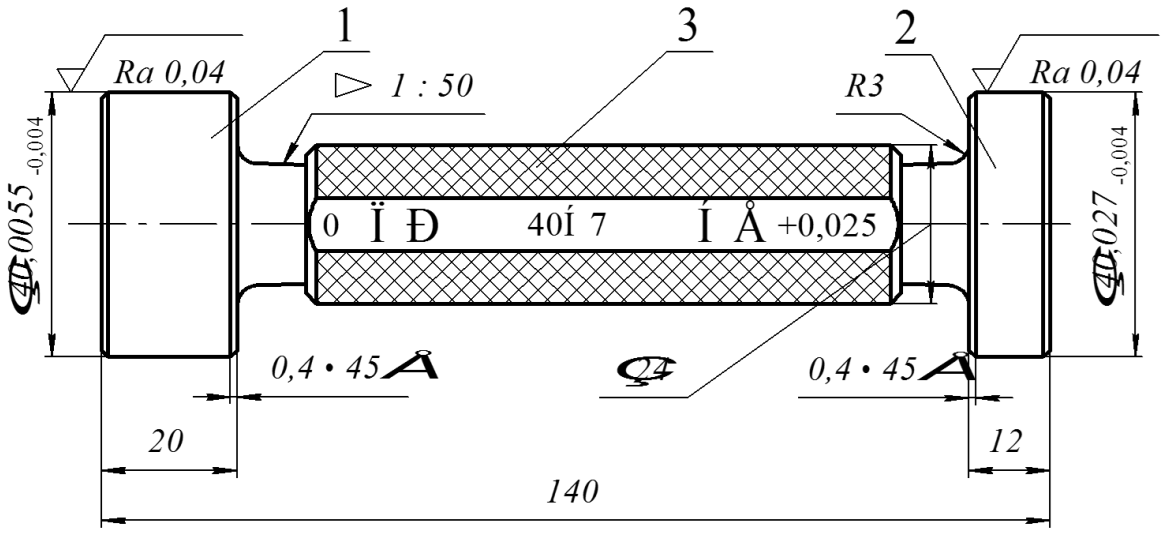
Исполнительный размер на чертеже ПР: $40{,}0125^{+0{,}004}$

Непроходная сторона **НЕ**:

$$D\ НЕ_{min} = d_{min} - \frac{H_1}{2} = 40{,}002 - \frac{0{,}004}{2} = 40{,}000 \text{ мм}$$

Исполнительные размеры на чертеже НЕ: $40{,}000^{+0{,}004}$

6. Выполняем чертежи калибров, представленные на рис.4 и 5 (по аналогии с примерами [3, с.57 – 58]).



1 – Вставка ПР ГОСТ 14810-69*;

2 – Вставка НЕ ГОСТ 14810-69*;

3 – Ручка ГОСТ 14748-69

1. Измерительные детали калибра-пробки должны быть изготовлены из сталей марок Х ГОСТ 5950-73 или ШХ15 ГОСТ 801-78.

Допускается изготовление измерительных деталей из сталей марок У10А или У12А ГОСТ 1435-74.

2. Измерительные поверхности, поверхности заходных и выходных фасок (притуплений) пробок (кроме неполных) диаметром от 6 до 100 мм должны иметь хромовое износоустойчивое покрытие по ГОСТ 9.073-77.

3. Измерительные поверхности, поверхности заходных и выходных фасок (притуплений) калибров должны иметь твердость: для пробок с хромовым покрытием – HRC 56-64; для остальных калибров - HRC 58-64.

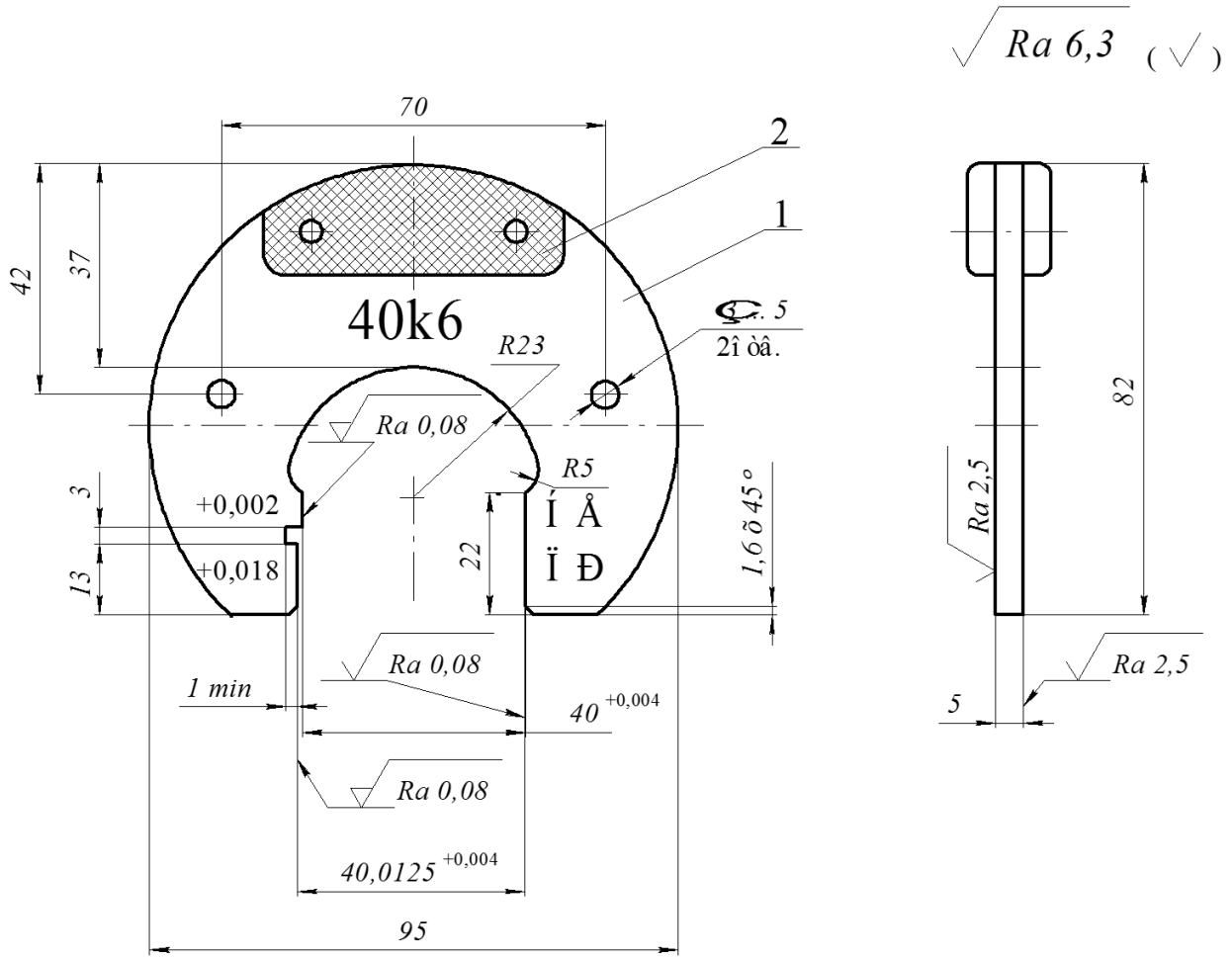
4. Нерабочие поверхности металлических деталей должны иметь покрытие Хим. Окс. прм. или Хим. Фос. прм. ГОСТ 9.073-77.

5. Измерительные детали калибров должны быть подвергнуты старению.

6. На измерительных поверхностях, поверхностях заходных и выходных фасок (притуплений) калибров дефекты не допускаются. На остальных поверхностях калибров не должно быть дефектов, ухудшающих внешний вид или влияющих на эксплуатационные качества калибров.

7. Неуказанные предельные отклонения размеров должны быть выполнены: отверстий – по H14, валов – по h14, остальных ±IT 14 / 2.

Рис.4 Пример выполнения чертежа калибра – пробки для контроля гладкого отверстия ∅ 40H7 ($^{+0,025}$)



1 – Корпус; 2 – Ручка – накладка ГОСТ 18369.

1.Корпус калибра – скобы должен изготовляться из стали марок 15 или 20 по ГОСТ 1050-88. Допускается изготовление из стали марок У8А, У10А или У12А по ГОСТ 1435-74.

2. При изготовлении корпуса калибра из цементируемой стали (марок 15 или 20), толщина слоя цементации должна быть не менее 0,5 мм.

3. Твердость рабочих поверхностей, поверхностей заходных и выходных фасок (притуплений) должна быть в пределах HRC 58 ... 64.

4. Нерабочие поверхности металлических деталей должны иметь покрытие Хим. Окс. прм. или Хим. Фос. прм. ГОСТ 9.073-77.

5. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий – H14, валов – h14, остальных ±IT 14 / 2.

6. Дефекты на рабочих поверхностях, а также на поверхностях заходных и выходных фасок (притуплений) не допускаются; на остальных поверхностях не должно быть дефектов, ухудшающих внешний вид калибра.

7. Ручки – накладки допускается крепить приклеиванием или методом горячей формовки. Клеевой шов должен обеспечивать неразъемность соединения. Прочность на сдвиг – не менее 4 МПа (40 кг / см ^{2}).

Рис.5 Пример выполнения чертежа калибра – скобы для контроля гладкого вала $\varnothing 40k6\ \left(^{+0,018}_{+0,002}\right)$

Контрольные вопросы

1. Какие погрешности возникают при изготовлении деталей и сборке изделий? Дайте им характеристику.

2. Законы распределения случайных погрешностей.

3. Что понимается под точностью размера детали?

4. Дать определение номинальному, действительному и предельным размерам.

5. Назначение и виды калибров.

6. Перечислить основные параметры шероховатости поверхности детали.

7. Каким образом на чертеже детали показывают допустимые отклонения формы и расположения поверхностей.

Практическое занятие № 6

«Метод полной взаимозаменяемости»

Сущность метода: **МПВ** - метод, при котором требуемая точность $A\Delta$ РЦ достигается у всех объектов (изделий) путём включения в неё (в РЦ) составляющих звеньев без выбора, подбора или изменения их значений.

Преимущества метода:

1.Простота достижения требуемой точности при сборке и ремонте, т.к. сборка сводится к простому соединению деталей.

2.Возможность широкого кооперирования заводов и упрощение снабжения запасными частями.

3.Возможность привлечения на сборку рабочих, не обладающих высокой квалификацией.

4.Упрощается нормирование и организация процессов во времени.

Недостаток МПВ: допуски Ai РЦ получаются наименьшими, чем при всех остальных методах, что приводит к увеличению трудоёмкости и себестоимости изготовления деталей, входящих в изделие.

МПВ основан на расчёте РЦ методом «максимума-минимума». Поэтому МПВ может оказаться иногда неэкономичным.

Область применения МПВ

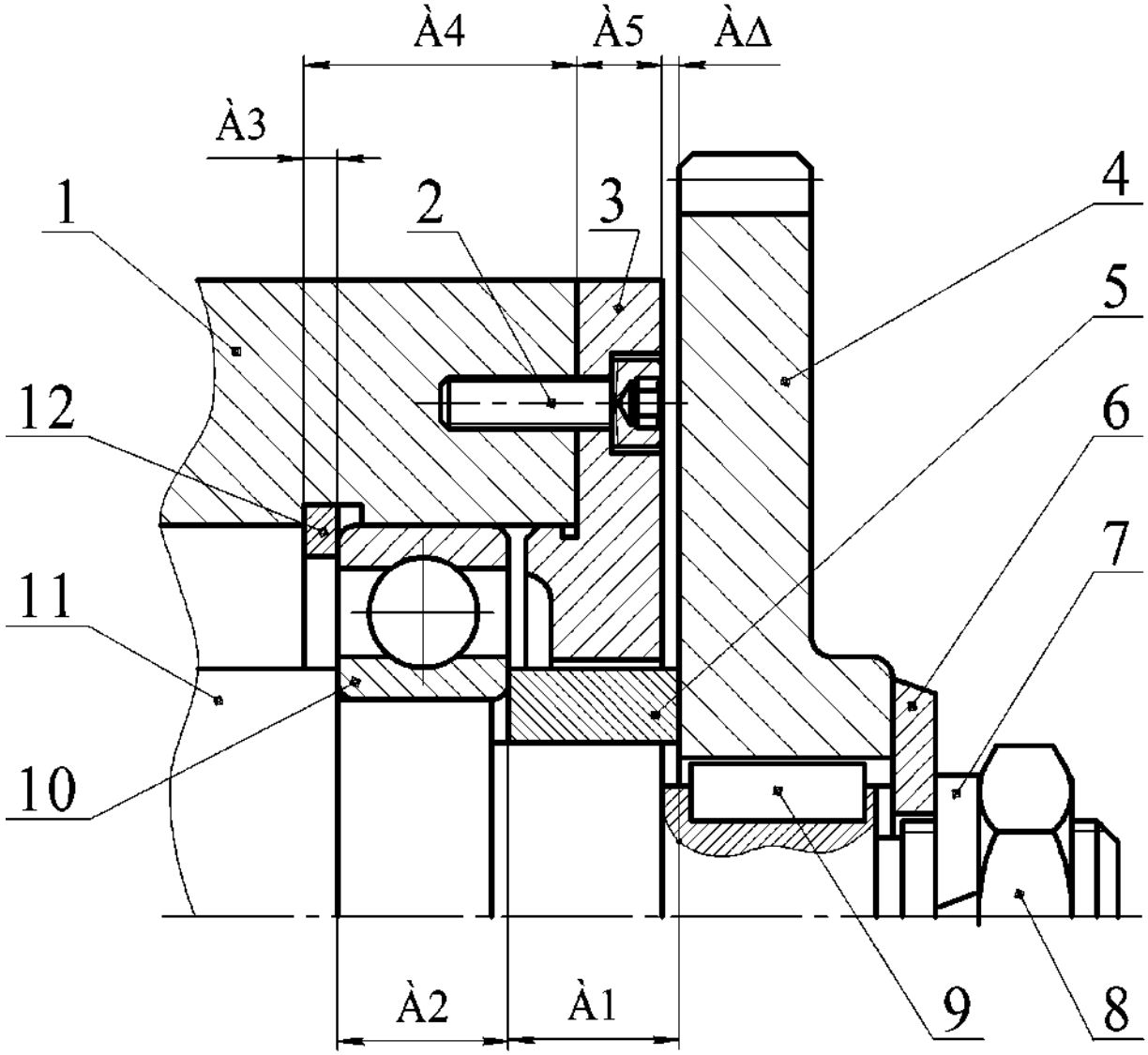
Весьма широко распространён во всех типах производства, начиная от единичного и кончая массовым. Обычно метод применяют для РЦ, которые имеют сравнительно большой допуск на $A\Delta$ и небольшое число Ai .

ПРИМЕР*: Метод полной взаимозаменяемости*

(с расчётом РЦ по методу « max – min »)

Дано: По служебному назначению механизма трактора МТЗ-80 требуется, чтобы зазор между торцами крышки и зубчатого колеса был выдержан в пределах $2 \pm 0{,}4$ мм.

Требуется: обосновать выбор метода достижения требуемой точности изделия и определить допуски и предельные отклонения для всех размеров деталей, влияющих на величину заданного зазора $A\Delta$.



Состав изделия: 1 – Корпус; 2 – Винт ГОСТ 11738-84; 3 – Крышка; 4 – Колесо зубчатое; 5 – Втулка; 6 – Шайба специальная; 7 – Шайба стопорная ГОСТ 6402-70 ; 8 – Гайка ГОСТ 5929-70; 9 – Шпонка ГОСТ 23360-78; 10 – Подшипник 210 ГОСТ 8338-75; 11 – Вал ступенчатый; 12 – Кольцо стопорное

РЕШЕНИЕ:

1.В данной задаче замыкающим звеном является зазор $A\Delta = 2 \pm 0.4$ мм

Определяем заданные параметры $A\Delta$ (в дальнейшем все заданные параметры будем записывать в квадратных скобках):

[$A\Delta$] = 2 мм

[$A\Delta max$] = 2,4 мм

[$A\Delta min$] = 1,6 мм

[$TA\Delta$] = 0,8 мм

[$EsA\Delta$] = +0,4 мм

[$EiA\Delta$]= -0,4 мм

[$EcA\Delta$] = 0

2.По сборочному чертежу выявляем размеры деталей, влияющие на величину зазора $A\Delta$:

А1 – длина втулки

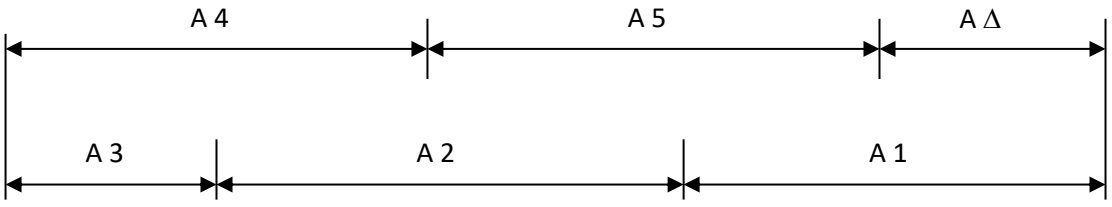
А2 – ширина подшипника, $A2 = 20_{-0,2}$ (размер по стандарту)

А3-толщина стопорного кольца

А4-размер корпуса от торца до канавки под стопорное кольцо

А5-толщина крышки

3.Составляем схему РЦ



Увеличивающие звенья: А1, А2, А3

Уменьшающие звенья: А4, А5

По мере решения задачи результаты заносим в сводную таблицу «Результаты расчёта РЦ « А».

4.Определяем номинальные размеры составляющих звеньев РЦ с учётом масштаба изображения на сборочном чертеже и округления их до нормальных линейных размеров по стандарту [3, с.13-14].

А1 = 18 мм

$A2 = 20_{-0.2}$ (ширина подшипника)

A3 = 4 мм

A4 = 30 мм

A5 = 10 мм

5.Составляем основное уравнение РЦ в номиналах и проверяем найденные значения Ai

$$A\Delta = \sum_{n} Ai = A1 + A2 + A3 - A4 - A5 = 18 + 20 + 4 - 30 - 10 = 2 = [\ A\Delta\ ]$$

Следовательно, номинальные размеры Ai назначены верно.

Результаты запишем в сводную таблицу.

В случае***, когда проверка даёт неудовлетворительные результаты***, в номинальные размеры одного или нескольких звеньев ***вносят необходимые коррективы.***

6.Определяем единицу допуска « i », соответствующую найденным значениям номинальных размеров Ai, используя данные [3, с.17]:

i_1 = 1,21 мкм

i_3 = 0,83 мкм

i_4 = 1,44 мкм

i_5 = 1,00 мкм (Найденные значения также заносим в таблицу)

7.Определяем среднее число единиц допуска (средний коэффициент точности), полагая, что размеры всех Ai выполнены по одному квалитету за исключением звена A2 (ширина подшипника), точность которого известна $-20^{-0.2}$

$$a_c = \frac{[TA\Delta] - \sum TAi\ изв}{\sum_{n-q} i\ Ai\ опр} = \frac{800 - 200}{1,21 + 0,83 + 1,44 + 1,0} = 134$$

Учитывая, что $a_c = 134 > 100$, следовательно, требуемая точность $A\Delta$ может быть достигнута методом полной взаимозаменяемости, а для решения РЦ необходимо воспользоваться методом « max-min».

8. Определяем квалитет точности размеров Ai, учитывая что $a_c = 134$.

По данным [3, с.17] находим, что для IT11 $a_{станд.} = 100$ и для IT12 $a_{станд.} = 160$, т.е. полученный коэффициент точности $a = 134$ не подходит близко ни к одному квалитету, а имеет среднее значение между 11-м и 12-м квалитетами.

Квалитет	11	12
а стандартн.	100	160

В этом случае возможно 2 пути решения задачи:

а) Можно на часть звеньев, более сложных в изготовлении, назначить допуски по ближайшему грубому квалитету, т.е. 12-му квалитету, а на остальные звенья – по более точному - 11-му квалитету.

При этом должно соблюдаться условие $\sum_{n} TAi \leq [T A \Delta]$

Чтобы не заниматься подбором допусков TAi и дополнительной их корректировкой, воспользуемся вторым путём - б).

б) Чтобы уравнение РЦ в допусках соблюдалось сразу, воспользуемся ***корректирующим звеном***, при выборе которого необходимо руководствоваться следующим:

Если а станд.< ac, то корректирующим выбирают «более сложное звено» (в технологическом отношении) и если а станд.> ac, то технологически более простое.

В нашем примере назначим для всех Ai 12-й квалитет точности , т.е. а станд. = 160 > ac = 134 и поэтому ***в качестве корректирующего звена выбираем*** технологически более простое ***звено A1.***

9. Назначаем допуски размеров Ai для 12-ого квалитета точности, исключая корректирующее звено A1 .

По данным [3, с.18] находим

А2 = 20 $_{-0.2}$ (ширина подшипника)

А3 = 4 мм ТА3 = 0,12

А4 = 30 мм ТА4 = 0,21 } 12 квалитет точности

А5 = 10 мм ТА5 = 0.15

10.Определяем допуск корректирующего звена А1, используя основное уравнение РЦ в допусках.

$$TA1\ кор. = [\,T\,A\,\Delta\,] - \sum_{}^{n-1} TAi = 0,8 - 0,2 - 0,12 - 0,21 - 0,15 = 0,12$$

мм

Таким образом, для звена А1 = 18мм получили допуск ТА1 = 0,12мм, что соответствует примерно 11-му квалитету точности.

11.Назначаем на все составляющие звенья Ai (кроме корректирующего звена А1) предельные отклонения ***«в тело детали»,*** руководствуясь следующими рекомендациями.

а) ***Для размеров охватывающих*** (отверстия) отклонения назначают как для основного отверстия **«Н»,** т.е. Ei Ai = 0.

б) ***Для размеров охватываемых*** (вал) отклонения назначают как для основного вала **«h»,** т.е. Es Ai = 0.

в) Для таких размеров, как глубина отверстия, ширина уступа, межцентровое расстояние, отклонения назначают симметричными ± IT/2.

Учитывая изложенное, в нашем примере будем иметь

А1 - кор. звено

А2 = 20 $_{-0,2}$ - размер подшипника

А3 = 4 мм, ТА3 = 0,12 мм - ***размер охватываемый,*** поэтому:

Es A3 = 0; E i A3 = -0,12 или **А3 = 4 h12 (- 0,12)**

А4 = 30 мм, ТА4 = 0,21 мм - ***размер не основной,*** поэтому:

Es A4 = + 0,105; E i A4 = -0,105 или **А4 = 30 Js12 (± 0,105)**

А5 = 10 мм, ТА5 = 0,15 мм - ***размер охватываемый,*** поэтому:

Es A5 = 0; E i A3 = -0,15 или **A5 = 10 h12 (- 0,15)**

12.Определяем предельные отклонения корректирующего звена A1, которое ***является увеличивающим.***

$$Es\ A1\ кор = \sum_{ум} Ei\ Ai + [Es\ A\Delta] - \sum_{ув} Es\ A\ i =$$

$$= (Ei\ A4 + Ei\ A5) + [Es\ A\Delta] - (Es\ A2 + Es\ A3) =$$

$$= (-0{,}105) + (-0{,}15) + 0{,}4 - (0 + 0) = +0{,}145\ мм$$

$$Ei\ A1\ кор = \sum_{ум} Es\ Ai + [Ei\ A\Delta] - \sum_{ув} Ei\ A\ i =$$

$$= (Es\ A4 + Es\ A5) + [Ei\ A\Delta] - (Ei\ A2 + Ei\ A3) =$$

$$= (+0{,}105 + 0) + (-0{,}4) - (-0{,}2 - 0{,}12) = +0{,}025\ мм$$

Таким образом, получим $A1\ кор. = 18^{+0,145}_{+0,025}$

Если корректирующее звено является ***уменьшающим***, то

$$Es\ A\ кор = \sum_{ум} Ei\ Ai - [Ei\ A\Delta] - \sum_{ув} Es\ A\ i$$

$$Ei\ A\ кор = \sum_{ум} Es\ Ai - [Es\ A\Delta] - \sum_{ув} Ei\ A\ i$$

13.Выполним проверку правильности назначения допусков Ai

$$TA\Delta = \sum_{n} TAi = TA1 + TA2 + \ldots + TA5 = 0{,}12 + 0{,}2 + 0{,}12 + 0{,}21 + 0{,}15 = 0{,}8 = [TA\Delta]$$

Следовательно, допуски назначены правильно.

14.Определим средние отклонения составляющих звеньев Ai, используя выражение :

$$Ec\ Ai = \frac{Es\ Ai + Ei\ Ai}{2}$$

2

Результаты расчёта занесём в сводную таблицу.

15 Определим правильность назначения предельных отклонений Ai, предварительно вычислив среднее отклонение AΔ по формуле:

$$Ec\ A\Delta = \sum_{k} Ec\ Ai_{ув} - \sum_{m} Ec\ Ai_{ум} = (0{,}085 - 0{,}1 - 0{,}06) - (0 - 0{,}07) = 0 = [\ Ec\ A\Delta\ ]$$

Тогда

$$Es\ A\Delta = Ec\ A\Delta + 0{,}5\ T\ A\Delta = 0 + (\ 0.8 / 2\ ) = +0.4 = [\ Es\ A\Delta\ ]$$

$$Ei\ A\Delta = Ec\ A\Delta - 0{,}5\ T\ A\Delta = 0 - (\ 0.8 / 2\ ) = -0.4 = [\ Ei\ A\Delta\ ]$$

Вывод: предельные отклонения Ai назначены правильно.

16.Проверим возможность получения при сборе механизма заданного зазора в требуемых пределах, при условии, что детали на сборку будут поступать с рассчитанными отклонениями, представленными в сводной таблице.

Для этого рассчитаем ожидаемые предельные размеры AΔ и сравним их с заданными (т.е. решим обратную задачу).

$$A\Delta\ max = A\Delta + Es\ A\Delta = 2 + , = 2{,}4 = [\ A(\ max\ ]$$

$$A(\ min = A(\ + Ei\ A(\ = 2 - 0{,}4 = 1{,}6 = [\ A(\ min\ ]$$

Таким образом, поставленная задача решена правильно и доказано, что требуемая точность A(гарантировано будет обеспечиваться методом полной взаимозаменяемости.

Характеристика звеньев РЦ «А», рассчитанной по методу МПВ (методом « max – min »)

Конструктивная характеристика			Размерная характеристика								
Обозначение звена	Вид звена	Описание звена	Номинальный размер Ai, мм	Единица допуска i, мкм	Квалитет	Допуск размера		Отклонения, мм			Размер с отклонениями
						Значение	Примечание	Верхнее **Es**	Нижнее **Ei**	Среднее **Ec**	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
АΔ	Замыкающее	Зазор между торцом	2	--	--	0,80	Задан ТЗ	+ 0,4	- 0,4	0	$2 \pm 0{,}4$
А1	Ув	Длина втулки	18	1,21	≈11	0,12	Корректир. звено	+0,145	+0,025	+0,085	$18^{+0{,}145}_{+0{,}025}$
А2	Ув	Ширина подшипника	20	--	--	0,20	Известен	0	- 0,2	- 0,1	$20_{-0{,}2}$
А3	Ув	Толщина кольца	4	0,83	12	0,12	--	0	- 0,12	- 0,06	$4\ h12\ (_{-0{,}12})$
А4	Ум	Размер корпуса от	30	1,44	12	0,21	--	+0,105	- 0,105	0	$30\ Js12(\pm 0{,}105)$
А5	Ум	Толщина крышки	10	1,00	12	0,15	--	0	- 0,15	- 0,075	$10\ h12\ (_{-0{,}15})$

Контрольные вопросы

1. Что такое размерная цепь? Виды размерных цепей.

2. В чем сущность расчета размерных цепей?

3. Перечислить методы достижения заданной точности замыкающего звена размерной цепи.

4. Рассказать о методе полной взаимозаменяемости при сборке изделий.

5. В чем сущность метода неполной взаимозаменяемости при выполнении сборочных операций?

Практическое занятие № 7

«Метод неполной взаимозаменяемости или вероятностный метод расчёта РЦ»

Сущность метода: заключается в том, что требуемая точность A_Δ РЦ достигается у заранее обусловленной части изделий путём включения в неё A_i без выбора, подбора или изменения их значений.

Преимущество метода – экономичность изготовления деталей за счёт расширения полей допусков по сравнению с МПВ.

Недостатки МНВ :

1. Возможен, хотя и маловероятен, небольшой процент «брака» изделий, у которых значения A_Δ выходят за установленные границы допуска. Обычно – это не более 3-х изделий на 1000 штук при допустимом проценте брака в 0,27%.

2. Возможны дополнительные затраты на разборку – сборку и замену или пригонку некоторых деталей «бракованных» изделий.

Область применения МН: серийное и массовое производство изделий при малой величине допуска A_Δ и относительно большом числе составляющих звеньев РЦ.

Пример расчёта

по методу неполной взаимозаменяемости (МНВ)

Постановку задачи см. выше – МПВ – «Метод полной взаимозаменяемости».

Допустим, что по условию задачи требуется обеспечить более жёсткий допуск замыкающего звена $A_\Delta = 2 \pm 0{,}25$

(в то время как по МПВ $A_\Delta = 2 \pm 0{,}4мм$)

Решение:

1. Определяем заданные размерные параметры A_Δ:

$\lfloor A_\Delta \rfloor = 2$

$\lfloor A_\Delta \max \rfloor = 2{,}25$

$\lfloor A_\Delta \min \rfloor = 1{,}75$

$\lfloor TA_\Delta \rfloor = 0{,}5$

$\lfloor E_S A_\Delta \rfloor = +0{,}25$

$\lfloor E_i A_\Delta \rfloor = -0{,}25$

$\lfloor E_c A_\Delta \rfloor = 0$

2.Решение задачи по пунктам 2 – 6 аналогично МПВ (см. выше).

7.Определяем средний коэффициент точности, полагая, что размеры всех A_i выполнены по одному квалитету за исключением звена A_2, точность которого известна - это размер подшипника, равный $20_{-0,2}$.

Сначала попытаемся решить задачу МПВ (рассчитаем РЦ по методу «max - min):

$$a_c^{мпв} = \frac{\lfloor TA_\Delta \rfloor - \sum^{q} TA_i изв}{\sum^{n-q} i A_i опр} =$$

$$= \frac{500-200}{1{,}21+0{,}83+1{,}44+1{,}0} = 66{,}96 \qquad (\sim 10 \text{ квалитет точности})$$

Учитывая, что $a_C = 66{,}96 < 100$, приходим к заключению о нецелесообразности расчёта РЦ методом «max - min).

Поэтому рассмотрим возможность применения расчёта РЦ вероятностным методом, полагая, что

$t_\Delta = 3$ (вероятность «брака» P = 0,27%)

или $\lambda_\Delta = \frac{1}{t_\Delta} = \frac{1}{3}$ и $\lambda_1^2 = \lambda_2^2 = \ldots\ldots \lambda_i^2 = \lambda_{ср}^2 = \frac{1}{9}.$

Тогда

$$a_c^{мнв} = \sqrt{\frac{[TA_\Delta]^2 \cdot \lambda_\Delta^2 - \sum^{q} TA_i^2 изв \cdot \lambda_i^2}{\sum^{n-q} i^2 \cdot A_i опр \cdot \lambda_i^2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{(500)^2 \cdot (1/3)^2 - (200)^2 \cdot 1/9}{1/9\left[(1{,}21)^2 + (0{,}83)^2 + (1{,}44)^2 + (1{,}0)^2\right]}} = 200$$

Учитывая, что a_C=200 > 100, то приходим к заключению о целесообразности применения МНВ.

8.Определяем квалитет точности размеров A_i, учитывая, что a_C=200.

По данным [3, с.17] находим:

$a_{станд}$	160	250
Квалитет	12	13

Таким образом, полученный расчётом коэффициент точности a_C=200 не подходит близко ни к одному квалитету, а имеет среднее значение между 12-м и 13-м квалитетами.

Поэтому назначим для всех A_i 13 квалитет точности и, учитывая, что $a_{станд}$=250 > a_C= 200, выбираем в качестве корректирующего технологически более простое звено A_1.

9.Определяем допуски размеров A_i для 13 квалитета точности, исключая звено A_1 кор..

По данным [3, с.18] находим:

$A_2 = 20_{-0,2}$ - размер подшипника

$A_3 = 4$ $\quad TA_3 = 0{,}18$

$A_4 = 30$ $\quad TA_4 = 0{,}33$ } назначили по 13-му квалитету

$A_5 = 10$ $\quad TA_5 = 0{,}22$

10.Определяем допуск звена A_1кор., используя уравнение РЦ в допусках МНВ.

Откуда

$$TA_{кор} = \frac{1}{\lambda_{кор}} \cdot \sqrt{\frac{[TA_\Delta]^2}{t_\Delta^2} - \sum_{i}^{n-1} TA_i^2 \cdot \lambda_i^2} =$$

$$= \frac{1}{1/3}\sqrt{\frac{500^2}{3^2} - \frac{1}{9}(200^2 + 180^2 + 330^2 + 220^2)} = 142 мкм$$

Или $A_{1кор}$ = 18, $TA_1 = 0$, 142 мкм (чуть грубее 11 квалитета точности).

11.Назначаем предельные отклонения в «тело» детали на все A_i кроме A_1 кор.

$A_1^{ув}$ - корректирующее звено

$A_2^{ув}$ = 20 $_{-0,2}$ - размер подшипника

$A_3^{ув}$ = 4 мм, $TA_3 = 0{,}18$ мм - ***размер охватываемый,*** поэтому:

Es A_3 = 0; Ei A_3 = - 0,18 или A_3 = 4*h*13**(-0,18)**

$A_4^{ум}$ = 30мм, TA_4 = 0,33мм - ***размер не основной,*** поэтому:

Es A_4 = + 0,165; Ei A_4 = - 0,165 или A_4 =30 Js13 (±0,165)

$A_5^{ум}$ = 10мм, TA_5 = 0,22мм - ***размер охватываемый,*** поэтому:

Es A_5 = 0; Ei A_5 = - 0,22 или A_5 = 10 *h*13($_{-0,22}$)

12.Определяем среднее отклонение A_1кор., используя основное уравнение РЦ в координатах середин полей допусков:

$$\lfloor E_c A_\Delta \rfloor = \sum_{i}^{k} E_c A_i^{ув} - \sum_{i}^{m} E_c A_i^{ум};$$

Или применительно к нашему примеру можно записать

$$0 = E_C A_1 \text{кор.} + E_C A_2^{ув} + E_C A_3^{ув} - (E_C A_4^{ум} + E_C A_5^{ум})$$

$$0 = E_C A_1 \text{кор.} - 0{,}1 - 0{,}09 - (0 - 0{,}11).$$

Откуда $E_C A_1$ кор. = + 0,08 мм.

13.Определяем предельные отклонения звена A_1 кор., используя равенства:

$$E_s A_1 \text{кор.} = E_C A_1 \text{кор.} + {}^{\text{TA}_1 кор.}\!/_{2} = 0{,}08 + \frac{0{,}142}{2} = +0{,}151$$

$$E_i A_1 \text{кор.} = E_C A_1 \text{кор.} - {}^{\text{TA}_1 кор.}\!/_{2} = 0{,}08 - \frac{0{,}142}{2} = +0{,}009$$

Тогда

$$A_1^{кор} = 18^{+0{,}151}_{+0{,}009}.$$

14.Проверка правильности назначения допусков TA_i по МНВ при условии, что допускаемый «брак» изделий не превышает $P \le 0{,}27\ \%$, т.е. $t_\Delta = 3$ и $\lambda_i^2 = {}^{1}\!/_{9}$

$$TA_\Delta^{\text{мнв}} = \text{t}_\Delta \sqrt{\lambda_i^2 \cdot \sum \text{TA}_i^2} = 3 \cdot \sqrt{\frac{1}{9}\left(0{,}142^2 + 0{,}2^2 + 0{,}18^2 + 0{,}33^2 + 0{,}22^2\right)}$$

$$= 3 \cdot \frac{1}{3}\sqrt{0{,}24986} = 0{,}4998 < \lfloor \text{TA}_\Delta \rfloor = 0{,}5.$$

Таким образом, допуски назначены правильно.

Если бы данную задачу решали МПВ, то на замыкающем звене РЦ получили бы следующее значение допуска :

$$TA_\Delta^{\text{мпв}} = \sum^{n} TA_i = 0{,}142 + 0{,}2 + 0{,}18 + 0{,}33 + 0{,}22 = 1{,}072 > \lfloor \text{TA}_\Delta \rfloor = 0{,}5.$$

Определим коэффициент расширения полей допусков A_i при МНВ по сравнению с МПВ :

$$\tau = \frac{TA_{\Delta}^{\text{МПВ}}}{TA_{\Delta}^{\text{МНВ}}} = \frac{1{,}072}{0{,}4998} = 2{,}14$$

Отсюда наглядно видно преимущество вероятностного метода, при котором допуски A_i оказались примерно в 2 раза больше соответствующих допусков по МПВ.

Результаты расчёта сведём в общую таблицу.

Характеристика звеньев РЦ «А», рассчитанной по МНВ

Конструктивная характеристика			Размерная характеристика								
Обозначение звена	Вид звена	**Описание звена**	Номинальный размер Ai, мм	i, мкм Единица допуска	Квалитет	**Допуск размера**		**Отклонения, мм**			Размер с отклонениями
						Значение	Примечание	Верхнее **Es**	**Нижнее**	**Среднее**	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
АΔ	Замыкающее	Зазор между торцом	2	--	--	0,5	Задан ТЗ	+ 0,25	- 0,25	0	2 ± 0,25
А1	УВ	Длина втулки	18	1,21	≈11	0,142	Корректир. звено	+0,151	+0,009	+0,08	$18^{+0,151}_{+0,009}$
А2	УВ	Ширина	20	--	--	0,20	Известен	0	- 0,2	- 0,1	$20_{-0,2}$
А3	УВ	Толщина кольца	4	0,83	13	0,18	--	0	- 0,18	- 0,09	4 h13 ($_{-0,18}$)
А4	УМ	Размер корпуса от торца до	30	1,44	13	0,33	--	+0,165	- 0,165	0	30 Js13 (± 0,165)
А5	УМ	Толщина	10	1,00	13	0,22	--	0	- 0,22	- 0,11	10 h13 ($_{-0,22}$)

Контрольные вопросы

1. Какие погрешности возникают при изготовлении деталей и сборке изделий? Дайте им характеристику.

2. Что такое размерная цепь? Виды размерных цепей.

3. В чем сущность расчета размерных цепей?

4. Перечислить методы достижения заданной точности замыкающего звена размерной цепи.

5. Рассказать о методе неполной взаимозаменяемости при сборке изделий.

6. В чем сущность метода неполной взаимозаменяемости при выполнении сборочных операций?

7. Перечислить пути обеспечения точности замыкающего звена размерной цепи.

8. Какие измерительные средства используются для контроля точности размеров?

Практическое занятие №8

«Метод регулировки»

Сущность метода заключается в том, что требуемая точность замыкающего звена РЦ достигается путем изменения величины заранее выбранного компенсирующего звена без снятия с него слоя материала.

Преимущества МР:

1.Возможность достижения любой степени точности Aᐃ РЦ при назначении экономичных производственных допусков T`Ai (T`Ai > TAi) на все составляющие звенья Ai .

2.Возможность постоянно сохранять требуемую точность Aᐃ путем периодической регулировки в процессе эксплуатации.

Недостатки МР:

1.Возможность усложнения конструкции изделия из – за увеличения количества деталей.

2.Усложнение сборки из - за необходимости регулировки и измерения.

Область применения

МР широко распространен во всех типах производства, особенно для РЦ, отличающихся высокой точностью.

Пояснить сущность подвижных и неподвижных компенсаторов.

ПРИМЕР РАСЧЕТА по МР

Постановку задачи см. выше в МПВ

Допустим, что по условию задачи требуется обеспечить более жесткий допуск замыкающего звена $A\Delta = 2 \pm 0{,}12$ мм (в то время как по МПВ

$A\Delta = 2 \pm 0{,}4$ мм).

Решение

1.Определяем заданные параметры $A\Delta$:

$$[\ A\Delta\ ] = 2$$

$$[\ A\Delta\ \min\ ] = 1{,}88$$

$$[\ A\Delta\ \max\ ] = 2{,}12$$

$$[\ T\ A\Delta\ ] = 0{,}24$$

$$[\ Es\ A\Delta\ ] = +0{,}12$$

$$[\ E\ i\ A\Delta\ ] = -0{,}12$$

$$[\ E\ c\ A\Delta\ ] = 0$$

2.Решение задачи по п.п. 2 – 6 аналогично МПВ.

7.Попытаемся решить задачу МНВ, для чего определим средний коэффициент точности, полагая, что размеры всех составляющих звеньев выполнены по одному квалитету (за исключением звена $A2 = 20_{-0,2}$).

$$a_c^{\text{МНВ}} = \sqrt{\frac{[TA\Delta]^2 * \lambda_\Delta^2 - \sum^{q} TA_{i.изв}^2 * \lambda_i^2}{\sum^{n-q} i^2_{A\,i.опр} * \lambda_i^2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{240^2 * \left(\frac{1}{3}\right)^2 - 200^2 * \left(\frac{1}{3}\right)^2}{\left(\frac{1}{3}\right)^2 * (1{,}21^2 + 0{,}83^2 + 1{,}44^2 + 1{,}0^2)}} = 58$$ (что соответствует ≈ 9,5 кв. т.)

Учитывая, что $\mathbf{a}_c^{\text{мнв}} = 58 < 100$, приходим к выводу о целесообразности применения МР.

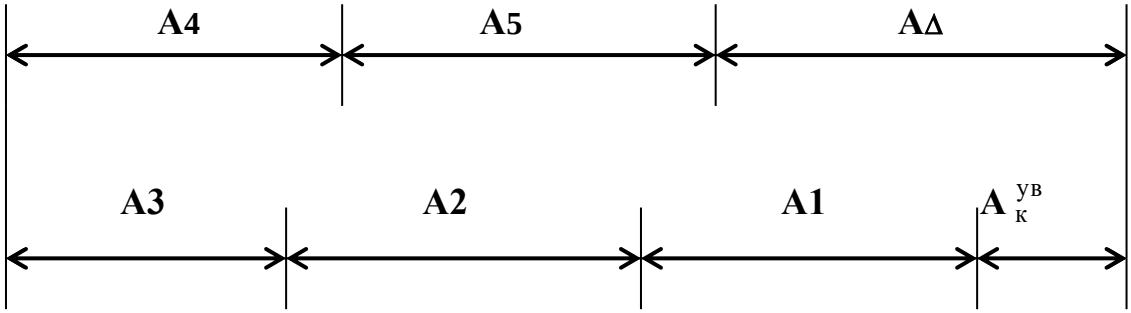
8.Поэтому на все составляющие звенья РЦ назначим экономически приемлемые допуски по 13-му квалитету, а требуемую точность $A\Delta$ будем достигать МР с помощью неподвижного компенсатора Ак.

9.В качестве неподвижного компенсатора воспользуемся набором жестких металлических прокладок с размером $Ак = [\ T\ A\Delta\ ] = 0{,}24$ мм., т.е. толщина прокладки $Ак = [\ T\ A\Delta\ ] = 0{,}24$ мм.

Допуск ТАк = 0,1 мм < [Т АΔ] = 0,24 мм., что удовлетворяет условию МР.

10.Выбор места установки компенсатора - на вал между распорной втулкой и зубчатым колесом.

Построим новую схему РЦ с учетом введения компенсирующего звена Ак.



11.С введением компенсирующего звена Ак = 0,24 мм будет нарушено равенство значений АΔ, т.е. АΔ ≠ [АΔ] .

Поэтому возникает необходимость откорректировать номинальные размеры Ai, используя в качестве корректирующего звено А1 - размер втулки.

В общем случае должно соблюдаться уравнение:

$$А\Delta = \sum_{}^{к} Ai^{ув} - \sum_{}^{m} Ai^{ум} + Ак^{ув} = [А\Delta]$$

Или применительно к нашему примеру:

$$А1 + А2 + А3 - А4 - А5 + Ак = [А\Delta]$$

$А1 + 20 + 4 - 30 - 10 + 0{,}24 = 2$, откуда $А1 = 17{,}76$ мм

12.Назначим на все составляющие звенья РЦ допуски по 13-му квалитету и предельные отклонения «в тело» деталей, определим средние отклонения звеньев и результаты сразу занесём в сводную таблицу.

13.Определим расчетную (ожидаемую) величину допуска замыкающего звена АΔ, полагая, что $t\Delta = 3$ и $\lambda_i^2 = 1/9$.

$$T'А\Delta = t\Delta \sqrt{\lambda_i^2 \sum_{}^{n} T'A_i^2} =$$

$$= t\Delta \sqrt{\lambda_i^2 (TA_1^2 + TA_2^2 + TA_3^2 + TA_4^2 + TA_5^2 + TA_k^2)}$$

$$= 3 \sqrt{\frac{1}{9}(270^2 + 200^2 + 180^2 + 330^2 + 220^2 + 100^2)} = 560 \text{ мкм.}$$

14.Определяем наибольшую возможную величину компенсации

$$Тк = T' A\Delta - [T A\Delta] = 560 - 240 = 320 \text{ мкм.}$$

15.Определяем наибольшее возможное число прокладок в наборе

$$Z = \frac{Тк}{[TA\Delta] - T_{A_к}} + 1 = \frac{320}{240 - 100} + 1 = 3{,}3$$

Принимаем $Z = 4$ прокладки

16.Для проверки выполненных расчетов определим среднее отклонение $A\Delta$ и сравним его с заданным при условии, что предварительно $A_1^{кор} = 17{,}76_{-0{,}27}$

$$Ec\ A\Delta = \sum^{к} Ec\ A_i^{ув} - \sum^{m} Ec\ A_i^{ум} + Ec\ A_к^{ув} =$$

$$= -0{,}135 - 0{,}1 - 0{,}09 - 0 + 0{,}11 + 0 = -0{,}215$$

Учитывая, что $Ec\ A\Delta = -0{,}215 \neq [Ec\ A\Delta] = 0$, произведем корректировку среднего отклонения корректирующего звена $A_1^{кор}$, исходя из условия:

$$[Ec\ A\Delta] = 0 = Ec\ A_1 + Ec\ A_2 + Ec\ A_3 - Ec\ A_4 - Ec\ A_5 + Ec\ Ак =$$

$$= Ec\ A_1 - 0{,}1 - 0{,}09 - 0 + 0{,}11 + 0, \quad \text{откуда} \quad Ec\ A_1^{кор} = +0{,}08.$$

Тогда можно определить предельные отклонения звена $A_1^{кор}$:

$$Es\ A_1 = Ec\ A_1 + \frac{TA1}{2} = +0{,}08 + \frac{0{,}27}{2} = +0{,}215 \text{ мм}$$

$$Ei\ A_1 = Ec\ A_1 - \frac{TA1}{2} = +0{,}08 - \frac{0{,}27}{2} = -0{,}055 \text{ мм}$$

Следовательно, корректирующее звено будет иметь окончательный размер

$A_1^{кор} = 17{,}76^{+0{,}215}_{-0{,}055}$, который и занесем в сводную таблицу.

Характеристика звеньев РЦ «А», рассчитанной по МР

Конструктивная характеристика			***Размерная характеристика***								
Обозначение звена	Вид звена	Описание звена	Ai, мм Номинальный размер	i, мкм Единица допуска	Квалитет	Допуск размера		Отклонения, мм			Размер с отклонениями
						Значение	Примечание	Es Верхнее	Ei Нижнее	Ec Среднее	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
АΔ	Замыкающее	Зазор между торцом зубчатого колеса и крышкой	2	--	--	0,24	Задан ТЗ	+ 0,12	- 0,12	0	$2 \pm 0,12$
А1	УВ	Длина втулки	17,76	1,21	13	0,27	Корректир. звено	+0,215	-0,055	+0,08	$17,76\ ^{+0,215}_{-0,055}$
А2	УВ	Ширина подшипника	20	--	--	0,20	Известен	0	- 0,2	- 0,1	$20\ _{-0,2}$
А3	УВ	Толщина кольца	4	0,83	13	0,18	--	0	- 0,18	- 0,09	4 h13 (- 0,18)
А4	УМ	Размер корпуса от торца до канавки	30	1,44	13	0,33	--	+0,165	- 0,165	0	30 Js13 (± 0,165)
А5	УМ	Толщина крышки	10	1,00	13	0,22	--	0	- 0,22	- 0,11	10 h13 (- 0,22)
Ак	УВ	Толщина регуровочной	0,24	--	--	0,1	Назначен	+0,05	-0,05	0	$0,24 \pm 0,05$

Контрольные вопросы

1. Какие погрешности возникают при изготовлении деталей и сборке изделий? Дайте им характеристику.

3. Что понимается под точностью размера детали?

4. Рассказать о методе регулировки при сборке изделий.

5. Перечислить пути обеспечения точности замыкающего звена размерной цепи.

6. Какими измерительными средствами пользуются при проведении текущего контроля размеров деталей на рабочих местах?

Практическое занятие № 9

Метод групповой взаимозаменяемости (селективная сборка)

Сущность метода заключается в том, что требуемая точность A_Δ РЦ достигается путем включения в нее составляющих звеньев, принадлежащих одной из групп, на которые они предварительно рассортированы.

Преимущество МГВ - возможность достижения высокой точности A_Δ при экономически достижимых производственных допусках A_i.

Недостатки МГВ: 1. Дополнительные затраты на сортировку деталей
2. Усложняется хранение деталей до сборки
3. Усложняется снабжение запасными деталями
4. Увеличивается незавершенное производство

Область применения МГВ – массовое и крупносерийное производство изделий с малозвенными РЦ

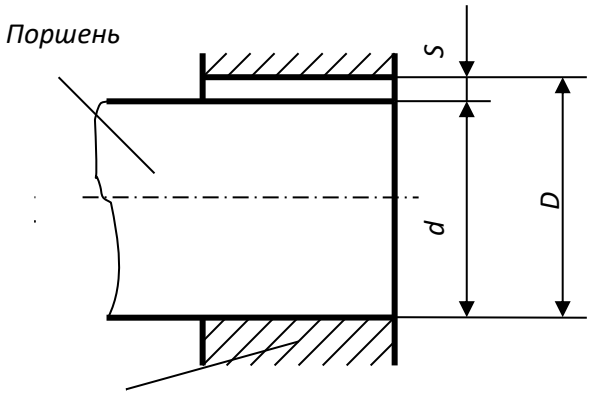
ПРИМЕР РАСЧЕТА
по методу групповой взаимозаменяемости (МГВ)

ЗАДАЧА: Для нормальной работы двигателей *ЯМЗ – 240 Б, ЯМЗ – 238 Б,* в соединении поршень – гильза необходимо обеспечить зазоры в пределах *0,19…0,21* мм.

Номинальный размер соединения *Ø130* мм, посадка выполнена в системе отверстия. Обосновать метод достижения требуемой точности и составить карту сортировщика.

РЕШЕНИЕ:

1.Составим схему соединения и РЦ.



где: ***D*** – диаметр гильзы (УВ звено)

d – диаметр поршня (УМ звено)

S – зазор в соединении (замыкающее звено)

$$S = D - d$$

2.Определим исходные, заданные параметры.

D = d = 130 мм

[Smin] = 0,19мм

[Smax] = 0,21мм } ***[Scp] = 0,2 мм***

[Ts] = [S max] - [Smin] = 0,21 – 0,19 = 0,02 мм

3.Используя данные [1, табл. с. 182] определяем единицу допуска ***i***, соответствующую ***d = D = 130*** мм.

Находим, для ***Ø 130 → i = 2,5*** мкм

4.Определяем средний коэффициент точности a_c, полагая, что размер поршня и гильзы выполнены по одному квалитету.

Из МПВ известно: $$a_c = \frac{[TA_\Delta]}{\sum^{n} iA_i}$$

Или применительно к РЦ ***„D – d – S”:***

$$a_c = \frac{[TS]}{i + i} = \frac{20,0}{2,5 + 2,5} = 4\text{ед.}$$

Учитывая, что $a_c = 4 << 100$, можно заключить, что МПВ и МНВ экономически нецелесообразны.

А так как РЦ малозвенна ($n = 2$ составляющих звена), то эффективным может быть МГВ.

5. По данным [1, с. 182] определяем квалитет точности изготовления поршня и гильзы.

Находим, что $a_c = 4$ приблизительно соответствует 4 – му квалитету точности, когда

$$T_D = T_d = \frac{1}{2}[TS] = 10\text{мкм}$$

Из этих данных можно заключить, что изготавливать детали по *4*–му квалитету точности с $T_D = T_d = 10\text{мкм}$ экономически нецелесообразно.

6. Поэтому, для достижения требуемой точности воспользуемся МГВ и назначим экономически приемлемые производственные допуски $T_D = T_d$ с сортировкой деталей перед сборкой на 4 группы.

Если $T_D^{гр} = T_d^{гр} = 10\text{мкм}$ и число сортировочных групп $\boldsymbol{n_{гр}=4}$,

Тогда $T_D^{'} = T_D^{гр} \cdot n_{гр} = 40\text{мкм}$

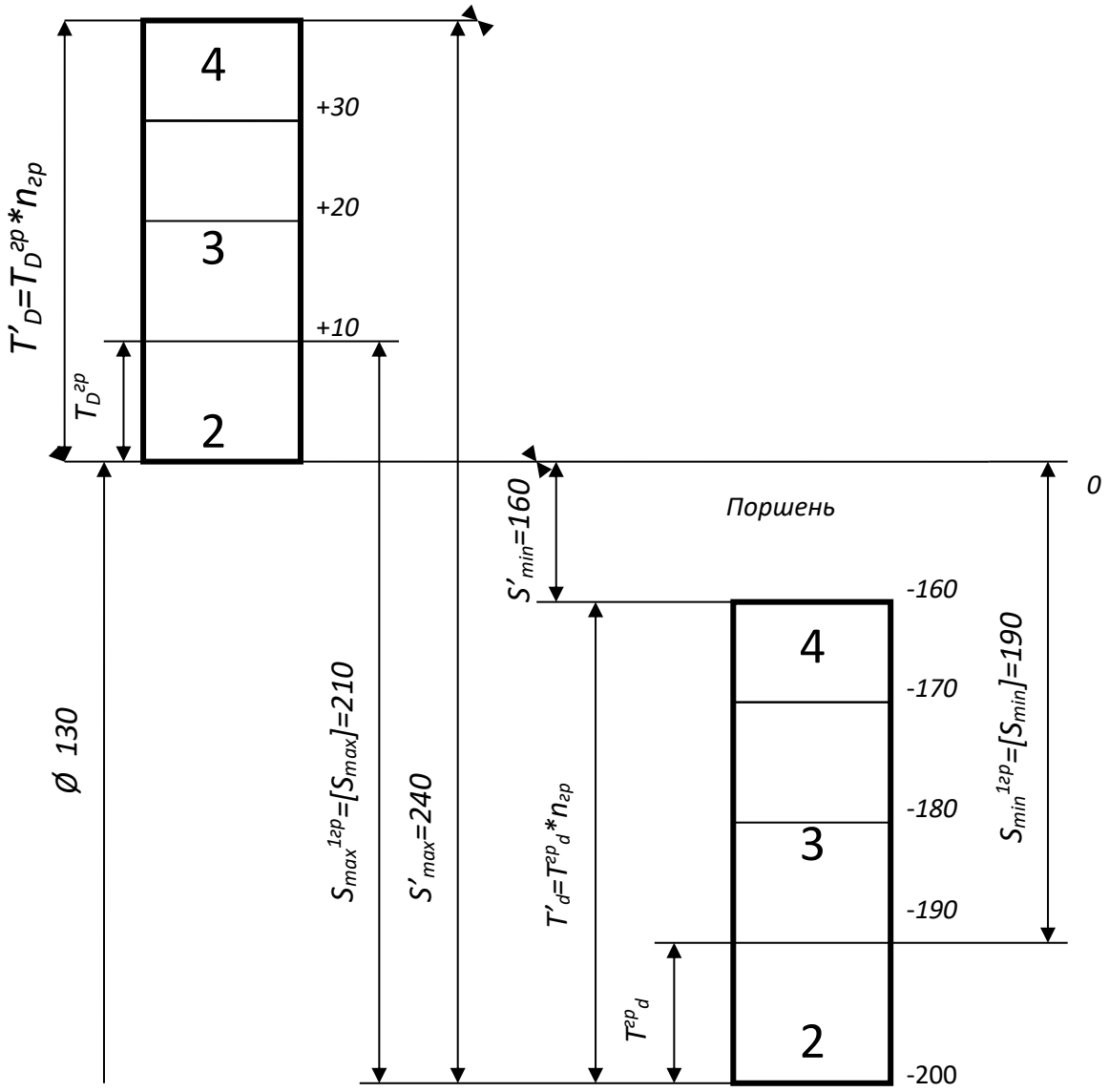
$T_d^{'} = T_d^{гр} \cdot n_{гр} = 40\text{мкм}$

} 7 квалитет точности

7. Построим схему расположения полей производственных допусков поршня и гильзы с указанием границ 4-х групп сортировки.

Гильза

+40



При обычной сборке соединений из деталей, изготовленных с производственными допусками $T'_D = T'_d = 40мкм$, будем иметь:

$$S'_{min} = EI' - es' = 0 - (-160) = 160мкм \ \langle \ [S_{min}] = 0{,}19$$

$$S'_{max} = ES' - ei' = 40 - (-200) = 240мкм \ \rangle \ [S_{max}] = 0{,}21$$

$$S'_{ср} = \frac{S'_{min} + S'_{max}}{2} = \frac{160 + 240}{2} = 200мкм = [S_{ср}] = 0{,}2$$

$$T'_S = S'_{max} - S'_{min} = 240 - 160 = 80мкм$$

Вывод – в том случае, если $S'_{ср}$ удовлетворяет заданным эксплуатационным требованиям, но S'_{min} слишком мало или S'_{max} слишком велико, можно, не увеличивая точности изготовления отверстий и валов, произвести перед сборкой рассортировку деталей на группы.

Произведем сортировку поршней и гильз на 4 группы.

Собирая поршни и гильзы, взятые из одноименных групп, т.е. имеющих одинаковый номер, получим следующие характеристики соединения, представленные в таблице.

Сортировочные группы		Параметры соединения в сортировочных группах			
Номер	Обозначение	$S_{min}^{гр}$	$S_{max}^{гр}$	$S_{ср}^{гр}$	$T_S^{гр}$
1	А	190	210	200	20
2	АА	190	210	200	20
3	ААА	190	210	200	20
4	АААА	190	210	200	20

Из таблицы видно, что в результате селективной сборки наибольший зазор S_{max} уменьшается (с 240 до 210 мкм), наименьший зазор S_{min} увеличивается (со 160 до 190 мкм), а средний зазор $S_{ср}$ – остался без изменения.

Групповой допуск посадки $T_S^{гр}$, т.е. допуск замыкающего звена, уменьшается в 4 раза (с 80 до 20 мкм).

Вывод – МГВ приемлем, т.к. обеспечивает равенство заданных параметров соединения с групповыми.

8. Составим карту сортировки размеров деталей.

Сортировочные группы		Размеры деталей, мм			
		Гильза		Поршень	
Обозначение	Интервал размеров, мм	Предельные размеры	Размер с отклонениями	Предельные размеры	Размер с отклонениями
А	свыше	130	$130^{+0,01}$	129,80	$130^{-0,19}_{-0,20}$
	до	130,01		129,81	
АА	свыше	130,01	$130^{+0,02}_{+0,01}$	129,81	$130^{-0,18}_{-0,19}$
	до	130,02		129,82	
ААА	свыше	130,02	$130^{+0,03}_{+0,02}$	129,82	$130^{-0,17}_{-0,18}$
	до	130,03		129,83	
АААА	свыше	130,03	$130^{+0,04}_{+0,03}$	129,83	$130^{-0,16}_{-0,17}$
	до	130,04		129,84	

ЗАДАЧА № 2 (решить самостоятельно):

Для нормальной работы двигателя ВАЗ 2101 «Жигули» в соединении поршень – гильза необходимы зазоры в пределах от 0,05 до 0,07мм при D = d = 76 мм в системе « H ».

Составить карту сортировщика, приняв $\mathbf{n}_{гр} = 5$ и обозначение сортировочных групп буквами A, B, C, D, E.

Результаты решения (для проверки) представлены в таблице

Группа	Гильза	Поршень
A	76,00 – 76,01	75,94 – 75,95
B	76,01 – 76,02	75,95 – 75,96
C	76,02 – 76,03	75,96 – 75,97
D	76,03 – 76,04	75,97 – 75,98
E	76,04 – 76,05	75,98 – 75,99

Контрольные вопросы

1. Какие погрешности возникают при изготовлении деталей и сборке изделий? Дайте им характеристику.

2. Что понимается под точностью размера детали?

3. Рассказать о методе групповой взаимозаменяемости и областях ее применения.

4. Как производят селективную сборку изделий?

5. В чем сущность метода пригонки при сборке изделия?

Литература

1. Радкевич, Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для бакалавров – 5-е изд. перераб. и дополн. М.: Юрайт, 2012. -813с.

2. Сергеев, А.Г.. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для бакалавров – 2-е изд. перераб. и дополн. М.: Юрайт, 2014.

3. Аристов, А.И. Метрология, стандартизация, сертификация. – М.: НИЦ Инфра-М, 2013. -256 с.

4. Лифиц, И.М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия: учебник для бакалавров – 11-е изд. перераб. и дополн. - М.: Юрайт, 2013.

5. Радкевич, Я.М. МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ В 2 Т 5-е изд., пер. и доп. Учебник для академического бакалавриата 2015 г. Режим доступа::http://www.biblio-online.ru ЭБС “Юрайт

6. Димов, Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник. СПб.: Питер, 2010. -464с.

7. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обуч. по спец. "Агроинженерия" / Под ред. О.А. Леонова. - М. :КолосС, 2009. - 568 с. : ил. - (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. учеб. заведений).

Бумага офсетная. Гарнитура Times*. Печать лазерная*
Усл. печ. л.13. Тираж 500 экз. Заказ № 1337
Подписано в печать
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева»
390044 г. Рязань, ул. Костычева, 1
Отпечатано в издательстве учебной литературы и учебно-методических пособий
ФГБОУ ВО РГАТУ
390044 г. Рязань, ул. Костычева, 1

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»

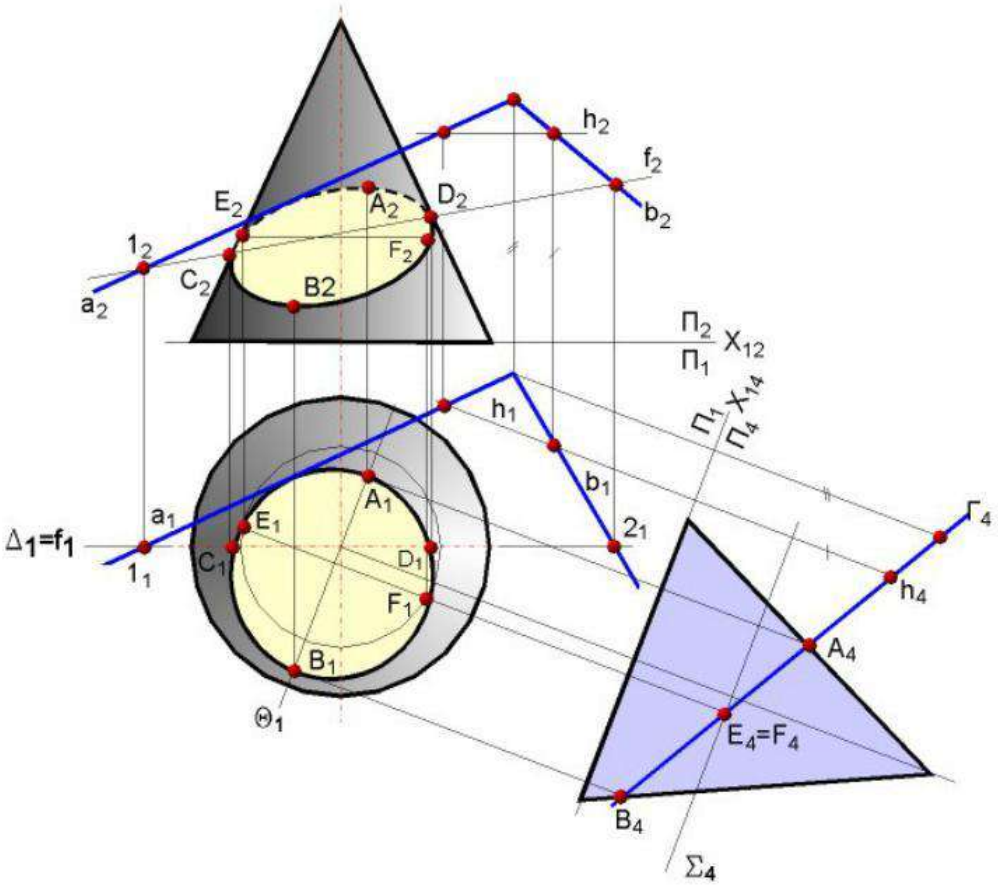
Кафедра: "Строительство инженерных сооружений и механика"

И.В.Шеремет

Начертательная геометрия

Методические указания

для выполнения практических занятий для студентов 1 курса автодорожного факультета направления подготовки:
23.03.01 Технология транспортных процессов



Рязань, 2024г.

Методические указания составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 23.03.01Технология транспортных процессов

Рецензент: к.т.н, доцент кафедры СИСиМ Ткач Т.С.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры СИСиМ
«20» марта 2024г., протокол № 8

Зав. кафедрой СИСиМ, д.т.н., профессор  Борычев С.Н.
(кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Введение

Начертательная геометрия входит в ряд дисциплин, составляющих основу высшего образования. Изучение дисциплины способствует развитию пространственного мышления, необходимого бакалавру для глубокого понимания технического чертежа, для возможности проектирования новых технических объектов. Изучение дисциплины способствует формированию общепрофессиональных и профессиональных компетенций: ОПК-3 – способность применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем в области технологии, организации, планирования и управления технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем, ПК-14 - способностью разрабатывать наиболее эффективные схемы организации движения транспортных средств. Изучение курса начертательной геометрии базируется на материале школьного курса элементарной геометрии и учит способам построения чертежей фигур и методам чтения чертежей для выявления свойств изображенных на них предметов. Умения представлять мысленно форму предметов и их взаимное расположение в пространстве особенно важны для эффективного использования современных технических средств на базе вычислительной техники, для машинного проектирования технических устройств и технологии их изготовления. В связи с этим, в курсе начертательной геометрии решаются три основные задачи:

1. Изучение способов построения изображений пространственных фигур.
2. Исследование способов воспроизведения по данному плоскому чертежу соотношений пространственных геометрических форм, безошибочного чтения чертежа.
3. Изучение методов решения пространственных задач на построение на двухмерном чертеже.

Занятие № 1(1.1.1)

Введение. Предмет начертательной геометрии. Проекционный метод отображения пространства на плоскость. Центральное , параллельное и ортогональное проецирование. Основные свойства.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается метод Г.Монжа?
2. Какие бывают плоскости проекций? Дать их названия и обозначения.
3. Какими координатами определяется расстояние от точки до горизонтальной, фронтальной плоскостей проекций?
4. В каких квадрантах пространства положительна абсцисса точки?
5. В каких квадрантах пространства отрицательна ордината точки?
6. Какие координаты точки определяют положение ее фронтальной проекции? Горизонтальной?
7. Какая координата точки является общей для ее горизонтальной и фронтальной проекций?
8. Какое проецирование называется ортогональным?

Точка в системе плоскостей $П_1$,$П_2$. Метод Г.Монжа

Типовая задача

Построить эпюр точки А, лежащей во втором квадранте пространства на расстоянии 10мм от горизонтальной плоскости проекций и 20мм от фронтальной плоскости проекций.

***Алгоритм решения задачи*:**

1. Определить знаки координат точки
2. Определить значение координат
3. По найденным координатам построить эпюр точки

Решение:

1.Точка находится во втором квадранте, поэтому знаки координат II(+;-;+)

2.Расстояние от точки до горизонтальной плоскости проекций $П_1$ есть аппликата, поэтому z=10мм;расстояние от точки до фронтальной плоскости проекций $П_2$ есть ордината, поэтому y=20мм.Исходя из этого точка А имеет координаты А(0; -20;10)

3.Для того, чтобы построить эпюр точки, необходимо определить, какими координатами задаются горизонтальная и фронтальная проекции точки. $A'(x;y)(0;-20)$, $A''(x;z)(0;10)$. На оси Х в любом месте отмечаем точку A_x,через нее проводим линию связи,перпендикулярную оси Х.Начинаем отмечать точточку A', откладывая ординату вверх 20мм (т.к. отрицательная ордината направлена вверх), затем отмечаем точку A'', откладывая положительную аппликату тоже вверх10мм(т.к.положительная аппликата направлена вверх) (Рис.1)

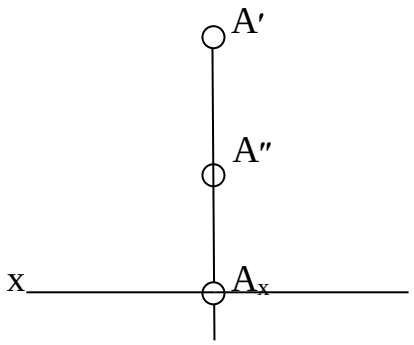


Рис.1

Задача №1

Построить эпюр точки, лежащей в первом квадранте пространства на расстоянии 15мм от фронтальной плоскости проекций и 5мм от горизонтальной плоскости проекций.

Задача №2

Построить эпюр точки, лежащей в четвертом квадранте пространства на расстоянии 5мм от фронтальной плоскости проекций и 10мм от горизонтальной плоскости проекций.

Задача №3

Построить эпюр точки, лежащей в третьем квадранте пространства на расстоянии 20мм от фронтальной плоскости проекций и 5мм от горизонтальной плоскости проекций.

Задача №4

Построить эпюр точки, лежащей во втором квадранте пространства, равноудаленной от фронтальной и горизонтальной плоскостей проекций на расстоянии 10мм.

Задача №5

Построить эпюр точки, принадлежащей верхней поле фронтальной плоскости проекций на расстоянии 5мм от оси X.

Задача №6

Построить эпюр точки, лежащей на задней поле фронтальной плоскости проекций на расстоянии 5мм от оси X.

Задача №7

Построить эпюр точки, лежащей на передней поле горизонтальной плоскости проекций на расстоянии 10мм от оси X.

Задача №8

Построить эпюр точки, лежащей на задней поле горизонтальной плоскости проекций на расстоянии 15мм от оси X.

Занятие №2(1.1.3)

Задание точки, линии, плоскости и многогранников на комплексном чертеже Монжа. Метод Г.Монжа. Точка в системе плоскостей $П_1$, $П_2$, $П_3$. Координаты точки.

Контрольные вопросы

1. Как называется и обозначается третья плоскость проекций в системе плоскостей $П_1$, $П_2$, $П_3$?
2. Какими координатами определяется расстояние от точки до профильной плоскости проекций?
3. Какие координаты точки определяют положение ее профильной проекции?
4. Чем отличается квадрант от октанта?
5. Назовите знаки координат в восьми октантах.
6. Какая общая координата для фронтальной и профильной плоскостей проекций?
7. Как определяются симметричные точки?

Точка в системе плоскостей $П_1$,$П_2$,$П_3$.

Типовая задача

Построить эпюр точки, расположенной в первом октанте пространства на расстоянии 10мм от горизонтальной плоскости проекций, 15мм от фронтальной плоскости проекций и 20мм от профильной плоскости проекций в системе плоскостей $П_1$,$П_2$

Алгоритм решения задачи:

1. Определить знаки координат точки;
2. Определить значение координат;
3. По найденным координатам построить эпюр точки

Решение:

1. Точка находится в первом октанте, поэтому знаки координат I(+;+;+)
2. Расстояние от точки до горизонтальной плоскости проекций $П_1$ есть аппликата, поэтому z=10мм; расстояние от точки до фронтальной плоскости проекций $П_2$ есть ордината, поэтому y=15мм; расстояние от точки до профильной плоскости есть абсцисса, поэтому x=20мм. Исходя из этого точка А имеет координаты (20;15;10).Так как эпюр требуется построить в системе $П_1$,$П_2$, то находим горизонтальную и фронтальную проекции точки. A′(x;y)(20;15), A″(x;z)(20;10).
3. На оси X в любом месте отмечаем точку O (начало координат) и от нее влево откладываем20мм(т.к.положительная абсцисса направлена влево), получаем точкуA_x.Затем через эту точку строим перпендикуляр к оси X. Отложив вверх 15мм, получим точку A″, отложив вниз 10мм, получим A′(рис.2.1).

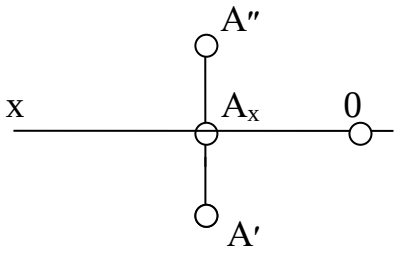


Рис.2.1

Задача №1

Построить эпюр точки, расположенной в седьмом октанте на расстоянии 15мм от горизонтальной плоскости проекций, 5мм от фронтальной плоскости проекций и 25мм от профильной плоскости проекций в системе плоскостей $П_1$, $П_2$.

Задача №2

Построить эпюр точки, расположенной в восьмом октанте на расстоянии 20 мм от профильной плоскости проекций и 10мм от горизонтальной и фронтальной плоскостей проекций в системе плоскостей $П_1$, $П_2$.

Задача №3

Построить эпюр точки, лежащей на границе V и VI октантов пространства на расстоянии 5мм от горизонтальной плоскости проекций и 15мм от профильной плоскости проекций в системе плоскостей $П_1$, $П_2$.

Типовая задача

Построить эпюр точки, расположенной в первом октанте пространства на рас стоянии 10мм от горизонтальной плоскости проекций, 15мм от фронтальной плоскости проекций и 20мм от профильной плоскости проекций в системе плоскостей $П_1$,$П_2$,$П_3$.

Алгоритм решения задачи:

1.Определить знаки координат точки;
2.Определить значение координат;
3.По найденным координатам построить эпюр точки.

Решение:

1. Точка находится в первом октанте, поэтому знаки координат I(+;+;+).
2. Расстояние от точки до горизонтальной плоскости проекций $П_1$ есть аппликата, поэтому z=10мм;расстояние от точки до фронтальной плоскости проекций $П_2$ есть ордината, поэтому y=15мм; расстояние от точки до профильной плоскости есть абсцисса, поэтому x=20мм. Исходя из этого точка А имеет координаты (20;15;10). Так как эпюр требуется построить в системе $П_1$,$П_2$,$П_3$,то находим горизонтальную,фронтальную и профильную проекции точки. A′(x;y)(20;15), A″(x;z)(20;10), A‴(y′;z)(15;10).
3. Строим систему координатных осей. На осях откладываем значения координат с соответствующими знаками координат (Рис.2.2).

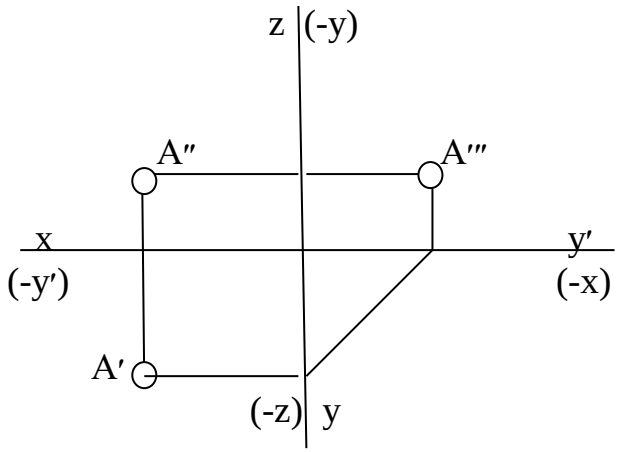


Рис.2.2

Задача №4

Построить эпюр точки А в системе плоскостей $П_1$,$П_2$,$П_3$ с координатами(10; -15;25). Определить октант пространства, в котором находится точка А.

Задача №5

Построить эпюр точки А в системе плоскостей $П_1$,$П_2$,$П_3$ с координатами(10; -15;-5). Определить октант пространства, в котором находится точка А.

Задача №6

Построить эпюр точки А в системе плоскостей $П_1$,$П_2$,$П_3$ с координатами(-20; 10;-25). Определить октант пространства, в котором находится точка А.

Задача №7

Построить эпюр точки, расположенной в шестом октанте пространства на расстоянии 20мм от горизонтальной плоскости проекций, 10мм от фронтальной плоскости проекций и 25мм от профильной плоскости проекций в системе плоскостей $П_1$,$П_2$,$П_3$.

Задача №8

Построить эпюр точки, расположенной в третьем октанте пространства на расстоянии 5мм от горизонтальной плоскости проекций, 15мм от фронтальной плоскости проекций и 10мм от профильной плоскости проекций в системе плоскостей $П_1$,$П_2$,$П_3$.

Задача №9

Построить эпюр точки В, симметричной точке А относительно профильной плоскости проекций А(-5;-15;15). В каких октантах находятся точки А и В?

Задача №10

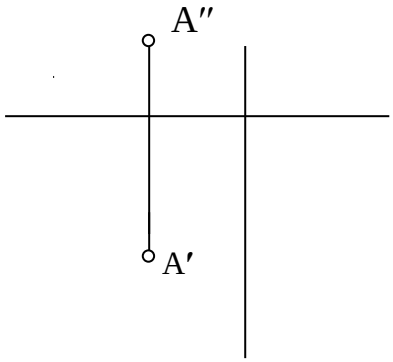
Построить эпюр точки В, симметричной точке А относительно оси Х.А(15;20 -10). В каких октантах находятся точки А и В?

Задача №11

Построить эпюр точки В, симметричной точке А относительно оси Z. А(-25; -20; 15). В каких октантах находятся точки А и В?

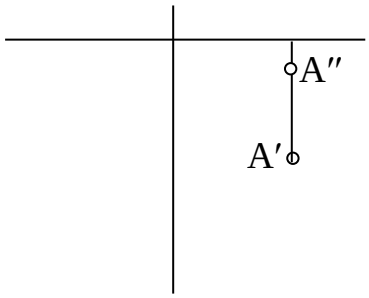
Задача №12

Построить недостающую проекцию точки. Определить октант пространства, в котором она расположена.



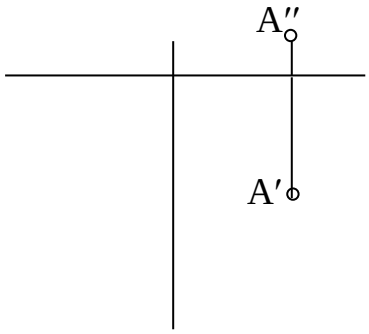
Задача №13

Построить недостающую проекцию точки А. Построить точку В, симметричную точке А относительно оси У. Определить октанты, в которых находятся точки А и В.



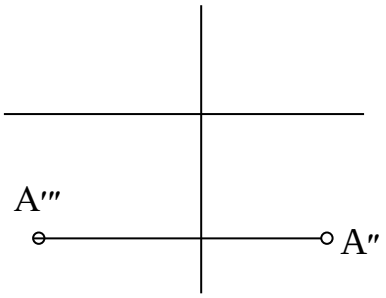
Задача №14

Построить недостающую проекцию точки А. Построить точку В, симметричную точке А относительно оси Х. Определить октанты, в которых находятся точки А и В.



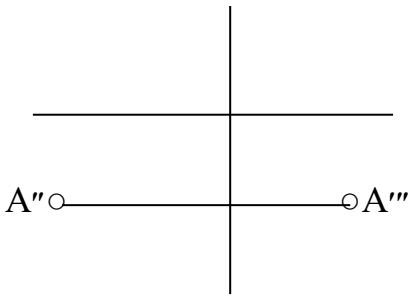
Задача №15

Построить недостающую проекцию точки А. Построить точку В, симметричную точке А относительно начала координат.Определить октанты, в которых находятся точки А и В.



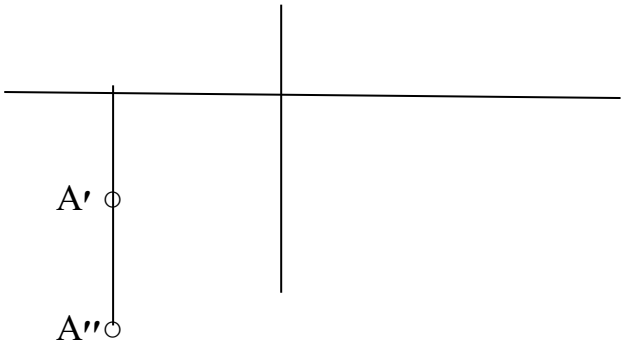
Задача №16

Построить недостающую проекцию точки А. Построить точку В, симметричную точке А относительно плоскости $П_2$.Определить октанты, в которых находятся точки А и В.



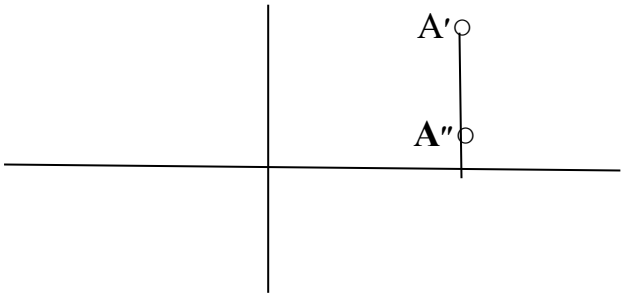
Задача №17

Построить недостающую проекцию точки А. Построить точку В, симметричную точке А относительно плоскости $П_2$. Определить октанты, в которых находятся точки А и В.



Задача №18

Построить недостающую проекцию точки А. Построить точку В, симметричную точке А относительно плоскости $П_3$. Определить октанты, в которых находятся точки А и В.



Занятие №3(1.2.1)

Позиционные задачи. Задачи на взаимную принадлежность точек, прямых и плоскостей. Задачи на пересечение прямой и плоскости и двух плоскостей. Алгоритмы решения задач.

Контрольные вопросы

1.Какая прямая называется прямой общего положения?
2.Какая прямая называется линией уровня? Какие линии уровня Вы знаете?
3.Постройте эпюр произвольной фронтали, горизонтали и профильной прямых. Назовите их основные свойства.
4.Какая прямая называется проецирующей? Какие бывают проецирующие прямые?
5.Постройте эпюр произвольной горизонтально-проецирующей прямой; фронтально-проецирующей прямой; профильно-проецирующей прямой. Назовите их основные свойства.
6.Может ли отрезок прямой быть меньше проекции на плоскость проекций?
7.В каком случае отрезок прямой проецируется на плоскость проекций в нату ральную величину?
8.Какая прямая проецируется в натуральную величину на горизонтальную плоскость проекций? На фронтальную? На профильную?
9.Как называется прямая, параллельная оси Z, оси X, оси У?

Прямая общего положения. Частные положения прямых.

Типовая задача

Дать эпюр отрезка АВ, расположенного в первом квадранте пространства, параллельного фронтальной плоскости проекций, касающегося в точке А горизонтальной плоскости проекций

Алгоритм решения задачи:

1. Определить знаки координат отрезка АВ.

2. Спроецировать отрезок АВ на горизонтальную и фронтальную плоскос ти проекций.

Решение

1. Отрезок АВ находится в первом квадранте, поэтому знаки координат I(+;+;+).
2. Так как точка А касается горизонтальной плоскости проекций, то ее фронтальная проекция А″ лежит на оси Х (Рис.3.1).

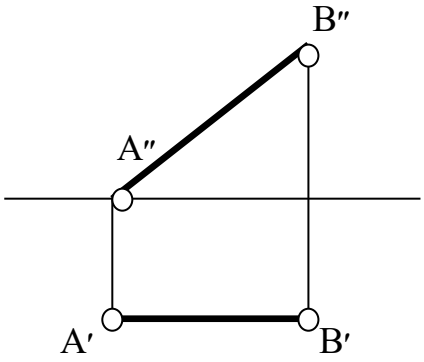


Рис.3.1

Задача №1

Дать эпюр отрезка АВ:

1.1.Расположенного в четвертом квадранте пространства. Точка А отрезка равноудалена от фронтальной и горизонтальной плоскостей проекций на 15мм, точка В удалена от фронтальной плоскости проекций на 5мм, а от горизонтальной плоскости проекций - на 25мм.

1.2.Расположенного на задней поле горизонтальной плоскости проекций. Точка А удалена от оси Х на 10мм, точка В удалена от фронтальной плоскости проекций на 15мм.

1.3.Лежащего во втором квадранте пространства перпендикулярно фронтальной плоскости проекций, пересекающего фронтальную плоскость про екций в точке В.

1.4.Лежащего в первом квадранте пространства перпендикулярно профиль ной плоскости проекций на расстоянии 15мм от фронтальной и горизонтальной плоскостей проекций.

Задача №2

Построить недостающую проекцию отрезка АВ. Определить, в каком октанте пространства он расположен (Рис.3.2-3.7)

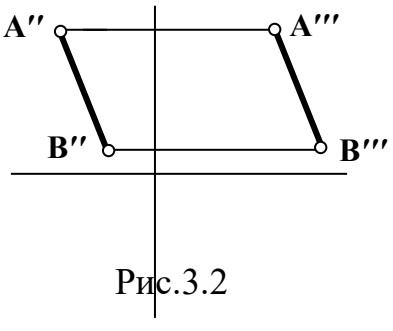


Рис.3.2

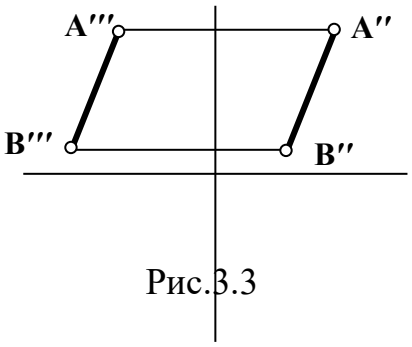


Рис.3.3

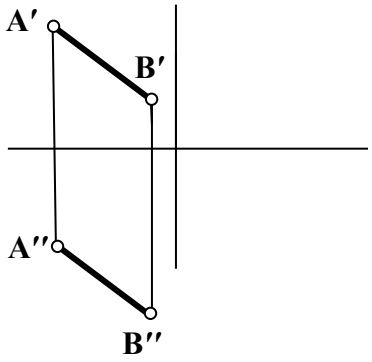


Рис. 3.4

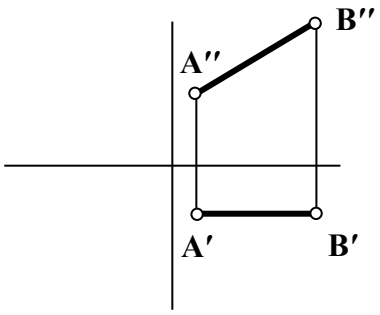


Рис.3.5

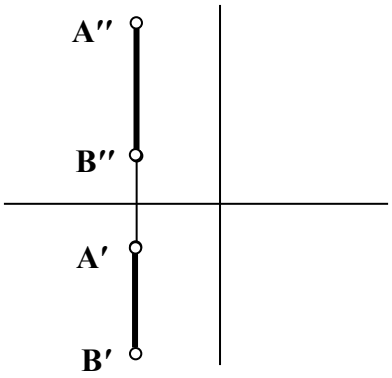


Рис.3.6

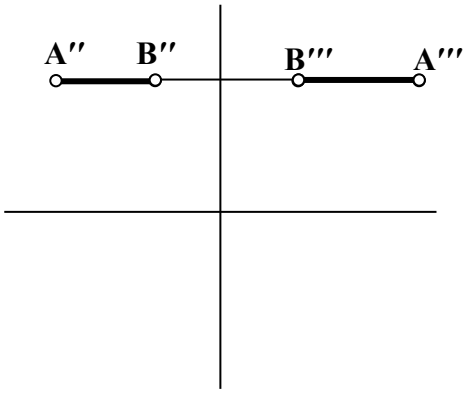


Рис.3.7

Задача №3

Определить, принадлежит ли точка С отрезку прямой АВ (Рис.3.8-3.11). Определить, в каком октанте пространства находится отрезок АВ.

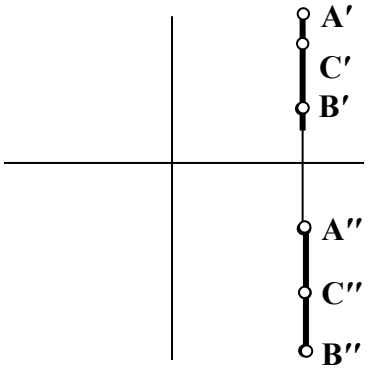


Рис.3.8

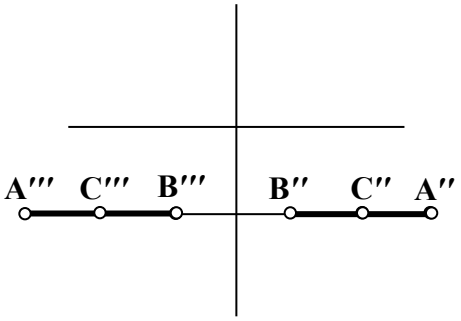


Рис.3.9

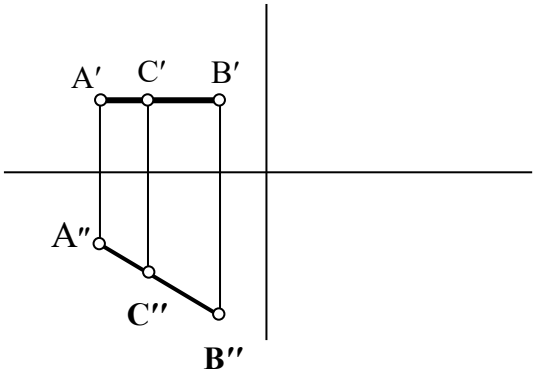


Рис.3.10

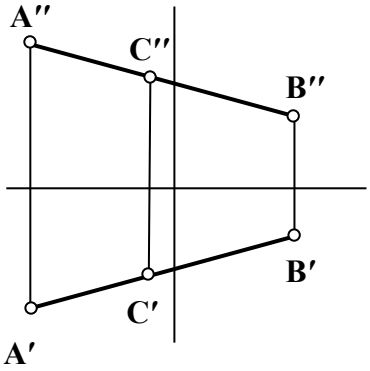


Рис.3.11

Занятие №4(1.2.4)

Следы прямой. Линии уровня, проецирующие прямые.

Контрольные вопросы

1. Что называется следом прямой?
2. Какие следы прямой бывают? Как они обозначаются?
3. Какая координата равна нулю:
   - для фронтального следа прямой;
   - для горизонтального следа прямой.
4. Имеет ли фронталь горизонтальный след? Фронтальный след?

Следы прямой. Метод прямоугольного треугольника

Типовая задача

Найти следы прямой АВ,определить,через какие квадранты пространства она проходит, определить участки видимости проекций прямой.

Алгоритм решения задачи:

1. Найти пересечение проекций прямой с осью Х
2. Обозначить найденные проекции следов и определить недостающие их проекции
3. Определить границы квадрантов, пересекаемых прямой
4. Методом вспомогательных точек определить, через какие квадранты проходит данная прямая
5. Определить видимые и невидимые участки прямой

Решение:

Чтобы найти горизонтальный след прямой:

1. Продолжаем фронтальную проекцию прямой АВ до пересечения с осью Х. На пересечении находим фронтальную проекцию горизонталь ного следа - точку М".
2. Из точки М" проводим линию связи до пересечения с горизонтальной проекцией прямой АВ. На пересечении находим горизонтальную проек цию горизонтального следа (М'), а соответственно и сам горизонталь-ный след (М).

Фронтальный след прямой АВ находим по аналогичной схеме:

1.Продолжим горизонтальную проекцию прямой до пересечения с осью X и находим горизонтальную проекцию фронтального следа (N').

2. Из полученной точки проводим линию связи до пересечения с фронтальной проекцией прямой АВ и находим фронтальную проекцию фронтального следа (N"=N).

3.Переходим ко второй половине задачи - определению квадрантов пространства, через которые проходит заданная прямая. Мы уже определили, что границами квадрантов в пространстве являются плоскости проекций, а на эпюре - следы прямой.

4.Поскольку точки А и В находятся в первом квадранте пространства (горизонтальные проекции обеих точек находятся ниже оси x, а фронтальные проекции - выше), то между следами М и N прямая расположена в первом квадранте пространства. Слева от точки N в любом месте прямой АВ отметим точку С', а в точке пересечения линии связи с фронтальной проекцией прямой, найдем точку С". Мы видим, что полученная точка С лежит во втором квадранте пространства Аналогичным способом построим эпюр точки D, лежащей правее горизонтального следа прямой и определяем, что точка расположена в четвертом квадранте пространства.

5.Далее необходимо определить видимость участков проекций прямой:

I квадрант - горизонтальная и фронтальная проекции видимые;

II квадрант - горизонтальная проекция - видимая, фронтальная - не видимая;

III квадрант - горизонтальная и фронтальная проекции не видимые;

IV квадрант - фронтальная проекция - видимая, горизонтальная проекция - не видимая(Рис.4).

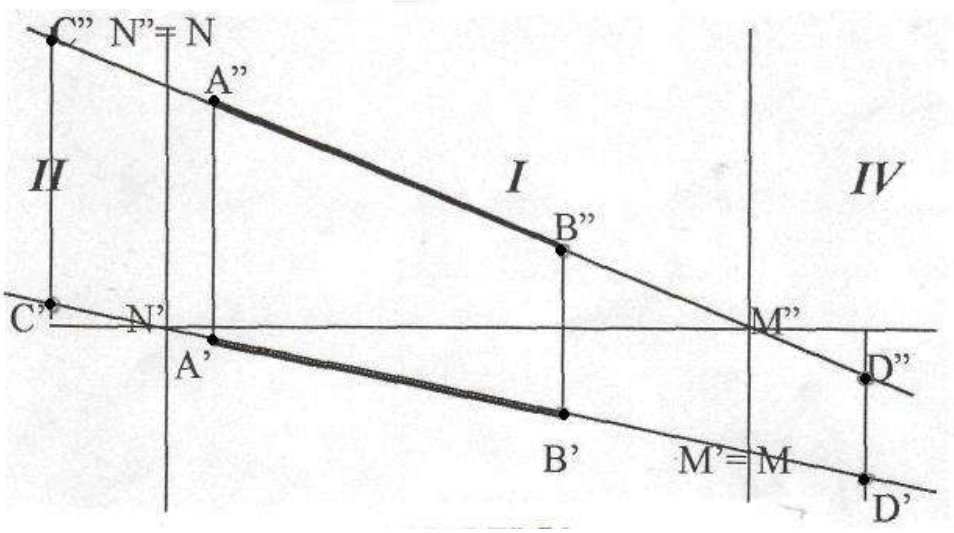


Рис.4

Задача № 1

Найти следы прямой АВ. Определить, через какие квадранты пространства она проходит. Определить видимость участков проекций прямой АВ (Рис.4.1–4.8)

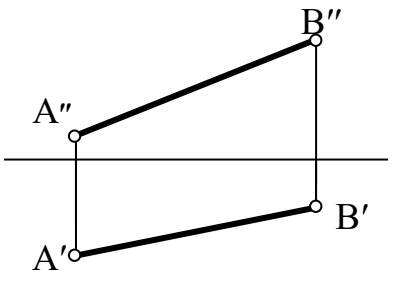


Рис 4.1

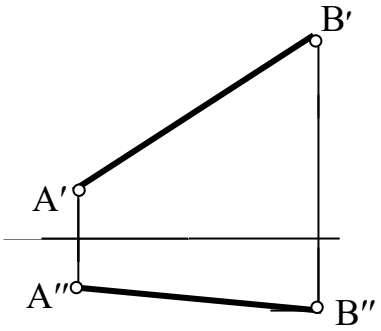


Рис.4.2

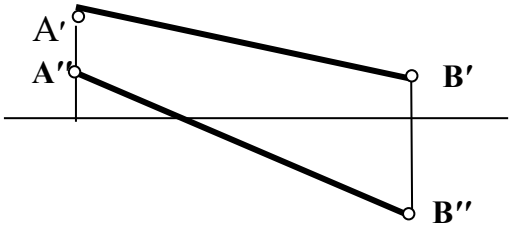


Рис 4.3

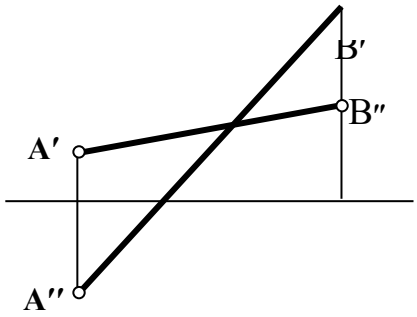


Рис 4.4

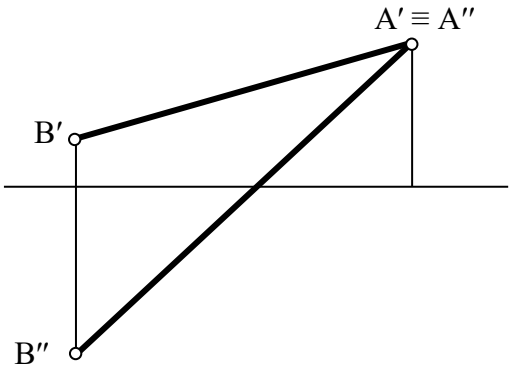


Рис 4.5

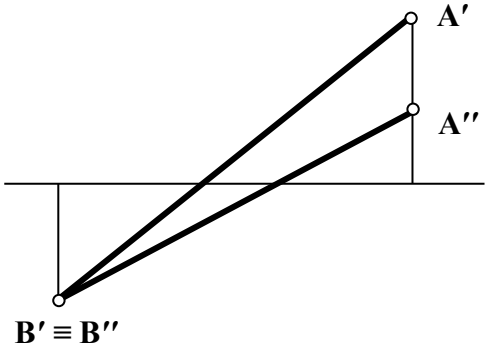


Рис 4. 6

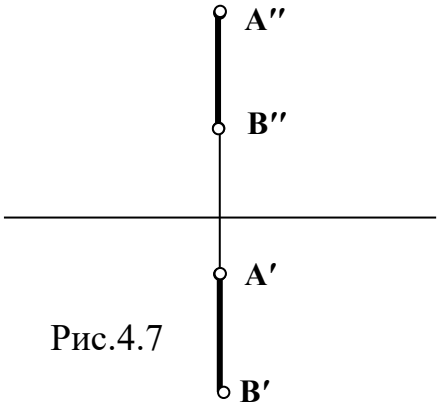


Рис.4.7

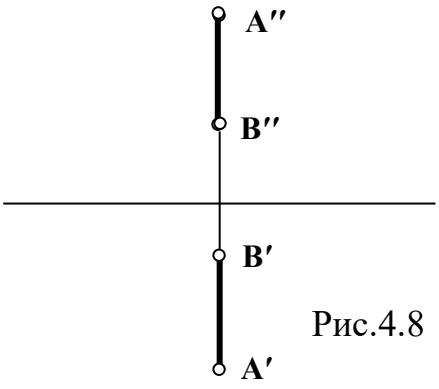


Рис.4.8

Задача № 2

Построить эпюр прямой АВ, если известно положение ее следов. Определить участки видимости прямой и через какие квадранты пространства она проходит (Рис.4.9 – 4.14).

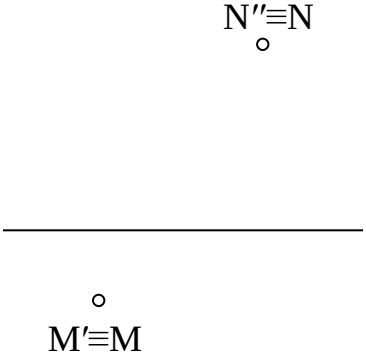


Рис.4.9

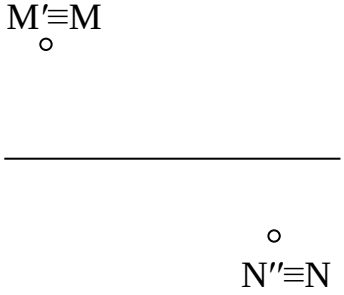


Рис.4.10



Рис 4.11



Рис 4.12



Рис. 4.13

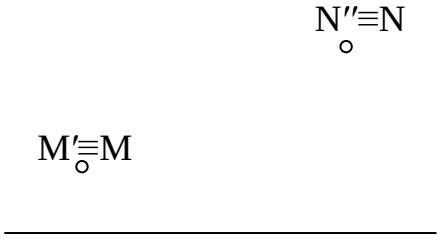


Рис.4.14

Занятие №5(1.2.5)

Следы плоскости, главные линии плоскости. Плоскости уровня, проецирующие плоскости.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается метод прямоугольного треугольника?
2. Для чего применяется метод прямоугольного треугольника?

Метод прямоугольного треугольника

Типовая задача

Найти угол наклона отрезка АВ к фронтальной плоскости проекций.

Алгоритм решения задачи:

1. Определение проекции отрезка, на котором выполняется построение
2. Применение метода прямоугольного треугольника

Решение:

1. Так как необходимо найти угол наклона к фронтальной плоскости проекций, то построение выполняем на фронтальной проекции прямой.
2. От точки В″ перпендикулярно А″В″ откладываем прямую.
3. На ней откладываем разницу расстояний $В''B^0$.
4. Отрезок $А''B^0$ и является натуральной величиной (Рис.5).

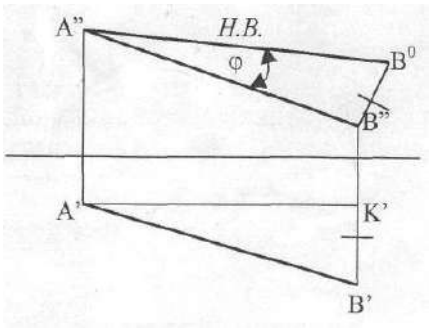


Рис.5

Задача №1

Найти натуральную величину отрезка АВ и угол наклона к горизонтальной плоскости проекций (Рис.5.1-5.12)

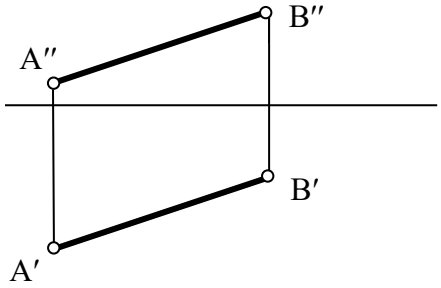


Рис. 5.1

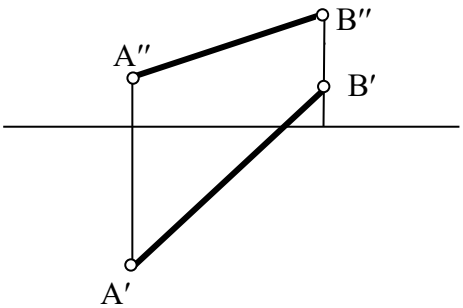


Рис.5.2

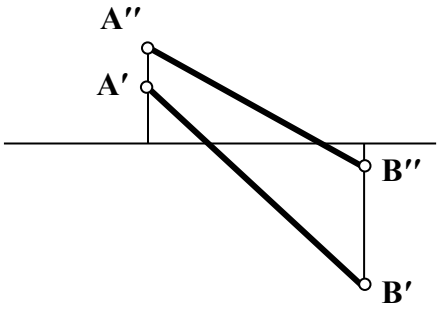


Рис. 5.3

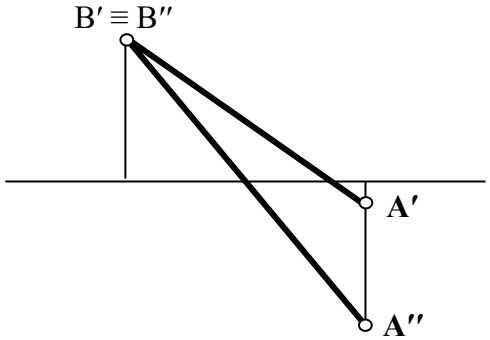


Рис. 5.4

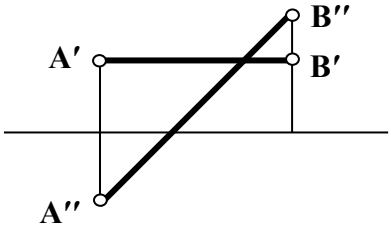


Рис. 5.5

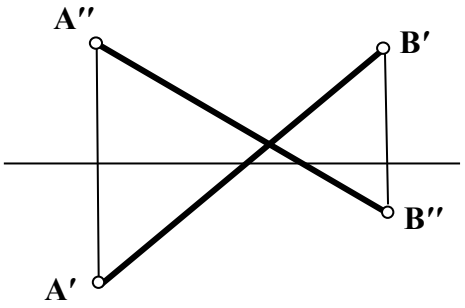


Рис. 5. 6

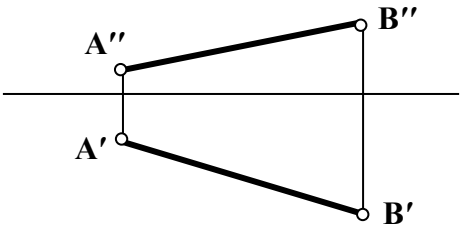


Рис. 5.7

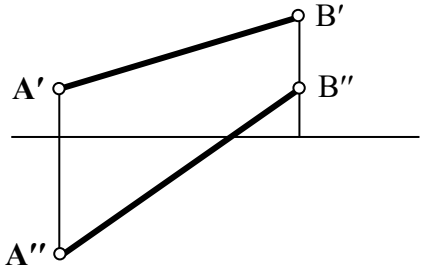


Рис.5.8

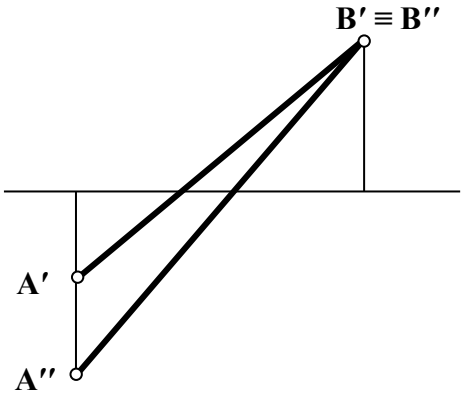


Рис. 5.9

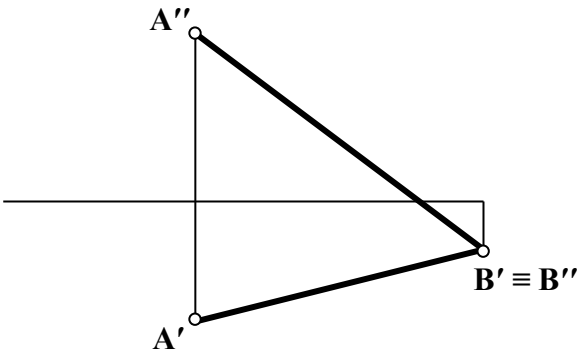


Рис. 5.10

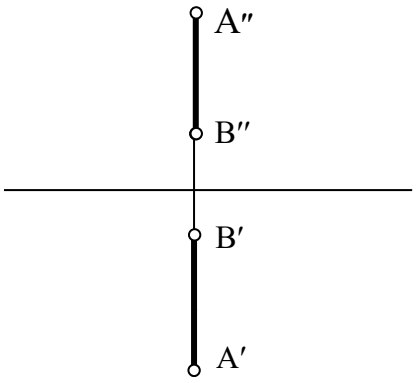


Рис.5.11

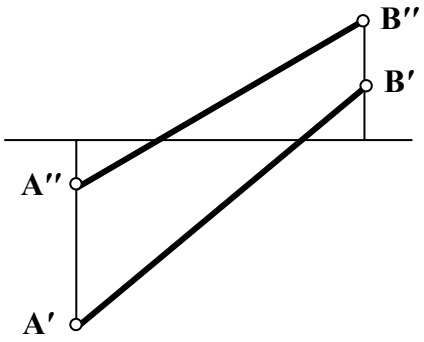


Рис.5.12

Задача № 2

Определить натуральную величину отрезка АВ и угол его наклона к фронтальной плоскости проекций (Рис.5.13 –5.19).

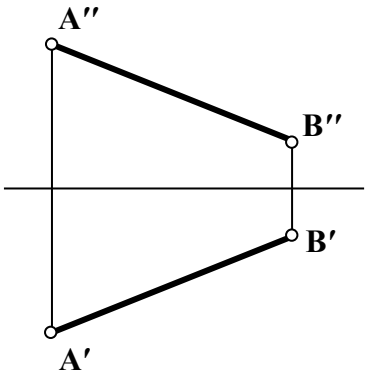


Рис.5.13

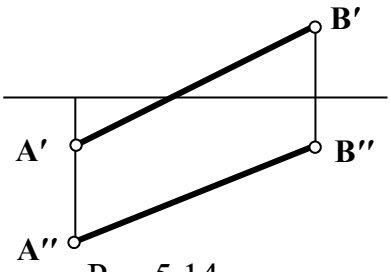


Рис.5.14

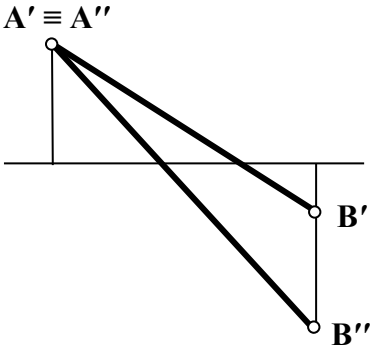


Рис.5.15

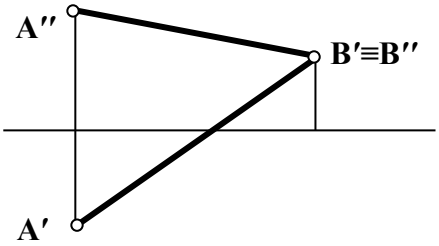


Рис. 5.16

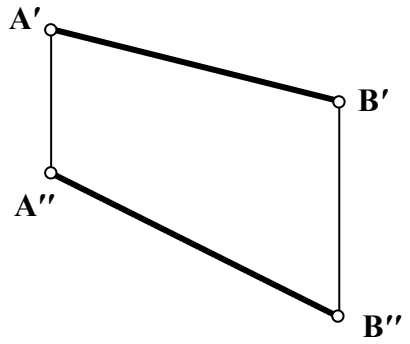


Рис. 5.17

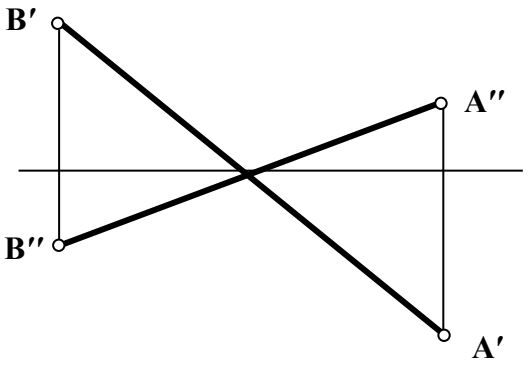


Рис. 5.18

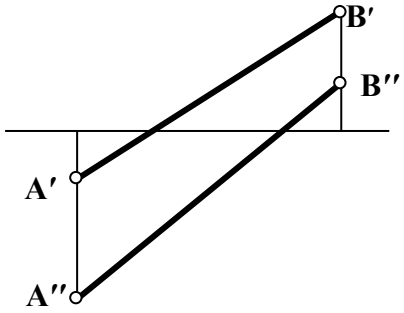


Рис.5.19

Занятие № 6(1.3.1)

Метрические задачи. Определение натуральной величины отрезка прямой методом прямоугольного треугольника.

Контрольные вопросы

1. Как формулируется теорема о проецировании прямого угла?
2. Перечислите возможные случаи взаимного расположения двух прямых в пространстве.
3. Дать эпюр двух пересекающихся, скрещивающихся, параллельных прямых.
4. Как расположены две прямые в пространстве, если их фронтальные проекции взаимно параллельны, а горизонтальные проекции пересекаются?
5. Как расположены две прямые в пространстве, если их горизонтальные проекции параллельны и фронтальные проекции также параллельны?

Теорема о проецировании прямого угла

Типовая задача

Определить расстояние от точки С до прямой АВ.

Алгоритм решения задачи:

1. Опустить перпендикуляр из точки С на прямую АВ.
2. Методом прямоугольного треугольника определить натуральную величину полученного отрезка.

Решение:

1. Опуская перпендикуляр из точки С на прямую АВ учтем, что прямая АВ – фронталь, а значит угол между прямыми CD и AB по теореме о проецировании прямого угла будет проецироваться в натуральную величину на фронтальную плоскость проекций. Опустим из точки C″ перпендикуляр на проекцию A″B″. Основанием перпендикуляра является точка D″. По линии связи найдем горизонтальную проекцию D′, и соединив горизонтальные проекции точек С и D, проведем горизонтальную проекцию перпендикуляра CD.
2. Отрезок CD определяет расстояние от точки С до прямой АВ. Чтобы найти величину этого отрезка, воспользуемся методом прямоугольного треугольника. Отрезок C^o D″ и натуральная искомая есть величина (Рис.6).

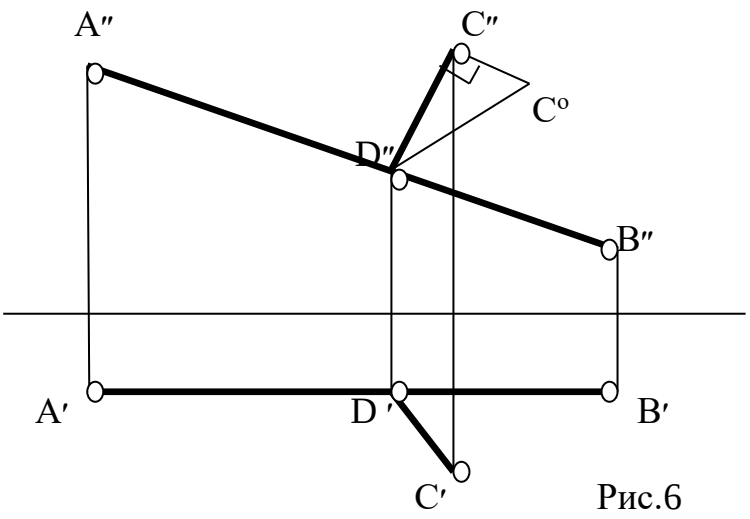


Рис.6

Задача №1

Построить эпюр фронтали, расположенной на расстоянии 15 мм от фронтальной плоскости проекций и пересекающей прямую АВ в точке С под прямым углом (Рис.6.1, 6.2).

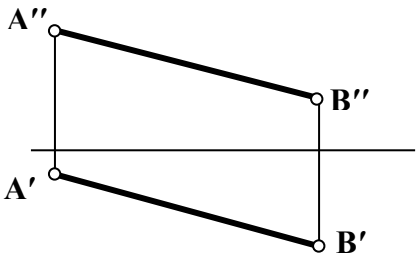


Рис. 6. 1

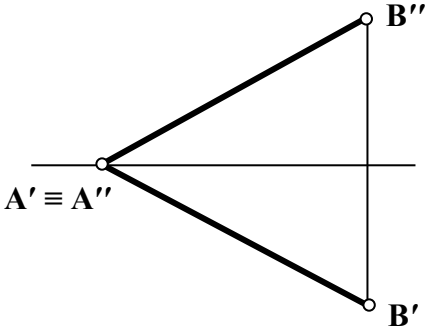


Рис. 6.2

Задача № 2

Построить эпюр горизонтали, расположенной на расстоянии 10 мм от горизонтальной плоскости проекций и пересекающей прямую АВ под прямым углом (Рис. 6.3, 6.4).

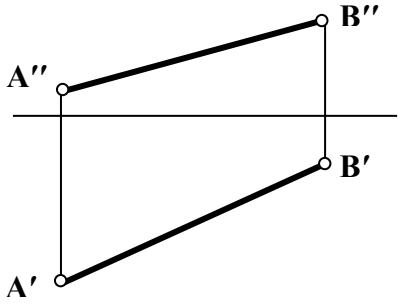


Рис. 6.3

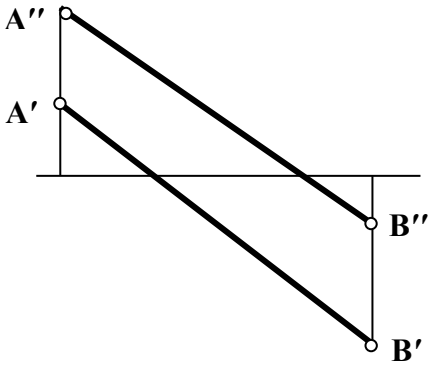


Рис. 6.4

Типовая задача

Построить эпюр квадрата ABCD, если сторона BC лежит на прямой KL

Алгоритм решения задачи:

1.Отложить перпендикуляр из точки B′ к прямой KL.

2.Методом прямоугольного треугольника находим натуральную величину стороны квадрата.

3.Откладываем стороны квадрата на соответствующих проекциях прямой.

Решение:

1.По линии связи находим точку B', которая находится на K'L'.

2.По теореме о проецировании прямого угла проводим перпендикуляр к проекции K'L' через точку B'.

3.Находим точку A' путем пересечения линии связи, опущенной из точки A", с перпендикуляром, проведенным к K'L'.

4. Методом прямоугольного треугольника находим натуральную величину отрезка A'B'.

5. Так как у квадрата все стороны равны и сторона BC лежит на прямой KL, то измерив натуральную величину отрезка AB, откладываем его влево или вправо от точки B.

6. Получаем точку C.

7. Точку D' находим исходя из свойств квадрата.

8. Находим точку D"(рис.7).

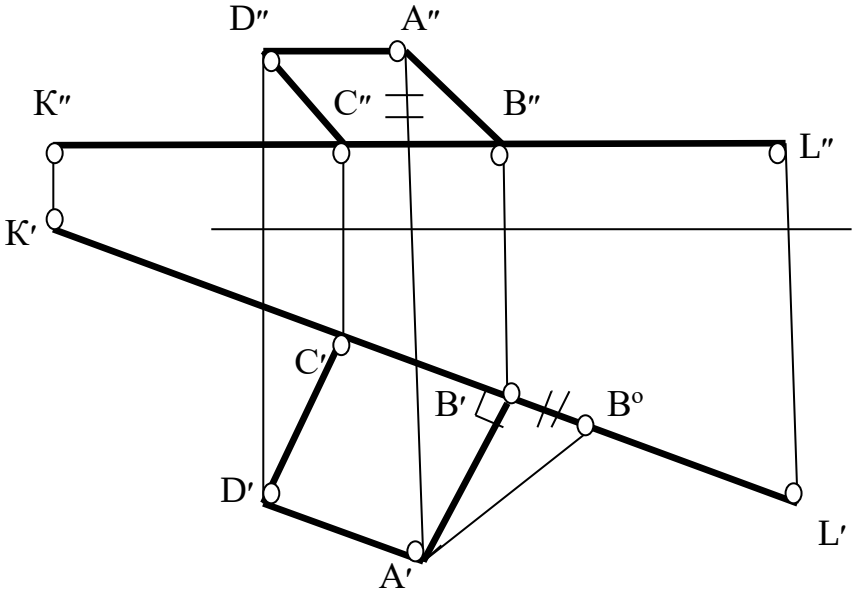


Рис.7

Задача №3

Построить эпюр равнобедренного треугольника ABC с основанием BC на прямой KL, если его высота AD равна его основанию BC (Рис. 7.1,7.2).

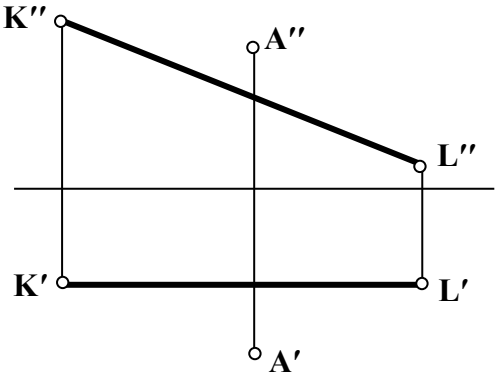


Рис. 7.1

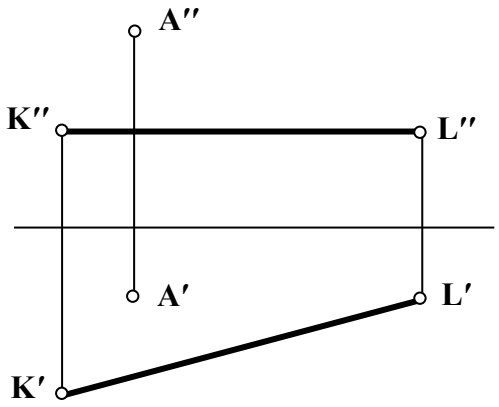


Рис.7.2

Задача №4

Построить эпюр прямоугольного треугольника АВС, катеты которого равны между собой и катет ВС лежит на прямой KL (Рис. 7.3.7.4).

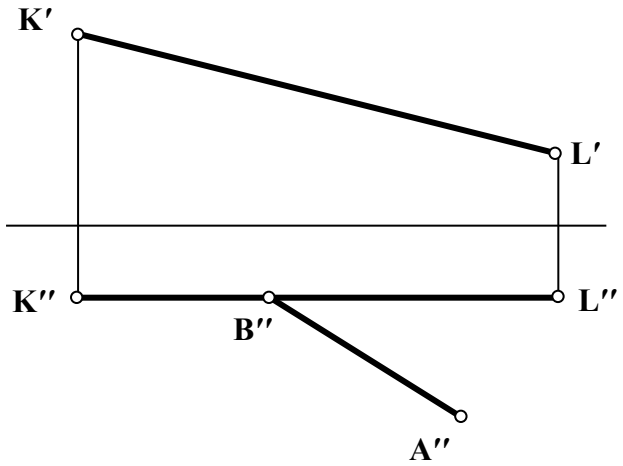


Рис.7.3

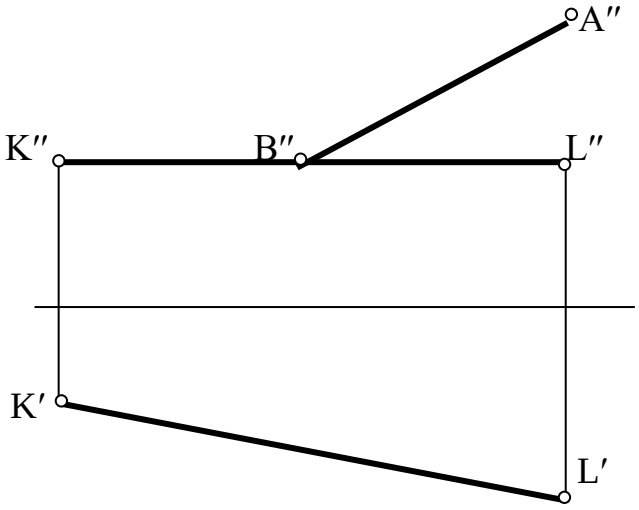


Рис. 7.4

Задача №5

Построить эпюр прямоугольника ABCD, сторона BC которого лежит на прямой KL и в два раза меньше стороны AB (Рис. 7.5, 7.6).

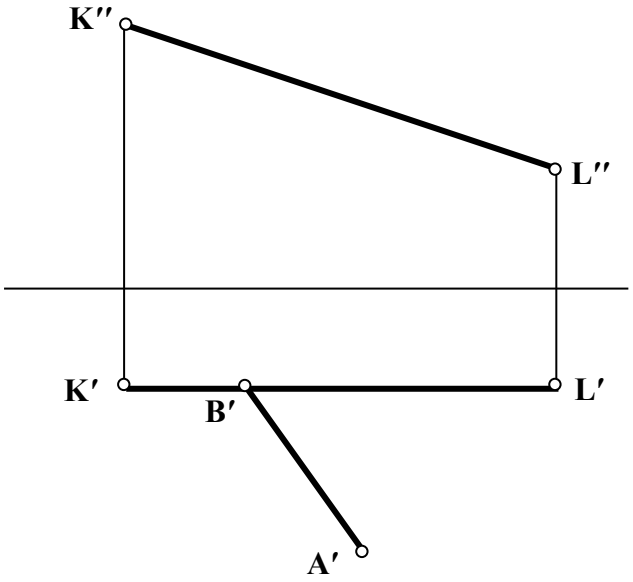


Рис.7.5

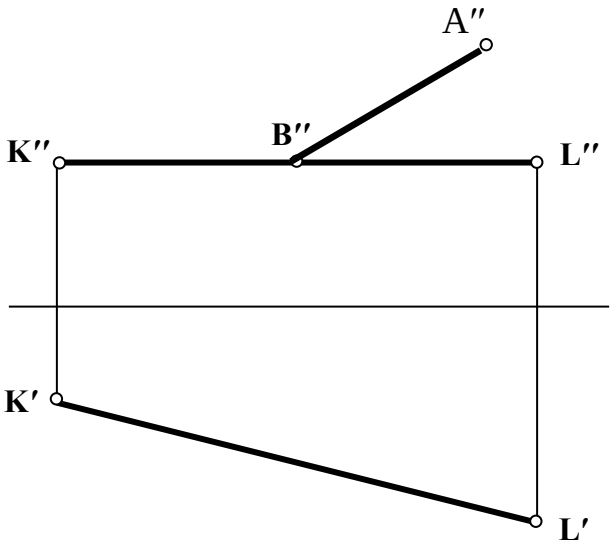


Рис.7.6

Задача № 6

Построить эпюр ромба ABCD, если BD – одна из его диагоналей, а вершина A лежит на прямой KL (Рис. 7.7,7.8)

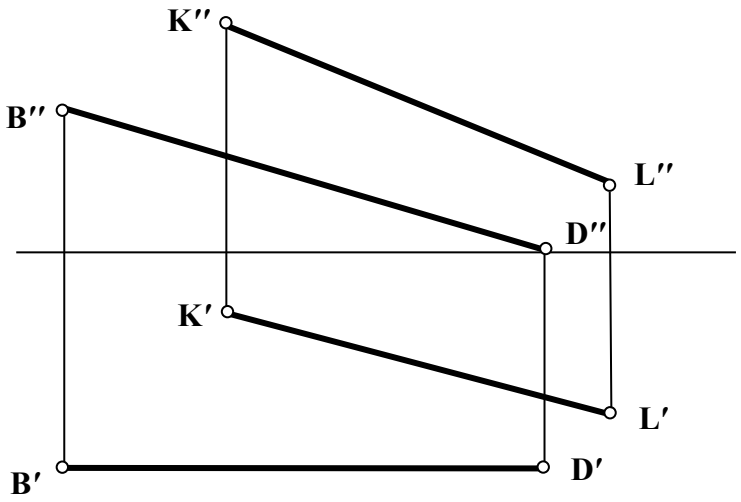


Рис.7.7

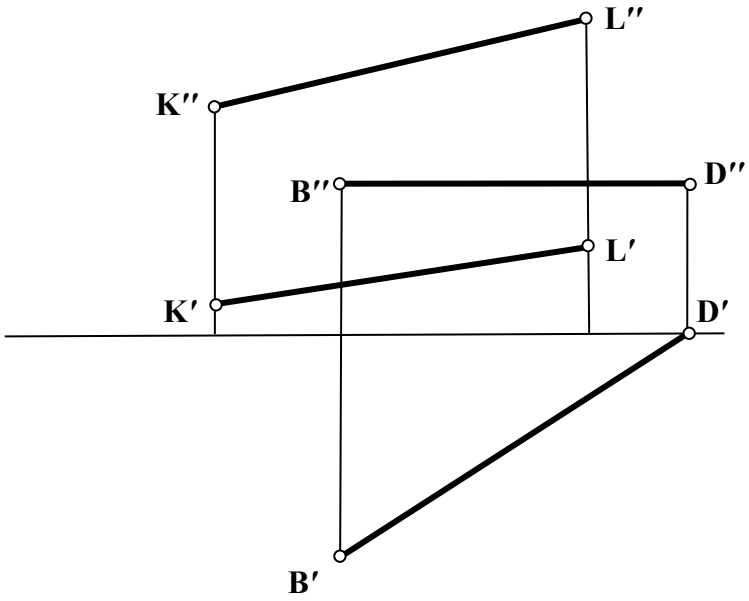


Рис.7.8

Занятие № 7(1.3.2)

Теорема о проекции прямого угла, задачи на перпендикулярность прямой и плоскости.

Контрольные вопросы

1.Перечислите способы задания плоскости в начертательной геометрии.
2.Можно ли задавать плоскость скрещивающимися прямыми? Параллельными прямыми?
3.Что называется следом плоскости? Дать определение. Перечислить следы плоскости, которые вы знаете.
4.Какая точка называется точкой схода следов?
5.Какой оси принадлежит точка схода горизонтального и профильного следов плоскости?
6.Назовите признаки принадлежности отрезка прямой плоскости.
7.Назовите признак принадлежности точки плоскости.

Плоскость

Типовая задача

Достроить горизонтальную проекцию прямой АВ, принадлежащей плоскости α.

Алгоритм решения задачи: I способ

1. Построить недостающие проекции точек, принадлежащих прямой АВ и плоскости α.
2. Провести соответствующую проекцию прямой через полученные проекции точек.

Решение:

1.Если прямая принадлежит плоскости, то ее фронтальный след принадлежит фронтальному следу плоскости, а ее горизонтальный след принадлежит горизонтальному следу плоскости. Найдем горизонтальный след прямой АВ. Для этого найдем точку пересечения фронтальной проекции прямой с осью x – фронтальную проекцию горизонтального следа M″. Горизонтальный след, в соответствии с определением, находим, проведя линию связи из точки M″ до пересечения с горизонтальным следом плоскости, $h'_{o\alpha}$. Фронтальный след прямой АВ найдем на пересечении фронтальной проекции прямой с фронтальным следом плоскости α. Горизонтальная проекция фронтального следа (N′) прямой всегда принадлежит оси x.

2.Таким образом построили горизонтальные проекции двух точек, принадлежащих одновременно и плоскости α и прямой АВ. Такими точками являются горизонтальные проекции следов прямой (N′ и M′). Для построения горизонтальной проекции прямойАВ соединяем полученные горизонтальные проекции следов M и N и находим горизонтальные проекции точек, ограничивающие отрезок АВ(Рис.7.1).

$f''_{o\alpha}$

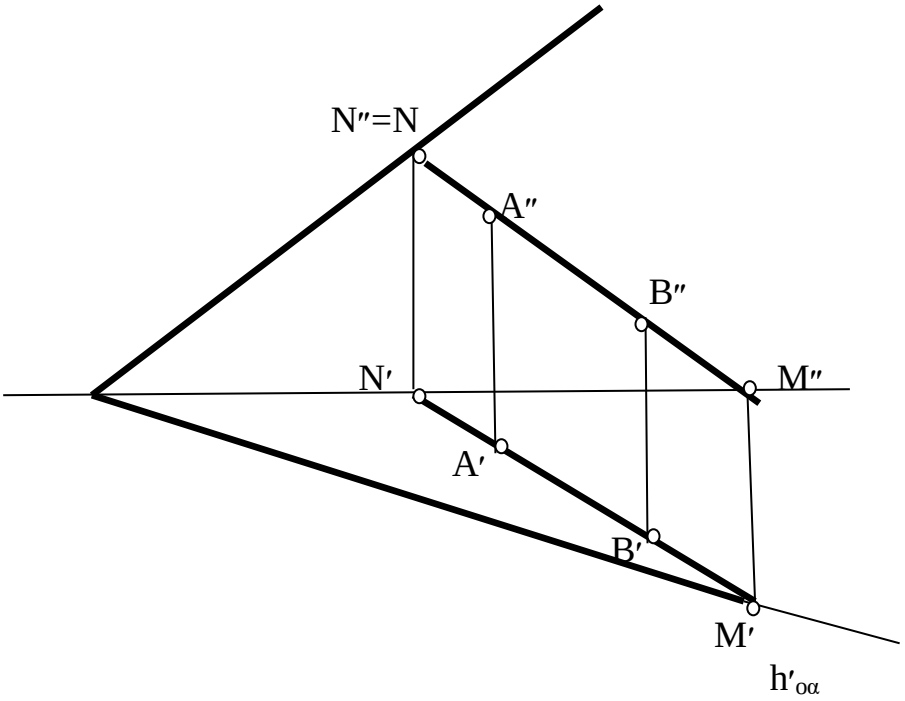


Рис. 7.1

II способ

1.Способ основан на признаке принадлежности прямой плоскости. Для нахождения недостающей проекции прямой в данном случае, найдем недостающие проекции двух точек, принадлежащих и заданной прямой и данной плоскости.

2.Найдем горизонтальную проекцию точки А. Для этого через точку А проведем горизонталь, принадлежащую плоскости α. На горизонтальной проекции этой горизонтали и будет лежать горизонтальная проекция точки А. Для нахождения горизонтальной проекции точки В также проведем горизонталь через эту точку.

3.Соединив горизонтальные проекции полученных точек, получим горизонтальную проекцию заданного отрезка АВ(Рис.7.2).

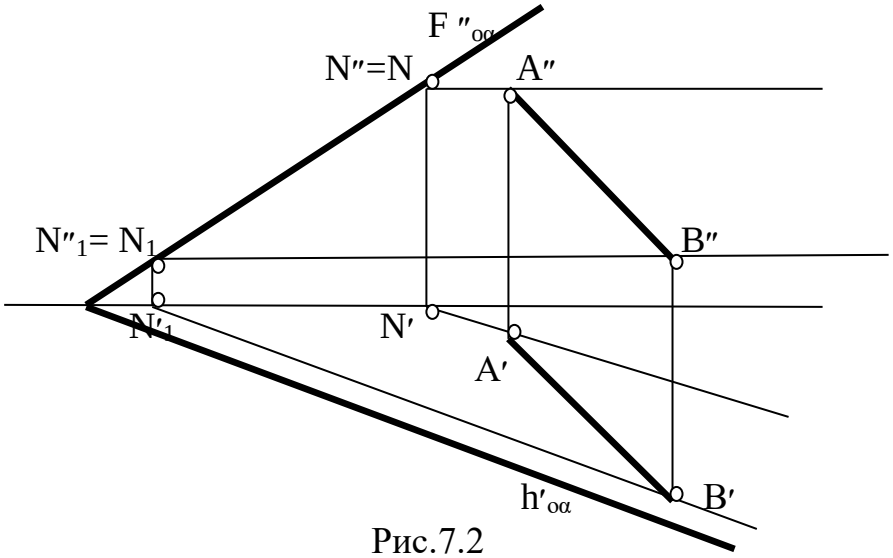


Рис.7.2

Задача №1

Определить, принадлежит ли прямая АВ плоскости α.
а) Плоскость задана следами(Рис.7.3,7.4).

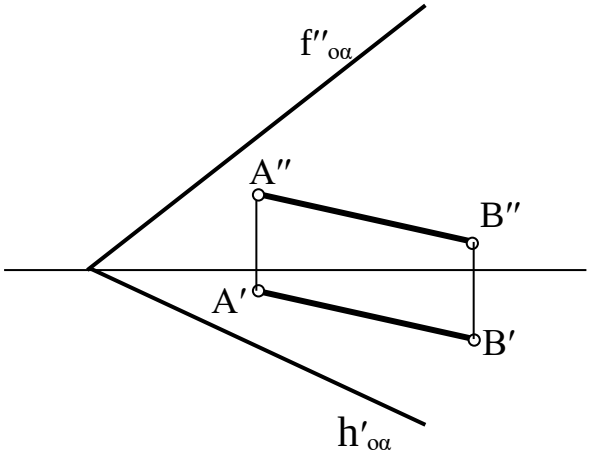


Рис.7.3

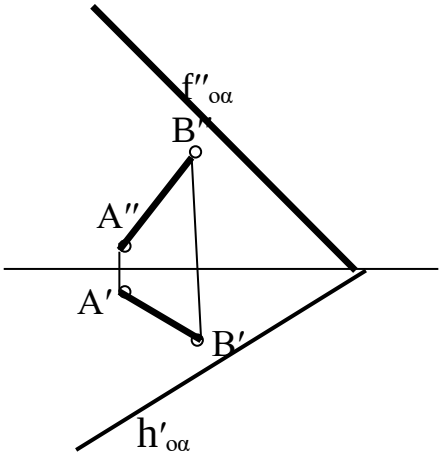


Рис.7.4

б) Плоскость задана тремя точками: C,D,E (Рис.7.5,7.6)

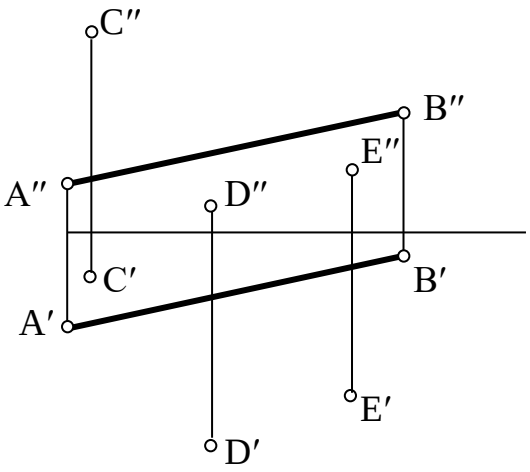


Рис.7.5

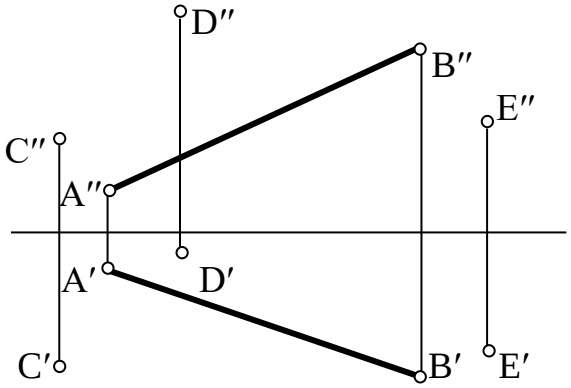


Рис.7.6

Задача№2

Достроить недостающую проекцию прямой АВ,принадлежащей плоскости α.
а)Плоскость задана следами (Рис.7.7,7.8).

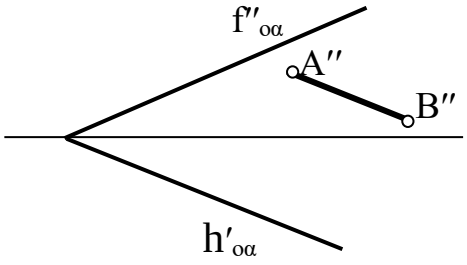


Рис.7.7

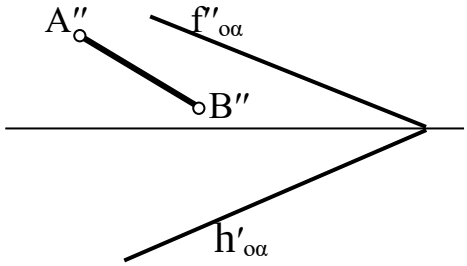


Рис.7.8

б) Плоскость задана треугольником CDE (Рис.7.9,7.10)

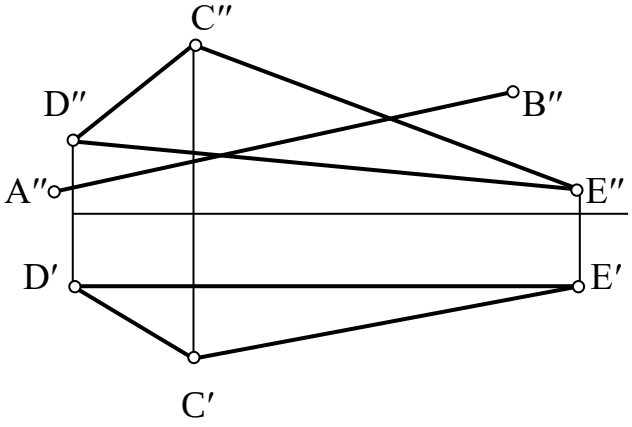


Рис.7.9

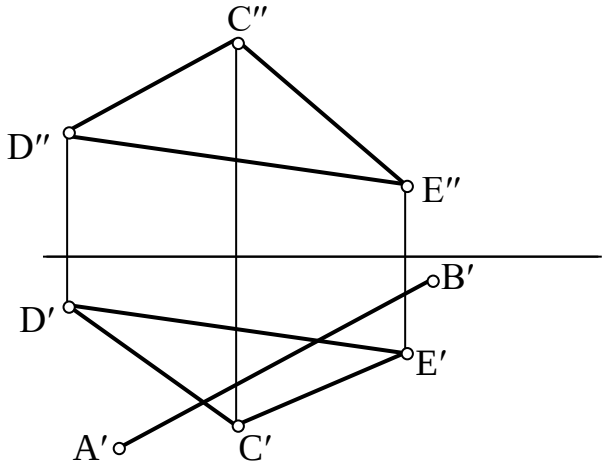


Рис.7.10

в) Плоскость задана прямой CD и точкой E (Рис.7.11.7.12)

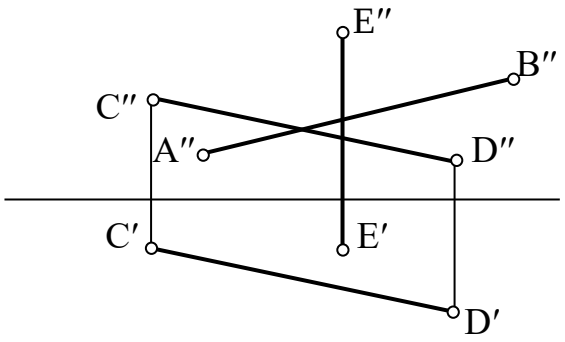


Рис.7.11

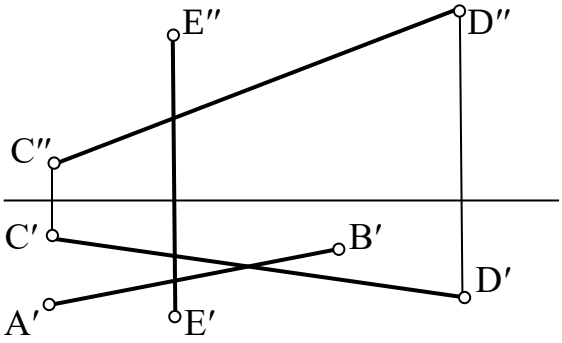


Рис.7.12

Занятие№8(1.4.1), 9(1.4.3)

Способы преобразования комплексного чертежа. Введение новых плоскостей проекций. Плоскопараллельное перемещение. Вращение оригинала вокруг проецирующих прямых и прямых уровня. Применение способов преобразования проекций к решению позиционных и метрических задач. Алгоритмы решения задач

Контрольные вопросы

1) Перечислите главные линии плоскости.
2) Какая прямая называется линией ската плоскости.
3) Можно ли задать плоскость положением только её линии ската?
4) Какие плоскости называются плоскостями общего положениями?
5) Какие плоскости называются плоскостями уровня?
6) Имеет ли горизонтальная плоскость горизонтальный след? А фронтальный ?
7) Какие плоскости называются проецирующими?

Главные линии плоскости. Частные положения плоскостей

Задача№1

Построить недостающий след плоскости α, если точка А принадлежит этой плоскости (Рис.8.1-8.4).

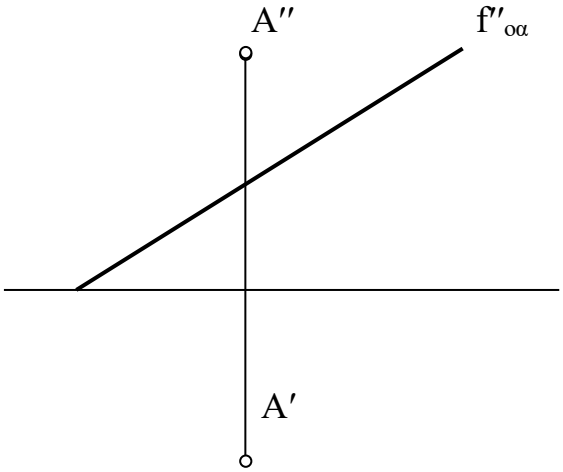


Рис.8.1

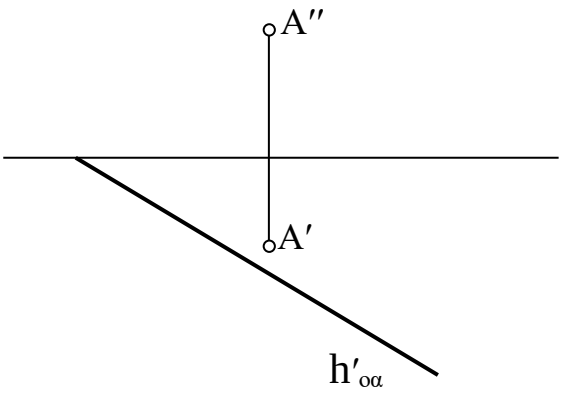


Рис.8.2

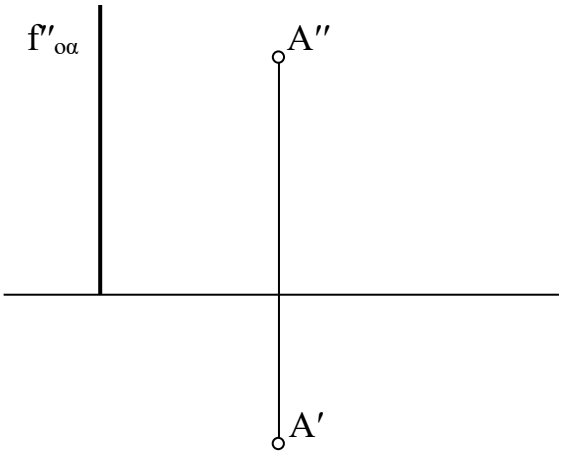


Рис. 8.3

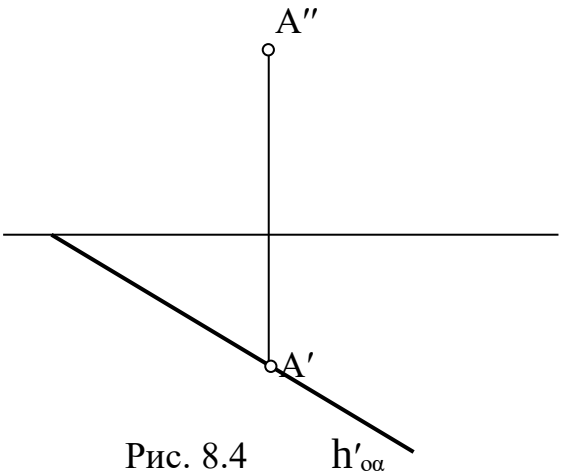


Рис. 8.4

Задача№2

Задать плоскость следами. Плоскость задана прямыми AB и CD (Рис.8.5,8.6)

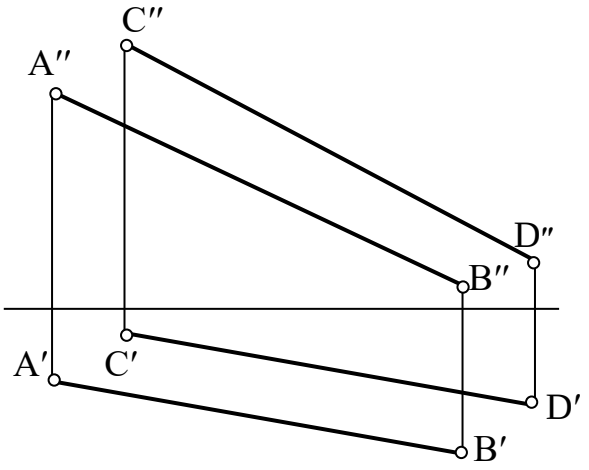


Рис.8.5

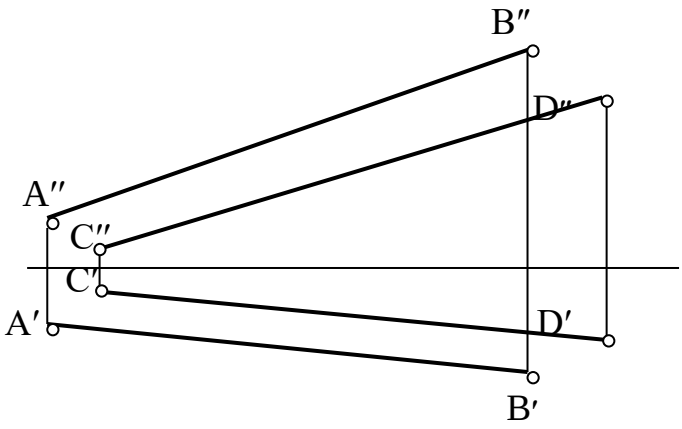


Рис.8.6

Типовая задача

Определить угол наклона плоскости α к горизонтальной плоскости проекций

Алгоритм решения задачи:

1. Построить линию ската.
2. Методом прямоугольного треугольника найти натуральную величину линии ската и определить угол наклона.

Решение:

1. Проводим горизонтальную проекцию линии ската перпендикулярно горизонтальному следу плоскости (M′N′). Фронтальные проекции линии ската находим по линиям связи(M″N″).
2. Методом прямоугольного треугольника находим натуральную величину линии ската $M'N_o$ и обозначаем угол наклона (Рис.8.7).

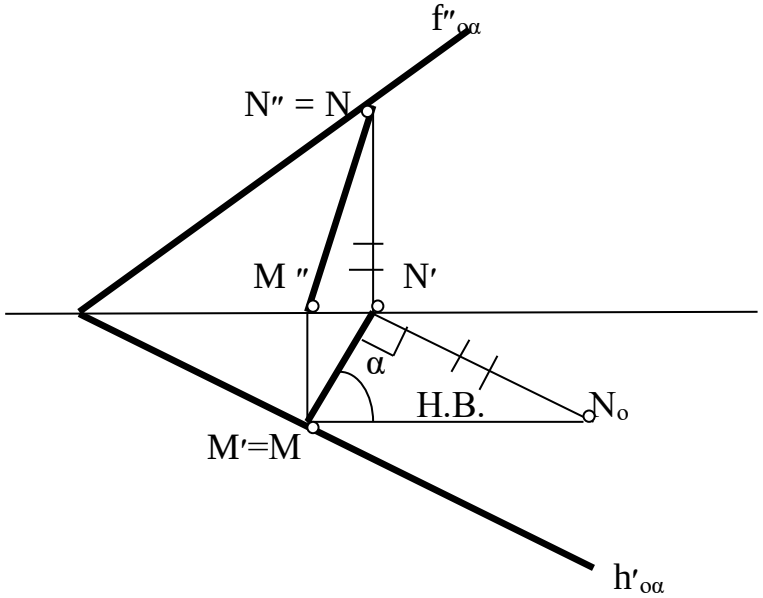


Рис.8.7

Задача№3

Определить угол наклона плоскости α к горизонтальной плоскости проекций

а) Плоскость задана следами (Рис.8.8,8.9)

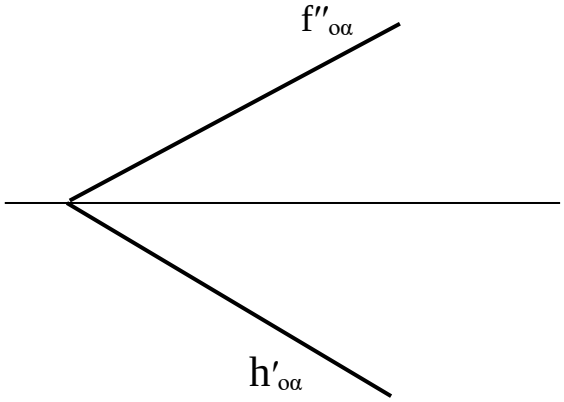


Рис.8.8

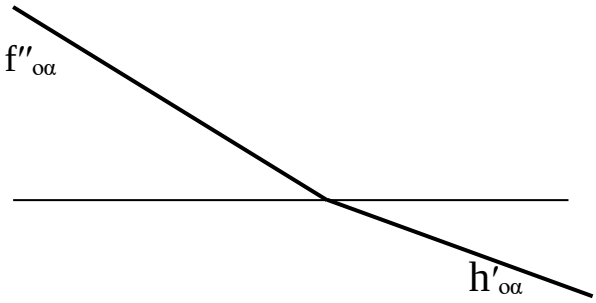


Рис.8.9

б) Плоскость задана отсеком (Рис.8.10,8.11)

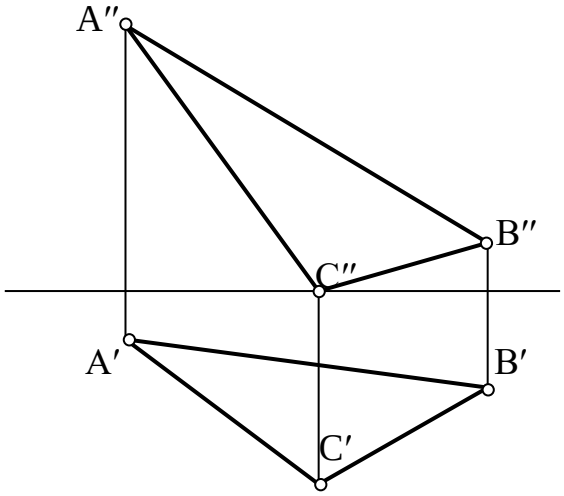


Рис.8.10

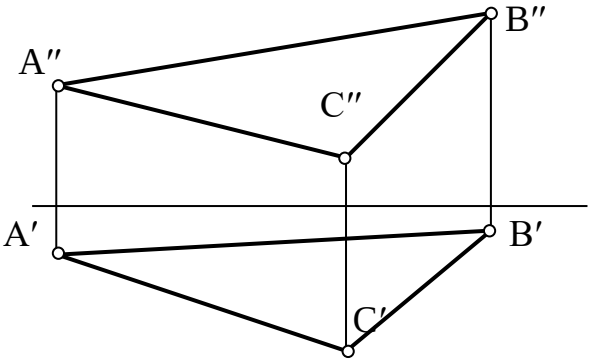


Рис.8.11

Задача№4

Определить угол наклона плоскости α к фронтальной плоскости проекций.
а) Плоскость задана следами (Рис.8.12-8.15)

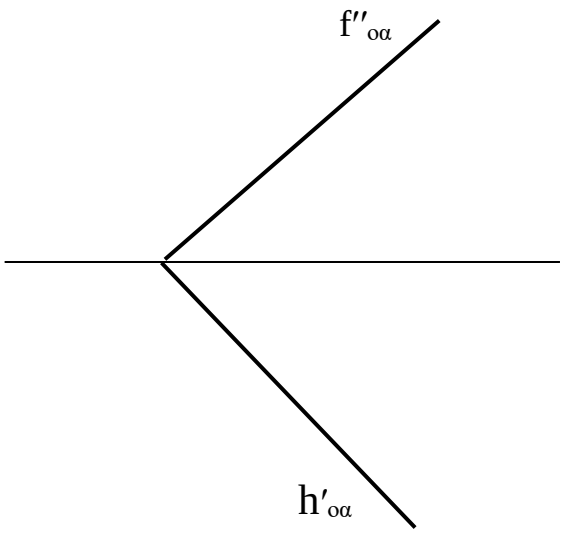


Рис.8.12

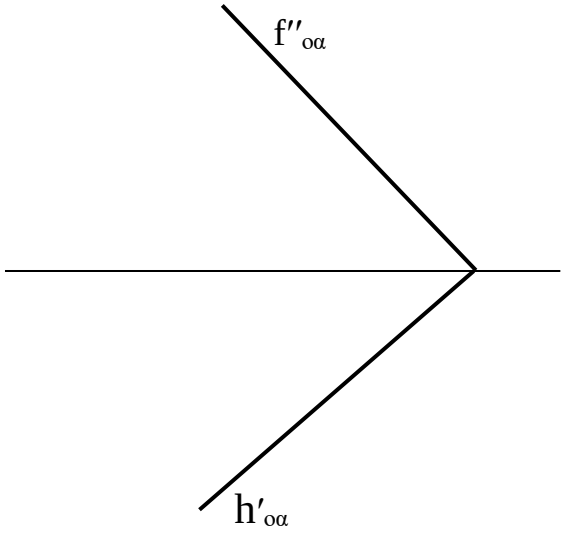


Рис.8.13

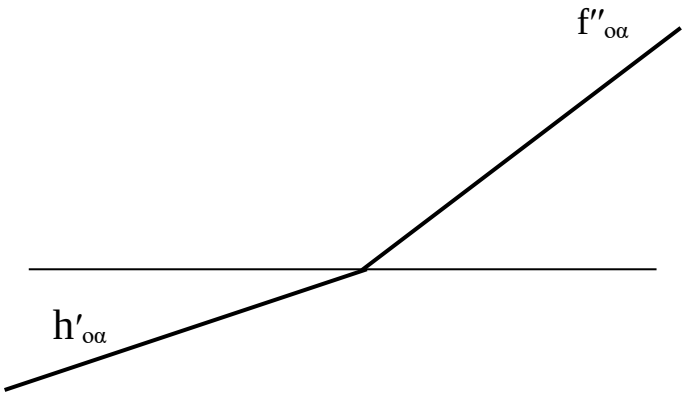


Рис.8.14

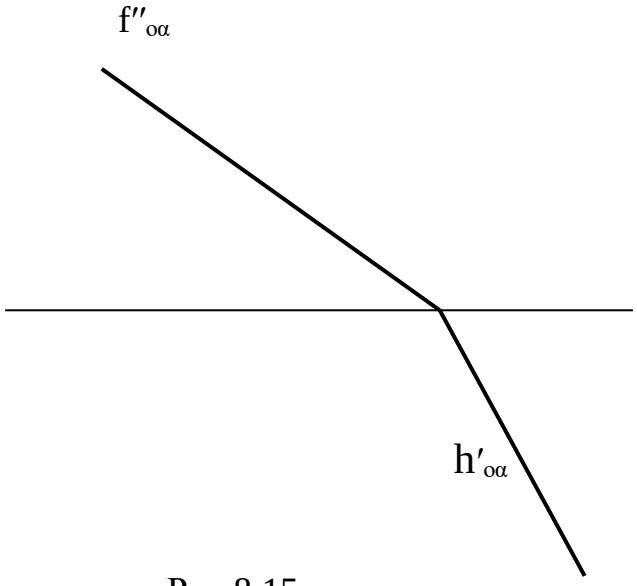


Рис.8.15

Литература

1.Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение [Текст] : учебник для бакалавров / А. А.Чекмарев.– 4-е изд.; испр. и доп. – М. : Юрайт, 2014. – 471с. – (Бакалавр. Базовый курс).

2.Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение [Электронный ресурс]:учебник для прикладного бакалавриата /А.А.Чекмарев.–5-е изд.; испр и доп.–М.:Юрайт,2016.–459 с.–(Бакалавр.Прикладной курс).–ЭБС«Юрайт»

3.Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение [Текст]:учебник для студентов вузов, обучающихся по техническим специальностям / А.А. Чекмарев. – 4-е изд.; испр. и доп. - М.: Юрайт, 2013. – 471 с. – (Бакалавр).

4.Нартова, Л. Г. Начертательная геометрия.Теория и практика [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипл. спец. в области техники и технологии / Л. Г.Нартова, В. И.Якунин. - М. : Дрофа, 2008. – 302 с. : ил. – (Высшее образование).

Содержание

1. Введение…….. 3
2. Занятие №1……...4
3. Занятие №2……...6
4. Занятие №3……..11
5. Занятие №4……..14
6. Занятие №5……..18
7. Занятие №6……..22
8. Занятие №7……..28
9. Занятие №8……..32
10. Занятие №9……..32
11. Литература……...36

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

К.П. Андреев

Транспортная инфраструктура

Методические указания и задания по выполнению практических работ

для студентов очной и заочной форм обучения
по направлению подготовки
23.03.01 - Технология транспортных процессов
профиль «Организация перевозок на автомобильном транспорте»

Рязань, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 4
Практическая работа № 1 Определение категории дороги по схеме участка 5
Практическая работа № 2 Определение параметров городской улицы 9
Практическая работа № 3 Определение параметров нерегулируемого перекрестка и его канализирование 21
Практическая работа № 4 Определение пропускной способности регулируемого перекрестка 32
Практическая работа № 5 Определение основных показателей улично-дорожной сети города 39
Практическая работа № 6 Определение планировочных характеристик тротуаров и пешеходных переходов 51
Практическая работа № 7 Оценка безопасности дорожного движения на участке улично-дорожной сети 56
Библиографический список 72

ВВЕДЕНИЕ

Практические работы по дисциплине «Транспортная инфраструктура» направлены на закрепление лекционного материала и формирование навыков инженерных расчетов различных планировочных элементов городской уличнодорожной сети.

Все работы выполняются индивидуально каждым студентом в тетради, согласно варианту задания. Рабочая тетрадь должна иметь оформленный титульный лист. Номер варианта определяется по последней цифре зачетной книжки. Преподаватель вправе самостоятельно назначить номер варианта задания (например, согласно порядковому номеру в списке студенческой группы).

К началу следующего занятия студент должен оформить и сдать завершенный вариант выполненной работы. Защита происходит в форме собеседования со студентом по теоретическим вопросам, относящимся к теме выполненной работы. Подготовка к ответам на контрольные вопросы производится путем самостоятельного изучения соответствующей темы лекции или раздела учебника во внеучебное время и относится к виду самостоятельной работы студентов. В процессе защиты работы студент не должен пользоваться конспектами лекций, практических работ, учебником и т.п.

Работы оцениваются по пятибалльной системе. Общая оценка и итоги по промежуточным аттестациям определяются согласно рейтинговой системе, разработанной и утвержденной на кафедре Организации перевозок и безопасности движения ВГЛТА. Система оценки должна быть доведена до студентов посредством стендового материала. С невыполненными из-за пропуска занятий работами к последующим занятиям студенты не допускаются без особого распоряжения деканата. По пропущенным работам в конце семестра согласовывается и доводится до сведения студентов график отработки занятий.

Выполнение и положительная защита всех работ в установленные сроки является основанием для получения допуска к экзамену. При несданной хотя бы одной работе студент к экзамену по дисциплине «Транспортная инфраструктура» не допускается.

Практическая работа № 1
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИИ ДОРОГИ ПО СХЕМЕ УЧАСТКА

Введение. Данная работа посвящена начальному ознакомлению с элементами планировочной структуры улично-дорожной сети (УДС) городов. Объектом исследования является участок УДС, для которого необходимо определить соответствующую категорию на основании визуальной информации и планировочных параметров. По сути, работа направлена на ознакомление с дорогами и улицами городов различных категорий на основании внешней (визуальной) информации, без учета интенсивности движения транспорта.

Цель работы: научиться определять категорию городских улиц и автомобильных дорог на основании планировочных характеристик участка.

Задачи работы

1. Ознакомление с классификацией автомобильных дорог и улиц.
2. Исследовать и определить категорию дороги (улицы) на основании схемы участка.
3. Отразить планировочную схему участка улицы (дороги) с обозначением основных элементов и размеров.
4. Сделать выводы по результатам проведенного исследования с обозначением основных характеристик и категории улицы (дороги).

Исходные данные

На рисунке 1 изображена схема улично-дорожной сети города N. На этой схеме эллипсами обозначены участки улиц, для которых необходимо определить соответствующую им категорию. Все участки пронумерованы согласно номерам вариантов задания. Поэтому каждый студент, зная свой номер варианта, определяет участок исследования и приступает к выполнению работы.

Порядок выполнения работы

Схема, отраженная на рисунке 1, представлена на стенде. Для выполнения измерений при себе необходимо иметь пластмассовую или деревянную линейку.

Первоочередной задачей является изучение количества полос движения на проезжей части участка, направлений движения транспорта, наличие путей движения маршрутного транспорта, наличие разделительных полос. Все эти данные необходимо отметить в тетради.

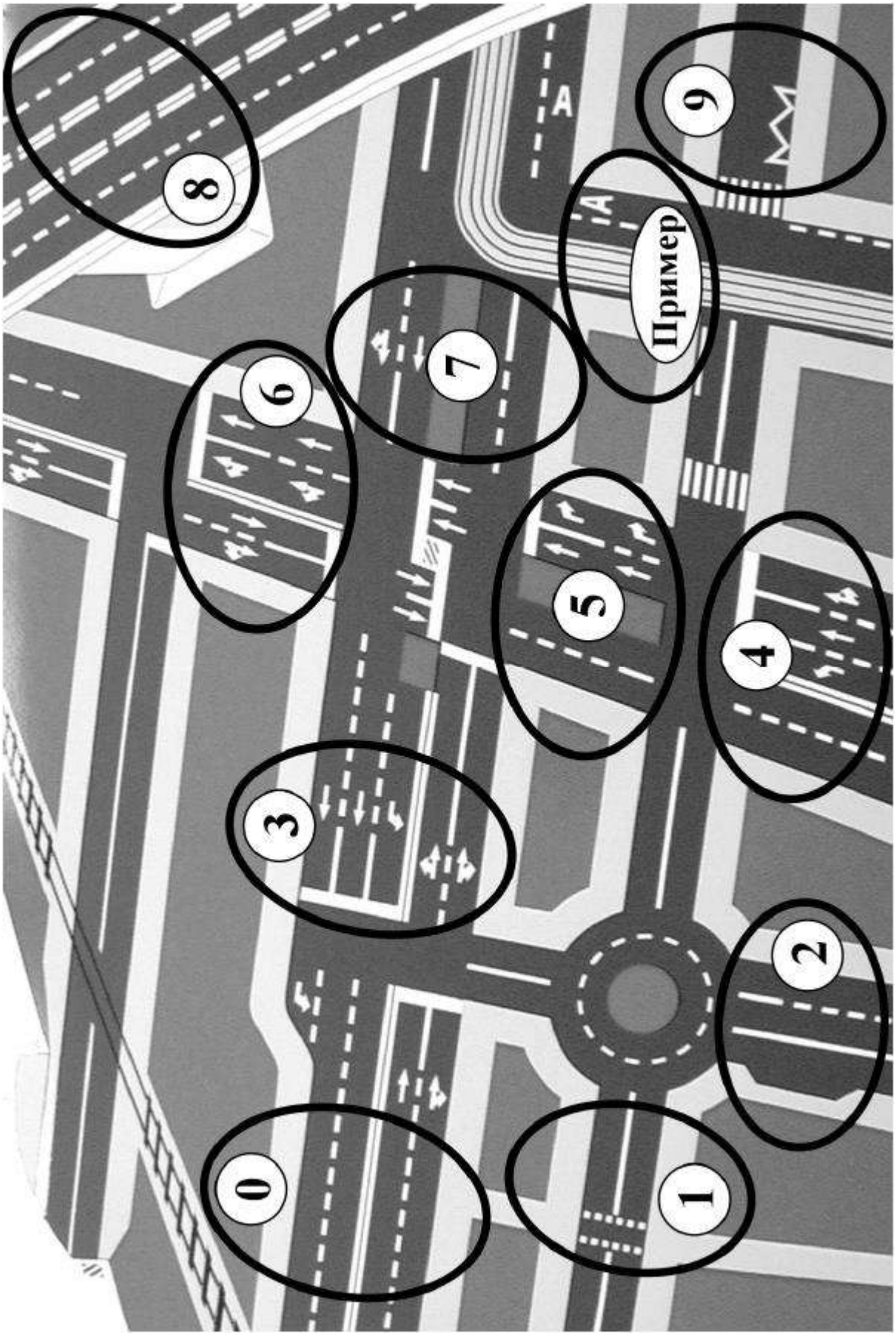


Рис. 1. Схема участка УДС с указанием вариантов задания

Далее, при помощи линейки определяется ширина каждой полосы движения, ширина проезжей части и тротуара. При выполнении измерений следует помнить, что масштаб, в котором выполнена схема, определяется соотношением 1:100 (т.е. 3 см на схеме составляют 3 м на реальном участке). Измерения проводят по оси разметки и краю проезжей части.

Таблица 1

Категории и параметры городских улиц и автомобильных дорог

Категория дороги (улицы)	Тип улицы (дороги)	Организация движения маршрутного транспорта	Количество полос движения	Ширина полосы движения, м	Ширина проезжей части, м	Минимальная ширина, м	
						разделительной полосы	тротуара
Iа	Магистральная дорога скоростного движения	только экспресс	8	3,75…4,0	30	12…8(5) (1)	4,5
	Магистральная улица общегородского значения непрерывного движения	только экспресс	6	3,75…4,0	23		
Iб	То же регулируемого движения	в исключительных случаях	4	3,75…4,0	15	12…6(5)	3,0
II	Улица районного значения регулируемого движения	разрешена	2…4	3,5…3,75	15…7,5	2,5	2,25
III	Улица районного значения: а) транспортно-	разрешена,	2…3 (2)	3,5	7…10,5	–	1,5
	б) пешеходно-транспортная	спецполосы		4,0	7,5…8		
IV	Улица местного значения	разрешена	2	3	6	–	1,5
V	Проезды: основные и второстепенные	запрещена	2…1	–	4,5	–	0,75

Примечание: (1) С учетом использования одной полосы для стоянок легковых автомобилей; значения в скобках используются при реконструкции в городах с тесной застройкой.

(2) Третью полосу вводят исключительно для парковки автомобилей (СНиП 2.07.01-89).

На основании результатов проведенных измерений, сравнивают полученные значения геометрических параметров с нормативными (табл. 1). По результатам сравнения необходимо присвоить исследуемому участку улицы соответствующую категорию.

Пример расчета

На рисунке 1 изображен участок, выбранный в качестве примера (дублировать его изображение не будем). Определим, на основании планировочных характеристик этого участка, категорию улицы.

В первую очередь, на схеме видно, что на исследуемом участке наблюдается преимущественно движение пассажирского транспорта (трамвайные пути и полоса для движения маршрутного пассажирского транспорта). Трамвайные пути двухстороннего движения располагаются в пределах проезжей части, также имеются две полосы для движения наземного транспорта. Разделительная полоса на участке отсутствует.

Замером определяется ширина одной полосы движения безрельсового транспорта. Она составляет: для первой полосы 4,0 см, для второй – 3,5 см. Ширина трамвайного полотна для каждого направления составляет по 3,0 см. Общая ширина проезжей части и трамвайных путей на схеме составляет 13,5 см. Ширина тротуара выполнена в пределах 3 см.

На основании полученных данных делаем заключение, что с учетом выбранного масштаба 1:100, ширина проезжей части соответствует 7,5 м, при ширине полосы движения – 3,5 м. Также имеется трамвайная линия двухстороннего движения, общей шириной 6 м. Сравнивая полученные параметры с табличными данными (табл. 1) видно, что исследуемый участок соответствует III категории, поскольку ширина полос движения соответствует интервалу 3,5…4,0 м, допускается наличие полосы для маршрутного транспорта, «полезная» ширина улицы составляет 7,5 м при наличии двух полос движения. Ширина тротуара значительно превышает минимально допустимую ширину (3 м > 1,5 м).

Контрольные вопросы

1. Какие функциональные зоны выделяют на территории городов? Укажите их особенности.

2. Какие существуют схемы связи города с внешними дорогами?

3. Какие существуют схемы улично-дорожной сети городов?

4. Как отражается схема улично-дорожной сети на загрузке и пропускной способности улиц?

5. Как соотносятся категория дороги и ее функциональное назначение в пределах улично-дорожной сети города? Какие отличительные особенности присутствуют в каждой из категорий?

Практическая работа № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГОРОДСКОЙ УЛИЦЫ

Введение. Знание характеристик улично-дорожной сети и умение их использовать в практической деятельности играет важную роль в работе инженера по управлению на транспорте. Имея определенный багаж знаний, он может оперативно и качественно оценить существующую ситуацию на исследуемом участке дороги или улицы. Это означает, что он может вовремя и в соответствии с нормативными актами, реализовать необходимые мероприятия по обоснованию и повышению эффективности функционирования исследуемого участка. Кроме того, в сфере деятельности инспекторов по автодорожному надзору, служб безопасности дорожного движения просто необходимо иметь навыки, на основании которых возможно в кратчайшие сроки вынести вердикт о соответствии того или иного участка существующим технико-технологическим требованиям на основании данных об интенсивности движения транспорта.

Цель работы: изучить методику определения категории городской улицы на основании аналитических зависимостей и нормативных данных.

Задачи работы

1 На основании исходных данных исследуемого участка улицы, определить характеристики транспортного потока на этом участке.

2 Определить основные планировочные характеристики проезжей части.

3 Определить категорию городской улицы.

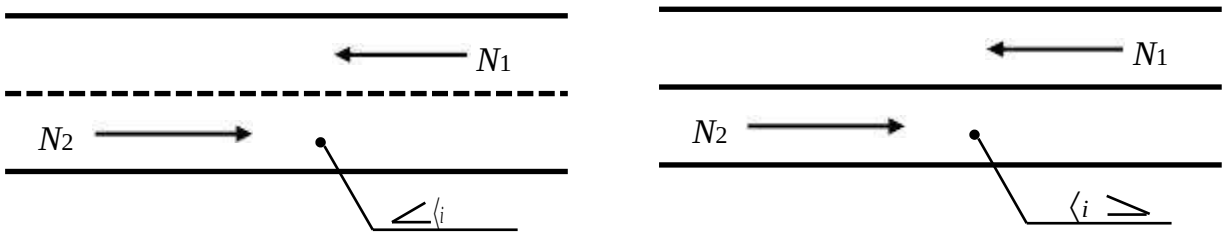
4 Выполнить проверку полученных результатов на соответствие и сделать вывод о полученных результатах.

Исходные данные

На улично-дорожной сети города возникла необходимость проведения исследований на предмет определения категории улиц и дорог, в связи с увеличением транспортных потоков на магистральных улицах. В частности, было предложено исследовать одну из улиц двухстороннего движения, на ее прямолинейном участке без пересечений (рис. 2). На заданной улице организовано движение транспорта и пешеходов. Предварительными наблюдениями установлена интенсивность движения транспорта на исследуемом участке по направлениям и величина продольного уклона участка (табл. 2).

Следует определить:

- необходимую ширину полос движения, их пропускную способность;
- категорию улицы и уровень ее загрузки.



а) б)

Рис. 2. Схема исследуемого участка

Таблица 2

Характеристика исходных данных участка исследования

Вариант №	1		2		3		4		5		6		7		8		9		0	
Номер участка	а		б		а		б		а		б		а		б		а		б	
Номер направления	N_1	N_2	N_1	N_2	N_1	N_2	N_1	N_2	N_1	N_2	N_1	N_2	N_1	N_2	N_1	N_2	N_1	N_2	N_1	N_2
Мотоциклы	0	0	3	6	8	12	5	2	1	0	0	0	0	0	3	4	2	1	1	1
Легковые автомобили	100	120	160	200	140	140	210	230	300	280	80	75	125	140	170	210	260	280	400	450
Грузовые автомобили m=6 т	20	30	0	0	30	40	50	50	30	30	0	2	5	7	10	11	0	0	80	75
Автобусы	20	20	5	4	16	14	22	20	20	25	0	0	0	0	3	4	20	25	10	10
Коэффициент среднесуточн. неравном. Ксн	0,075		0,05		0,1		0,08		0,11		0,09		0,07		0,085		0,07		0,1	
Величина продольного уклона ⟨i, ‰	20		30		0		10		0		50		20		40		5		0	

Порядок выполнения работы

Определение приведенной интенсивности движения транспорта по направлениям осуществляется на основании формулы, ед./ч:

$$N_{ПРi} = \sum_{j=1}^{n} N_j \oplus K_{ПРj}, \qquad (1)$$

где N_j – интенсивность движения транспортных средств j-го типа, авт./ч;

$K_{ПРj}$ – коэффициенты привидения для j-й группы автомобилей;

n – число исследуемых типов транспортных средств;

i – направление движения транспорта.

Коэффициенты приведения $K_{ПР}$ для различных j-х типов транспортных средств приведены в таблице 3.

Таблица 3

Коэффициенты приведения интенсивности движения различных типов транспортных средств к легковому автомобилю

Типы транспортных средств	Коэффициент приведения
Мотоциклы одиночные и мопеды	0,5
Легковые автомобили	1,0
Грузовые автомобили, грузоподъемностью 6 т	2,5
Автобусы	3,0

При определении пропускной способности улиц и их ширины исходят из перспективной загрузки дороги транспортом. Так, допустимые условия движения обеспечиваются при уровне загрузки $z = 0{,}7…0{,}8$, а оптимальные при $z = 0{,}5…0{,}6$. С учетом наилучших требований по организации движения ($z = 0{,}5$) перспективная интенсивность определяется отношением, ед./ч:

$$N_{ПП\,i} = \frac{N_{ПРi}}{z_i}, \qquad (2)$$

где $N_{ПРi}$ – значение приведенной интенсивности движения в i-м направлении, ед./ч;

z_i – коэффициент загрузки по данному направлению;

i – номер направления движения.

Ширина полосы движения определяется из выражения (рис. 3), м:

$$B_П = b_a + x + y, \qquad (3)$$

где b_a – ширина преобладающего в потоке автомобиля, м;

x – зазор до границы полосы движения, м;

y – зазор от автомобиля до кромки проезжей части, м.

Ширину автомобиля b_a принимают с учетом доли большегрузных транспортных средств в потоке автомобилей, т.е. автобусов и грузовых автомобилей (доля потока определяется самостоятельно простым расчетом, см. пример). Если на основании исходных фактических данных доля большегрузных транспортных средств в потоке превышает 30 %, то в качестве базовой ширины автомобиля принимают грузовой автомобиль b_a = 2,5 м, если не превышает 30 % - в качестве базового принимают легковой автомобиль b_a = 1,8 м.

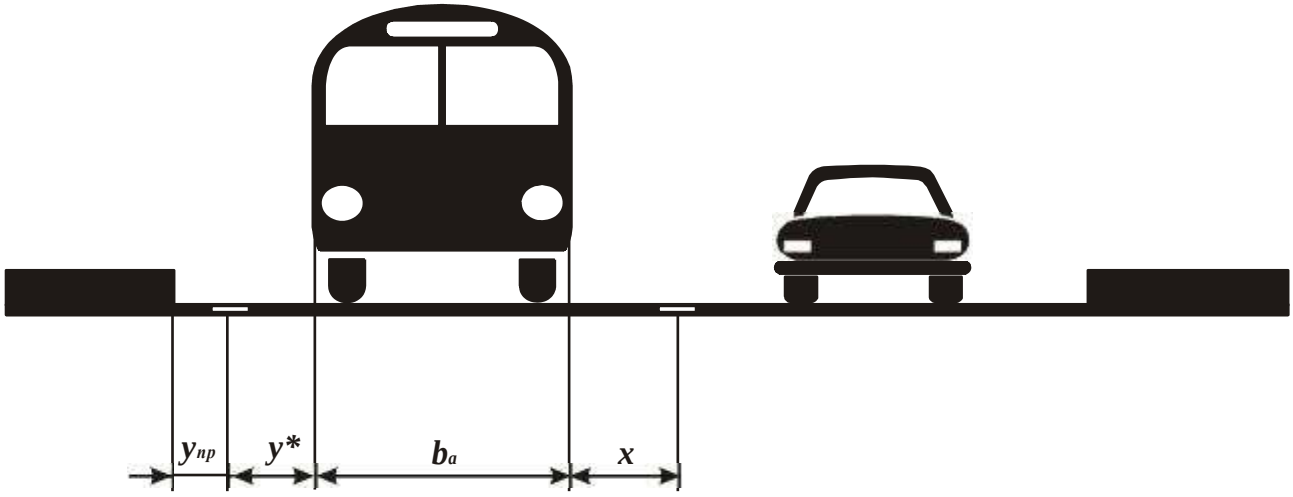


Рис. 3. Схема для определения ширины полосы движения на проезжей части

Количество тяжелых автомобилей и автобусов в потоке определяется как, %:

$$™_{Ti} = \frac{(N_{гai} + N_{ai})\oplus 100}{N_{©i}}, \quad (4)$$

где $N_{гai}$, N_{ai} – фактическое количество грузовых автомобилей и автобусов, соответственно, в общем транспортном потоке i-го направления, авт.;

$N_{©i}$ – суммарная фактическая интенсивность движения транспортных средств всех j-типов в i-м направлении, авт.

Суммарная фактическая интенсивность движения в рассматриваемом направлении определяется выражением, авт./ч:

$$N_{©i} = N_{мi} + N_{лai} + N_{гai} + N_{ai}, \quad (5)$$

где $N_{мi}$, $N_{лai}$, $N_{гai}$, N_{ai} – фактическая интенсивность движения мотоциклов, легковых автомобилей, грузовых автомобилей и автобусов, соответственно, в i-м направлении, авт./ч.

Искомые зазоры x и y определяются по формулам, м:

$$x = 0{,}3 + 0{,}05 \oplus V_T\,, \tag{6}$$

$$y_* = 0{,}35 + 0{,}2 \oplus \sqrt{V_T}\,, \tag{7}$$

где V_T – максимальная скорость транспортного потока на рассматриваемом участке, м/с (в городских условиях V_T = 60 км/ч Н 17 м/с).

При наличии бортового камня зазор y увеличивают на величину $y_{пр}$ = 0,3…0,5 м, необходимую для обеспечения безопасности движения пешеходов, если рядом с дорогой располагается тротуар, т.е.

$$y = y_* + y_{пр}\,. \tag{8}$$

Пропускная способность отдельной полосы улицы для каждого i-го направления определяется по формуле, ед./ч:

$$P_{1i} = k_i \text{®}_1 \text{®}_2 \left(1700 + 66{,}6 B_П \square 9{,}54 \text{™}_{Ti} \square 6{,}84 \langle_i\right), \tag{9}$$

где k_i – коэффициент приведения смешанного потока автомобилей к потоку легковых автомобилей для i-го направления;

®$_1$ – коэффициент, учитывающий радиус кривой в плане (®$_1$ = 1);

®$_2$ – коэффициент, учитывающий влияние пересечений в разных уровнях (®$_2$ = 1);

$B_П$ – ширина одной полосы движения, м (ширина полосы должна лежать в пределах $B_П$ = 3,5…3,75 м);

™$_{Ti}$ – количество тяжелых автомобилей и автобусов в потоке, %;

$\langle_i$ – продольный уклон, ‰ (учитывается только при отрицательных значениях уклона, при этом знак «минус» в формуле остается неизменным).

Коэффициент приведения для каждого из рассматриваемых направлений определяется следующим образом:

$$k_i = \frac{1}{\sum_{j=1}^{n} \left(K_{ПРj} \oplus ™_j \right)}, \qquad (10)$$

где $K_{ПРj}$ – коэффициент приведения j-го типа транспортных средств к легковому автомобилю;

$™_j$ – доля транспортных средств j-го типа в общем потоке транспорта (выражается в долях единицы);

i – направление движения.

Доля транспорта $™_j$ в потоке может быть определена из выражения

$$™_j = \frac{N_j}{N_©}, \qquad (11)$$

где N_j – интенсивность движения автомобилей j-го типа, авт./ч;

$N_©$ – суммарная интенсивность транспортных средств в рассматриваемом направлении, авт./ч.

Подставляя выражение (11) в (10), получим итоговую зависимость для определения коэффициента приведения:

$$k_i = \frac{1}{\sum_{j=1}^{n} \left(K_{ПРj} \oplus \frac{N_j}{N_©} \right)}, \qquad (12)$$

Доля тяжелых автомобилей в потоке определена ранее по (4).

Определение количества полос для движения транспорта производится на основании формулы, ед.:

$$n_i = \frac{N_{ППi}}{P_{1i}}. \qquad (13)$$

Полученное значение числа полос движения должно быть округлено до целого значения, причем только в большую сторону.

Окончательное определение количества полос для движения транспорта и параметров улицы производится на основании среднесуточной интенсивности движения транспорта, определяемой по формуле, ед./сут.:

$$N_{СС} = \frac{N_{СЧ}}{K_Н} = \frac{\sum N_{ППi}}{K_Н}, \qquad (14)$$

где $N_{СЧ}$ – среднечасовая интенсивность движения транспорта в обоих направлениях, ед./ч;

$K_Н$ – коэффициент среднесуточной неравномерности движения транспорта (дан в задании).

На основании полученных значений присваивается соответствующая категория улицы. Параметры улиц и дорог представлены в таблице 4, по которой принимают ширину проезжей части, количество полос движения и другие характеристики улицы. При выборе ширины полосы движения следует придерживаться результатов выполненных расчетов при условии, что ширина полосы, согласно СНиП 2.07.01-89, должна составлять 3; 3,5; 3,75 или 4 м. При выборе категории улицы ширина полосы движения подлежит округлению в большую сторону, если данные находятся в указанных пределах, или в меньшую, если ширина полосы превышает 4 м.

Проверка соответствия ширины проезжей части выбранной категории производится на основании уровня загрузки улицы движением по формуле

$$z = \frac{\sum_i N_{ППi}}{K_{мн} \oplus P_{1мин}}, \qquad (15)$$

где $K_{мн}$ – коэффициент, учитывающий количество полос движения во всех рассматриваемых направлениях (табл. 5);

$P_{1мин}$ – минимальное значение пропускной способности одной полосы движения из двух полученных, ед./ч.

Таблица 4

Основные параметры улиц и автомобильных дорог,
в зависимости от категории

Категория дороги (улицы)	Приведенная интенсивность движения транспорта, ед./сут.	Количество полос движения	Ширина полосы движения, м	Ширина проезжей части, м	Расчетная скорость движения, км/ч	Минимальная ширина, м			Минимальный радиус закругления, м
						разделительной полосы	островка безопасности	тротуара	
Ia	свыше 80000	8	4,0…3,75	30	120	12…8 (5)[1]	4	4,5	12
	80000…40000	6	4,0…3,75	23	120				
Iб	40000…14000	4	4,0…3,75	15	100	12…6 (5)	2,5	3,0	12
II	14000…6000	2…4	3,75…3,5	15…7,5	100	2,5	2,5	2,25	8
III	6000…2000	2…3[2]	3,5	10,5…7	80	–	–	1,5	8
IV	2000…200	2	3	6	60	–	–	1,5	8
V	до 200	2…1	–	4,5	40	–	–	0,75	8

[1] Значения в скобках используются при реконструкции в городах с тесной застройкой.

[2] Три полосы выделяют с учетом использования одной полосы для притротуарных стоянок легковых автомобилей.

Таблица 5

Значения коэффициента многополосности,
в зависимости от числа выделенных полос движения

Количество полос *n*	2	3	4	5	6
Коэффициент многополосности $K_{мн}$	1,8	2,4	2,9	3,4	3,9

На основании полученных результатов необходимо сделать вывод об уровне загрузки улицы и построить схему участка улицы, с учетом принятых параметров проезжей части и тротуара (при его наличии).

Пример расчета

Исходные данные для расчета представлены в таблице 6.

Приведенная интенсивность движения транспорта для первого направления, определяемая по (1) с учетом коэффициентов приведения $K_{ПР}$ (табл. 3), будет равна:

$$N_{ПР1} = N_{м1} \oplus K_{ПРм} + N_{ла1} \oplus K_{ПРла} + N_{га1} \oplus K_{ПРга} + N_{а1} \oplus K_{ПРа} =$$

$$= 8 \oplus 0{,}5 + 100 \oplus 1{,}0 + 5 \oplus 2{,}5 + 20 \oplus 3{,}0 \text{ Н } 177 \text{ ед./ч},$$

где *м*, *ла*, *га*, *а* – вид транспортного средства (мотоцикл, легковой автомобиль, грузовой автомобиль, автобус).

Таблица 6

Характеристика исходных данных участка исследования

Номер участка	б	
Номер направления	N_1	N_2
Мотоциклы	8	12
Легковые автомобили	100	120
Грузовые автомобили m = 6 т	5	7
Автобусы	20	25
Коэффициент среднесуточной неравномерности $K_{сн}$	0,080	
Величина продольного уклона ⟨i, ‰	30	

Аналогично для второго направления:

$$N_{ПР2} = N_{м2} \oplus K_{ПРм} + N_{ла2} \oplus K_{ПРла} + N_{га2} \oplus K_{ПРга} + N_{а2} \oplus K_{ПРа} =$$

$$= 12 \oplus 0{,}5 + 120 \oplus 1{,}0 + 7 \oplus 2{,}5 + 25 \oplus 3{,}0 \text{ Н } 219 \text{ ед./ч.}$$

Перспективная интенсивность движения транспорта для рассматриваемых направлений при z = 0,5 составит (2):

$$N_{ПП1} = \frac{N_{ПР1}}{z_1} = \frac{177}{0{,}5} = 354 \text{ ед./ч,}$$

$$N_{ПП2} = \frac{N_{ПР2}}{z_2} = \frac{219}{0{,}5} = 438 \text{ ед./ч.}$$

Прежде, чем приступить к определению ширины полосы движения по (3), необходимо вычислить долю грузовых автомобилей в транспортном потоке, влияющую на выбор базовой ширины автомобиля b_a. Для этого вычислим суммарную фактическую интенсивность движения транспорта в каждом направлении по (5):

$$N_{©1} = N_{м1} + N_{ла1} + N_{га1} + N_{а1} = 8 + 100 + 5 + 20 = 133 \text{ авт./ч,}$$

$$N_{©2} = N_{м2} + N_{ла2} + N_{га2} + N_{а2} = 12 + 120 + 7 + 25 = 164 \text{ авт./ч.}$$

Количество тяжелых автомобилей и автобусов в потоке, согласно выражению (4) составит

$$™_{Т1} = \frac{(N_{га1} + N_{а1}) \oplus 100}{N_{©1}} = \frac{(5 + 20) \oplus 100}{133} \text{ Н } 18{,}8 \text{ %,}$$

$$™_{Т2} = \frac{(N_{га2} + N_{а2}) \oplus 100}{N_{©2}} = \frac{(7 + 25) \oplus 100}{164} \text{ Н } 19{,}5 \text{ %.}$$

На основании полученных результатов заключаем, что в обоих направлениях доля тяжелых автомобилей не превышает 30 %, следовательно за базовый принимается легковой автомобиль шириной b_a = 1,8 м.

Искомые зазоры x и y определяются по (6) и (7):

$$x = 0{,}3 + 0{,}05 \oplus 17 = 1{,}15 \text{ м},$$

$$y_* = 0{,}35 + 0{,}2 \oplus \sqrt{17} = 1{,}17 \text{ м}.$$

Поскольку рассматриваемый участок улицы располагается в черте города, вдоль проезжей части должен располагаться тротуар В населенных пунктах пути движения пешеходов, согласно СНиП 2.07.01-89, должны быть отделены от проезжей части улиц и дорог бортовым камнем, следовательно, зазор y следует увеличить на величину $y_{пр}$ = 0,3…0,5 м. Для выполнения расчетов примем среднее значение $y_{пр}$ = 0,4 м. Тогда, с учетом (8)

$$y = 1{,}17 + 0{,}4 = 1{,}57 \text{ м}.$$

Ширина полосы движения, с учетом полученных величин составит

$$B_П = 1{,}8 + 1{,}15 + 1{,}57 \text{ Н } 4{,}5 \text{ м},$$

Пропускная способность отдельной полосы улицы для каждого направления определяется по (9), но поскольку неизвестен коэффициент приведения, определим его для каждого из направлений по (12):

$$k_1 = \frac{1}{K_{ПРм} \oplus \frac{N_{м1}}{N_{©1}} + K_{ПРла} \oplus \frac{N_{ла1}}{N_{©1}} + K_{ПРга} \oplus \frac{N_{га1}}{N_{©1}} + K_{ПРа} \oplus \frac{N_{а1}}{N_{©1}}} =$$

$$: \frac{1}{0{,}5 \oplus \frac{8}{133} + 1{,}0 \oplus \frac{100}{133} + 2{,}5 \oplus \frac{5}{133} + 3{,}0 \oplus \frac{20}{133}} \text{ Н } 0{,}76 ,$$

$$k_2 = \frac{1}{K_{ПРм} \oplus \frac{N_{м2}}{N_{©2}} + K_{ПРла} \oplus \frac{N_{ла2}}{N_{©2}} + K_{ПРга} \oplus \frac{N_{га2}}{N_{©2}} + K_{ПРа} \oplus \frac{N_{а2}}{N_{©2}}} =$$

$$: \frac{1}{0{,}5 \oplus \frac{12}{164} + 1{,}0 \oplus \frac{120}{164} + 2{,}5 \oplus \frac{7}{164} + 3{,}0 \oplus \frac{25}{164}} \text{ Н } 0{,}75 .$$

Ширину полосы движения примем $B_П$ = 3,75 м. Значение величины продольного уклона будет учитываться только для первого направления, имеющего отрицательное значение, о чем свидетельствует соответствующий знак уклона на рисунке 2. Проще говоря, отрицательный уклон свидетельствует о том, что в данном (первом) направлении автомобили движутся на подъем. Доля тяжелых автомобилей в потоке определена ранее по (4).

На основании полученных величин, пропускная способность отдельной полосы улицы для каждого направления составит:

$$P_{11} = k_1 \cdot 1 \cdot 2 \left(1700 + 66{,}6 B_П \cdot 9{,}54 \cdot T_1 \cdot 6{,}84 \cdot t_1\right) =$$

$$= 0{,}76 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(1700 + 66{,}6 \cdot 3{,}75 \cdot 9{,}54 \cdot 18{,}8 \cdot 6{,}84 \cdot 30\right) \approx 1019 \text{ ед./ч},$$

$$P_{12} = k_2 \cdot 1 \cdot 2 \left(1700 + 66{,}6 B_П \cdot 9{,}54 \cdot T_2 \cdot 6{,}84 \cdot t_2\right) =$$

$$= 0{,}75 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \left(1700 + 66{,}6 \cdot 3{,}75 \cdot 9{,}54 \cdot 19{,}5 \cdot 6{,}84 \cdot 0\right) \approx 1154 \text{ ед./ч}.$$

Число полос для движения транспорта определяется на основании (13):

$$n_1 = \frac{N_{ПП1}}{P_{11}} = \frac{354}{1019} \approx 0{,}35 \text{ ед.}, \quad n_2 = \frac{N_{ПП2}}{P_{12}} = \frac{438}{1154} \approx 0{,}38 \text{ ед.}$$

Поскольку число полос движения не может быть дробным, выполним округление полученных значений до большего целого значения:

$$n_1 = 1 \text{ ед.}, \; n_2 = 1 \text{ ед.}$$

Среднесуточная интенсивность движения на участке будет равна (14)

$$N_{СС} = \frac{N_{ПП1} + N_{ПП2}}{K_Н} = \frac{354 + 438}{0{,}080} = 9900 \text{ ед./сут.}$$

На основании полученного значения среднесуточной интенсивности движения транспорта на участке определяется категория и планировочные характеристики улицы. Согласно СНиП 2.07.01-89 (табл. 4) значение интенсивности $N_{СС}$ = 9900 ед./сут. соответствует II категории автомобильной дороги (так как это значение лежит в пределах $N_{СС}$ = 6000…14000 ед./сут.).

Для II категории дороги приемлемы две полосы движения (по одной в прямом и обратном направлении); ширина полосы движения может соответствовать ранее принятой $B_П$ = 3,75 м; общая ширина проезжей части составит 7,5 м. Расчетная скорость на участке принимается равной 100 км/ч при максимально допустимой в городских условиях движения – 60 км/ч. В случае использования разделительной полосы или островков безопасности, их ширина должна быть не менее 2,5 м. Ширина тротуара, который в обязательном порядке должен выполняться в населенных пунктах, должна быть более 2,25 м. Радиус закруглений на перекрестках и для островков безопасности принимается равным не менее 8 м.

Определив категорию улицы и ее основные параметры, выполняется проверка соответствия пропускной способности проезжей части выбранной категории. Для этого по таблице 5 определяется значение коэффициента многопо-

лосности. В рассматриваемом случае для двухполосной проезжей части $n = 2$, тогда $K_{мн} = 1{,}8$. Уровень загрузки, согласно (15), будет равен

$$z = \frac{N_{ПП1} + N_{ПП2}}{K_{мн} \oplus P_{1мин}} = \frac{354 + 438}{1{,}8 \oplus 1019} \text{ Н } 0{,}43 .$$

Полученный уровень загрузки участка движением не противоречит нормативным требованиям и начальным условиям, поскольку значение загрузки не превышает уровня $z = 0{,}5…0{,}6$.

Схема участка улицы, с учетом принятых параметров проезжей части и тротуара представлена на рисунке 4.

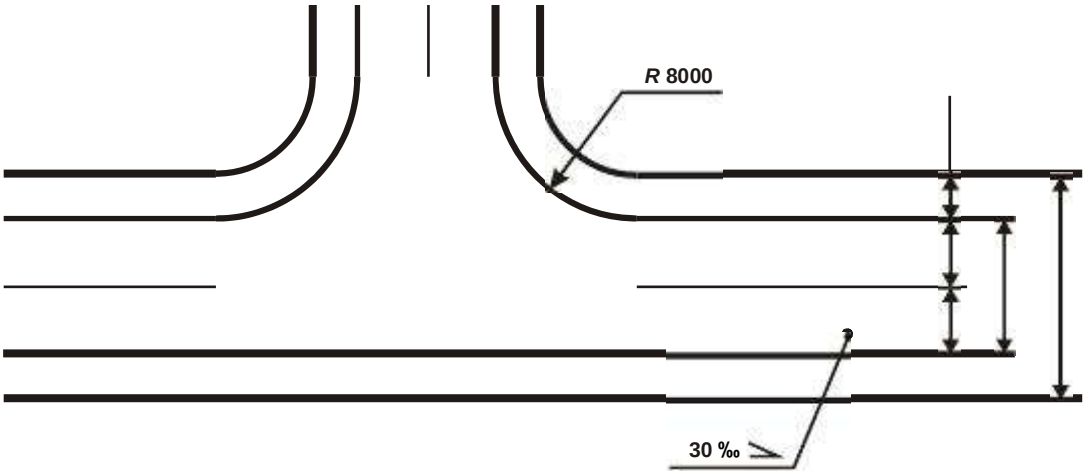


Рис. 4. Планировочная схема улицы II категории

Контрольные вопросы

1. Что понимается под пропускной способностью улицы?

2. Как рассчитывается пропускная способность отдельной полосы и всей проезжей части улицы с непрерывным движением?

3. В чем отличие фактической, приведенной и перспективной интенсивности движения, а также пропускной способности дороги? Укажите единицы измерения этих величин.

4. Каков физический смысл коэффициентов приведения транспортного потока, в каких расчетах используются эти коэффициенты?

5. Какие планировочные элементы профиля городских улиц Вы знаете?

6. Почему с увеличением числа полос проезжей части пропускная способность каждой полосы снижается?

7. Что такое уровень загрузки дороги, укажите его рациональное значение, как влияет уровень удобства движения на уровень загрузки дороги?

Практическая работа № 3
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ НЕРЕГУЛИРУЕМОГО ПЕРЕКРЕСТКА И ЕГО КАНАЛИЗИРОВАНИЕ

Введение. При выполнении планировки нерегулируемых или пассивно регулируемых перекрестков любой специалист в области организации дорожного движения должен четко знать, что пропускная способность таких участков зависит не от всего перекрестка, а исключительно от его второстепенных направлений. Такое заключение обосновывается тем, что автомобили, движущиеся по главной дороге, имеют преимущество в движении. Пропускная способность главного направления зависит от пропускной способности полос движения этого направления. Второстепенное направление не обладает таким приоритетом, поэтому автомобили второстепенного направления вынуждены ожидать разрыва в потоке главного направления для выполнения соответствующего маневра. Следовательно, при определении пропускной способности нерегулируемого перекрестка, ее оценивают только по второстепенному направлению. В данной работе пассивно регулируемые перекрестки (обозначенные знаками приоритета) и нерегулируемые (не обозначенные знаками) будут рассматриваться одним термином: «нерегулируемые» перекрестки.

Цель работы: освоить методику определения пропускной способности нерегулируемого перекрестка.

Задачи работы

1 Ознакомиться с методикой расчета пропускной способности нерегулируемых необорудованных перекрестков.

2 Выполнить расчет пропускной способности и загрузки перекрестка.

3 Выполнить обоснование канализирования перекрестка и произвести необходимые расчеты.

4 Начертить схему оборудованного нерегулируемого перекрестка и сделать вывод о его преимуществе перед необорудованным.

Исходные данные

При пересмотре генерального плана города, возникла необходимость определить пропускную способность некоторых нерегулируемых перекрестков с целью обоснования их действующего статуса и возможной дальнейшей модернизации. В частности, были выделены несколько первоочередных однотипных

перекрестков, общая схема которых представлена на рисунке 5. Основные характеристики этих перекрестков отражены в таблице 7.

Таблица 7

Исходные данные

Вариант №	Интенсивность, авт./ч			Доля		Распределение интенсивности по направлениям для $N_{ВТ}$			Радиус разъезда R, м
	$N_{ГЛ}$	$N_{л.ГЛ}$	$N_{ВТ}$	тм$_{л/а}$, %	тм$_{м}$, %	тм$_{л}$	тм$_{пп}$	тм$_{пр}$	
1	200	50	57	20	15	0,2	0,5	0,3	8
2	220	10	38	50	0	0,1	0,7	0,2	10
3	250	30	76	100	10	0,1	0,6	0,3	12
4	280	20	27	50	20	0,3	0,4	0,3	15
5	300	40	38	100	35	0,4	0	0,6	20
6	330	80	50	100	25	0,1	0,5	0,4	25
7	350	150	38	50	5	0,2	0,3	0,5	10
8	400	60	31	0	30	0,1	0,8	0,1	12
9	450	120	19	100	40	0,2	0,7	0,1	15
0	500	90	12	50	10	0,4	0,5	0,1	20
Пример	370	100	27	100	10	0,3	0,6	0,1	8

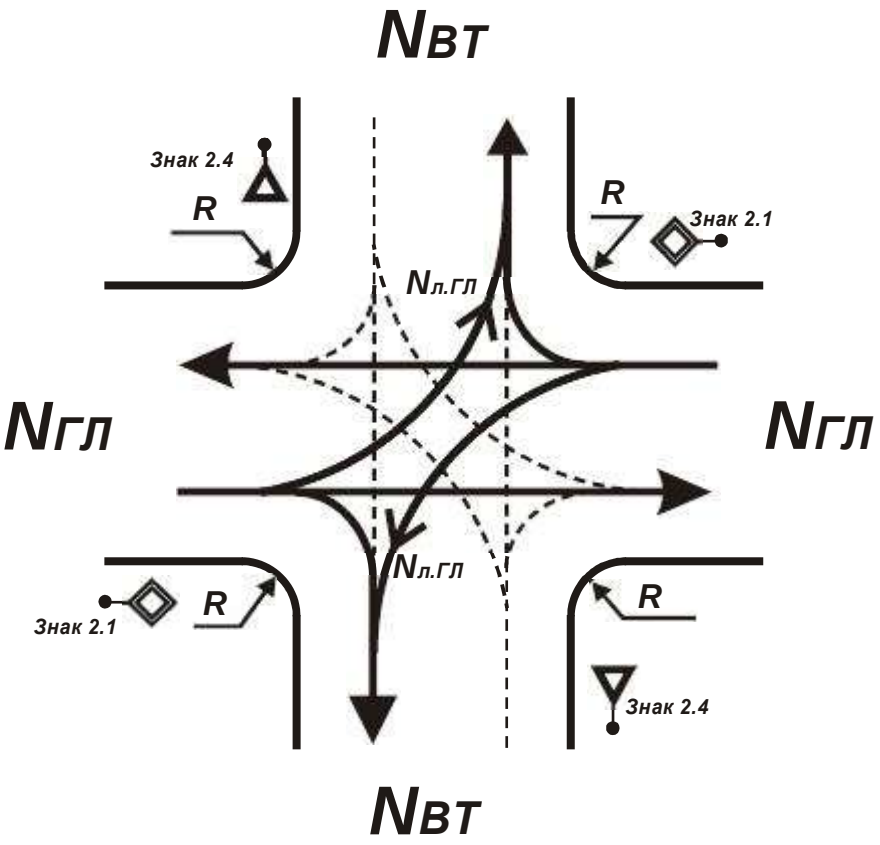


Рис. 5. Схема необорудованного нерегулируемого перекрестка

Порядок выполнения работы

Пропускная способность пересечения в одном уровне в конкретных условиях определяется по формуле

$$P_П = N_{ГЛ}\left[A\oplus\frac{e^{\frac{®_1 N_{ГЛ} t_{гр}}{3600}}}{1-e^{\frac{®_1 N_{ГЛ} ™t}{3600}}}+B\oplus\frac{e^{\frac{®_2 N_{ГЛ} t_{гр}}{3600}}}{1-e^{\frac{®_2 N_{ГЛ} ™t}{3600}}}+C\oplus\frac{e^{\frac{®_3 N_{ГЛ} t_{гр}}{3600}}}{1-e^{\frac{®_3 N_{ГЛ} ™t}{3600}}}\right], \quad (16)$$

$$A + B + C = 1, \quad (17)$$

где $N_{ГЛ}$ – интенсивность движения по главной дороге, авт./ч;

A, B, C – коэффициенты, характеризующие различные части потока (A – свободно движущиеся автомобили; B – частично связанные; C – связанная часть потока автомобилей);

$t_{гр}$ – граничный интервал, принимаемый водителем (рис. 6), с;

$™t$ – интервал между выходами автомобилей из очереди на второстепенной дороге (табл. 8), с;

$®_1$, $®_2$, $®_3$ – коэффициенты, характеризующие плотность потока автомобилей ($®_1$ определяется по рисунку 7; $®_2 = 3{,}5$; $®_3 = 5{,}7$).

Таблица 8

Интервалы выхода автомобилей второстепенного направления из очереди

Доля легковых автомобилей в потоке, %	0	20	50	100
$™t$, с	2,4	3,2	3,7	4,2

Величину A, характеризующую свободно движущиеся автомобили в зависимости от уровня медленно движущихся транспортных средств в потоке, для городских условий можно определить по таблице 9.

Таблица 9

Влияние населенного пункта на распределение интервалов в потоке в зависимости от состава движения

Доля медленных автомобилей $™_м$, %	0	5	10	15	20	25	30	ε 35
Значение коэффициента A	0,91	0,68	0,58	0,52	0,48	0,44	0,41	0,40

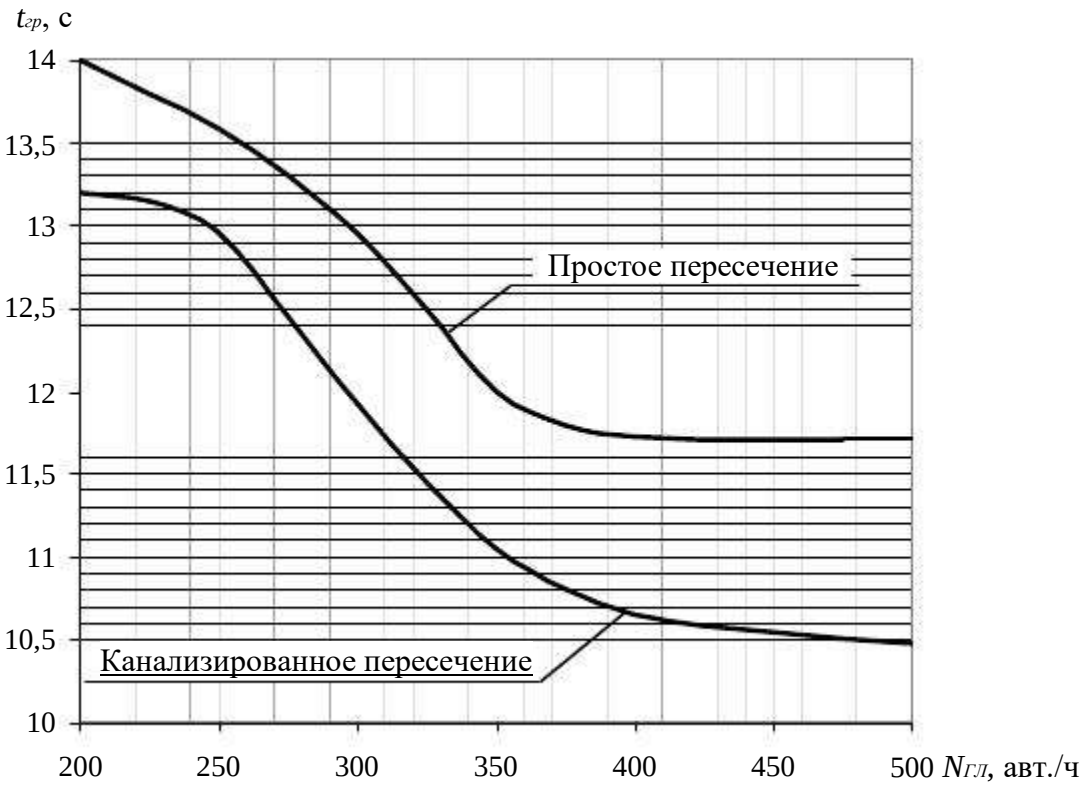


Рис. 6. Изменение граничного интервала в зависимости от интенсивности потока главного направления

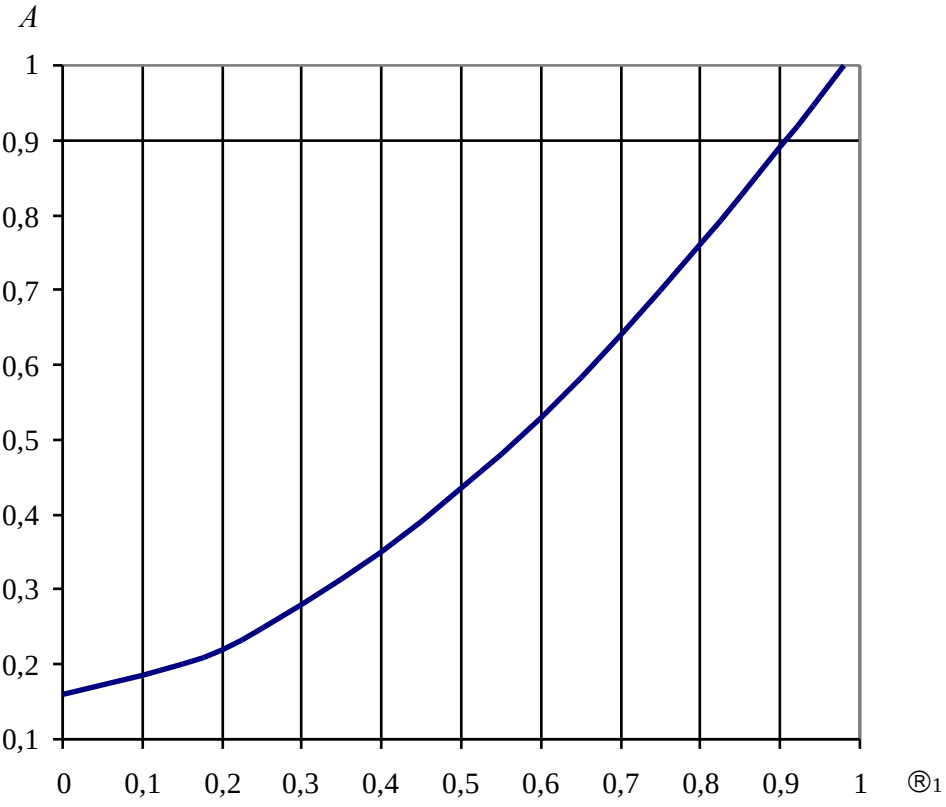


Рис. 7. График зависимости между коэффициентами *A* и ®1

Коэффициент *B* определяется на основании полученного коэффициента *A* по графику зависимости, представленному на рисунке 8. Значение коэффициента *C*, с учетом уже найденных значений *A* и *B*, определяется из (17).

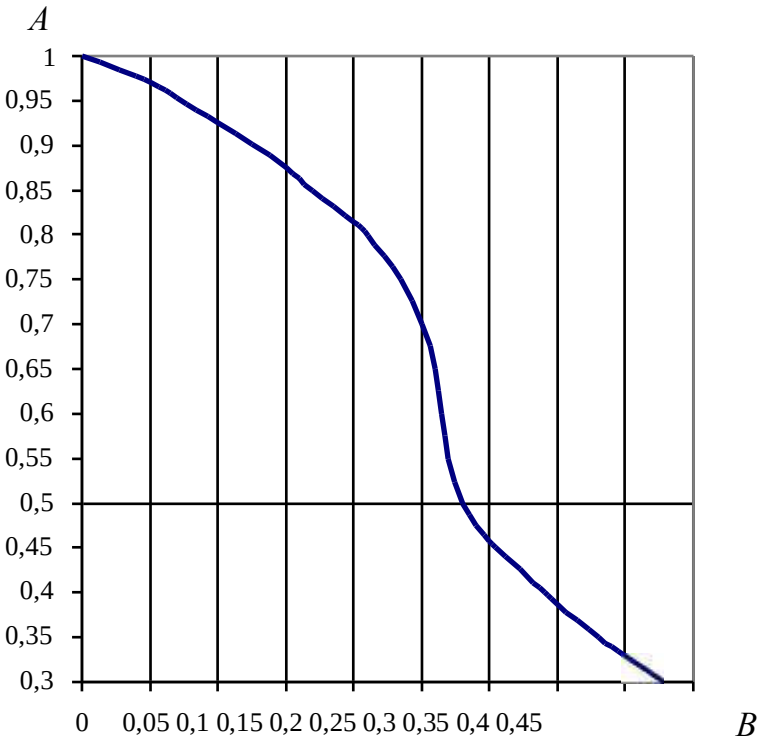


Рис. 8. График зависимости между коэффициентами *A* и *B*

Предельное значение приведенной интенсивности движения транспорта, характеризующее суммарную интенсивность на второстепенной дороге, определяется по формуле, ед./ч:

$$N_{МАКС} = \frac{P_П \cdot k_{л.ГЛ} N_{л.ГЛ}}{k_{л.ВТ} \text{™}_л + k_{пп} \text{™}_{пп} + k_{пр} \text{™}_{пр}}, \quad (18)$$

где $N_{л.ГЛ}$ – фактическая интенсивность левоповоротного (при его отсутствии – прямолинейного) транспортного потока на главном направлении, авт./ч;

$k_{лГЛ}$, $k_{лВТ}$, $k_{пп}$, $k_{пр}$ – коэффициенты приведения для разных планировочных решений левоповоротного, прямого и правоповоротного маневров автомобилей через перекресток (определяется по табл. 10);

$^{тм}_{л}$, $^{тм}_{пп}$, $^{тм}_{пр}$ – доля транспортных средств, выполняющих левоповоротный, прямой или правоповоротный маневр со второстепенного направления (выражается в долях единицы).

Таблица 10

Значения коэффициентов приведения k_i для необорудованного перекрестка

Радиус закругления края проезжей части	Левый поворот с дороги		Прямое пересечение	Правый поворот
	главной	второстепенной		
$R \leq 10$ м	1,1	1,1	1,0	0,62
10 м $< R \leq 25$ м	1,0	1,0	1,0	0,45

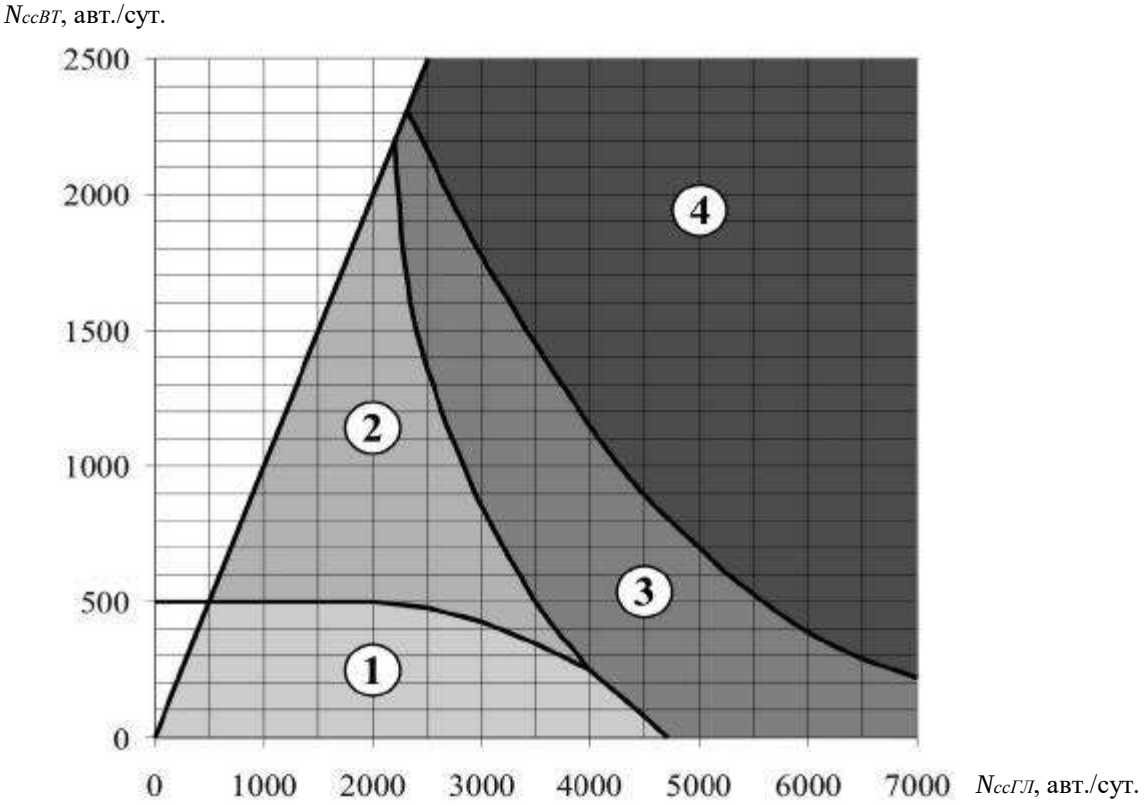


Рис. 9. Номограмма для определения рационального оборудования нерегулируемого перекрестка:

1 – простое пересечение; *2* – применение направляющих островков на второстепенной дороге; *3* – организация направляющих островков на обеих дорогах с разметкой проезжей части; *4* – реконструкция пересечения до многоуровнего или введение светофорного регулирования

Определив допустимые характеристики нерегулируемого необорудованного перекрестка необходимо рассмотреть возможность его канализирования.

Для этого, с учетом исходных данных, на рисунке 9 показаны необходимые мероприятия для обеспечения безопасности движения на перекрестке и повышения его пропускной способности.

Суточную интенсивность движения транспорта приближенно можно определить с учетом суточной неравномерности транспорта по формуле, авт./сут.:

$$N_{cci} = \frac{N_i}{0{,}076}, \qquad (19)$$

где N_{cci} – суточная интенсивность главного или второстепенного направлений, авт./сут.;

N_i – та же, но часовая интенсивность (дана в задании), авт./ч;

0,076 – переводной коэффициент часовой интенсивности движения к суточной.

На основании значений интенсивности движения транспорта на главном и второстепенном направлениях определяется вариант организации перекрестка. С учетом того, какое из мероприятий следует применить, вычерчивается схема перекрестка с соответствующими элементами планировки для организации движения транспорта. После этого расчет повторяется для случая частичного или полного канализирования. При выполнении расчета следует обратить внимание на граничный интервал $t_{гр}$ (рис. 6) для случая канализированного пересечения, а в результате канализирования изменятся значения коэффициентов приведения (табл. 11).

По результатам выполненных расчетов следует сравнить пропускную способность, максимальную интенсивность и коэффициент загрузки перекрестка для случаев необорудованного и оборудования пересечения, и сделать соответствующие выводы о наилучшем варианте организации перекрестка.

Пример расчета

На основании исходных данных (табл. 7) необходимо определить пропускную способность нерегулируемого перекрестка. Но поскольку не все значения величин, входящих в (16), известны, их следует определить.

Интервалы выхода автомобилей второстепенного направления из очереди определяются с использованием таблицы 8. Поскольку доля легковых автомобилей в потоке ™$_{л/а}$ = 100 %, интервал выхода принимается равным ™t = 4,2 с.

Граничный интервал определяется на основании рисунка 6. Для простого пересечения, он составляет $t_{гр}$ = 11,8 с.

Таблица 11

Значения коэффициентов приведения *k* для канализированного перекрестка

Тип пересечения	Схема планировки	Левый поворот с дороги		Прямое пересечение	Правый поворот
		главной	второстепенной		
1 Разделительный и направляющие островки на второстепенной дороге, правоповоротные съезды с переходными кривыми		1,0	0,85	0,9	0,27
2 То же, переходно-скоростные полосы на главной дороге (неполное канализирование)		1,0	0,85	0,9	0,1
3 То же, разделение встречных потоков на главной дороге		0,9	0,65	0,7	0,1
4 То же, левоповоротные островки на главной дороге с переходно-скоростными полосами (канализированное пересечение)		0,6	0,65	0,7	0,1
5 То же, переходно-скоростные полосы для левого поворота на главной дороге		0,6	0,6	0,2	0

Коэффициент *A* определяется по таблице 9. Так как доля медленных автомобилей (грузовых, автобусов) в потоке, согласно исходным данным составляет 10 %, принимаем *A* = 0,58. Коэффициент *B* определяется с учетом полученного коэффициента *A* (рис. 8): *B* = 0,27. На основании (17) можно вычислить значение коэффициента *C*.

Так как

$$A + B + C = 1$$

то

$$C = 1 - (A + B) = 1 - (0{,}58 + 0{,}27) = 0{,}15 .$$

Коэффициенты, характеризующие плотность потока автомобилей частично даны: ®2 = 3,5; ®3 = 5,7. Коэффициент ®1 определяется по рисунку 7 и составляет ®1 = 0,65.

С учетом полученных результатов, используя (16), определяется пропускная способность пересечения:

$$P_{П} = 370 \oplus \left(0{,}58 \oplus \frac{e^{\frac{-0{,}65 \oplus 370 \oplus 11{,}8}{3600}}}{1 - e^{\frac{-0{,}65 \oplus 370 \oplus 4{,}2}{3600}}} + 0{,}27 \oplus \frac{e^{\frac{-3{,}5 \oplus 370 \oplus 11{,}8}{3600}}}{1 - e^{\frac{-3{,}5 \oplus 370 \oplus 4{,}2}{3600}}} + 0{,}15 \oplus \frac{e^{\frac{-5{,}7 \oplus 370 \oplus 11{,}8}{3600}}}{1 - e^{\frac{-5{,}7 \oplus 370 \oplus 4{,}2}{3600}}} \right) =$$

$$= 370 \oplus \left(0{,}58 \oplus \frac{0{,}455}{0{,}245} + 0{,}27 \oplus \frac{0{,}014}{0{,}779} + 0{,}15 \oplus \frac{0{,}001}{0{,}915} \right) = 370 \oplus 1{,}08 \text{ Н } 401 \text{ ед./ч.}$$

Предельное значение приведенной интенсивности движения транспорта, характеризующее суммарную интенсивность на второстепенной дороге, определяется по (18). Согласно исходным данным R = 8 м (т.е. R δ 10 м), по таблице 10 находим $k_{л.ГЛ} = k_{л.ВТ}$ = 1,1; $k_{пп}$ = 1,0; $k_{пр}$ = 0,62. Тогда

$$N_{МАКС} = \frac{401 - 1{,}1 \oplus 100}{1{,}1 \oplus 0{,}3 + 1{,}0 \oplus 0{,}6 + 0{,}62 \oplus 0{,}1} : \frac{291}{0{,}992} \text{ Н } 293 \text{ ед./ч.}$$

Для того, чтобы определить рациональный способ оборудования нерегулируемого перекрестка, определим среднесуточную интенсивность движения транспорта на нем по (19):

$$N_{ссГЛ} = \frac{N_{ГЛ}}{0{,}076} : \frac{370}{0{,}076} \text{ Н } 4868 \text{ авт./сут.},$$

$$N_{ссВТ} = \frac{N_{ВТ}}{0{,}076} : \frac{27}{0{,}076} \text{ Н } 355 \text{ авт./сут.}$$

По номограмме (рис. 9) определяется рациональный вариант оборудования рассматриваемого нерегулируемого перекрестка. Точка пересечения значений суточных интенсивностей главного и второстепенного направлений соответствует 3-й области, т.е. на участке необходима организация направляющих островков на обеих дорогах с разметкой проезжей части. На основании этого по таблице 11 выбирается схема участка. В данном случае в качестве рациональной схемы выберем канализированное пересечение (предпоследний вариант) (рис. 10).

Последний вариант полного канализирования применять нецелесообразно, поскольку интенсивность транспортных потоков пересекающихся направлений относительно допустимых границ невысокая (рис. 9). Вместе с тем, на

участке следует обеспечить высокую пропускную способность и безопасность движения на проезжей части главного направления, поэтому третья схема также нецелесообразна.

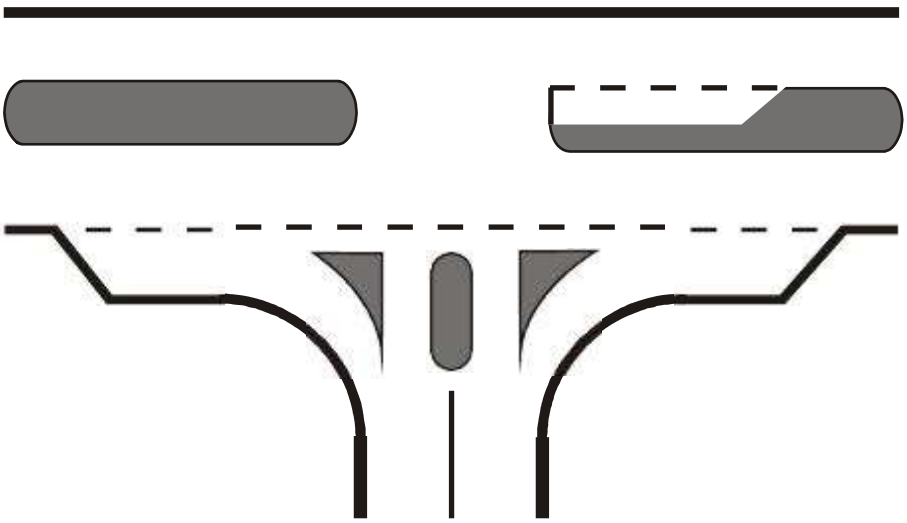


Рис. 10. Планировочная схема исследуемого перекрестка

Определим пропускную способность участка для выбранного варианта канализированного пересечения. Граничный интервал времени для выхода со второстепенной дороги на главную (рис. 6), составит $t_{гр}$ = 10,8 с. По таблице 11 определяем коэффициенты: $k_{л.ГЛ}$ = 0,6; $k_{л.ГЛ}$ = 0,65; $k_{пп}$ = 0,7; $k_{пр}$ = 0,1.

На основании имеющихся данных, пропускная способность пересечения будет равна

$$P_{П} = 370 \oplus \left(0{,}58 \oplus \frac{e^{\frac{-(0{,}65 \oplus 370 \oplus 10{,}8)}{3600}}}{1 - e^{\frac{-(0{,}65 \oplus 370 \oplus 4{,}2)}{3600}}} + 0{,}27 \oplus \frac{e^{\frac{-(3{,}5 \oplus 370 \oplus 10{,}8)}{3600}}}{1 - e^{\frac{-(3{,}5 \oplus 370 \oplus 4{,}2)}{3600}}} + 0{,}15 \oplus \frac{e^{\frac{-(5{,}7 \oplus 370 \oplus 10{,}8)}{3600}}}{1 - e^{\frac{-(5{,}7 \oplus 370 \oplus 4{,}2)}{3600}}} \right) =$$

$$= 370 \oplus \left(0{,}58 \oplus \frac{0{,}486}{0{,}245} + 0{,}27 \oplus \frac{0{,}021}{0{,}779} + 0{,}15 \oplus \frac{0{,}002}{0{,}914} \right) = 370 \oplus 1{,}16 \text{ Н } 429 \text{ ед./ч.}$$

Предельное значение приведенной интенсивности движения транспорта составит

$$N_{МАКС} = \frac{429 - 0{,}6 \oplus 100}{0{,}65 \oplus 0{,}3 + 0{,}7 \oplus 0{,}6 + 0{,}1 \oplus 0{,}1} : \frac{369}{0{,}625} \text{ Н } 590 \text{ ед./ч.}$$

На основании результатов расчета для простого и канализированного вариантов планировки нерегулируемого перекрестка можно заключить, что пропускная способность перекрестка после введения канализирования возрастет

незначительно: с 401 ед./ч до 429 ед./ч. Вместе с тем, предельное значение интенсивности движения транспорта на второстепенной дороге возрастает почти вдвое: с 293 ед./ч до 590 ед./ч.

В результате приходим к выводу, что применение канализирования на рассматриваемом перекрестке является целесообразным мероприятием, обеспечивающим незначительное повышение пропускной способности перекрестка и резкое увеличение интенсивности движения транспорта на второстепенном направлении при исходной интенсивности движения главного направления.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под пропускной способностью нерегулируемого пересечения, в чем разница между ее возможным и практическим значениями?
2. В чем заключаются особенности расчета кольцевых пересечений?
3. Что такое граничный интервал, чем определяется его величина?
4. Что такое канализирование движения, каковы его основные принципы?
5. В каких случаях считается рациональным применение канализирования?

Практическая работа № 4
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ РЕГУЛИРУМОГО ПЕРЕКРЕСТКА

Введение. При исследовании пропускной способности различных участков улично-дорожной сети городов наиболее часто приходится сталкиваться с так называемыми «узкими» местами, от которых зависит пропускная способность всей улицы или вообще заданного направления движения. Перекрестки, в том числе регулируемые, оказывают значительное влияние на появление таких «узких» мест. Наличие у инженера по управлению на транспорте базовых знаний по определению пропускной способности регулируемых перекрестков позволяет адекватно оценить условия, в которых осуществляется процесс движения транспорта. Вместе с тем они формируют следующие навыки специалиста:

- оперативно оценивать технологические и планировочные характеристики, влияющие на качество организации движения на участке;
- при выполнении проектов заранее предугадывать и предусматривать рациональные формы организации движения, в т.ч. за счет планировки участка;
- правильно оценивать уровни загрузки различных участков и осуществлять комплексный подход к выявлению и устранению «узких» участков на улично-дорожной сети городов.

Цель работы: освоить методику определения пропускной способности регулируемого перекрестка.

Задачи работы

1 Изучить методику определения пропускной способности регулируемого перекрестка.

2 Познакомиться с методикой определения очередей на подходе к регулируемому перекрестку и их влияние на организацию движения.

3 Сделать выводы о пропускной способности заданного регулируемого перекрестка с оценкой уровня организации движения.

Исходные данные

Выполняя работы по совершенствованию светофорного регулирования в городе, возникла необходимость определить пропускную способность некоторых из действующих регулируемых перекрестков. Для этого были проведены обследования по режимам работы светофорной сигнализации и по составу

транспортного потока (табл. 12, 13). Ниже представлены схемы пофазного разъезда исследуемых перекрестов (рис. 11).

Таблица 12

Исходные данные для расчета

№ варианта	$T_Ц$, с	$t_{З1}$, с	$t_{З2}$, с	$t_{З3}$, с	™$_{гр}$, %	№ перекрестка
1	98	32	45	12	20	2
2	115	40	20	45	50	3
3	89	18	32	29	0	2
4	12	46	18	27	20	1
5	91	3	2	30	0	3
6	97	28	33	25	0	1
7	100	34	26	28	0	3
8	108	24	42	30	50	2
9	125	39	48	26	20	1
0	73	21	23	20	0	1
Пример	80	42	23	15	50	3

Таблица 13

Таблица значений интервалов между автомобилями

Доля грузовых автомобилей в потоке ™$_{гр}$, %	0	20	50
Интервал задержки ™t_0, с	3,1	3,5	3,9
Средний интервал ™ t , с	2,2	3,0	3,5

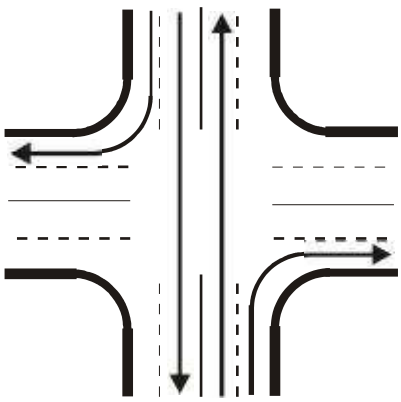
На основании исходных данных необходимо определить:

- количество автомобилей, проходящих по каждой полосе за один цикл светофорного регулирования;
- пропускную способность полосы движения в случае светофорного регулирования;
- максимальную длину очереди ожидающих разрешающего сигнала автомобилей.

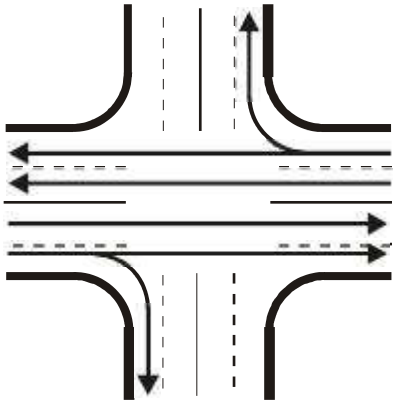
Порядок выполнения работы

Расчет пропускной способности регулируемого перекрестка основывается на определении числа транспортных средств, находящихся в очереди на подходе к перекрестку и времени ожидания разрешающего сигнала светофора.

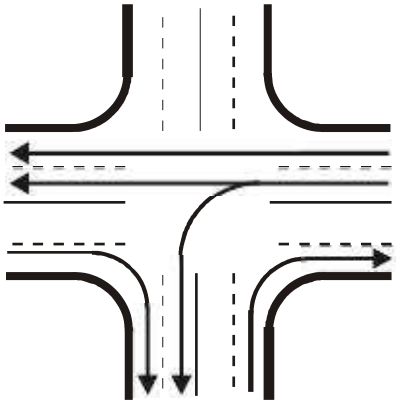
Перекресток № 1



Фаза 1

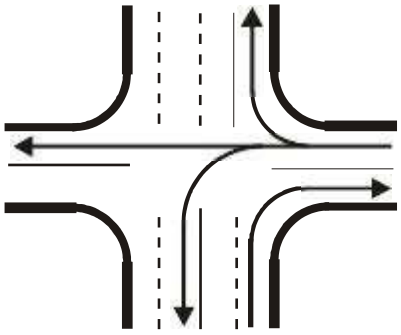


Фаза 2

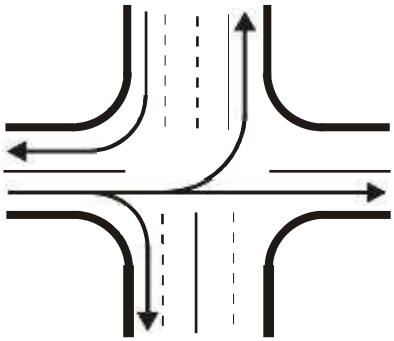


Фаза 3

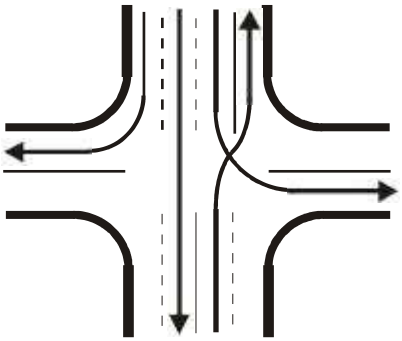
Перекресток № 2



Фаза 1

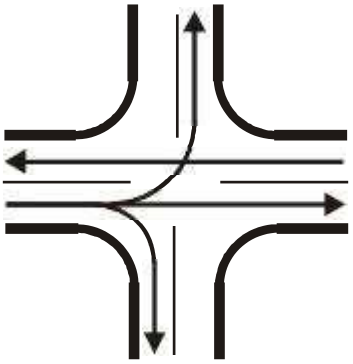


Фаза 2

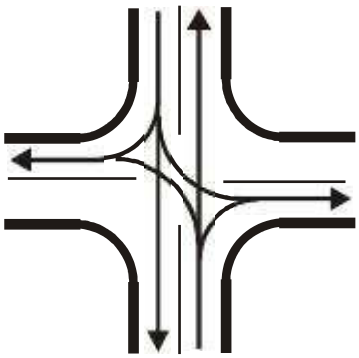


Фаза 3

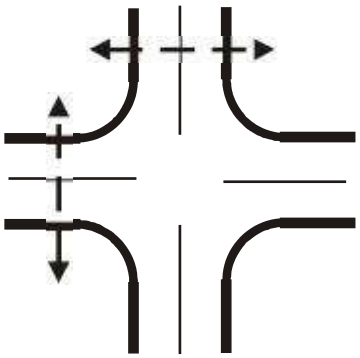
Перекресток № 3



Фаза 1



Фаза 2



Фаза 3

Рис. 11. Схемы пофазного разъезда на перекрестках №1, №2, №3

Число транспортных средств, проходящих по одной полосе за один цикл, определяется формулой, ед./цикл:

$$m_i = \frac{t_{3i} - {}^{\text{тм}}t_0 + {}^{\text{тм}}\overline{t}}{{}^{\text{тм}}t}, \quad (20)$$

где t_{3i} – длительность зеленого сигнала в i-й фазе;

${}^{\text{тм}}t_0$ – интервал во времени между включением зеленого сигнала и уходом с пересечения первого автомобиля, с;

$\overline{{}^{\text{тм}}t}$ – средний интервал между автомобилями, уходящими из очереди в створе «стоп»-линии, с.

Средняя пропускная способность одной полосы движения при светофорном регулировании для каждой i-й фазы определяется по формуле, ед./ч

$$P_{1i} = m_i \oplus \frac{3600}{T_Ц}, \quad (21)$$

где $T_Ц$ – продолжительность цикла светофорного регулирования, с;

3600 – переводной коэффициент.

Пропускная способность перекрестка в каждой i-й фазе может быть определена как, ед./ч:

$$P_{Фi} = P_{\text{і}} \oplus n_i, \quad (22)$$

где n_i – число полос перед входом на перекресток, разрешенных для движения в i-й фазе.

Общая пропускная способность перекрестка составит, ед./ч:

$$P = \sum_i P_{Фi}. \quad (23)$$

Максимально допустимая очередь автомобилей по каждому направлению на регулируемом перекрестке может быть определена по формуле, ед.:

$$\lfloor_i = \frac{P_{1i}}{3600} \oplus \left(T_Ц \square t_{3i}\right). \qquad (24)$$

Определив, таким образом, максимально возможную длину очереди автомобилей для каждой из рассматриваемых фаз, следует сравнить полученные результаты с величиной поступающих автомобилей m. Для этого необходимо выполнение условия

$$\lfloor_i \delta 2 \oplus m_i . \qquad (25)$$

Условие (25) следует из того, что при организации светофорного регулирования автомобиль, подошедший к перекрестку, должен проехать на зеленый сигнал светофора не позднее, чем во втором цикле. Если этого не происходит, ситуация свидетельствует о наличии заторового состояния транспортного потока и необходима коррекция работы светофорного объекта.

В качестве вывода, на основании полученных результатов, следует указать необходимость модернизации перекрестка. Если такая необходимость существует, то в качестве рекомендаций можно констатировать предложение корректировки фазы светофорного регулирования или увеличить количество полос движения на проезжей части.

Пример расчета

Исходные данные для расчета представлены в таблице 12.

Для определения пропускной способности регулируемого перекрестка необходимо иметь данные о количестве транспортных средств, проходящих по одной полосе за цикл светофорного регулирования, которое можно приближенно рассчитать по (20). Исходя из того, что на заданном перекрестке доля грузового транспорта в потоке составляет $™_{гр}$ = 50 %, по таблице 13 интервал задержки принимается равным $™t_0$ = 3,9 с, а средний интервал составит $™\ \overline{t} = \overline{3,5}$ с. Тогда число транспортных средств, проходящих по одной полосе за один цикл будет равно:

$$m_1 = \frac{t_{З1} \square ™t_0 + ™\overline{t}}{™t} : \frac{42 \square 3,9 + 3,5}{3,5} = 11,89 \text{ Н } 12 \text{ ед./цикл},$$

$$m_2 = \frac{t_{з2} \square {}^{\text{тм}}t_0 + {}^{\text{тм}}\overline{t}}{{}^{\text{тм}}t} : \frac{23 \square 3{,}9 + 3{,}5}{3{,}5} = 6{,}46 \text{ Н } 7 \text{ ед./цикл.}$$

Для третьей фазы расчет не производится, т.к. это «пешеходная» фаза, в которой движение транспорта запрещено.

Пропускная способность одной полосы движения при светофорном регулировании определяется также для двух фаз по (21):

$$P_{11} = m_1 \oplus \frac{3600}{T_Ц} = 12 \oplus \frac{3600}{80} = 540 \text{ ед./ч,}$$

$$P_{12} = m_2 \oplus \frac{3600}{T_Ц} = 7 \oplus \frac{3600}{80} = 315 \text{ ед./ч.}$$

Пропускная способность перекрестка в каждой фазе может быть рассчитана по (22). Число полос движения перед входом на перекресток, согласно схемы (рис. 11), составляет 2 ед. (по одной в каждом направлении).

Тогда

$$P_{Ф1} = P_{11} \oplus n_1 = 540 \oplus 2 = 1080 \text{ ед./ч,}$$

$$P_{Ф2} = P_{12} \oplus n_2 = 315 \oplus 2 = 730 \text{ ед./ч.}$$

Общая пропускная способность перекрестка составит по (23)

$$P = P_{Ф1} + P_{Ф2} = 1080 + 730 = 1810 \text{ ед./ч.}$$

Максимально допустимая очередь автомобилей по каждому направлению на регулируемом перекрестке определяется по (24):

$$\lfloor_1 = \frac{P_{11}}{3600} \oplus \left(T_Ц \square t_{з1}\right) = \frac{540}{3600} \oplus \left(80 \square 42\right) = 5{,}7 \text{ Н } 6 \text{ ед.,}$$

$$\lfloor_2 = \frac{P_{12}}{3600} \oplus \left(T_Ц \square t_{з2}\right) = \frac{315}{3600} \oplus \left(80 \square 23\right) \text{ Н } 5 \text{ ед.}$$

Согласно полученным данным выполняется проверка условия (25):

$\lfloor_1 < 2 \oplus m_1$ (6 < 24) – условие $\lfloor_i$ δ $2 \oplus m_i$ выполняется полностью,

$\lfloor_2 < 2 \oplus m_2$ (5 < 14) – условие $\lfloor_i$ δ $2 \oplus m_i$ выполняется полностью.

Поскольку оба условия выполняются, заключаем, что на исследуемом перекрестке затора транспортного потока не наблюдается. Поэтому в проведении каких-либо дополнительных мероприятий на исследуемом участке нет необходимости.

Контрольные вопросы

1. В чем заключаются особенности определения пропускной способности регулируемых пересечений?

2. Какое условие используется для выявления затора на регулируемом перекрестке?

3. Как определяется число транспортных средств, проходящих в течение одной фазы через перекресток?

4. В чем физический смысл определения длины ожидающих в очереди автомобилей на регулируемом перекрестке?

5. Как влияет пешеходное движение на пропускную способность регулируемого пересечения?

Практическая работа № 5
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДА

Введение. Основные показатели улично-дорожной сети (УДС) города используются при формировании отчетно-статистических материалов, при обосновании планировочной структуры города и для оценки уровня организации его транспортного пространства. Инженер по управлению на транспорте должен уметь выполнять расчеты и знать, как их использовать в практической деятельности. Сущность показателей УДС города заключается в обосновании социально-экономической эффективности использования городской инфраструктуры с точки зрения транспортной доступности.

Цель работы: освоить методы определения основных показателей улично-дорожной сети города.

Задачи работы

1 Познакомиться со схемой города или его участка и соответствующими планировочными характеристиками.

2 Изучить основные показатели транспортной сети.

3 Освоить методику определения показателей использования средств индивидуального транспорта в городах.

4 Выполнить расчеты и составить сводную таблицу основных показателей.

Исходные данные

Для группы городов поставлена задача определить их основные показатели, уровень транспортной доступности населения и выявить особенности действующей улично-дорожной сети. На основании имеющейся информации (табл. 14) необходимо реализовать поставленную задачу.

При выполнении расчетов следует помнить, что средняя скорость движения пешеходов принимается равной $\nabla_{пеш}$ Н 4 км/ч. Расстояние пешеходной доступности ближайшего к месту жительства (или приложения труда) остановочного пункта, согласно СНиП 2.07.01 - 89 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», не должно превышать 500 м. В расчетах обычно принимают максимальное значение $l_{пеш}$ = 0,5 км.

Порядок выполнения работы

Основным показателем в системе транспортного обслуживания города является время, необходимое для передвижения по УДС города от пункта отправления (например, места жительства) к пункту назначения (место работы, учебы, отдыха и т.п.). Существуют нормативные требования по времени доступности для различных категорий городов, которые должны в обязательном порядке выполняться (табл. 15). Это связано с тем, что превышение нормативных значений приводит к повышению утомления людей в процессе движения, снижению их работоспособности, повышению себестоимости перевозок и снижению эффективности УДС в экономике города.

Таблица 14

Планировочные характеристики,
показатели транспортной доступности города

№ варианта	Группы городов	Планировочная характеристика города	Плотность населения ∧, тыс. чел.	Время ожидания транспорта на остановке $t_{ож}$, мин	Скорость сообщения транспорта ∇_c, км/ч	Расстояние между перекрестками $l_м$, км	Коэффициент выхода на распределительную сеть K_C	Насыщение города автомобилями, авт./1000 чел.		Число полос движения в одном направлении n
								легковыми $q_л$	грузовыми $q_г$	
1	Большой	Прямоугольная	200	5	20	0,7	0,6	200	7	2
2	Малый	Квадратная	50	7	18	0,6	0,63	50	8	2
3	Крупный	Радиальная	500	1	22	0,7	0,55	300	15	3
4	Крупнейший	Рад.-кольцевая	1200	2	16	0,9	0,64	500	35	4
5	Средний	Треугольная	50	8	22	0,8	0,53	100	10	3
6	Малый	Радиальная	30	5	24	0,5	0,5	150	5	2
7	Крупный	Прямоугольная	400	3	17	0,8	0,62	250	30	2
8	Большой	Гексагональная	150	9	20	0,7	0,59	400	20	3
9	Крупнейший	Прямоугольно-диагональная	1500	4	23	1,2	0,72	700	25	4
0	Средний	Квадратная	100	6	18	0,8	0,61	250	12	2
Пример	Малый	Прямоугольная	20	4	17	0,7	0,55	100	30	2

Для системы маршрутного транспортного обслуживания граждан время передвижения по территории города может быть описано формулой вида, мин:

$$T = 2t_{пеш} + t_{ож} + \frac{60 \oplus l_{еп}}{\nabla_c}, \qquad (26)$$

где $t_{пеш}$ – затраты времени на пешеходный подход к остановке, мин;

$t_{ож}$ – время ожидания транспорта на остановке, мин;

$l_{еп}$ – среднее расстояние ездки пассажира, км;

$\nabla_с$ – средняя скорость сообщения подвижного состава маршрутного транспорта, км/ч.

Таблица 15

Нормативные показатели транспортной доступности различных городов

Группы городов	Население, тыс. чел.	Время транспортной доступности $t_{еп}$, мин
Крупнейшие	свыше 1000	45
Крупные	250…1000	40
Большие	100…250	37
Средние	50…100	35
Малые	10…50	30

Затраты времени на пешеходный подход от пункта отправления до остановочного пункта определяются отношением, мин:

$$t_{пеш} = \frac{60 \oplus l_{пеш}}{\nabla_{пеш}}, \qquad (27)$$

где $l_{пеш}$ – максимально допустимая удаленность пешеходных подходов, км;

$\nabla_{пеш}$ – средняя скорость движения пешехода, км/ч;

60 – переводной коэффициент (из часов в минуты).

Зная максимально допустимую величину времени для передвижения по городу T и определяющие ее величины, используя (26), можно выразить рациональное расстояние ездки пассажира по УДС, км:

$$l_{еп} = \frac{\left(T \square 2t_{пеш} \square t_{ож}\right) \oplus \nabla_с}{60}. \qquad (28)$$

В технической литературе расстояние ездки пассажира иногда определяется формулой, км:

$$l_{еп} = 0{,}8 \oplus K_н \oplus L_{маршр.}, \qquad (29)$$

где 0,8 – коэффициент, учитывающий максимальное расстояние ездки пассажира относительно наибольшей протяженности селитебной территории;

K_H – коэффициент непрямолинейности магистральной сети (табл. 16);

$L_{маршр.}$ – наибольшая протяженность автобусной маршрутной сети города, км.

Поскольку величина наибольшей допустимой протяженности маршрутной сети города $L_{маршр.}$ неизвестна, ее можно определить из (28) и (29) простейшим преобразованием, км:

$$L_{маршр.} = \frac{l_{en}}{0{,}8 \oplus K_H} \cdot \frac{(T \square 2t_{пеш} \square t_{ож}) \oplus \nabla_c}{48 \oplus K_H}. \qquad (30)$$

Таблица 16

Значения коэффициентов непрямолинейности маршрутной сети городов

Планировочные схемы УДС городов	Коэффициент непрямолинейности K_H
Прямоугольная с квадратной сеткой (квадратная)	1,4…1,5
Прямоугольная с прямоугольной сеткой	1,27
Прямоугольно-диагональная	1,15…1,3
Радиальная	1,49…1,63
Радиально-кольцевая	1,05…1,1
Треугольная	1,1…1,26
Гексагональная	1,24

В качестве планировочного эталона города с местным движением можно принять территорию, площадью, км2:

$$F_Г = L^2_{маршр.}. \qquad (31)$$

Плотность УДС в этом случае может быть определена по формуле, км/км2:

$$™ = \frac{2}{l_M}, \qquad (32)$$

где l_M – среднее расстояние между перекрестками (табл. 14), км.

Общая протяженность городских автобусных магистралей составит, км:

$$L_M = ™ \oplus F_Г. \qquad (33)$$

Имея в наличии информацию о численности городского населения, определяется его средняя плотность на 1 км2, тыс.чел./км2:

$$\gamma = \frac{\wedge}{F_Г}, \tag{34}$$

где $\wedge$ – плотность населения, тыс. чел.

Исходя из имеющихся данных о насыщении города легковыми $q_л$ и грузовыми $q_г$ автомобилями, следует определить необходимую плотность магистралей. Для этого определяется среднесуточный пробег легковых автомобилей, км:

- для прямоугольной, треугольной, гексагональной и радиальной схем

$$l_л = \frac{1}{\beta} \oplus 2 = D; \tag{35}$$

- для радиально-кольцевой схемы

$$l_л = \frac{\pi D}{2} \oplus 2 = \pi D; \tag{36}$$

Пробег грузовых автомобилей:

$$l_Г = \frac{T_Л}{t_{ПВ} + t_Р} \oplus l_Р, \tag{37}$$

где D – длина оси городской территории, км;

$T_л$ – время работы транспорта на линии ($T_л$ = 9 ч), ч;

$t_{ПВ}$ – погрузки и выгрузки автомобиля ($t_{ПВ}$ = 0,5 ч), ч;

$t_р$ – время выполнения рейса, км;

$l_р$ – длина рейса ($l_р = D$), км.

С учетом принятых допущений и средней скорости сообщения грузового транспорта в городских условиях $\nabla_{гр}$ = 30 км/ч, формулу (37) можно преобразовать к виду, км:

$$l_Г = \frac{l_Г}{t_{ПВ} + \frac{l_Р}{\nabla_С}} \oplus l_Р = \frac{9}{0{,}5 + \frac{D}{30}} \oplus D = \frac{270 \oplus D}{15 + D} \quad . \qquad (38)$$

Длина оси городской территории принимается равной наибольшей допустимой протяженности маршрутной сети города $D = L_{маршр}$.

Среднесуточная транспортная работа всех автомобилей на УДС города может быть определена по формуле, авт.-км/сут.:

$$W_{©} = l_л \oplus q_л \oplus \wedge \oplus K_С \oplus K_{прл} + l_г \oplus q_Г \oplus \wedge \oplus K_С \oplus K_{пргр} \ ,$$

или

$$W_{©} = \wedge \oplus K_С \oplus \left(l_л \oplus q_л \oplus K_{тр}^{л} + l_г \oplus q_Г \oplus K_{тр} \right), \qquad (39)$$

где $q_л$, $q_Г$ – соответственно насыщение УДС легковыми и грузовыми автомобилями на 1000 чел. жителей города, авт./1000 чел.;

$l_л$, $l_Г$ – соответственно суточный пробег легкового и грузового автомобиля, км; $\wedge$ – численность населения города, тыс. чел.;

$K_С$ – коэффициент выхода автомобилей на УДС города;

$K_{лпр}$, $K_{грпр}$ – коэффициент приведения легковых и грузовых автомобилей к потоку легковых автомобилей ($K_{лпр}$ = 1,0; $K_{грпр}$ = 2,0).

Достаточную протяженность улиц для движения транспорта индивидуального пользования определяют из выражения, км:

$$L = \frac{W_{©}}{P} \ , \qquad (40)$$

где P – пропускная способность магистральных улиц УДС, авт./сут.

Пропускная способность магистральных улиц регулируемого движения определяется по следующей формуле, авт./сут:

$$P = \frac{2 \oplus K_{мн} \oplus P_1}{K_{СН}} \qquad (41)$$

где $K_{мн}$ – коэффициент многополосности проезжей части;

P_1 – пропускная способность одной полосы регулируемого движения, авт./ч (P_1 = 450 авт./ч);

$K_{СН}$ – коэффициент среднесуточной неравномерности движения транспорта ($K_{СН}$ = 0,076);

2 – коэффициент, учитывающий двухстороннее движение.

Коэффициент многополосности определяется исходя из заданного количества n полос движения на магистральных улицах города (табл. 17).

Таблица 17

Значения коэффициента многополосности

Количество полос n	2	3	4	5	6
Коэффициент многополосности $K_{мн}$	1,8	2,4	2,9	3,4	3,9

При определении пропускной способности магистральных улиц следует учитывать то обстоятельство, что первая полоса движения (крайняя правая) выделяется для движения маршрутного транспорта и кратковременной парковки автомобилей. Учитывая указанное обстоятельство, (41) преобразуется к виду, авт./сут.:

$$P = \frac{2 \oplus (K_{мн} \square 1) \oplus P_1}{K_{СН}} . \qquad (42)$$

На основании полученных результатов, определяется плотность УДС для легкового и грузового транспорта из (33). Значения плотности маршрутной сети и необходимой улично-дорожной сети сравниваются, и выполняется заключение об уровне развития УДС города.

Удельный вес использования автобусной маршрутной сети автомобильным транспортом можно определить по формуле, %:

$$) = \frac{L}{L_м} \oplus 100 , \qquad (43)$$

где L – протяженность улиц для движения транспорта индивидуального пользования, км;

$L_м$ – протяженность городских автобусных магистралей, км.

Для полноты информации отметим, что в транспортно-планировочных зонах плотность распределительной сети автобусного сообщения рекомендуется планировочными нормами в пределах 1,5…3 км/км2.

Результаты расчетов, выполненных в работе следует отразить в таблице 18.

Таблица 18

Результаты расчетов основных показателей УДС города

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Расчетные показатели
1	Площадь территории города	км^2	
2	Затраты времени на передвижение автобусом (max)	мин	
3	Средняя скорость движения автобуса	км	
4	Плотность автобусной сети	км/км^2	
5	Общая протяженность улиц автобусной сети	км	
6	Расстояние между улицами в сети	км	
7	Население	тыс. чел.	
8	Насыщение автомобилями на 1000 человек: легковые грузовые	 авт./1000 авт./1000	
9	Расчетная суточная производительность автомобилей	авт.-км/сут.	
10	Расчетная протяженность сети для пробега автомобилей	км	
11	Плотность автомобильной сети	км/км^2	
12	Удельный вес использования автобусной сети автомобилями	%	

Города, в которых численность автомобильного парка невелика и практически все пассажирские перевозки обеспечиваются автобусами, можно назвать «автобусными». С ростом парка легковых автомобилей и насыщением ими города, доля автобусов в перевозках сокращается. Если число легковых автомобилей на тысячу населения значительно превышает долю пассажирского использования транспорта, такой город по характеру обслуживания в нем грузовых и пассажирских перевозок называют «автомобильным» городом.

Пример расчета

На основании данных (табл. 14) выполним расчет для условного города с численностью населения 20 тыс. жителей и низкой насыщенностью автомобильным транспортом.

Максимально допустимые затраты времени на поездку пассажира по малому городу определяются по таблице 15 и составляют $T = 30$ мин. Согласно заданию, средняя скорость движения пешеходов принимается равной $\nabla_{пеш}$ Н 4 км/ч, а максимальное расстояние пешеходной доступности $l_{пеш} = 0{,}5$ км. Тогда по (27) определяются максимально допустимые затраты времени на пешеходный подход от пункта отправления до остановочного пункта:

$$t_{пеш} = \frac{60 \oplus l_{пеш}}{\nabla_{пеш}} : \frac{60 \oplus 0{,}5}{4} = 7{,}5 \text{ мин.}$$

Зная максимально допустимую величину времени для передвижения по городу T и определяющие ее величины, по формуле (28) определим рациональное расстояние ездки пассажира по УДС:

$$l_{еп} = \frac{(T \square 2t_{пеш} \square t_{ож}) \oplus \nabla_c}{60} = \frac{(30 \square 2 \oplus 7{,}5 \square 4) \oplus 17}{60} \text{ Н } 3{,}12 \text{ км.}$$

Для того, чтобы рассчитать наибольшую допустимую протяженность маршрутной сети города $L_{маршр.}$, по таблице 16 для прямоугольной схемы УДС города определяется значение коэффициента непрямолинейности, которое составляет $K_H = 1{,}27$. Тогда, с учетом средней длины ездки пассажира 3,12 км, протяженность маршрутной сети составит

$$L_{маршр.} = \frac{l_{еп}}{0{,}8 \oplus K_H} : \frac{3{,}12}{0{,}8 \oplus 1{,}27} \text{ Н } 3{,}07 \text{ км.}$$

В качестве планировочного эталона города с местным движением можно принять территорию, площадью из (31)

$$F_Г = L^2_{маршр.} = 3{,}07^2 \text{ Н } 9{,}41 \text{ км}^2.$$

В таком городе, при расстояниях между магистралями $l_м = 0{,}7$ км, плотность магистральной сети составит из (32):

$$™ = \frac{2}{l_м} : \frac{2}{0{,}7} \text{ Н } 2{,}86 \text{ км/км}^2.$$

Общая протяженность городских автобусных магистралей, согласно (33), будет равна

$$L_м = ™ \oplus F_Г = 2{,}86 \oplus 9{,}41 \text{ Н } 26{,}91 \text{ км.}$$

Средняя плотность заселения рассматриваемого города на 1 км2 распределяется следующим образом из (34):

$$\rceil = \frac{\wedge}{F_Г} = \frac{20}{9{,}41} \text{ Н } 2{,}13 \text{ тыс.чел./км}^2.$$

В задании принято насыщение города легковыми автомобилями $q_{Л}$ = 100 авт./1000 чел. и грузовыми автомобилями $q_{ГР}$ = 30 авт./1000 чел. Расчетный суточный пробег для легкового автомобиля при прямоугольной планировке УДС города определяется по (35):

$$l_{л} = D = L_{маршр.} = 3{,}07 \text{ км.}$$

Среднесуточный пробег грузового автомобиля определяется количеством и длиной его рейсов за время работы на линии по (38). Время работы на линии принимается равным $T_{л}$ = 9 ч, время погрузки и выгрузки $t_{ПВ}$ = 0,5 ч, длина рейса $l_{р} = D$ = 3,07 км, скорость движения ∇ = 30 км/ч. Тогда пробег грузового автомобиля за сутки работы составит

$$l_{Г} = \frac{270 \oplus D}{15 + D} : \frac{270 \oplus 3{,}07}{15 + 3{,}07} \text{ Н } 45{,}84 \text{ км.}$$

Согласно (39) производится расчет суточной транспортной работы грузовых и легковых автомобилей на УДС города

$$W_{©} = \wedge \oplus K_{С} \oplus \left(l_{л} \oplus q_{л} \oplus K_{тр}^{л} + l_{г} \oplus q_{Г} \oplus K_{тр}\right) =$$

$$= 20 \oplus 0{,}55 \oplus \left(3{,}07 \oplus 100 \oplus 1{,}0 + 45{,}84 \oplus 30 \oplus 2{,}0\right) \text{ Н } 33630 \text{ авт.-км/сут.}$$

Для определения необходимой протяженности магистральных улиц города для движения транспорта индивидуального пользования, найдем пропускную способность проезжей части магистралей по (42). Коэффициент многополосности для 2-полосной проезжей части одного направления составляет $K_{мн}$ = 1,8 (табл. 17); средняя пропускная способность полосы регулируемого движения P_1 = 450 авт./ч; коэффициент среднесуточной неравномерности $K_{СН}$ = 0,076. Тогда, при использовании на этих магистралях по две полосы для автобусного движения и остановок автомобилей, расчетная пропускная способность магистралей будет равна

$$P = \frac{2 \oplus (K_{мн} \square 1) \oplus P_1}{K_{СН}} : \frac{2 \oplus (1{,}8 \square 1) \oplus 450}{0{,}076} \text{ Н } 9474 \text{ авт./сут.}$$

Достаточная протяженность улиц для движения транспорта индивидуального пользования определяется из (40):

$$L = \frac{W_{©}}{P} = \frac{33630}{9474} \text{ Н } 3{,}55 \text{ км.}$$

Плотность УДС для легкового и грузового транспорта, согласно (33), будет равна

$$™ = \frac{L}{F_{Г}} = \frac{3{,}55}{9{,}41} \text{ Н } 0{,}38 \text{ км/км}^2.$$

Удельный вес использования автобусной маршрутной сети автомобильным транспортом можно определить по (43):

$$) = \frac{L}{L_M} = \frac{3{,}55 \oplus 100}{26{,}91} \quad \text{Н } 13\ \%.$$

Полученные результаты сведем в таблицу 19.

Таблица 19

Результаты расчетов основных показателей УДС города

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Расчетные показатели
1	Площадь территории города	км^2	9,41
2	Затраты времени на передвижение автобусом (max)	мин	30
3	Средняя скорость движения автобуса	км	17
4	Плотность автобусной сети	км/км^2	2,86
5	Общая протяженность улиц автобусной сети	км	26,89
6	Расстояние между улицами в сети	км	0,7
7	Население	тыс. чел.	20
8	Насыщение автомобилями на 1000 человек: легковые грузовые	 авт./1000 авт./1000	 100 30
9	Расчетная суточная производительность автомобилей	авт.-км/сут.	33 630
10	Расчетная протяженность сети для пробега автомобилей	км	3,55
11	Плотность автомобильной сети	км/км^2	0,38
12	Удельный вес использования автобусной сети автомобилями	%	13

Для города с территорией $F_Г$ = 9,41 км и численностью населения 20 тыс. чел. достаточна протяженность магистральной сети L = 3,55 км с плотностью сети ™ = 0,38 км/км2. Для реализации пробега легковых и грузовых автомобилей плотность распределительной сети ниже, чем для маршрутной сети (™ = 2,86 км/км2). Отсюда следует вывод, что плотность сети пассажирского и автомобильного движения должна назначаться для совмещенного автобусного и автомобильного движения. В целях сокращения затрат времени пассажиров при поездках на автобусах нужна дополнительная сеть только для местного автобусного сообщения, используемая для подъезда легковых и грузовых автомобилей к объектам назначения их поездки.

В транспортно-планировочных зонах плотность распределительной сети автобусного сообщения рекомендуется планировочными нормами в пределах

1,5…3 км/км2. Анализ пробега легковых и грузовых автомобилей приводит к выводу, что нет потребности в такой плотности сети. При этом плотность маршрутной сети полностью соответствует указанным требованиям.

Из 26,89 км маршрутной сети, определенной потребностями автобусного сообщения, для пробега автомобилей требуется всего 3,55 км магистральных улиц, что соответствует использованию сети автомобилями на 13 %. Согласно полученным результатам, численность автомобильного парка в рассматриваемом городе невелика и практически все пассажирские перевозки обеспечиваются автобусами, поэтому данный город можно назвать «автобусным».

Замечание. Если после выполнения расчетов протяженность УДС получается значительно больше, чем протяженность маршрутной сети общественного транспорта, следует сделать следующий вывод.

На основании полученных результатов протяженность УДС превосходит требуемые значения по протяженности автобусной сети, следовательно в городе основная доля поездок осуществляется на личном автотранспорте. Маршрутная сеть в этом случае должна быть рационально распределена по территории города, а ее общая плотность должна находиться в заданных пределах. В это же время доля использования маршрутной сети значительно превышает 100 %, что свидетельствует о необходимости выделения магистралей с преобладанием потока легкового или грузового транспорта.

Контрольные вопросы

1. Какие основные показатели используют при описании улично-дорожной сети города?

2. Чем обусловлено ограничение времени передвижения по УДС города, как оно определятся?

3. Что понимается под плотностью транспортной сети, от каких параметров она зависит и каковы ее рациональные границы?

4. Как определяется пешеходная доступность в пределах УДС?

5. Имеется ли взаимосвязь между различными зонами города и плотностью УДС в них, если имеется, в чем она выражена?

Практическая работа № 6
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛАНИРОВОЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРОТУАРОВ И ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ

Введение. Пешеходное движение представляет собой наиболее распространенный вид передвижения людей по территории города. Не смотря на внешнюю простоту организации движения пешеходов, следует отметить, что задача эта многоплановая и зачастую более сложная, по сравнению с организацией движения транспорта. Любой специалист, действующий в области организации и безопасности дорожного движения должен безукоризненно знать и всегда помнить, что пешеход выбирает наименее затратные (с точки зрения маршрута и времени) пути передвижения. Выполняя мероприятия по разработке и организации путей движения пешеходов можно затратить много сил, времени и средств, но если в проекте не учтены особенности поведения пешеходов, на практике такой проект не только будет неэффективным, но и повысит уровень опасности для всех участников движения. Именно поэтому важно знать особенности и мероприятия, обеспечивающие безопасность движения пешеходов с точки зрения организации маршрутов и путей их движения.

Цель работы: освоить методику определения планировочных характеристик пешеходных переходов и тротуаров, а также условия их применения.

Задачи работы

1 Определить минимальные промежутки времени для преодоления пешеходами проезжей части в одиночном и групповом режимах.

2 Изучить методику определения планировочных характеристик пешеходных переходов и тротуаров.

3 Ознакомиться с условиями применения уличных и внеуличных пешеходных переходов.

4 Выполнить расчеты и сделать выводы о целесообразности применения уличного или внеуличного пешеходного перехода на исследуемом участке.

Исходные данные

По результатам проведенных на некоторых участках УДС города исследований составлена таблица (табл. 20), с учетом которой необходимо определить недостающие планировочные характеристики нерегулируемого пешеходного перехода и возможность его применения на заданном участке.

Таблица 20

Исходные данные

№ варианта	Ширина проезжей части $B_{ПЧ}$, м	Дистанция $d_{пеш}$, м	Интенсивность пешеходов $N_{пеш}$, чел./ч	Ширина полосы движения пешеходов b_n, м	Интервал между автомобилями $\otimes t_{ТР}$, с	Уровень загрузки дороги z
1	7	0,3	600	0,75	10	0,20
2	3	0,5	50	1	5	0,40
3	15	0,2	3000	0,75	15	0,12
4	10,5	0,25	1000	1	7	0,29
5	7,5	0,3	700	1	4	0,50
6	9	0,4	300	1	3	0,67
7	12	0,35	500	1	2.5	0,80
8	7,5	0,5	200	0,75	4	0,50
9	6	0,45	100	1	8	0,25
0	11,25	0,2	2000	0,75	6	0,33
Пример	10,5	0,4	1200	0,75	11	0,70

Порядок выполнения работы

Параметры нерегулируемого пешеходного перехода зависят от величины пешеходного потока и граничного интервала между автомобилями.

Минимальный интервал времени, достаточный для перехода проезжей части одним пешеходом, может быть определен по упрощенной формуле, с:

$$\otimes t_{\min} = \frac{B_{ПЧ}}{V_{пеш}}, \qquad (44)$$

где $B_{ПЧ}$ – ширина проезжей части (или длина пешеходного перехода), м;

$V_{пеш}$ – средняя скорость движения пешехода ($V_{пеш}$ = 5 км/ч Н 1,4 м/с), м/с.

Для группы пешеходов должна быть использована формула вида, с:

$$\Delta t_{пеш} = \frac{B_{ПЧ} + d_{пеш}(n+1)}{V_{пеш}} + t_{ЗП}, \qquad (45)$$

где $t_{ЗП}$ – время реакции и задержки первого ряда пешеходов после включения разрешающего сигнала, с;

$d_{пеш}$ – дистанция между рядами пешеходов, м;

n – количество рядов пешеходов.

Среднее значение времени задержки первого ряда пешеходов принимают равным $t_{ЗП}$ Н 2 с. Количество рядов пешеходов зависит от ширины перехода, которая, в свою очередь, определяется с учетом величины пешеходного потока, м:

$$B_{ПП} = \frac{N_{пеш}}{500} \oplus b_n , \quad (46)$$

где $N_{пеш}$ – интенсивность пешеходов, чел./ч;

500 – пропускная способность одной полосы перехода, чел./ч;

b_n – ширина одной полосы пешеходов, м.

Для городских улиц ширина пешеходного перехода должна быть не менее 4 м. Число рядов движения пешеходов определяется из соотношения

$$n_{пеш} = \frac{B_{ПП}}{b_n} . \quad (47)$$

Применение нерегулируемых пешеходных переходов считается оправданным, если соотношение транспортных и пешеходных потоков удовлетворяет следующему неравенству:

$$\otimes t_{ТР} > \Delta t_{пеш} , \quad (48)$$

где $\otimes t_{ТР}$ – временной интервал между автомобилями в транспортном потоке (определяется экспериментально и дано в задании), с.

В случае если неравенство (48) не выполняется, то необходимо внести предложение по организации регулируемого или внеуличного пешеходного перехода. Регулируемый пешеходный переход, согласно ГОСТ Р 52289-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения», может быть реализован при интенсивности пешеходов более 600 чел./ч. Внеуличный переход организуют при интенсивности пешеходного потока более 3000 чел./ч или уровне загрузки улицы автомобильным движением z> 0,6. Ширину пешеходного тоннеля принимают расчетным путем по (46), исходя из его пропускной способности 2000 чел./ч (а не 500 чел./ч), а для надземного пешеходного перехода – 1500 чел./ч. Ширина одной полосы в тоннеле и на лест-

нице принимается равной 1 м. Минимальная ширина пешеходных тоннелей должна составлять не менее 3 м, а лестниц – 2,25 м.

Пример расчета

Определим минимальный интервал времени, достаточный для перехода проезжей части одним пешеходом по (44):

$$\otimes t_{\min} = \frac{10,5}{1,4} = 7,5 \text{ с.}$$

Для того чтобы определить аналогичный минимальный интервал для группы пешеходов, пересекающих проезжую часть по переходу, вначале следует определить ширину пешеходного перехода из (46):

$$B_{ПП} = \frac{1200}{500} \oplus 0,75 = 1,8 \text{ Н } 2 \text{ м.}$$

Согласно ГОСТ Р 52289-2004 ширина пешеходного перехода в населенных пунктах должна быть не менее 4 м, поэтому принимаем $B_{ПП} = 4$ м.

Условное число рядов для движения пешеходов составит из (47):

$$n_{пеш} = \frac{4}{0,75} = 5,33 \text{ Н } 5 \text{ ед.}$$

Тогда минимальное время для перехода проезжей части группой пешеходов заданной интенсивности, согласно (45), будет равно

$$\otimes t_{пеш} = \frac{10,5 + 0,4 \oplus (5+1)}{1,4} + 2 \text{ Н } 11,2 \text{ с.}$$

Поскольку применение нерегулируемых пешеходных переходов считается оправданным, если соотношение транспортных и пешеходных потоков удовлетворяет неравенству (48), т.е. $\otimes t_{ТР} > \otimes t_{пеш}$, выполним проверку полученного результата на соответствие нормативу.

Согласно исходным данным, полученным натурными наблюдениями, $\otimes t_{ТР} = 11$ с, в то же время по результатам расчетов $\otimes t_{пеш} = 11,2$ с. Следовательно $\otimes t_{ТР} < \otimes t_{пеш}$, и условие (48) не выполняется.

Полученный результат свидетельствует о том, что отдельно идущие пешеходы смогут беспрепятственно выполнить переход, а пешеходы, переходящие проезжую часть в группе, могут не успеть перейти, что, в свою очередь, может повлечь за собой ДТП. Для устранения возможности возникновения такой ситуации на рассматриваемом переходе следует ввести светофорное регулирование. Согласно ГОСТ Р 52289-2004 «Технические средства организации

дорожного движения. Правила применения», регулируемый пешеходный переход целесообразно применять при интенсивности $N_{пеш}$> 600 чел./ч. Рассматривать введение внеуличного перехода нецелесообразно, поскольку интенсивность пешеходов на участке значительно ниже 3000 чел./ч.

Контрольные вопросы

1. Какие объекты является источниками формирования пешеходных потоков, каков характер пешеходных потоков в этих местах?

2. Как определяется пропускная способность пешеходных переходов?

3. Какие данные нужны для расчета пропускной способности тротуара?

4. Какие требования предъявляются к организации тротуаров и пешеходных переходов в населенных пунктах?

5. Каковы основные критерии выбора и применения регулируемых и внеуличных пешеходных переходов?

Практическая работа № 7
ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА УЧАСТКЕ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

Введение. При выполнении различного рода проектных работ и изысканий на УДС городов одной из немаловажных составляющих является оценка степени потенциальной опасности на действующем или разрабатываемом участке. Инженеру по управлению на транспорте необходимо знать методы по оценке безопасности движения на различных участках городских улиц. При этом основное внимание следует уделять наиболее конфликтным зонам – регулируемым и нерегулируемым перекресткам, а также пересечениям с трамвайными и железнодорожными путями. В данной работе, наряду с методами, которые изучаются в дисциплине «Организация дорожного движения», рассматриваются методики, основанные на использовании статистики данных ДТП. Они отражены в нормативном документе ВСН 25-86 «Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах» и широко применяются в дорожных и иных проектных организациях.

Цель работы: освоить методы оценки безопасности дорожного движения на различных участках УДС города.

Задачи работы:

1 Изучить схему движения транспорта на участке УДС города.

2 Познакомиться с методами оценки безопасности дорожного движения на различных участках УДС города.

3 Выполнить расчеты и сделать выводы о степени аварийности и уровне обеспечения безопасности на исследуемом участке.

Исходные данные

Данная работа разбита на три этапа по определению безопасности движения: на нерегулируемом перекрестке; регулируемом перекрестке; на железнодорожном переезде.

Исходные данные для определения безопасности движения на перекрестках представлены в таблице 21, для железнодорожного переезда – в таблице 22. Схема организации движения транспорта на нерегулируемом перекрестке отражена на рисунке 12; на регулируемом перекрестке – на рисунке 13.

Показанные на рисунке 12 конфликтные точки соответствуют следующим конфликтам:

- окружностью обозначены точки пересечения потоков;
- квадратом обозначены точки отклонения потоков;
- треугольником обозначены точки слияния потоков.

Таблица 21

Данные для регулируемого и нерегулируемого перекрестков

Вариант	Интенсивность движения													
	автотранспорта, авт./ч											пешеходов, чел./ч		трамваев, ед./ч
	N_1	N_2	N_3	N_4	N_5	N_6	N_7	N_8	N_9	N_{10}	N_{11}	$N_{п1}$	$N_{п2}$	N_T
1	20	150	40	80	800	120	20	300	70	900	30	500	300	20
2	40	200	50	60	700	140	10	400	90	700	40	300	400	10
3	80	100	60	40	900	100	30	200	110	700	50	200	300	5
4	120	300	70	20	600	160	50	300	50	400	60	600	500	15
5	30	400	80	70	1000	80	40	500	40	900	50	100	200	30
6	50	100	70	50	600	110	10	100	80	600	40	400	500	25
7	60	250	60	30	400	70	20	200	30	500	30	800	300	30
8	90	300	50	10	500	130	30	200	20	300	40	600	400	25
9	110	100	40	90	500	90	40	50	100	600	50	200	300	20
0	70	200	30	20	800	150	50	200	60	800	60	700	500	5
Пример	10	350	20	100	650	60	5	250	10	850	70	900	200	10

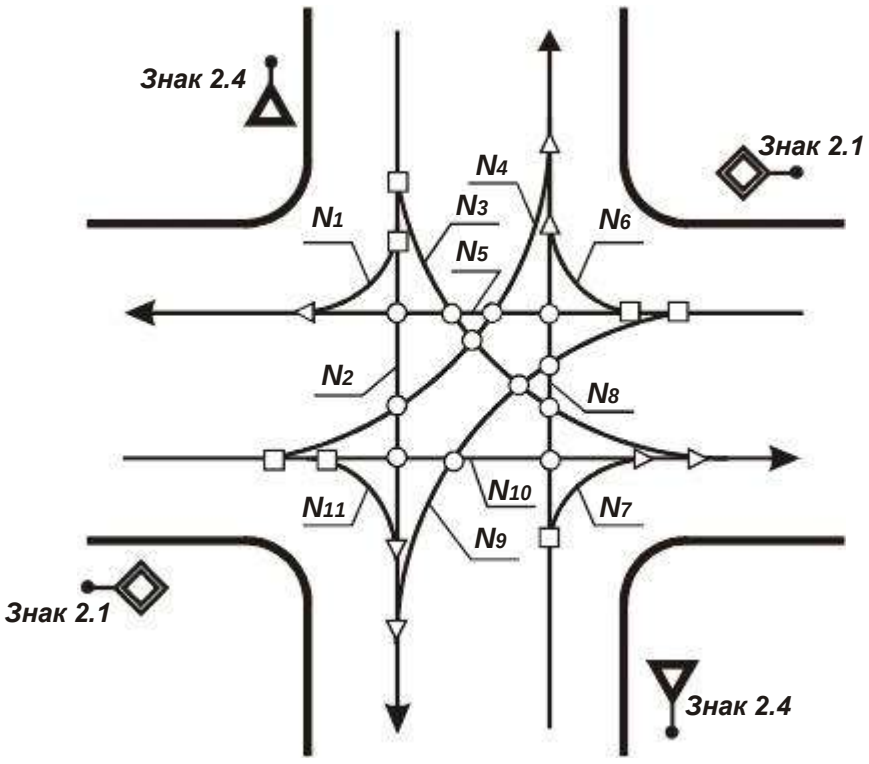


Рис. 12. Схема конфликтных точек на нерегулируемом перекрестке

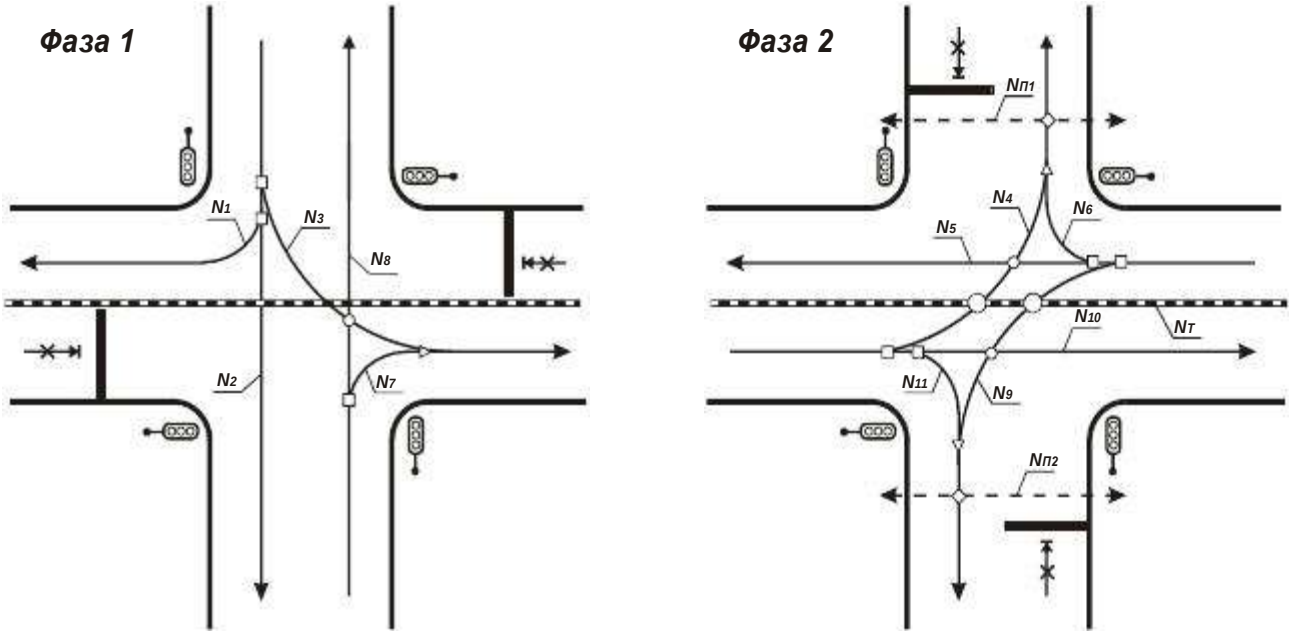


Рис. 13. Схема конфликтных точек на регулируемом перекрестке

На рисунке 13 пунктирной линией со стрелками показано направление движения пешеходов; в виде ромба обозначены точки конфликта транспортного и пешеходного потоков; крестом обозначены конфликтные точки наезда перед «стоп»-линией; штрих-пунктир обозначает трамвайные пути.

Таблица 22

Данные по действующему железнодорожному переезду

Вариант	Интенсивность		Расстояние видимости, м	Радиус кривой в плане, м	Продольный уклон дороги, ‰	Степень оборудования переезда
	поездов, %	автомобилей, авт./сут.				
1	1	1200	120	500	50	Автоматический шлагбаум с автоматической световой сигнализацией
2	20	5000	60	30	30	Механизированные шлагбаумы с оповестительной сигнализацией
3	3	3000	310	70	0	Автоматическая светофорная сигнализация
4	25	12000	90	1200	20	Автоматический шлагбаум с автоматической световой сигнализацией
5	8	6000	140	20	60	Механизированные шлагбаумы без сигнализации
6	2	800	420	600	10	Искусственное освещение
7	11	1500	380	400	40	Механизированные шлагбаумы без сигнализации
8	21	200	240	80	70	Дорожные знаки
9	18	6500	30	140	0	Автоматическая светофорная сигнализация
0	6	400	290	190	20	Искусственное освещение
Пример	20	10000	80	900	30	Дорожные знаки

Порядок выполнения работы

Оценка безопасности движения на нерегулируемых перекрестках

На пересечениях в одном уровне безопасность движения зависит от направления и интенсивности пересекающихся потоков, числа точек пересечения, отклонения и слияния потоков движения - конфликтных точек, а также от расстояния между этими точками. Если расстояние между конфликтными точками меньше 10…15 м, уровень аварийности в таких зонах повышается в 2…2,5 раза. При этом следует знать, что чем больше автомобилей проходит через конфликтную точку, тем больше вероятность возникновения в ней ДТП.

Опасность конфликтной точки можно оценить по возможной аварийности в ней (количество ДТП за 1 год на 10 млн. авт.):

$$q_i = K_i M_i N_i \quad \frac{25}{K_Г} 10^{-7}, \qquad (49)$$

где K_i – относительная аварийность конфликтной точки (табл. 23), ДТП/10 млн. авт.;

M_i, N_i – интенсивности движения пересекающихся в данной конфликтной точке потоков, авт./сут.;

$K_Г$ – коэффициент годовой неравномерности движения (при натурных наблюдениях принимают по ВСН 25-86);

25 – коэффициент, учитывающий среднее количество рабочих дней в месяце, в течение которых загрузка дорог резко превышает загрузку в нерабочие дни.

При расчетах, проводимых для существующих дорог, коэффициент $K_Г$ принимают для месяца, в который проводился учет интенсивности движения. Для вновь проектируемых дорог и при недостатке исходной информации отношение $25/K_Г$ принимают равным.

$25/K_Г = 365$.

Поскольку для определения опасности конфликтной точки необходима информация о суточной интенсивности движения транспорта, а исходные данные представлены в виде ее часового значения, все заданные величины по автотранспорту следует привести к суточному показателю, используя формулу вида, авт./сут.:

$$N_i = \frac{N_i}{0{,}076}, \qquad (50)$$

где 0,076 – переводной коэффициент к среднесуточной интенсивности.

Таблица 23

Значения коэффициентов относительной аварийности

Условия движения	Направление движения автомобилей	Характеристика пересечения	Значения коэффициентов относительной аварийности, ДТП/10 млн авт.	
			необорудованное пересечение	канализированное пересечение
Слияние потоков	Правый поворот	Радиус поворота:		
		R< 15 м	0,0250	0,0200
		R = 15 м	0,0040	0,0020
		R = 15 м, переходные кривые	0,0008	0,0008
		R = 15 м, переходно-скоростные полосы, переходные кривые	0,0003	0,0003
	Левый поворот	*R* = 10 м	0,0320*	0,0022
		10,0 < *R*< 25 м	0,0025*	0,0017*
		10,0 < *R*< 25 м, переходно-скоростные полосы	0,0005	0,0005
Пересечение потоков		Угол пересечения:		
		0 < ⟨ δ 30	0,0080	0,0040
		30 < ⟨ δ 50	0,0050	0,0025
		50 < ⟨ δ 75	0,0036	0,0018
		75 < ⟨ δ 90	0,0056	0,0018
		90 < ⟨ δ 120	0,0120	0,0060
		120 < ⟨ δ 150	0,0210	0,0105
		150 < ⟨ δ 180	0,0350	0,0175
Разделение потоков	на правом повороте	Радиус поворота:		
		R< 15 м	0,0200	0,0200
		R = 15 м	0,0060	0,0060
		R ε 15 м, переходные кривые	0,0005	0,0005
		R> 15 м, переходные кривые с переходной полосой	0,0001	0,0001
	на левом повороте	*R*< 10 м	0,0300	0,0300
		10 δ *R*< 25 м	0,0040	0,0025
		10 < *R* δ 25 м, переходно-скоростные полосы	0,0010	0,0010
Два поворачивающих потока		Разделение двух потоков	0,0015	0,0010
		Пересечение двух левоповоротных потоков	0,0020	0,0005
		Слияние двух поворачивающих потоков	0,0025	0,0012

* Для определения *Ki* в этом случае данные таблицы нужно умножить на коэффициент *K⟨*

В тексте расчет по (50) можно не приводить, достаточно составить таблицу с исходной (часовой интенсивностью) и результаты расчета суточной интенсивности.

Таблица 24

Значения коэффициента K_α

Угол пересечения дорог, град	до 30	40	50…75	90	120	150	180
K_α	1,8	1,2	1,0	1,2	1,9	2,1	3,4

Общая опасность пересечения определяется суммированием значений опасности каждой конфликтной точки, то есть

$$G = \sum_{i=1}^{n} q_i , \qquad (51)$$

где n – число конфликтных точек на пересечении.

Степень опасности пересечения оценивается показателем безопасности движения (показатель относительной аварийности), характеризующим количество ДТП на 10 млн. автомобилей, прошедших через пересечение:

$$K_a = \frac{G \cdot 10^7}{(M+N)\,25} \cdot K_\Gamma , \qquad (52)$$

где G – теоретически вероятное количество ДТП на пересечении за 1 год;

M, N – интенсивности движения на главной и второстепенной дороге, авт./сут.;

K_Γ – коэффициент годовой неравномерности движения.

Показатель K_a характеризует степень обеспечения безопасности движения, по нему можно судить об уровне опасности пересечения (табл. 25).

При $K_a < 8$ пересечение считается малоопасным, при $K_a > 8$ необходимы мероприятия по повышению безопасности движения. Такие пересечения подлежат детальной оценке со сбором и анализом данных о ДТП, интенсивностях и составе движения, характеристиках планировки, состоянии проезжей части обеих сторон, всех съездов и расстояний видимости. В зависимости от показателя аварийности для нерегулируемого пересечения рекомендуются мероприятия по повышению безопасности движения (табл. 26).

Таблица 25

Степень опасности пересечений в одном уровне

Значения K_a	до 3	3…8	8…12	более 12
Опасность пересечения	не опасное	мало опасное	опасное	очень опасное

Таблица 26

Перечень основных мероприятий по повышению безопасности движения

Значения K_a	Основные мероприятия
менее 8	Обеспечение обзорности на пересечении, расстановка дорожных знаков
8…12	То же, разметка проезжей части, освещение поверхности пересечения
12…16	То же, частичное канализирование движения
16 и более	Строительство полностью канализированного пересечения, замена *Х*-образного пересечения кольцевым или введение светофорного регулирования

Оценка безопасности движения на регулируемых перекрестках

Безопасность движения на пересечениях со светофорным регулированием оценивают также по степени опасности конфликтных точек. В отличие от нерегулируемых пересечений на регулируемых выделяют шесть основных конфликтов (табл. 27).

Таблица 27

Значения коэффициентов относительной аварийности

Взаимодействие потоков	Схемы движения	Опасность конфликтной точки, ДТП/10 млн. авт.
Разделение: повороты без помех с полосы прямого или поворотного движения		0,000100
левый поворот при наличии помех с других полос		0,000102
Пересечение левоповоротного потока с прямым		0,000048
Пересечение автомобильных потоков с трамвайным движением		0,000207
Слияние на одной полосе		0,000968
Наезд на автомобили при подходе к «стоп»-линии		0,012425*

* При оценке опасности этой конфликтной точки используют сумму всех потоков, подходящих к пересечению.

Наиболее опасными конфликтными точками на регулируемых перекрестках являются наезды у «стоп»-линии и слияния на одной полосе. При совершенствовании организации движения за счет планировочных решений эти конфликтные точки подлежат устранению в первую очередь.

Опасность конфликтных точек (за исключением наездов) на перекрестках со светофорным регулированием определяются по формуле:

$$q_i = K_i M_i N_i \oplus 10^{-2}, \quad (53)$$

где K_i – относительная аварийность конфликтной точки (табл. 27), ДТП/10 млн. авт.;

M_i, N_i – интенсивности потоков, пересекающихся в данной конфликтной точке, авт./ч.

Число наездов у «стоп»-линии определяется для всех фаз одновременно:

$$q_H = K_H \oplus (M_© + N_©) \oplus 10^{-2}, \quad (54)$$

где K_H – опасность наезда, ДТП/10 млн. авт.;

$M_©$, $N_©$ – суммарная интенсивность движения у пересечения, авт./ч.

Возможную аварийность на перекрестке можно определить по формуле

$$G_P = -0{,}468 + q_H + \sum_{i=1}^{n} q_i, \quad (55)$$

где n – число конфликтных точек.

Для оценки безопасности движения пешеходов на регулируемом пересечении используют формулу вида

$$G_П = 0{,}0025 + 0{,}92 \oplus 10^{-3} \oplus \sum_{i=1}^{m} N_{П0,25} \oplus N_{TP}, \quad (56)$$

где $N_П$ – интенсивность движения пешеходов по переходу, чел./ч;

N_{TP} – суммарная интенсивность движения транспорта через пешеходный переход, авт./ч;

m – число пешеходных переходов на перекрестке.

Общее число ДТП за один год на регулируемом пересечении следует определять с учетом движения пешеходов:

$$G = G_P + G_П \,. \tag{57}$$

Уровень обеспеченности безопасности движения на пересечениях оценивают показателем аварийности:

$$K_a = \frac{G \oplus 10^{7} \oplus 0{,}076}{(M+N)} \frac{25}{K_Г}, \tag{58}$$

где G – теоретически вероятное количество ДТП на пересечении за 1 год;

M, N – интенсивности движения на главной и второстепенной дороге, авт./ч;

$K_Г$ – коэффициент годовой неравномерности движения;

0,076 – переводной коэффициент часовой интенсивности движения транспорта в суточную.

Оценка безопасности движения на железнодорожных переездах

Безопасность движения на железнодорожных переездах оценивается по значению итогового коэффициента аварийности:

$$K_{итог} = K_{1(n)} \oplus K_{2(n)} \oplus K_{3(n)} \oplus K_{4(n)} \oplus K_{5(n)} \oplus K_{6(n)} \,, \tag{59}$$

где $K_{i(n)}$ – частные коэффициенты, учитывающие характеристики движения и планировочные параметры переезда (определяются по табл. 28-33).

Проектные решения для новых переездов и подходов к ним должны обеспечивать $K_{итог}$ δ 15…20. На существующих переездах и подходах к ним рекомендуется выполнять следующие мероприятия:

а) при $K_{итог}$ = 10…20 необходимо обеспечивать видимость переезда и поезда, устанавливать знаки и наносить разметку проезжей части;

б) при $K_{итог}$> 20…40 следует оборудовать переезды средствами защиты, ограничить скорость движения на подходах к переезду, на участках спусков с уклоном более 30 ‰ устраивать шероховатую поверхностную обработку.

Таблица 28

Значения $K_{1(n)}$, учитывающего интенсивность движения поездов на участке

Фактическая интенсивность движения поездов, % от общей суммарной приведенной интенсивности	<2	2-5	5-10	10-15	15-20	> 20
$K_1^{(n)}$	0,35	0,40	0,62	1,15	1,75	2,15

Таблица 29

Значения $K_{2(n)}$, учитывающего интенсивность движения автомобилей на участке

Интенсивность движения по автомобильной дороге, авт./сут	< 500	500…1000	1000…3000	3000…5000	5000…7000	> 7000
$K_2^{(n)}$	0,42	0,55	0,80	1,14	1,50	2,05

Таблица 30

Значения $K_{3(n)}$, учитывающего расстояние видимости переезда

Расстояние видимости переезда и поезда, м	ε 400	300…400	200…300	100…200	50…100	< 50
$K_3^{(n)}$	1,00	1,42	2,50	4,00	5,15	6,5

Таблица 31

Значения $K_{4(n)}$, учитывающего степень оборудования переезда

Оборудование переезда	Коэффициент $K_4^{(n)}$
Автоматический шлагбаум с автоматической световой сигнализацией	1,00
Автоматическая светофорная сигнализация	1,10
Механизированные шлагбаумы с оповестительной сигнализацией	1,95
Механизированные шлагбаумы без сигнализации	3,24
Искусственное освещение	4,82
Дорожные знаки	7,45

Таблица 32

Значения $K_{5(n)}$, учитывающего радиус кривой в плане на подходе к переезду

Радиус кривой в плане на подходе к переезду, м	< 50	50…75	75…100	100…150	150…200	> 200
$K_5^{(n)}$	8,91	5,80	4,40	3,21	1,45	1,00

Таблица 33

Значения $K_{6(n)}$, учитывающего продольный уклон дороги перед переездом

Уклон автомобильной дороги на спуске, ‰	< 20	30	40	50	60	> 60
$K_6^{(n)}$	1,00	1,38	2,45	2,72	2,81	3,64

Пример расчета

1 Оценка безопасности движения для нерегулируемого перекрестка

На основании исходных данных, (табл. 21, рис. 12), используя (50), выполним перерасчет часовой интенсивности движения транспорта в суточную. Результаты расчета отражены в таблице 34.

Таблица 34

Значения часовой и суточной интенсивности движения на исследуемом участке

Размерность	N_1	N_2	N_3	N_4	N_5	N_6	N_7	N_8	N_9	N_{10}	N_{11}
авт./ч	10	350	20	100	650	60	5	250	10	850	70
авт./сут.	132	4605	263	1316	8553	789	66	3289	132	11184	921

После необходимых преобразований определяется общее число конфликтных точек на перекрестке. Как видно из схемы (рис. 12), число таких точек составляет 26. Далее необходимо определить степень опасности каждой конфликтной точки.

Первоначально поочередно рассмотрим все точки пересечения потоков для необорудованного пересечения (на схеме их 12):

- пересечения под прямым углом (4 точки):

$$q_1 = 0{,}0056 \oplus N_2 \oplus N_5 \oplus 365 \oplus 10^{\square 7} = 0{,}0056 \oplus 4605 \oplus 8553 \oplus 365 \oplus 10^{\square 7} \text{ Н } 8{,}05 ,$$

$$q_2 = 0{,}0056 \oplus N_2 \oplus N_{10} \oplus 365 \oplus 10^{\square 7} = 0{,}0056 \oplus 4605 \oplus 11184 \oplus 365 \oplus 10^{\square 7} \text{ Н } 10{,}53 ,$$

$$q_3 = 0{,}0056 \oplus N_8 \oplus N_5 \oplus 365 \oplus 10^{\square 7} = 0{,}0056 \oplus 3289 \oplus 8553 \oplus 365 \oplus 10^{\square 7} \text{ Н } 5{,}75 ,$$

$$q_4 = 0{,}0056 \oplus N_8 \oplus N_{10} \oplus 365 \oplus 10^{\square 7} = 0{,}0056 \oplus 3289 \oplus 11184 \oplus 365 \oplus 10^{\square 7} \text{ Н } 7{,}52 ;$$

- пересечения левоповоротных и прямого потоков под углом $\langle = 50\ldots75^{o}$ (таких точек 6):

$$q_5 = 0{,}0036 \oplus N_3 \oplus N_5 \oplus 365 \oplus 10^{\square 7} = 0{,}0036 \oplus 263 \oplus 8553 \oplus 365 \oplus 10^{\square 7} \text{ Н } 0{,}27 ,$$

$$q_6 = 0{,}0036 \oplus N_4 \oplus N_5 \oplus 365 \oplus 10^{\square 7} = 0{,}0036 \oplus 1316 \oplus 8553 \oplus 365 \oplus 10^{\square 7} \text{ Н } 1{,}48 ,$$

$$q_7 = 0{,}0036 \oplus N_9 \oplus N_8 \oplus 365 \oplus 10^{\square 7} = 0{,}0036 \oplus 132 \oplus 3289 \oplus 365 \oplus 10^{\square 7} \text{ Н } 0{,}06 ,$$

$$q_8 = 0{,}0036 \oplus N_3 \oplus N_8 \oplus 365 \oplus 10^{\square 7} = 0{,}0036 \oplus 263 \oplus 3289 \oplus 365 \oplus 10^{\square 7} \text{ Н } 0{,}11,$$

$$q_9 = 0{,}0036 \oplus N_9 \oplus N_{10} \oplus 365 \oplus 10^{\square 7} = 0{,}0036 \oplus 132 \oplus 11184 \oplus 365 \oplus 10^{\square 7} \text{ Н } 0{,}19 ,$$

$$q_{10} = 0{,}0036 \oplus N_4 \oplus N_2 \oplus 365 \oplus 10^{\square 7} = 0{,}0036 \oplus 1316 \oplus 4605 \oplus 365 \oplus 10^{\square 7} \text{ Н } 0{,}80 ;$$

- взаимное пересечение двух левоповоротных потоков (2 точки):

$$q_{11} = 0{,}002 \oplus N_3 \oplus N_4 \oplus 365 \oplus 10^{\square 7} = 0{,}002 \oplus 263 \oplus 1316 \oplus 365 \oplus 10^{\square 7} \text{ Н } 0{,}03 ,$$

$$q_{12} = 0{,}002 \oplus N_3 \oplus N_9 \oplus 365 \oplus 10^{\square 7} = 0{,}002 \oplus 263 \oplus 132 \oplus 365 \oplus 10^{\square 7} \text{ Н } 0{,}01 .$$

Следующим этапом выполняется расчет степени опасности точек отклонения (разделения) потоков (таких точек на схеме 7):

- при выполнении правого поворота радиусом R< 15 м (4 точки):

$$q_{13} = 0{,}02 \oplus N_1 \oplus N_5 \oplus 365 \oplus 10^{-7} = 0{,}02 \oplus 132 \oplus 4605 \oplus 365 \oplus 10^{-7} \text{ Н } 0{,}44 ,$$

$$q_{14} = 0{,}02 \oplus N_6 \oplus N_5 \oplus 365 \oplus 10^{-7} = 0{,}02 \oplus 789 \oplus 8553 \oplus 365 \oplus 10^{-7} \text{ Н } 4{,}93 ,$$

$$q_{15} = 0{,}02 \oplus N_7 \oplus N_8 \oplus 365 \oplus 10^{-7} = 0{,}02 \oplus 66 \oplus 3289 \oplus 365 \oplus 10^{-7} \text{ Н } 0{,}16 ,$$

$$q_{16} = 0{,}02 \oplus N_{11} \oplus N_{10} \oplus 365 \oplus 10^{-7} = 0{,}02 \oplus 921 \oplus 11184 \oplus 365 \oplus 10^{-7} \text{ Н } 7{,}52 ;$$

- при выполнении левого поворота радиусом R = 10…25 м (3 точки):

$$q_{17} = 0{,}004 \oplus N_3 \oplus N_2 \oplus 365 \oplus 10^{-7} = 0{,}004 \oplus 263 \oplus 4605 \oplus 365 \oplus 10^{-7} \text{ Н } 0{,}18 ,$$

$$q_{18} = 0{,}004 \oplus N_9 \oplus N_6 \oplus 365 \oplus 10^{-7} = 0{,}004 \oplus 132 \oplus 8553 \oplus 365 \oplus 10^{-7} \text{ Н } 0{,}16 ,$$

$$q_{19} = 0{,}004 \oplus N_4 \oplus N_{10} \oplus 365 \oplus 10^{-7} = 0{,}004 \oplus 1316 \oplus 11184 \oplus 365 \oplus 10^{-7} \text{ Н } 2{,}15 .$$

Далее определяем оставшиеся нерассмотренными конфликтные точки слияния потоков (таких точек на схеме 7):

- при выполнении правого поворота радиусом R< 15 м (4 точки):

$$q_{20} = 0{,}025 \oplus N_1 \oplus N_5 \oplus 365 \oplus 10^{-7} = 0{,}025 \oplus 132 \oplus 8553 \oplus 365 \oplus 10^{-7} \text{ Н } 1{,}03 ,$$

$$q_{21} = 0{,}025 \oplus N_6 \oplus N_8 \oplus 365 \oplus 10^{-7} = 0{,}025 \oplus 789 \oplus 3289 \oplus 365 \oplus 10^{-7} \text{ Н } 2{,}37 ,$$

$$q_{22} = 0{,}025 \oplus N_7 \oplus N_{10} \oplus 365 \oplus 10^{-7} = 0{,}025 \oplus 66 \oplus 11184 \oplus 365 \oplus 10^{-7} \text{ Н } 0{,}67 ,$$

$$q_{23} = 0{,}025 \oplus N_{11} \oplus N_2 \oplus 365 \oplus 10^{-7} = 0{,}025 \oplus 921 \oplus 4605 \oplus 365 \oplus 10^{-7} \text{ Н } 3{,}87 ;$$

- при выполнении левого поворота радиусом R = 10…25 м (3 точки) для угла пересечения дорог $\langle$ = 90о (с учетом коэффициента K_a):

$$q_{24} = (0{,}0025 \oplus 1{,}2) \oplus N_3 \oplus N_{10} \oplus 365 \oplus 10^{-7} = 0{,}003 \oplus 263 \oplus 11184 \oplus 365 \oplus 10^{-7} \text{ Н } 0{,}32 ,$$

$$q_{25} = (0{,}0025 \oplus 1{,}2) \oplus N_4 \oplus N_8 \oplus 365 \oplus 10^{-7} = 0{,}003 \oplus 1316 \oplus 3289 \oplus 365 \oplus 10^{-7} \text{ Н } 0{,}47 ,$$

$$q_{26} = (0{,}0025 \oplus 1{,}2) \oplus N_9 \oplus N_2 \oplus 365 \oplus 10^{-7} = 0{,}003 \oplus 132 \oplus 4605 \oplus 365 \oplus 10^{-7} \text{ Н } 0{,}05 .$$

На основании полученных результатов определим по (51) опасность пересечения:

$$\text{++++++++} = \sum_{i=1}^{26} 19{,}011{,}006{,}048{,}127{,}052{,}775{,}553{,}1005{,}8_i qG$$

$$+ 0{,}80 + 0{,}03 + 0{,}01 + 0{,}44 + 4{,}93 + 0{,}16 + 7{,}52 + 0{,}18 + 0{,}16 + 2{,}15 +$$

$$+ 1{,}03 + 2{,}37 + 0{,}67 + 3{,}87 + 0{,}32 + 0{,}47 + 0{,}05 = 59{,}12 .$$

Для определения степени опасности пересечения найдем величину суточной интенсивности движения транспорта на главном и второстепенном направлениях:

- на главной дороге

$$M = (N_5 + N_6 + N_9) + (N_4 + N_{10} + N_{11}) = (8553 + 789 + 132) +$$
$$+ (1316 + 11184 + 921) = 22895 \text{ авт./сут.};$$

- на второстепенной дороге

$$N = (N_1 + N_2 + N_3) + (N_7 + N_8) = (132 + 4605 + 263) + (66 + 3289) = 8355 \text{ авт./сут.}$$

Тогда степень опасности перекрестка, согласно (52), будет равна

$$K_a = \frac{G \oplus 10^7}{(M + N)} \oplus 365 = \frac{59{,}12 \oplus 10^7}{(22895 + 8355)} \oplus 365 \text{ Н } 51{,}83 .$$

Полученное значение степени опасности перекрестка за год значительно превышает не только минимально допустимое, но и максимальное значение $K_a > 16$. Данное пересечение считается очень опасным ($K_a > 12$).

На этом пересечении необходимо выполнить детальную оценку со сбором и анализом данных о ДТП, интенсивности и составе движения, характеристиках планировки, состоянии проезжей части, всех съездов и расстояний видимости. В качестве наиболее приоритетных мероприятий (табл. 26) можно выделить строительство полностью канализированного пересечения, замену *X*-образного пересечения кольцевым, введение светофорного регулирования.

2 Оценка безопасности движения для регулируемого перекрестка

Исходные данные для расчета представлены в таблице 21 и на рисунке 13. Для регулируемого перекрестка количество конфликтных точек определяется обобщением конфликтов во всех фазах светофорного регулирования (точек конфликта транспортного потока на схеме 15; наезда в створе «стоп»-линии – 4; конфликта транспортного и пешеходного потоков – 2).

Рассмотрим первую фазу:

- точки пересечения левоповоротного потока с прямым (1 точка):

$$q_1 = 0{,}000048 \oplus N_3 \oplus N_8 \oplus 10^{\square 2} = 0{,}000048 \oplus 20 \oplus 250 \oplus 10^{\square 2} \text{ Н } 0{,}0024 ;$$

- точки отклонения без помех с полосы прямого направления (2 точки):

$$q_2 = 0{,}0001 \oplus N_1 \oplus N_2 \oplus 10^{\square 2} = 0{,}0001 \oplus 10 \oplus 350 \oplus 10^{\square 2} \text{ Н } 0{,}0035 ,$$

$$q_3 = 0{,}0001 \oplus N_7 \oplus N_8 \oplus 10^{\square 2} = 0{,}0001 \oplus 5 \oplus 250 \oplus 10^{\square 2} \text{ Н } 0{,}0013 ;$$

- точки отклонения при выполнении левого поворота и наличии помех с других полос (1 точка):

$$q_4 = 0{,}000102 \oplus N_3 \oplus N_2 \oplus 10^{\square 2} = 0{,}000102 \oplus 20 \oplus 350 \oplus 10^{\square 2} \text{ Н } 0{,}0071 ;$$

- точки слияния на одной полосе (1 точка):

$$q_5 = 0{,}000968 \oplus N_3 \oplus N_7 \oplus 10^{-2} = 0{,}000968 \oplus 20 \oplus 5 \oplus 10^{-2} \approx 0{,}0010 .$$

Аналогичным образом рассматривается опасность конфликтных точек на перекрестке для второй фазы:

- точки пересечения левоповоротного потока с прямым (2 точки):

$$q_6 = 0{,}000048 \oplus N_5 \oplus N_4 \oplus 10^{-2} = 0{,}000048 \oplus 650 \oplus 100 \oplus 10^{-2} \approx 0{,}0312 ,$$

$$q_7 = 0{,}000048 \oplus N_9 \oplus N_{10} \oplus 10^{-2} = 0{,}000048 \oplus 10 \oplus 850 \oplus 10^{-2} \approx 0{,}0041 ;$$

- точки пересечения автомобильного потока с трамваями (2 точки):

$$q_8 = 0{,}000207 \oplus N_9 \oplus N_7 \oplus 10^{-2} = 0{,}000207 \oplus 10 \oplus 10 \oplus 10^{-2} \approx 0{,}0002 ,$$

$$q_9 = 0{,}000207 \oplus N_{11} \oplus N_7 \oplus 10^{-2} = 0{,}000207 \oplus 70 \oplus 10 \oplus 10^{-2} \approx 0{,}0014 ;$$

- точки отклонения без помех с полосы прямого направления (2 точки):

$$q_{10} = 0{,}0001 \oplus N_5 \oplus N_6 \oplus 10^{-2} = 0{,}0001 \oplus 650 \oplus 60 \oplus 10^{-2} \approx 0{,}0390 ,$$

$$q_{11} = 0{,}0001 \oplus N_{10} \oplus N_{11} \oplus 10^{-2} = 0{,}0001 \oplus 850 \oplus 70 \oplus 10^{-2} \approx 0{,}0595 ;$$

- точки отклонения при выполнении левого поворота и наличии помех с других полос (2 точки):

$$q_{12} = 0{,}000102 \oplus N_4 \oplus N_{10} \oplus 10^{-2} = 0{,}000102 \oplus 100 \oplus 850 \oplus 10^{-2} \approx 0{,}0867 ,$$

$$q_{13} = 0{,}000102 \oplus N_5 \oplus N_9 \oplus 10^{-2} = 0{,}000102 \oplus 650 \oplus 10 \oplus 10^{-2} \approx 0{,}0066 ;$$

- точки слияния на одной полосе (2 точки):

$$q_{14} = 0{,}000968 \oplus N_4 \oplus N_6 \oplus 10^{-2} = 0{,}000968 \oplus 100 \oplus 60 \oplus 10^{-2} \approx 0{,}0581 ,$$

$$q_{15} = 0{,}000968 \oplus N_9 \oplus N_{11} \oplus 10^{-2} = 0{,}000968 \oplus 10 \oplus 70 \oplus 10^{-2} \approx 0{,}0068 .$$

Совокупная опасность наезда в створе «стоп»-линии определяется одновременно для первой и второй фаз:

$$q_H = K_H \oplus \left(M_{\copyright} + N_{\copyright}\right) \oplus 10^{-2} = 0{,}012425 \oplus \left(\left(N_4 + N_{10} + N_{11} + N_5 + N_6 + N_9\right) + \right.$$

$$\left. + \left(N_7 + N_8 + N_1 + N_2 + N_3\right)\right) \oplus 10^{-2} = 0{,}012425 \oplus \left(\left(100 + 850 + 70 + 650 + \right.\right.$$

$$\left.\left. + 60 + 10\right) + \left(5 + 250 + 10 + 350 + 20\right)\right) \oplus 10^{-2} \approx 0{,}2951.$$

Возможная аварийность на перекрестке, согласно (55) составит

$$\left(\quad ++++=++= \quad \sum_{i=1}^{15} \quad 0035,00024,02951,0468,0468,0 \quad {}_{iHP} \quad qqG \right.$$

$$+ 0{,}0013 + 0{,}0071 + 0{,}001 + 0{,}0312 + 0{,}0041 + 0{,}0002 + 0{,}0014 +$$

$$\left. + 0{,}0039 + 0{,}0595 + 0{,}0867 + 0{,}0066 + 0{,}0581 + 0{,}0068\right) = 0{,}136 .$$

Определим безопасность движения пешеходов из (56):

$$G_{П} = 0{,}0025 + 0{,}92 \oplus 10^{\square 3} \oplus \sum_{i=1}^{2} \left(N_{Т0{,}25} \oplus N_{ТР}\right) = 0{,}0025 + 0{,}92 \oplus 10^{\square 3} \oplus$$

$$\oplus \left(N_{Т0{,}125} \oplus \left(N_4 + N_6\right) + N_{Т0{,}225} \oplus \left(N_9 + N_{11}\right)\right) = 0{,}0025 + 0{,}92 \oplus 10^{\square 3} \oplus$$

$$\oplus \left(900^{0{,}25} \oplus \left(100 + 60\right) + 200^{0{,}25} \oplus \left(10 + 70\right)\right) \approx 1{,}086 .$$

Общее число ДТП на пересечении будет равно из (57)

$$G = G_{Р} + G_{П} = 0{,}136 + 1{,}086 = 1{,}222 .$$

Для определения коэффициента аварийности определим часовую интенсивность движения транспорта на главном и второстепенном направлениях:

- на главной дороге

$$M = \left(N_5 + N_6 + N_9\right) + \left(N_4 + N_{10} + N_{11}\right) + N_{Т} = \left(650 + 60 + 10\right) +$$

$$+ \left(100 + 850 + 70\right) + 10 = 1750 \text{ авт./ч};$$

- на второстепенной дороге

$$N = \left(N_1 + N_2 + N_3\right) + \left(N_7 + N_8\right) = \left(10 + 350 + 20\right) + \left(5 + 250\right) = 635 \text{ авт./ч.}$$

Коэффициент аварийности за год определяется по (58):

$$K_{а} = \frac{G \oplus 10^{7} \oplus 0{,}076}{\left(M + N\right)} \oplus \frac{1}{365} = \frac{1{,}222 \oplus 10^{2} \oplus 0{,}076}{\left(1750 + 635\right)} \oplus \frac{1}{365} \approx 1{,}07 .$$

Значение коэффициента аварийности характеризует рассматриваемое регулируемое пересечение как неопасное, т.к. $K_{а} < 3$.

3 Оценка безопасности движения на железнодорожных переездах

Безопасность движения на железнодорожных переездах определяется исходя из конкретных условий расположения железнодорожного переезда, то есть его планировки, а также интенсивности движения автомобильного транспорта и поездов через рассматриваемый участок.

На основании исходных данных по исследуемому переезду (табл. 22) определим значения соответствующих коэффициентов:

- по таблице 28 значение коэффициента $K_{1(n)}$ при интенсивности движения поездов на участке 20 ед./сут. составляет $K_{1(n)} = 1{,}75$;

- значение коэффициента $K_{2(n)}$ при интенсивности движения автомобилей на участке 10 000 ед./сут. (табл. 29) составляет $K_{2(n)} = 2{,}05$;

- коэффициент $K_{3(n)}$, учитывающий расстояние видимости переезда, равное 80 м, согласно таблице 30, соответствует значению $K_{3(n)} = 5{,}15$;

- на основании таблицы 31 для переезда, оборудованного только дорожными знаками, коэффициент $K_{4(n)} = 7{,}45$;

- учитывая радиус кривой в плане на подходе к переезду $R = 900$ м, значения $K_{5(n)} = 1{,}0$ (табл. 32);

- наличие продольного уклона на участке, величиной 30 ‰ дает величину коэффициента $K_{6(n)} = 1{,}38$ (табл. 33).

Определим безопасность движения на переезде по (59):

$$K_{итог} = K_{1(n)} \oplus K_{2(n)} \oplus K_{3(n)} \oplus K_{4(n)} \oplus K_{5(n)} \oplus K_{6(n)} = 1{,}75 \oplus 2{,}05 \oplus 5{,}15 \oplus 7{,}45 \oplus 1{,}0 \oplus 1{,}38 \text{ Н}$$

190 .

Поскольку $K_{итог} >> 40$, данный переезд следует оборудовать средствами защиты, ограничить скорость движения на подходах к нему, выполнить шероховатую поверхностную обработку на уклонах.

Контрольные вопросы

1. В чем отличие понятий опасности и аварийности?
2. Как оценить опасность конфликтной точки на пересечении?
3. В чем заключается метод оценки безопасности движения на пересечениях, основанный на использовании данных статистики ДТП?
4. Какие характеристики должны учитываться при определении степени опасности пересечения?
5. Какие характеристики учитываются при определении степени опасности железнодорожного переезда?
6. Какой отчетный период времени используется при определении аварийности и опасности на перекрестке, к какому числу автомобилей относят принятую величину ДТП?
7. В чем разница при оценке опасности или аварийности на регулируемом и нерегулируемом перекрестках?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1. Иодо И. А. Градостроительство и территориальная планировка [Текст] : учеб. пособие / И. А. Иодо, Г. А. Потаев. – Ростов н/Д : Феникс, 2018. – 286 с.

Дополнительная литература

1. Транспортная инфраструктура [Электронный ресурс] : методические указания для выполнения самостоятельной работы студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 – Технология транспортных процессов / Р. А. Кораблев; Мин. обр. и науки РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2021. – 24 с.

2. Ременцов А. Н. Автомобили и автомобильное хозяйство. Введение в специальность [Текст] : доп. УМО по образованию в обл. трансп. машин и трансп.-технол. комплексов в качестве учеб. / А. Н. Ременцов. – М. : Академия, 2021. – 192 с.

3. Вестник Московского автомобильно-дорожного института [Текст] : журнал / М-во образования Рос. Федерации, Моск. автомоб.-дорож. ин-т (гос. техн. ун-т). – М. : Изд-во МАДИ (ГТУ), 2003 -.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

К.П. Андреев, А.В. Шемякин

ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ И БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА

Методические указания и задания по выполнению практических работ

для студентов очной и заочной форм обучения
по направлению подготовки
23.03.01 - Технология транспортных процессов
профиль «Организация перевозок и управление на транспорте»

Рязань, 2024

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

Выбор подвижного состава для перевозки данного вида груза

Цель работы: ознакомление с различными способами выбора подвижного состава для перевозки грузов

Задание

1. В данных условиях эксплуатации выбрать наиболее рациональную по производительности модель подвижного состава, обосновать выбор конкретными расчётами на основании исходных данных (таблица).

*2.*Построить график производительности автомобиля (рисунок) в зависимости от расстояния перевозок (l_{ez}=5-50 км. с использованием не менее 4 точек).

3. Найти равноценное расстояние перевозки для двух заданных моделей.

4. Сделать выводы по работе.

Общие сведения.

Задача выбора подвижного состава автомобильного транспорта решается:

— на стадии приобретения при решении вопроса пополнения подвижного состава АТП, т. е. выбор из выпускаемых промышленностью или готовых к выпуску автомобилей;

— в практической работе АТП — вопрос выбора решается для данных условий эксплуатации. Этот выбор базируется на основе уже имеющихся типов и моделей автомобилей и прицепов с учетом возможных вариантов их использования.

При выборе подвижного состава в условиях АТП решаются две взаимосвязанные задачи: определение специализации подвижного состава и подбор грузоподъёмности (рисунок 1).

Под специализацией понимают приспособленность подвижного состава к перевозкам данного вида груза.

Выбор типа подвижного состава для перевозки того или иного груза сводится в основном к выбору кузова, соответствующего перевозимому грузу.

После этого переходят к выбору подвижного состава конкретной модели.

Основными факторами, обусловливающими выбор подвижного состава, являются характер груза, способ погрузки и разгрузки, размер партии груза, состояние подъездов к погрузочно-разгрузочным пунктам, скорость доставки груза, дорожно-климатические условия.

С учетом эксплуатационных качеств автомобилей выбирают необходимую марку подвижного состава, отдавая при этом предпочтение большегрузным автомобилям и автопоездам.

При выборе подвижного состава по типу кузова в первую очередь учитывают соответствие кузова роду и характеру груза, размещение его в кузове, способ погрузки и выгрузки из подвижного состава. При оценке грузовместимости кузова необходимо иметь в виду, что площадь кузова, приходящаяся на 1 т грузоподъемности подвижного состава, различна по маркам автомобилей. Так, у автомобиля марки ЗИЛ-432720 (грузоподъемность 3 т) площадь кузова на 1 т грузоподъемности составляет 1,89 м^2, а у автомобиля марки КамАЗ-53215 (грузоподъемность 11 т) — только 1,29 м^2, т.е. почти в 1,5 раза меньше.

После того как выбран соответствующий тип кузова, можно перейти к выбору подвижного состава конкретной модели. Необходимость такого выбора обусловлена разными технико-эксплуатационными качествами автомобилей и автопоездов различных моделей, которые могут быть использованы для перевозки одного и того же груза.

Выбор наиболее эффективного подвижного состава производят путем сравнения результатов сопоставительных эксплуатационных и экономических расчетов. Для сравнения выбирают только такой подвижной состав, который своими техническими параметрами и экономическими показателями удовлетворяет заданным условиям эксплуатации.

Одним из показателей, по которому производится сравнительная оценка подвижного состава конкретных моделей, является производительность (часовая, сменная, годовая).

Часовая производительность грузового автомобиля определяется по формуле:

$$W_{час}^{T} = \frac{q_н \cdot \gamma_c \cdot V_T \cdot \beta}{l_{ег} + V_T \cdot \beta \cdot t_{П-Р}}, \text{ т/ч} \quad (1)$$

где: $q_н$ – номинальная грузоподъёмность ТС, т; γ_c – статический коэффициент использования грузоподъёмности; V_T – техническая скорость движения, км/ч; β – коэффициент использования пробега ТС; $l_{ег}$ – пробег с грузом, км; $t_{П-Р}$ – время простоя ТС под погрузкой, разгрузкой, ч.

При определении производительности сравниваемого подвижного состава такие показатели, как время в наряде, коэффициент использования пробега, коэффициент использования грузоподъемности и расстояние перевозки груза, характеризующие условия работы подвижного состава, принимаются в расчетах одинаковыми по величине. Показатели — техническая скорость движения, грузоподъемность и время простоя подвижного состава под погрузкой и разгрузкой, характеризующие данный тип и модель автомобиля, — могут быть различны по величине в соответствии с нормами пробега и нормами времени простоев под погрузкой й разгрузкой.

Возможно применение ускоренного метода сравнения подвижного состава. С помощью этого метода автомобили сравнивают путем определения их производительности в зависимости от данного эксплуатационного показателя:

– определяют зависимость производительности ПС от длины ездки с грузом. Например, при небольших расстояниях перевозки производительность выше у автомобиля, имеющего меньшую производительность погрузки и выгрузки 1 т груза.

– уточняют зависимость производительности от коэффициента использования пробега. Аналогично предыдущему выясняют, какой автомобиль следует выбрать при различных значениях коэффициента использования пробега.

Расчет себестоимости автомобилей ведется в том же порядке, что указано выше. Следует учитывать, что для приближения расчетов к практике сравнивают автомобили при езде с грузом на одинаковое среднее расстояние.

Выбор подвижного состава целесообразно производить с помощью таблиц и графиков производительности автомобилей, рассчитанных для различных условий перевозок грузов.

Выбор подвижного состава только по показателю производительности не является окончательным, так как не всегда автомобили, имеющие большую производительность, обеспечивают минимальные эксплуатационные затраты. Показатель производительности не отражает экономическую эффективность использования подвижного состава. Поэтому для окончательного решения этой задачи необходимо провести сравнение подвижного состава выбранных моделей по таким экономическим показателям, как себестоимость и рентабельность перевозок.

Наиболее обобщающим показателем работы подвижного состава является себестоимость перевозок. Экономически целесообразен будет тот подвижной состав, у которого величина себестоимости единицы транспортной работы будет минимальной. Себестоимость рассчитывается для конкретных условий перевозок при заданных значениях коэффициентов грузоподъёмности $\gamma_{ст}$ ($\gamma_{дин}$) по формуле, руб/т:

$$S = \frac{l_{\text{ге}}}{q_н \cdot \gamma_{\text{ст}}} \cdot \left[\frac{C_{пер}}{\beta} + C_{зп} + \left(\frac{C_{пост} \cdot t_{пр}}{l_{\text{ге}}} + \frac{C_{пост}}{\text{V}_\text{т} \cdot \beta} \right) \cdot \right], \qquad (2)$$

где $C_{пер}$ — переменные расходы на 1 км пробега, руб. (расход на топливо, шины, ТО и ТР и амортизацию, на капитальный ремонт); $C_{зп}$— расходы по заработной плате на ездку, руб;

$C_{пост}$ — постоянные расходы на 1 час работы, руб. (накладные расходы и амортизационные отчисления на восстановление подвижного состава).

Эффективность транспортных средств определяется также трудоемкостью их использования, энергоемкостью, топливной экономичностью, материалоемкостью перевозок и др.

Наблюдаемое с ростом грузоподъемности повышение производительности транспортных средств, снижение трудоемкости использования, а также энерго- и материалоемкости перевозок в результате приводит к уменьшению себестоимости перевозок и приведенных затрат. Изменение приведенных затрат по характеру аналогично изменению себестоимости перевозок.

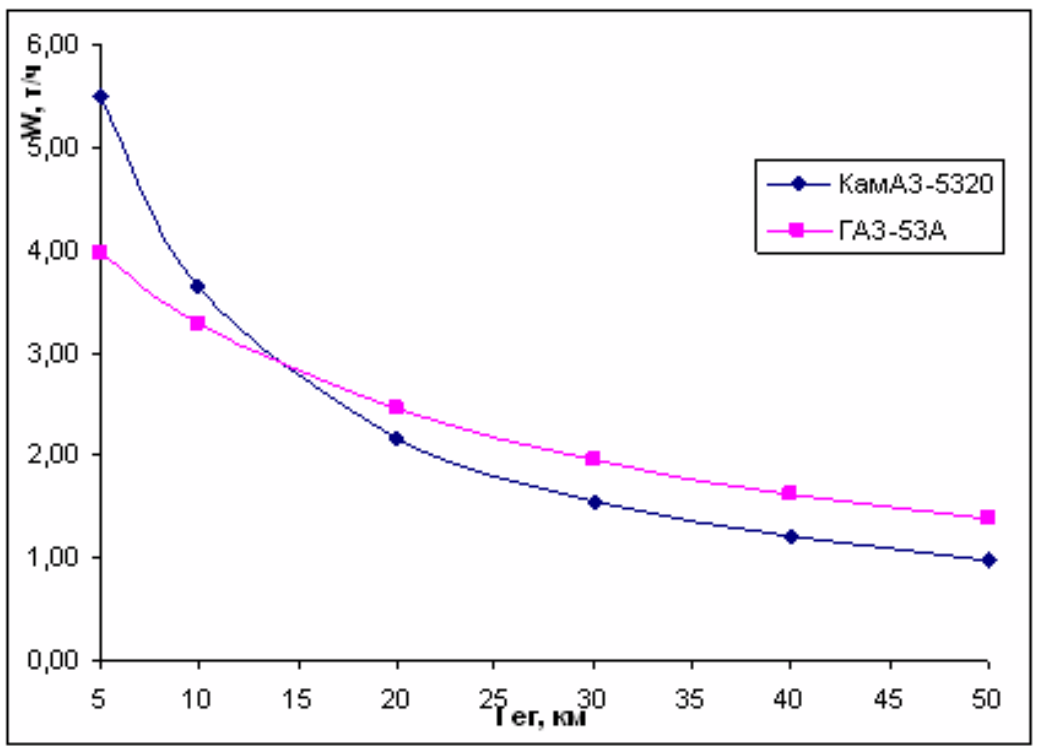


Рисунок 2 – Зависимости подвижного состава от расстояния перевозки

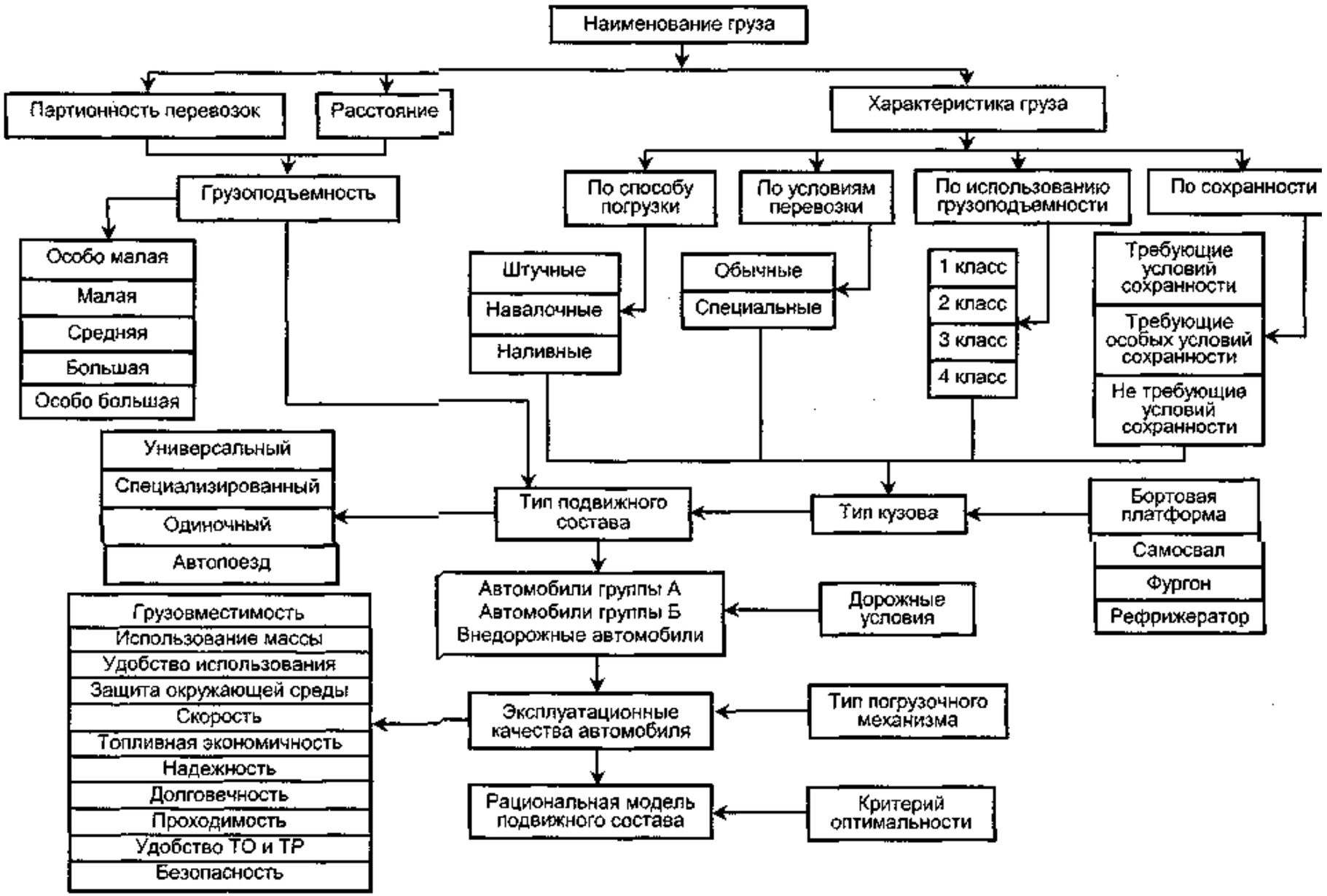


Рисунок 1 – Схема взаимосвязи факторов, влияющих на выбор подвижного состава для перевозки данного вида груза

Методика выполнения

Выбор подвижного состава производят в несколько этапов, исходя из транспортной характеристики заявленных к перевозке грузов, конкретных условий эксплуатации подвижного состава, конструктивных и эксплуатационных качеств подвижного состава.

На первом этапе выбирают тип кузова автомобиля, соответствующий заявленному к перевозке грузу, условиям выполнения погрузочно-разгрузочных работ и дорожно-климатическим условиям эксплуатации подвижного состава.

На втором этапе выбирают грузовместимость (грузоподъемность) автомобиля из имеющихся в однотипном ряду автомобилей.

На третьем этапе завершается выбор подвижного состава по критериям эффективности транспортного процесса.

При выборе подвижного состава из имеющегося в наличии у перевозчика используют общепринятые критерии: производительность, себестоимость и прибыль.

Окончательная модель подвижного состава определяется на основе экономических расчетов.

Себестоимость рассчитывается укрупнено по исходным данным.

$$S_{пер} = C_{пер} \cdot l_{ег} + C_{пост} \cdot t_{е} \qquad (1)$$

где $C_{пер}$ – переменные затраты на 1 км пробега, руб;

$C_{пост}$ – постоянные затраты на 1 автомобиле-час работы, руб;

$l_{ег}$ – длина ездки с грузом, км;

$t_{е}$ – время ездки, ч.

Равноценное расстояние можно найти графическим путём на пересечении графиков производительности двух автомобилей.

Часовая производительность грузового автомобиля определяется по формуле:

$$W_{час}^{Т} = \frac{q_{н} \cdot \gamma_{с} \cdot V_{Т} \cdot \beta}{l_{ег} + V_{Т} \cdot \beta \cdot t_{П-Р}}, \text{ т/ч} \qquad (2)$$

где: $q_н$ – номинальная грузоподъёмность ТС, т;

γ_c – статический коэффициент использования грузоподъёмности;

V_T – техническая скорость движения, км/ч;

β – коэффициент использования пробега ТС;

$l_{ег}$ – пробег с грузом, км;

$t_{П-Р}$ – время простоя ТС под погрузкой, разгрузкой, ч.

Таблица - Исходные данные

Вариант	Марка автомобиля	Вид груза	$q_н$, т	γ	β	$V_Т$, км/ч	$C_{пер}$, руб/км	$C_{пост}$, руб/ч	$t_{п-р}$, ч
1	ЗИЛ-130	гравий	5	1,0	0,5	37	104	256	0,5
	ЗИЛ-ММЗ-555К	гравий	4,5	1,0	0,5	37	123	169	0,4
2	КамАЗ-5320	щебень	8	1,0	0,5	49	291	303	0,8
	КамАЗ-5320+прицеп	щебень	16	1,0	0,5	49	289	303	2,2
3	ГАЗ-САЗ-3503	грунт	2,4	1,0	0,5	25	69	206	0,15
	ЗИЛ-133Г	грунт	10,0	1,0	0,5	25	152	286	1,9
4	Краз-256Б	капуста св.	11,0	0,8	0,5	27	167	262	1,5
	КамАЗ-5320	капуста св.	8	0,8	0,5	27	291	303	0,9
5	ЗИЛ-ММЗ-555К	кирпич	4,5	1,0	0,5	28	123	169	0,5
	ЗИЛ-130	кирпич	5	1,0	0,5	28	104	256	0,8
6	КамАЗ-5511	песок	10	1,0	0,5	37	301	313	0,8
	КамАЗ-5320+прицеп	песок	16	1,0	0,5	37	289	303	2,2
7	ЗИЛ-ММЗ-555К	земля	4,5	1,0	0,5	49	123	169	0,4
	КамАЗ-5320	песок	8	1,0	0,5	49	291	303	1,2
8	ЗИЛ-130	арматура	5	1,0	0,5	29	104	256	0,5
	КамАЗ-5320	арматура	8	1,0	0,5	29	291	303	1,3
9	ГАЗ-53А	журналы	4	1,0	0,5	28	104	207	0,6
	ГАЗ-52-04	журналы	2,5	1,0	0,5	28	69	206	0,2
0	ЗИЛ-ММЗ-555К	земля	4,5	1,0	0,5	24	123	169	0,4
	КамАЗ-5320	щебень	8	1,0	0,5	24	291	303	1,6

Литература

1. Горев, А.Э. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения / А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. М.: Академия , 2006 – 256 с.

2. Касаткин, Ф.П. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса: Учебное пособие / Ф.П. Касаткин, С.И. Коновалов, Э.Ф. Касаткина. - М.: Академический Проспект, 2004 – 240 с.

3. Куликов, Ю.И. Автомобильные перевозки: учеб. пособие. / Ю.И. Куликов, И.Н. Пугачев, Г.Я. Маркелов. Под ред. Ю.И. Куликова. Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 2010. – 281 с.

4. Вельможин А. В., Грузовые автомобильные перевозки: учебник для вузов / А. В. Вельможин, В.А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Куликов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 560 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Определение величины грузопотоков

Цель работы: Построить эпюры грузопотоков грузообразуюших и грузопоглощающих пунктов; выявить нерациональные встречные перевозки; определить неравномерность объемов перевозок.

Оборудование: линейка и планшет.

Порядок выполнения.

Порядок выполнения работы.

1. Эпюру грузопотоков построить в координатах «груз - расстояние», значение *Q* откладывается по оси ординат, а *L* - по оси абсцисс. Эпюра построить в соответствии с выбранным масштабом. Все грузы, движущиеся в направлении «туда», отложить вверх от нулевой отметки, а в направлении «обратно» - вниз от нее.

Направление «туда» выбирается при движении автотранспортных средств по дорогам, проходящих с севера на юг и с запада на восток.

2. Отложить в определенном масштабе длину одного или нескольких участков, на которых осуществляются перевозки между корреспондирующими пунктами, расположенными на одной линии между двумя узлами. Затем перпендикулярно этой линии отложить в определенном масштабе количество грузов с учетом расстояний перевозок: в первую очередь в пункты получения,

удаленные от пункта отправления в направлении «туда». Аналогично построить нижнюю часть графика таким же способом, как и верхняя.

Масштаб эпюры принимается произвольно в зависимости от величины грузонапряженности.

3. Построить конфигурацию сети грузопотоков.

4. Определить количество груза;

- отправляемого из каждого пункта k_i $Q_k = \Sigma Q\, k_i$
- прибываемого в каждый пункт k_j $Q_k = \Sigma Q\, k_j$
- проходящего транзитом через каждый пункт k_t $Q_k = \Sigma Q_j k_i$
- отправляемого в прямом направлении ΣQ_{ij}
- отправляемого в обратном направлении ΣQ_{ji}

5. Установить коэффициенты неравномерности грузопотоков по направлениям.

- общий объем перевозок $Q = \Sigma Q_{ki}$
- общий грузооборот $P = \Sigma Q_{ki} L_i$
- среднее расстояние ездки с грузом $P = P / Q$

6. Определить число ездок $n_e = Q / q_i$

Записать вывод, содержащий ответы на следующие вопросы:

1) Как определяются грузопотоки транспортной сети?
2) Что такое эпюра грузопотоков, как она строится?
3) Как строится узел грузопотоков?
4) Как устанавливается прямое и обратное направление грузопотоков?
5) Что такое нерациональные перевозки?
6) Как определяется общий объем и грузооборот, и среднее расстояние перевозок транспортной сети?

Общие сведения

Грузопоток - объем перевозок, проходящий в единицу времени через определенное сечение транспортного пути в определенном направлении.

Объем перевозок, грузопотоки и грузооборот характеризуются величиной, структурой, временем исполнения, коэффициентом неравномерности перемещения грузов по направлениям:

$$\eta = \frac{Q_{ij}}{Q_{ji}}$$

где *Qij, Qji* – объем перевозок в прямом ij и обратном ji направлениях, соответственно.

Структура грузопотоков изображается эпюрой, которая представляет собой ряд лент (прямоугольников) разной ширины, отраженных в масштабе, и указывающих составные элементы грузопотока в виде отдельных грузов или групп однородных грузов. Площадь каждого прямоугольника на эпюре грузопотоков представляет собой грузооборот в т·км на данном участке. Площадь всей эпюры представляет собой грузооборот всей транспортной линии. При помощи эпюры грузопотоков можно разрешить ряд задач по организации перевозок:

- определить грузооборот, как сумму тонн перевозимых грузов,
- выявить работу в т·км, как произведение расстояние между двумя пунктами на ширину ленты грузопотоков в отношении отдельных участков и линии в целом;
- определить пропускную способность перегонов и погрузо-разгрузочных пунктов;
- организовать движение в прямом и обратном направлениях;
- определить показатели работы ПС;
- построить графики движения АТС.

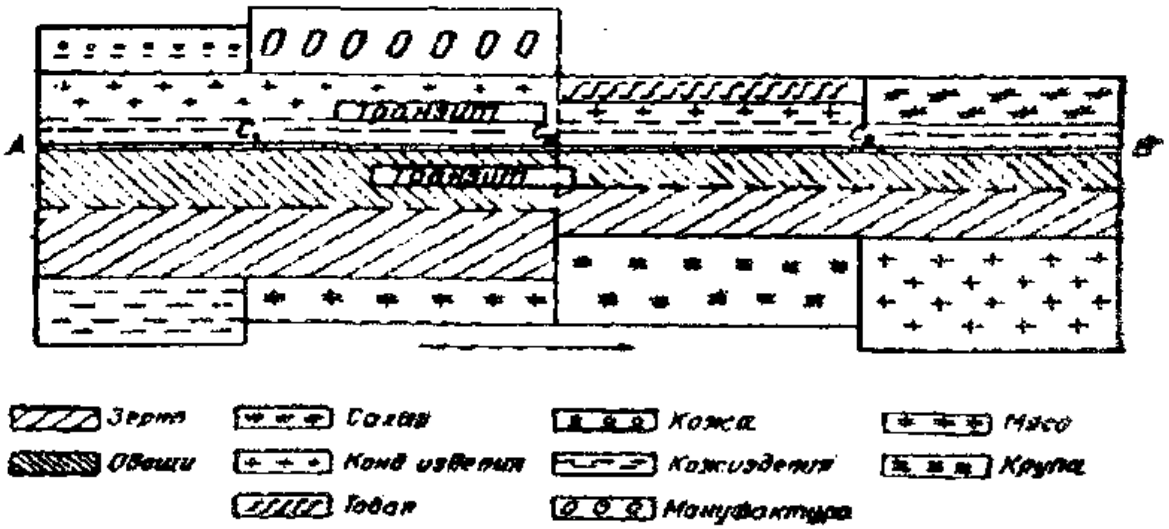


Рисунок 1 – Эпюры грузопотоков по их структуре.

При разветвлении грузовых потоков и пересечении их образуются узлы (рисунок 2). Конфигурация грузопотоков образуют сеть, которая называется конфигурацией грузопотоков.

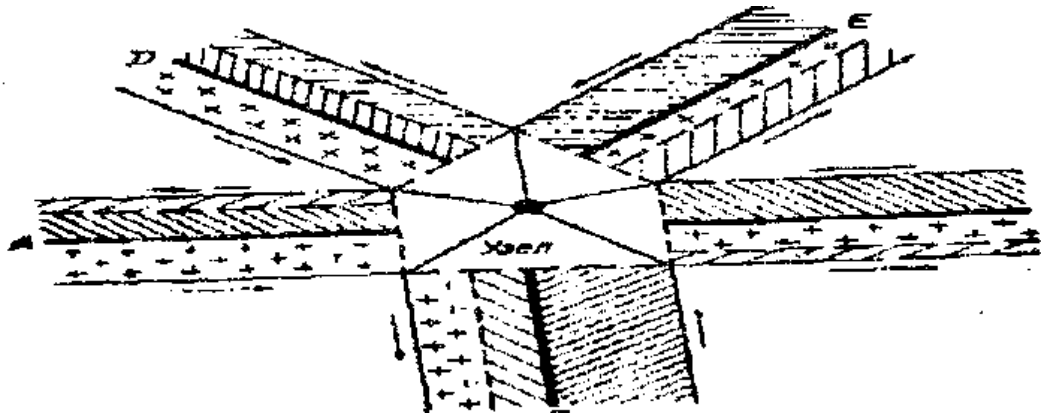


Рисунок 2 – Узел грузопотоков.

Картограмма - это графическое изображение грузопотоков на карте (плане, схеме) местности, где осуществляется перевозки по действительным путям перемещения грузов (рисунок 3).

Грузопотоки и грузооборот участка транспортной сети характеризуются количеством грузов, проходящих по нему в обоих направлениях, и объемом транспортной работы. Для определения интенсивности движения грузов по отдельным участкам транспортной сети, кроме эпюры грузопотоков, применяют эпюру грузонапряженности. Грузонапряженность – объем груза (т), приходящийся на 1 км пути за единицу времени.

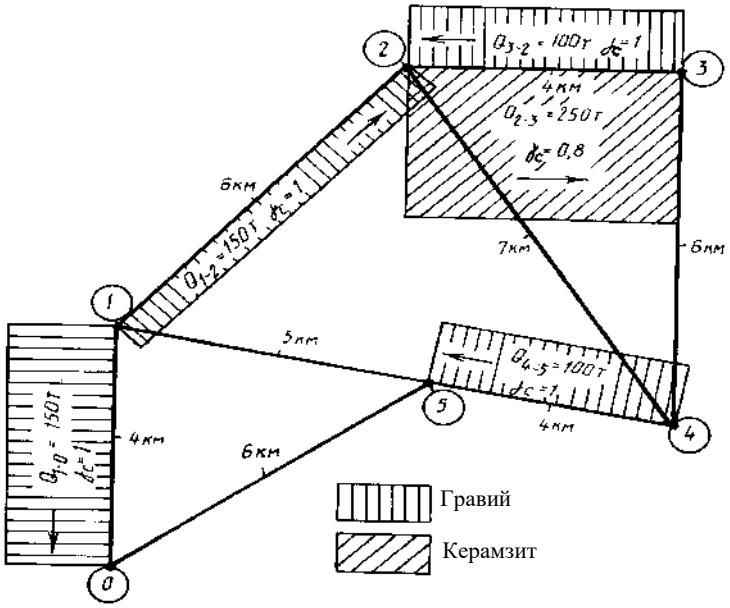


Рисунок 3 – Картограмма грузовых потоков.

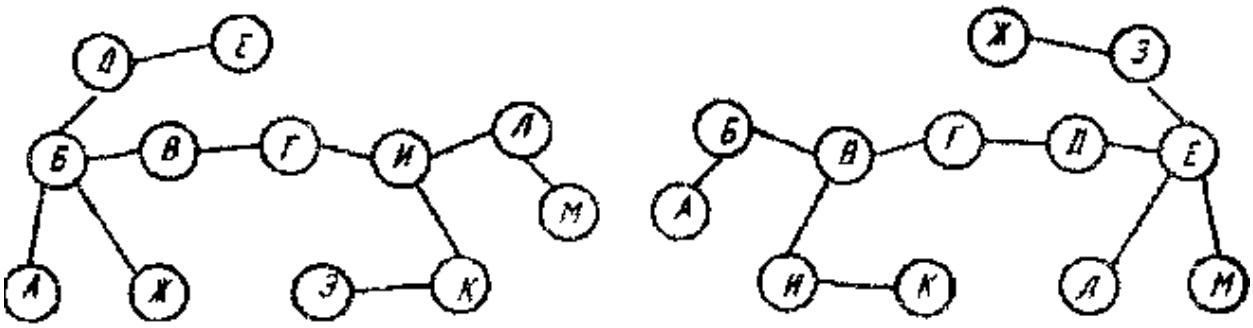
Практическая часть

Содержание работы: вычертить и проанализировать эпюру грузопотоков; установить количества груза, отправляемого, прибывающего и проходящего транзитом через каждый пункт; определить объем перевозок и грузооборот на каждом участке и на всей линии; ликвидировать встречные перевозки; установить неравномерности грузопотоков по направлениям.

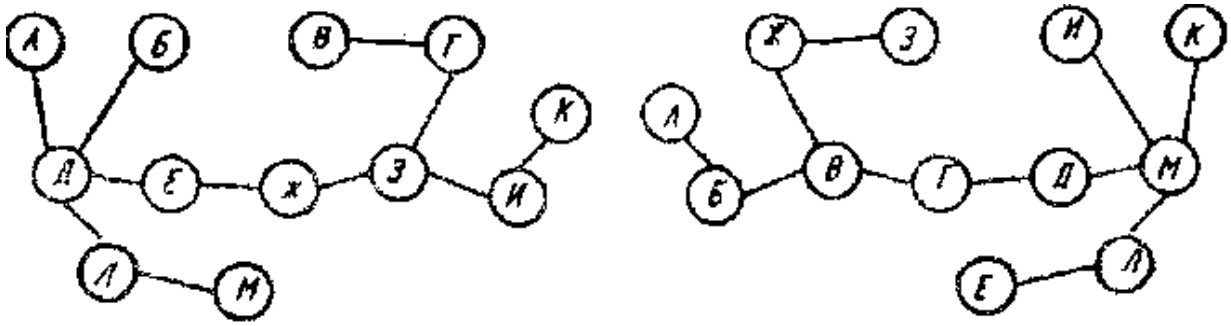
Исходные данные. В таблице 1 приведены сведения о корреспонденции между грузобразующими и грузопоглощающими пунктами.

Варианты грузоподъемности АТС: q - 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 т.

а *б*



в *г*



Схемы расположения грузообразуюших и грузопоглощающих пунктов

Таблица 1 – Объём перевозок грузов в тоннах

Из пункта	В пункт												Всего отправлено
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	и	К	Л	М	
А	-	200	300	250	150	600	300	150	350	250	350	350	3250
Б	100	-	700	250	300	250	300	100	350	350	250	100	3050
В	100	250	-	250	250	150	150	150	400	400	200	600	2900
Г	500 *	150	200	-	150	250	250	-	600	350	350 *	150	2950
Д	400	600	150	550	-	250	450	500	300	200	250	200	3850
Е	150	200	200	100	250	-	100	250	200	600	250	200	2500
Ж	600	300	400 *	300	450	250	-	150	100	200	250	500	3500
З	350	250	300	700	250	200	300	-	250	150	300	400	3450
И	150	250	150	450	500	-	300	200	-	300	100 *	250	2650
К	250	400	150	250	150	200	250	150	200	-	200	150	2350
Л	200	250	300	300	250	300	400	300	250	300	-	250	3100
М	100	600	-	800	450 *	900	150	200	600	250	350	-	4500
Всего прибыло	2900	3450	2850	4200	3150	3350	2950	2150	3600	3350	2850	3150	37950

Литература

1. Горев, А.Э. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения / А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. М.: Академия , 2006 – 256 с.

2. Касаткин, Ф.П. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса: Учебное пособие / Ф.П. Касаткин, С.И. Коновалов,

Э.Ф. Касаткина. - М.: Академический Проспект, 2004 – 240 с.

3. Куликов, Ю.И. Автомобильные перевозки: учеб. пособие. / Ю.И. Куликов, И.Н. Пугачев, Г.Я. Маркелов. Под ред. Ю.И. Куликова. Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 2010. – 281 с.

4. Вельможин А. В., Грузовые автомобильные перевозки: учебник для вузов / А. В. Вельможин, В.А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Куликов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 560 с.

5. Гудков В.А. Пассажирские автомобильные перевозки: учебник для ВУЗов /В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Вельможин, С.А. Ширяев; Под ред. В.А. Гудкова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 448 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

Цель работы: изучить показатели работы автотранспорта при оперативном руководстве перевозками

Оборудование: линейка и планшет.

Решение вопросов, связанных с составлением сменно-суточного плана перевозок, организацией труда водителей, обеспечением бесперебойной работы автомобилей на линии и механизмов на объектах в начале и в течение всего рабочего дня, имеет важное значение эффективного использования подвижного состава и погрузочно-разгрузочных механизмов.

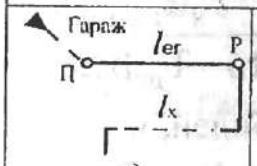
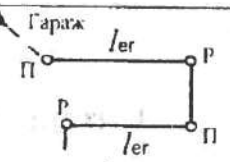
Использование заранее составленных на основе расчетов таблиц значительно снижает время на определение таких составляют сменно-суточного плана, как число ездок z_e автомобиля за рабочий день, его производительность в тоннах и тонно-километрах, потребность в подвижном составе и т.д. Это особенно важно в условиях р боты современных автотранспортных предприятий, где имеются раличные модели и типы подвижного состава, а заявки на перевозку грузов передаются в крайне ограниченные сроки до их осуществления. При этом, важное значение имеет

правильная организация труда водителей. Эта задача решается в результате расчетов и построение графиков работы водителей. Для обеспечения ритмичной и бесперебойной работы автомобилей на линии в начале и в течение всего рабочего дня необходимо заранее проводить расчеты, связанные с организацией выпуска автомобилей на линию и построением графика выпуска и возврата их с линии, а также совмещенных графиков работы автомобилей и механизмов, с помощью которых увязываются пропускная способность маршрута с пропускной способностью погрузочно-разгрузочных пунктов.

На примере решения типовых задач показано каким образом составляются расчетные таблицы для определения показателей сменно-суточного плана перевозок, графиков работы водителей, выпуска и возврата автомобилей с линии, совмещенные графики работы автомобилей и механизмов.

Основные формулы для решения задач.

Формулы для расчета схем маятниковых маршрутов

Технико-эксплуатационные показатели маятниковых маршрутов	Формулы показателей для схем маятниковых маршрутов		
	 а)	 б)	 в)
Время работы на маршруте $T_м$, ч	$T_н - T_о = T_н - \frac{\Sigma l_о}{\upsilon_т}$	$T_н - \frac{\Sigma l_о}{\upsilon_т}$	
Время оборота $t_{об}$, ч	$\frac{2l_{ег}}{\upsilon_т} + T_{пр}$	$\frac{2l_{ег}}{\upsilon_т} + \Sigma T_{пр}$	
Число оборотов $z_{об}$	$\frac{T_м}{t_{об}}$		
Скорректированное время на маршруте $T_м^{ск}$, ч	$z_{об} t_{об}$		
Скорректированное время в наряде $T_н^{ск}$, ч	$T_м^{ск} + T_о$		
Производительность автомобиля за рабочий день $U_{рд}$, т	$q_н z_{об} \gamma_{ст}$	$q_н z_{об} \left(\gamma'_{ст} + \gamma''_{ст}\right)$	
Производительность автомобиля за рабочий день $W_{рд}$, т·км	$U_{рд} l_{ег}$	$U_{рд} \left(l'_{ег} + l''_{ег}\right)$	$U_{рд} l_{ег} z_е$
Пробег с грузом за рабочий день $L_{гр}$, км	$l_{ег} z_{об}$	$\left(l'_{ег} + l''_{ег}\right) z_{об}$	$2l_{ег} z_{об}$
Общий пробег за день $L_{общ}$, км	$2l_{ег} z_{об} + \Sigma l_о$		
Коэффициент использования пробега за день $\beta_{рд}$	$\frac{L_{гр}}{L_{общ}}$		
Коэффициент использования пробега за оборот $\beta_{об}$	0,5	$\frac{\left(l'_{ег} + l''_{ег}\right)}{2l_{ег}}$	1

2. Кольцевые маршруты:

А. За один оборот автомобиль делает несколько ездок.

Время оборота, ч,

$$t_{об} = \frac{l_м}{\upsilon_т} + \Sigma T_{пр}.$$

Производительность автомобиля за рабочий день (смену), (т и т·км)

$$U_{рд} = q_н z_{об} \Sigma \gamma_{ст_i};$$

$$W_{рд} = q_н z_{об} \Sigma \gamma_{ст_i} l_{ег_i}.$$

Коэффициент использования пробега:

- за оборот

$$\beta_{об} = \frac{\Sigma l_{ег_i}}{l_м};$$

- за рабочий день

$$\beta_{рд} = \frac{z_{об} \Sigma l_{ег_i}}{(l_м + \Sigma l_о)}.$$

Б. За один оборот автомобиль делает одну ездку, т.е. сборные и развозочные маршруты.

Время оборота, ч,

$$t_{об} = \frac{l_м}{\upsilon_т} + t_з (n_з - 1).$$

Производительность автомобиля за рабочий день (смену), (т и т·км)

$$U_{рд} = q_н z_{об} \gamma_{ст};$$

$$W_{рд} = q_н z_{об} \Sigma \gamma_{ст_i} l_{ег_i}.$$

Время ездки одного автомобиля, ч,

$$t_е = \frac{l_{ег}}{\upsilon_т \beta_е} + t_{пр}.$$

Число ездок за автомобиле-день

$$z = \frac{T_М}{t_е}.$$

Объем перевозок за сутки, т

$$Q_{сут} = q_н \gamma_{ст} z.$$

Грузооборот за сутки, т-км

$$P_{сут} = Q_{сут} l_{ег} \quad \text{или} \quad P_{сут} = q_н \gamma_{ст} z l_{ег}$$

Интервал движения автомобилей, мин

$$J = \frac{t_e}{A_x}$$

Типовая задача

В течение месяца автомобиль БелАЗ-540А перевозит грузы при следующих условиях: $l_{ег}$=10 км; β_e = 0,5; $q_н$ = 27 т; $\gamma_{ст}$ = 1; $v_т$= 30 км/ч; $t_{пр}$ = 26 мин; $T_н$ = 16,8 ч; l_0= 9 км; $Д_и$ = 30; $\alpha_в$ = 0,82.

Составить месячное производственное задание бригаде водителей, обслуживающих автомобиль, определить при этом общий пробег, в том числе с грузом, суточный объем перевозок и грузооборот.

РЕШЕНИЕ

Время, затраченное на одну ездку:

$$t_e = \frac{l_{ег}}{\upsilon_т \beta_e} + t_{пр} = \frac{10 \cdot 60}{30 \cdot 0,5} + 26 = 66 \text{ мин} = 1,1 \text{ ч.}$$

Время работы автомобиля на маршруте

$$T_м = \frac{T_н - l_o}{\upsilon_т} = \frac{16,8 - 9}{30} = 16,5 \text{ ч.}$$

Число ездок автомобиля за один день

$$z = \frac{T_м}{t_e} = \frac{16,5}{1,1} = 15$$

Месячное производственное задание бригаде:

- по общему пробегу

$$L_{общ} = (2l_{ег}z + l_0)Д_и\alpha_в = (2 \cdot 15 \cdot 10 + 9) \cdot 30 \cdot 0{,}82 = 7\,601 \text{ км};$$

в том числе пробег с грузом

$$L_{гр} = l_{ег}zД_и\alpha_в = 15 \cdot 10 \cdot 30 \cdot 0{,}82 = 3\,690 \text{ км};$$

суточный объем перевозок

$$Q_{сут} = q_н\gamma_{ст}zД_и\alpha_в = 27 \cdot 1 \cdot 15 \cdot 30 \cdot 0{,}82 = 9\,963 \text{ т};$$

суточный грузооборот

$$P_{сут} = Q_{сут}l_{ег} = 9\,963 \cdot 10 = 99\,630 \text{ т} \cdot \text{км}.$$

Задачи для самостоятельного решения

1. Маршрут длиной 25 км обслуживает автомобиль грузоподъемностью 3,5 т. В прямом направлении автомобиль перевозит стальные заготовки, в обратном — оборудование: $\gamma'_{ст}$=1 в прямом направлении и $\gamma''_{ст}$=0,8 в обратном направлении; $v_т$=27,7 км/ч; $t'_{п\text{-}р}$=30 мин.; $t''_{п\text{-}р}$=42 мин.; $T_н$=18,2 ч; $l_а$=6 км. Составить сменно-суточное задание бригаде по $L_{сут}$, $L_{гр}$, $O_{сут}$, Рсут.

2. Перевозку леса на стройку со склада осуществляют 15 автомобилей-лесовозов грузоподъемностью 9 т. Отряду установлены следующие плановые показатели: $T_н$=16,8 ч; $l_{ег}$=18 км; l_0=6 км; $\beta_е$=0,5; $\gamma_{ст}$=1; $v_т$=20 км/ч; $t_{п\text{-}р}$=33 мин. Составить суточное задание отряду по Z, $L_{гр}$, $Q_{сут}$, $P_{сут}$.

3. При обработке путевого листа автомобиля выяснилось, что выехал он из предприятия в 6 ч 30 мин.; возвратился в 23 ч 15 мин. Показания спидометра при выезде из предприятия 2300 км; при возвращении - 28650 км. В течение каждой из 20 ездок на линии было перевезено 8 т груза на $l_{ег}$=17,5 км. Обработать эти данные и определить фактические показатели $T_н$, $L_{общ}$, $P_{сут}$, $Q_{сут}$ если перерыв на обед за день 2 ч.

4. На предприятие поступила заявка на перевозку в течение 15 дней 9984 т удобрений: $l_{ег}$=28 км; $\beta_е$=0,5; l_0=12 км; $T_н$=14,5 ч. Для организации этой

перевозки предприятие может направить автомобили-самосвалы грузоподъемностью 7 т и бортовые автомобили грузоподъемностью 8 т. Какие автомобили более рационально использовать для выполнения этих перевозок и в каком количестве, если $v_т$=30км/ч; $\gamma_{ст}$=1; $t_{п-р}$=14 мин (самосвалы) и $t_{п-р}$=20 мин (бортовые)?

5. Автоколонне установлены следующие плановые показатели: $А_и$=120; $q_{ср}$=4 т; $\gamma_{ст}$=0,92; $Д_и$=30; $\alpha_в$=0,86; $l_{сг}$=12 км; $\beta_е$=0,6; $v_т$=32 км/ч; $t_{п-р}$=24 мин.; l_0=14 км; $Т_н$=16,8 ч. Составить производственную программу на месяц, рассчитав $АД_И$, $АД_{ГЭ}$, автомобиле-часы работы На линии, $L_{общ}$, Q, P, $U_{рд}$, $W_{рд}$.

6. Для вывоза конфискованных товаров 40000 т с таможни привлечена автоколонна из 16 автомобилей КамАЗ-5320 грузоподъемностью 8 т. Работа планируется в следующем режиме: $\gamma_{ст}$=1;$l_{ег}$=14 км; $\beta_е$=0,5; $v_т$=28 км/ч; $t_{п-р}$=24 мин; $t_о$=16 мин; $Т_н$=17,1 ч. Фактическая скорость движения составила 35 км/ч. На сколько дней раньше срока будет выполнено задание?

Литература

Горев А.Э. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения: учеб. пособие, М. : Академия, 2013, 6 экз. - 256 с. - ISBN 978-5-4468-0263-0

Рябчинский А.И. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса: учебник, М. : Академия, 2013, 6 экз. - 256 с. - ISBN 978-5-7695-9751-0

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

Определение оптимальной по грузоподъемности структуры парка автомобилей

Цель работы: Изучить методику определения оптимальной по грузоподъемности структуры парка автомобилей

Задание:

а) рассчитать вероятность предъявления отправок груза, для перевозки которых требуются автомобили j-й грузоподъемности;

б) определить количество ездок автомобилей j-й грузоподъемности;

в) определить оптимальную по грузоподъемности структуру парка автомобилей.

Методика выполнения работы

Структура парка автомобилей по грузоподъемности должна соответствовать распределению размера партий грузов.

Для определения оптимальной по грузоподъемности структуры парка автомобилей должна быть установлена плотность вероятности распределения f(m) от размера партии грузов т (в графической форме представлена на рисунке 5.1); задан ряд значений грузоподъемности автомобилей, применяемых для перевозок q_j (j=1,2,...,n) или рекомендуемых на основе технико-экономических расчетов.

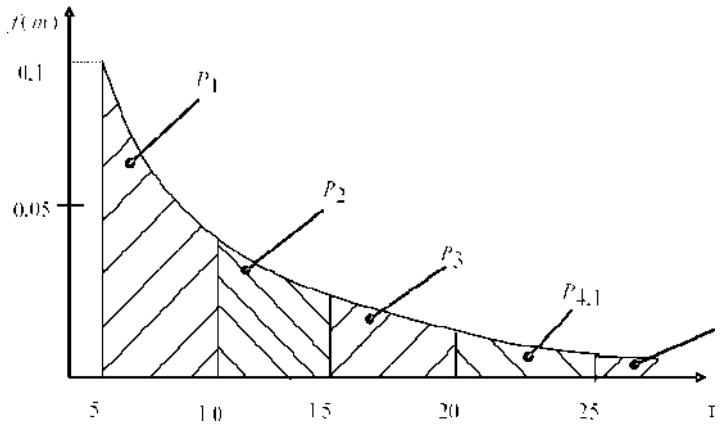


Рисунок 1 - Плотность вероятности распределения размера партий грузов

Исходя из известной плотности распределения f(m) вероятность предъявления отправок груза, для перевозки которого требуется автомобиль грузоподъемностью q_j (j=1,2,...,n-1), определяется интегрированием f(m) по грузоподъемности с учетом коэффициента ее использования γ_c:

$$P_j = \begin{cases} \int_0^{(q\gamma_c)} f(m)dm, \quad j = 1 \\ \int_{(q\gamma_c)_{j-1}}^{(q\gamma_c)_j} f(m)dm, \; 1 \prec j \le n-1 \end{cases}$$

Вероятность $P_{n,\,j}$ предъявления размеров партии груза, для освоения которых необходимо выполнение i ездок автомобиля грузоподъемностью q_n рассчитывается аналогично вероятностям P_j

$$P_j = \begin{cases} \int_{(q\gamma_c)_{n-1}}^{(q\gamma_c)_n} f(m)dm, \; i = 1 \\ \int_{(i-1)(q\gamma_c)_n}^{i(q\gamma_c)_n} f(m)dm, \; i \succ 1 \end{cases}$$

Число ездок с грузом Z_{ej} подлежащих освоению автомобилем грузоподъемностью q_j определяется по вероятностям P_j (j = 1, 2,…, n-1) и P_{nj} из следующего выражения:

$$Z_{ej} = \begin{cases} NP_j, \; \textit{если} \quad j \le n-1 \\ N\sum_{i=1}^{\infty} iP_{n,i}, \quad j = n \end{cases}$$

где N – общее число отправок за рассматриваемый период.

Требуемое число автомобилей грузоподъемностью q_j

$$A_j = Z_{ej} / (Z_{e.cj} \cdot D)$$

где $Z_{e\ cj}$ - число ездок с грузом, осваиваемых j-м автомобилем за день (сутки);

D - длительность рассматриваемого периода в рабочих днях (сутках). Размеры перевозимых партий грузов приводят в соответствие с грузоподъемностями автомобилей с целью повышения их использования. В этом случае средний размер партии груза

$$\overline{m} = \sum_{j=1}^{n-1} P_j (q\gamma_{cj}) + (q\gamma_{cj})_n \sum_{i=1}^{\infty} iP_{n,i}$$

Средний объем груза q_e осваиваемый за одну ездку автомобиля

$$\overline{q}_e = \frac{\sum_{j=1}^{n-1} P_j (q\gamma_{cj}) + (q\gamma_{cj})_n \sum_{i=1}^{\infty} iP_{n,i}}{\underbrace{\sum_{j=1}^{n-1} P_j + \sum_{i=1}^{\infty} iP_{n,i}}} = \frac{\overline{m}}{\underbrace{\sum_{j=1}^{n-1} P_j + \sum_{i=1}^{\infty} iP_{n,i}}}$$

Число ездок, приходящееся на одну партию груза.

Средняя грузоподъемность автомобиля по всем ездкам

$$\overline{q} = \frac{\sum_{j=1}^{n-1} P_j q_j + q_n \sum_{i=1}^{\infty} iP_{n,i}}{\sum_{j=1}^{n-1} P_j + \sum_{i=1}^{\infty} iP_{n,j}}$$

Тогда общее число партий грузов, предъявляемых к перевозке.

$$N = Q / \overline{m}$$

Соотношение между числом предъявляемых партий грузов N и ездок с грузом Z_e определяется коэффициентом

$$K = \frac{N}{Z_e} = \frac{1}{\sum_{j=1}^{n-1} P_j + \sum_{i=1}^{\infty} iP_{n,i}}$$

Общее число ездок с грузом, которое требуется выполнить парком автомобилей за рассматриваемый период для освоения объема перевозок груза Q

$$Z_e = \frac{Q}{\overline{q}_e} = \frac{Q}{\overline{q}\gamma_c}$$

Число ездок, которое требуется выполнить автомобилями j-й грузоподъемности, рассчитывается по формуле

$$Z_{ej} = \begin{cases} Z_e P_j K, & j \le n-1 \\ Z_e K \sum_{i=1}^{\infty} iP_{n,i}, & j = n \end{cases}$$

Объем перевозок, подлежащий освоению автомобилями j-й грузоподъемности,

$$Q_j = Z_{ej} (q\gamma_{cj})_j$$

Требуемое число автомобилей j-й грузоподъемности

$$A_j = \frac{Q_j}{D(q\gamma_{cj})_j Z_{e.cj}}$$

Общее списочное число автомобилей для освоения заданного объема перевозок

$$A_c = \sum_{j=1}^{n} A_j / \alpha_{вj}$$

где $\alpha_{вj}$ - коэффициент выпуска на линию автомобилей j-й грузоподъемности.

Исходные данные:

а) распределение размера отправок груза соответствует усеченному экспоненциальному закону с плотностью вероятностей

$$f(m) = \begin{cases} 0{,}1e^{-0{,}1(m-5)}, & при\ m \geq 5 \\ 0, & при\ m \leq 5 \end{cases}$$

б) суточный объем перевозок выбирается из таблицы 1 по последней цифре номера зачетной книжки;

Таблица 1 – Суточные объемы перевозок

Последняя цифра номера зачетной книжки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Суточный объем перевозок. т	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800

в) грузоподъемность автомобилей q_j применяемых для перевозок груза, выбирается из таблицы 2 по последней цифре суммы двух последних цифр номера зачетной книжки;

Таблица 2 – Грузоподъемность транспортных средств

Последняя цифра суммы двух последних цифр номера зачетной книжки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Грузоподъемность	5	9	2	6	4	8	3	5	12	5

имеющихся автомобилей, т	8 15 20	12 11 14	8 12 15	9 15 18	6 9 10	9 12 19	5 7 14	6 10 11	13 16 18	7 9 15

г) коэффициент использования грузоподъемности γ_C =1;

д) коэффициент выпуска автомобилей на линию в рабочие дни $\alpha_{вj}$=0,8;

ж) автомобиль за сутки выполняет три ездки с грузом Z_{ej} = 3, j=1, 2,…, *n*.

Пример выполнения задания

Исходные данные.

а) распределение размера отправок груза соответствует усеченному экспоненциальному закону с плотностью вероятностей

$$f(m)=\begin{cases}0{,}1e^{-0{,}1(m-5)}, & при\ m\geq 5\\ 0, & при\ m\leq 5\end{cases}$$

б) суточный объем перевозок Q_c=1200 т.

в) грузоподъемности автомобилей q_j применяемых для перевозок груза, q_1 = 7,5 т; q_2 = 14 т; q_3 = 20 т; q_4 = 28 т;

г) коэффициент использования грузоподъемности γ_C =1;

д) коэффициент выпуска автомобилей на линию в рабочие дни $\alpha_{вj}$=0,8;

ж) автомобиль за сутки выполняет три ездки с грузом Z_{ej}=3, j=1, 2,…,*n*.

Выполнение работы

Определение вероятностей P_j (*j* = 1, 2, …,*n* - 1) и P_{nj}

$$P_j=\int_5^{7,5}0{,}1e^{-0{,}1(m-5)}dm=0{,}221$$

$$P_j=\int_{7.5}^{14}0{,}1e^{-0{,}1(m-5)}dm=0{,}372$$

$$P_j=\int_{14}^{20}0{,}1e^{-0{,}1(m-5)}dm=0{,}184$$

$$P_j=\int_{20}^{28}0{,}1e^{-0{,}1(m-5)}dm=0{,}123$$

$$P_j = \int_{28}^{56} 0{,}1e^{-0{,}1(m-5)}dm = 0{,}094$$

$$P_j = \int_{56}^{84} 0{,}1e^{-0{,}1(m-5)}dm = 0{,}006$$

$$P_j = \int_{84}^{112} 0{,}1e^{-0{,}1(m-5)}dm = 0{,}0004 \approx 0$$

Учитывая, что размеры партий грузов приводятся в соответствии с грузоподъемностями автомобилей, находят: средний размер партий груза m = 0,221·7,5 + 0,372·14 + 0,184·20 + 0,123·28 + 0,094·2·28 + 0,006·3·28 = 19,76 т;

Средний объем груза, перевозимого за одну ездку

$$q_e = mK = \frac{19{,}76}{0{,}221 + 0{,}372 + 0{,}184 + 0{,}123 + 0{,}094 \cdot 2 + 0{,}006 \cdot 3} = \frac{19{,}76}{1{,}106} = 17{,}87 \ m$$

Грузоподъемность автомобиля по всем ездкам $q = m$ = 17,87 т , так как γ_c = 1;

Общее число партий груза $N = Q/m$ = 1200 :19,76 = 60,73 ;

Общее число ездок с грузом

$$Z_e = Q/\overline{q}_e = NK = 1200/18{,}87 = 60{,}73 \cdot 1{,}106 = 67{,}16$$

Число ездок с грузом автомобилей j-й грузоподъемности Z_{ej}:

Z_{el} =60,73·0,221=13,42:

Z_{e2} =60,73·0,372 = 22,59;

Z_{e3} =60,73·0,184 = 11,17;

Z_{e4} =60,73·(0,123+2·0,094+3·0,006)= 19,98;

Требуемое списочное число автомобилей j-й грузоподъемности составляет (D = 1)

$$A_{cj} = \frac{Q_j}{\alpha_{вj} D(q\gamma_c)_j Z_{ej}} = \frac{Z_{ej}(q\gamma_c)_j}{\alpha_{вj} D(q\gamma_c)_j Z_{e.cj}} = \frac{Z_{ej}}{\alpha_{вj} Z_{e.cj}}$$

$$A_{c1} = \frac{13{,}42}{0{,}8 \cdot 3} = 5{,}6$$

$$A_{c2} = \frac{22{,}59}{0{,}8 \cdot 3} = 9{,}4$$

$$A_{c3} = \frac{11{,}17}{0{,}8 \cdot 3} = 4{,}7$$

$$A_{c4} = \frac{19{,}98}{0{,}8 \cdot 3} = 8{,}3$$

Требуемое общее списочное число автомобилей для выполнения заданного объема перевозок

$$A_{cj} = \frac{Q_j}{\alpha_{вj} Z_{ej} q_e} = 5{,}6 + 9{,}4 + 4{,}7 + 8{,}3 = \frac{1200}{0{,}8 \cdot 3 \cdot 17{,}87} = 28{,}0$$

Контрольные вопросы

1. Что больше: средний размер партии груза или средний размер отправки, перевозимой автомобилями?
2. Сколько параметров имеет показательный закон распределения плотности вероятности?
3. Записать формулу для определения вероятности предъявления партий грузов для освоения автомобилями заданной грузоподъемности.
4. Как связаны между собой средняя грузоподъемность автомобиля и средний размер партии груза?

Литература

1. Горев, А.Э. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения / А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. М.: Академия , 2006 – 256 с.

2. Касаткин, Ф.П. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса: Учебное пособие / Ф.П. Касаткин, С.И. Коновалов, Э.Ф. Касаткина. - М.: Академический Проспект, 2004 – 240 с.

3. Куликов, Ю.И. Автомобильные перевозки: учеб. пособие. / Ю.И. Куликов, И.Н. Пугачев, Г.Я. Маркелов. Под ред. Ю.И. Куликова. Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 2010. – 281 с.

4. Вельможин А. В., Грузовые автомобильные перевозки: учебник для вузов / А. В. Вельможин, В.А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Куликов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 560 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

Маршрутизация перевозок мелкопартионных грузов

МАРШРУТИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК МЕЛКОПАРТИОННЫХ ГРУЗОВ

Цель работы

Изучить методику разработки рациональных маршрутов при перевозке грузов мелкими партиями

Методика выполнения работы

Задача маршрутизации перевозок мелких партий ресурсов состоит в том, чтобы найти такое множество маршрутов, на которых достигались бы минимальные издержки на транспортирование (общее минимальное расстояние перевозок, минимальное время доставки). Наиболее часто в качестве критерия оптимальности решения задачи принимается общий пробег транспортных средств

$$\sum_{j=1}^{n} l_{oj} = \min, \qquad (6.1)$$

где n – общее число маршрутов для освоения заданных объемов перевозок ресурсов;

l_{oj} – длина оборота транспортного средства на j-м маршруте, км.

При этом могут быть поставлены ограничения, зависящие от конкретных условий перевозок: число пунктов заезда, длина оборота на маршруте, время доставки ресурса с момента погрузки и др.

Решение задачи маршрутизации перевозок мелких партий ресурсов, обеспечивающей абсолютный минимум вышеуказанной целевой функции, возможно только при переборе всех возможных вариантов маршрутов. Точное решение задачи по оптимальному варианту объезда пунктов дает метод ветвей и границ, реализация которого возможна только при малом числе пунктов. Поэтому разработаны приближенные, более быстрые методы формирования маршрутов, позволяющие получать результаты, близкие к оптимальным. Наиболее распространенным из них является метод составления сборных (развозочных) маршрутов – метод Кларка-Райта. Метод ветвей и границ можно применять в качестве уточняющего метода Кларка-Райта.

Метод Кларка-Райта предусматривает совмещенное решение задачи маршрутизации перевозок по сборочным или развозочным маршрутам,

осуществляемых в общем случае парком транспортных средств различной вместимости.

Основой решения являются следующие исходные данные:

– число транспортных средств по вместимости (q_k, k = 1, 2 , ..., K, где K – общее число транспортных средств различной вместимости);

– число промежуточных пунктов (m), в которые доставляется или из которых собирается ресурс;

– количество ресурса (Q_{pi}, i = 1, 2, ..., m), подлежащего завозу (вывозу) по промежуточным пунктам;

– стоимость перевозок ресурса (расстояния, время перевозок) между пунктами транспортной сети (c_{ij}, i = 0, 1, ..., m; j = 0, 1, ..., m), включающими исходный и промежуточные пункты;

– различного рода ограничения: по числу промежуточных пунктов ($n_п$), использованию вместимости транспортных средств, длине маршрута, времени оборота на маршруте и т. п.

Алгоритм одной из реализаций метода следующий:

1 Строится система маятниковых маршрутов, на каждом из которых предполагается обслуживать один пункт. Для каждого такого i-го маршрута назначается объем перевозок $Q_i = Q_{pi}$, число пунктов заезда $n_i = 1$ и транспортное средство возможно минимальной вместимости, но не менее Q_i.

2 Рассчитывается выигрыш для всех возможных вариантов попарного объединения маршрутов, образованных согласно п. 1.

Выигрыш рассчитывается по формуле

$$\Delta c_{ij} = c_{Ai} + c_{Aj} - c_{ij}, \qquad (6.2)$$

где Δc_{ij} – величина сокращения пробега транспортного средства при объединении маршрутов A–B_i–A и A–B_j–A ;

c_{Ai}, c_{Aj} – расстояние перемещения от исходного пункта A соответственно до пунктов B_i и B_j ;

c_{ij} – расстояние между пунктами B_i и B_j, ед.

Вариантность попарного объединения пунктов описывается треугольной матрицей, и соответственно общее число вариантов определяется выражением $(m(m-1))/2$, где m – число промежуточных пунктов.

3 Последовательно производится объединение маршрутов следующим образом:

1) находится максимальный выигрыш от возможного попарного объединения исходных маршрутов $\max\limits_{i,j} \Delta c_{ij} = c_{rs}$, где r и s – соответственно пункты, по которым может быть рассмотрено объединение маршрутов. Если максимальный выигрыш нулевой или отрицательный, то решение закончено;

2) оценивается возможность объединения маршрутов с учетом наличия транспортных средств необходимой вместимости и выполнения других заданных ограничений. Для этого необходимо рассчитать общий объем перевозимого ресурса как сумму ресурсов объединяемых маршрутов $Q_т = Q_r + Q_s$, число пунктов заезда на объединенном маршруте $n_т = n_r + n_s$ и др. Если такое объединение невозможно ($Q_т > \max\limits_k q_k$, $n_т \geq n_п$ и т. п.), то переход к п 3.4. Иначе формируется новый объединенный маршрут, состоящий из двух объединяемых по пунктам с найденным максимальным выигрышем. Полученный маршрут имеет вид A–B_i–...–B_r–B_s–...–B_j–A. Для нового маршрута определяется и назначается транспортное средство соответствующей вместимости;

3) производится корректировка текущих значений параметров в связи с объединением маршрутов:

– маршруты r и s, вошедшие в сформированный маршрут, аннулируются ($Q_r = 0$; $Q_s = 0$);

– формируется шифр маршрута, определяемый номерами крайних пунктов (пункты i и j);

– назначается объем перевозок $Q_{i(j)} = Q_т$ и число промежуточных пунктов заезда $n_{i(j)} = n_т$;

– назначается транспортное средство, удовлетворяющее условию $q_{i(j)} = \min q_k$ (для $q_k \geq Q_{i(j)}$);

– на отрицательный, например, –1, заменяется выигрыш между конечными пунктами маршрута i и j ($\Delta c_{ij} = -1$);

– на отрицательные заменяются выигрыши всех других пунктов с пунктом r, если $n_т > 1$ ($\Delta c_{тр} = -1$, $p = 1, m$) и с пунктом s, если $n_s > 1$ ($\Delta c_{sp} = -1$, $p = 1, m$), где m – число промежуточных пунктов завоза или вывоза ресурса;

– реальное значение выигрыша c_{rs} заменяется отрицательным ($\Delta c_{rs} = -1$) независимо от того, состоялось формирование нового маршрута или нет;

4) перейти к п. 1).

При реализации алгоритма возможно повторное присвоение отрицательных значений одному и тому же выигрышу, что не влияет на конечный результат.

Алгоритм Кларка-Райта, как и метод маршрутизации по кратчайшей связывающей сети, не гарантирует получения оптимального варианта. Поэтому может быть рекомендовано проверять целесообразность перестановок пунктов, входящих в маршруты. При небольшом числе пунктов представляется возможным выполнить перебор всех вариантов перестановок, что может снизить значение целевой функции. Такое решение гарантирует метод ветвей и границ.

Осуществляя маршрутизацию мелкопартионных перевозок, следует сгруппировать ресурсы с учетом одновременности доставки в течение суток, недели, месяца и допустимости совместной перевозки.

Для оптимизация решений, полученных методом Кларка-Райта, можно использовать метод ветвей и границ. Алгоритм простейшей реализации метода ветвей и границ следующий:

1) принимается один из пунктов за начальный пункт ветвления, например, один из пунктов, принадлежащих звену с наибольшей длиной. Стоимость (длина) ветви у начального пункта принимается равной нулю;

2) из пункта с минимальной стоимостью ветви (текущей оценкой границы ветвления) рассматриваются возможные пути ветвления, не дающие замкнутого цикла (в ветви отсутствуют пункты с одинаковыми номерами, кроме последнего n-го шага ветвления по каждой ветви), и рассчитывается стоимость (длина) ветви; каждая ветвь на n-м шаге должна заканчиваться начальным пунктом. Стоимость ветви рассчитывается по формуле $Z_{ji} = Z_{j,i-1} + c_i$, где Z_{ji} и $Z_{j,i-1}$ – соответственно оценка стоимости j-й ветви на шаге i и i-1; c_i – стоимость звена, включаемого в путь на i-м шаге;

3) находится минимальное значение из всех рассчитанных длин ветвей дерева ветвления. Если какая-то ветвь имеет число звеньев n и минимальное значение стоимости ветви, то оптимальное решение получено, а иначе необходимо продолжать ветвление (перейти к п. 2).

Полученная ветвь с минимальным значением стоимости ветви дает решение. Длина пути определяется стоимостью ветви.

Варианты заданий

Исходные данные:

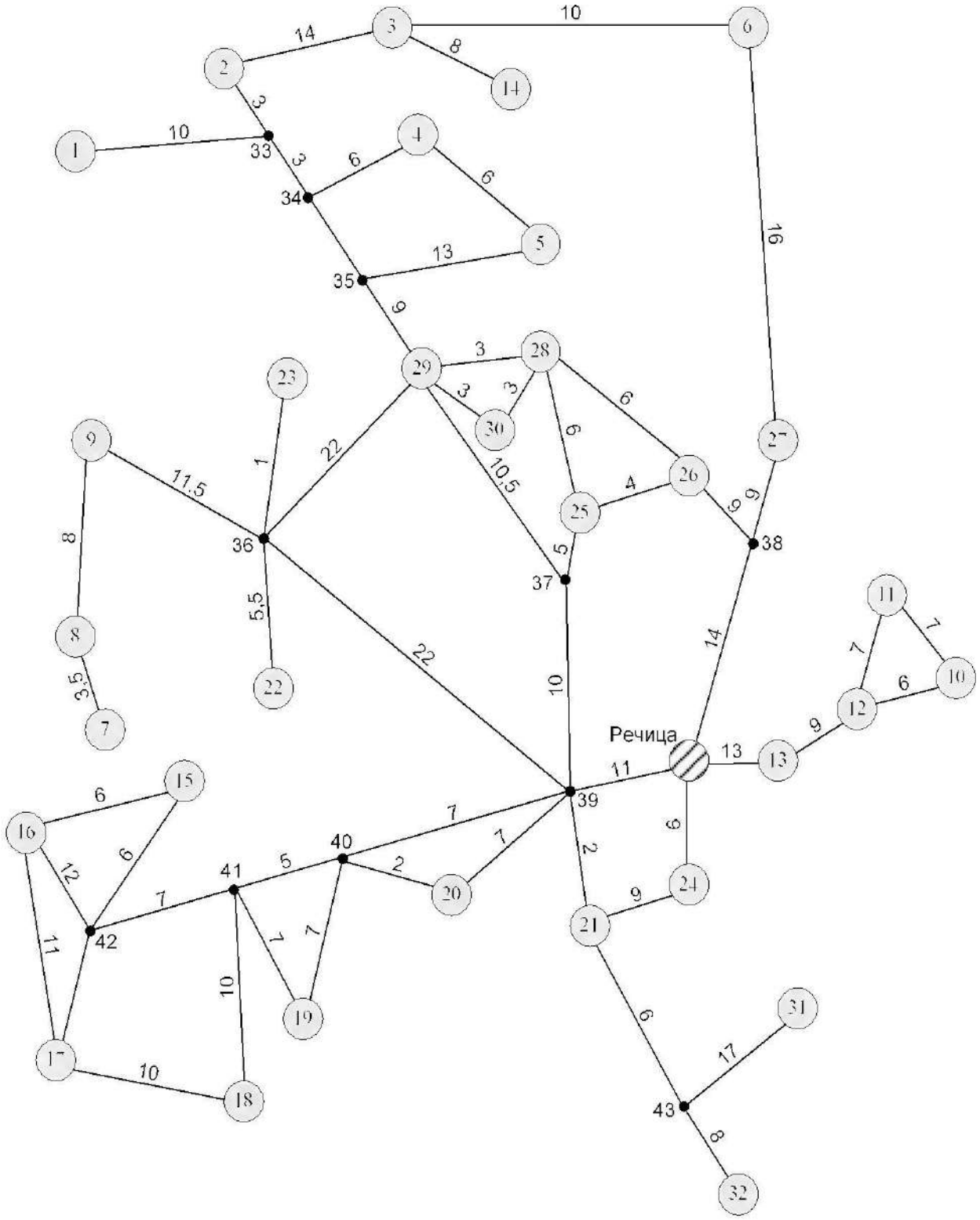
а) транспортная сеть региона (рисунок 6.1);

б) существующий парк автомобильных транспортных средств (таблица 6.1). Вариант выбирается по последней цифре номера зачетной книжки;

Таблица 6.1 – **Грузоподъемность транспортных средств**

Последняя цифра номера зачетной книжки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Грузоподъемность имеющихся автомобилей, т	5 2 1 3	2 3 4 1	1,5 2,2 3,8 6,0	0,9 0,5 1,3 4,0	1,3 1,6 2,0 3,0	2,0 3,0 4,0 0,9	1,0 1,5 2,0 2,5	0,8 1,4 2,2 4,0	1 1,3 1,8 2,0	0,7 1,4 2,6 3,0

в) объемы завоза груза в пункты выгрузки (таблица 6.2). Исходные данные выбираются путем умножения приведенных в таблице 6.2 значений массы перевозимого груза на 1,N, где N – последняя цифра номера зачетной книжки. Полученные значения следует округлить до десятых.



– пункт погрузки;

– пункт выгрузки;

5 – длина звена транспортной сети;

— – звено транспортной сети.

Рисунок 6.1 – Схема транспортной сети региона

Таблица 6.2 – **Объем завозимого в пункты выгрузки груза**

Пункт выгрузки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Объем груза, т	0,29	0,36	0,32	0,619	0,572	3,487	1,197	1,473	1,23	0,736	0,971
Пункт выгрузки	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Объем груза, т	0,395	0,628	3,23	0,711	0,243	0,275	0,507	0,139	0,826	0,344	1,815
Пункт выгрузки	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
Объем груза, т	1,23	0,127	0,702	0,365	0,549	0,745	1,328	0,964	0,507	0,396	

Требуется:

а) разработать маршруты доставки грузов методом Кларка-Райта;

б) рассчитать технико-эксплуатационные показатели работы на одном из полученных маршрутов (маршрут задается преподавателем).

Пример выполнения расчетов

Исходные данные:

а) транспортная сеть региона, представленная на рисунке 6.1;

б) существующий парк автомобильных транспортных средств 4; 3; 3,7; 7,75; 11,5 т;

в) объемы завоза груза в пункты выгрузки (см. таблицу 6.2).

Выполнение работы

Строим систему маятниковых маршрутов (таблица 6.3), на каждом из которых обслуживается один пункт.

Таблица 6.3 – **Система маятниковых маршрутов**

Шифр маршрута i	Схема Р–i–Р	Объем груза Q_i, т	Число промежуточных пунктов n_i	Вместимость транспортного средства q_i, т
1	Р–1–Р	0,287	1	3
2	Р–2–Р	0,356	1	3
3	Р–3–Р	0,32	1	3
4	Р–4–Р	0,619	1	3
5	Р–5–Р	0,572	1	3

Окончание таблицы 6.3

Шифр маршрута i	Схема Р–i–Р	Объем груза Q_i, т	Число промежуточных пунктов n_i	Вместимость транспортного средства q_i, т
6	Р–6–Р	3,487	1	3,7
7	Р–7–Р	1,197	1	3
8	Р–8–Р	1,473	1	3
9	Р–9–Р	1,230	1	3
10	Р–10–Р	0,736	1	3
11	Р–11–Р	0,971	1	3
12	Р–12–Р	0,395	1	3
13	Р–13–Р	0,628	1	3
14	Р–14–Р	3,230	1	3,7
15	Р–15–Р	0,711	1	3
16	Р–16–Р	0,243	1	3
17	Р–17–Р	0,275	1	3
18	Р–18–Р	0,507	1	3
19	Р–19–Р	0,139	1	3
20	Р–20–Р	0,826	1	3
21	Р–21–Р	0,344	1	3
22	Р–22–Р	1,815	1	3
23	Р–23–Р	1,230	1	3
24	Р–24–Р	0,127	1	3
25	Р–25–Р	0,702	1	3
26	Р–26–Р	0,365	1	3
27	Р–27–Р	0,549	1	3
28	Р–28–Р	0,745	1	3
29	Р–29–Р	1,328	1	3
30	Р–30–Р	0,964	1	3
31	Р–31–Р	0,504	1	3
32	Р–32–Р	0,396	1	3

Расчёт выигрыша (таблица 6.4) для всех возможных вариантов попарного объединения маршрутов будем выполнять по формуле (6.2). Пример расчёта выигрыша приведём для пункта 1:

$$\Delta c_{1\,2} = 63{,}5 + 55{,}5 - 12 = 107 \text{ км};$$

$$\Delta c_{1\,3} = 63{,}5 + 49 - 26 = 86{,}5 \text{ км};$$

$$\Delta c_{1\,4} = 63{,}5 + 56{,}5 - 19 = 101 \text{ км};$$

$$\Delta c_{1\,5} = 63{,}5 + 53{,}5 - 25 = 92 \text{ км};$$

$$\Delta c_{1\,6} = 63{,}5 + 39 - 36 = 66{,}5 \text{ км};$$

$$\Delta c_{1\,7} = 63{,}5 + 56 - 77 = 42{,}5 \text{ км};$$

$$\Delta c_{1\,8} = 63{,}5 + 52{,}5 - 73{,}5 = 42{,}5 \text{ км};$$

$$\Delta c_{1\,9} = 63{,}5 + 44{,}5 - 65{,}5 = 42{,}5 \text{ км};$$

$$\Delta c_{1\,10} = 63{,}5 + 28 - 91{,}5 = 0 \text{ км};$$

$$\Delta c_{1\,11} = 63{,}5 + 29 - 92{,}5 = 0 \text{ км};$$

$$\Delta c_{1\,12} = 63{,}5 + 22 - 85{,}5 = 0 \text{ км};$$

$$\Delta c_{1\,13} = 63{,}5 + 13 - 76{,}5 = 0 \text{ км};$$

$$\Delta c_{1\,14} = 63{,}5 + 57 - 34 = 86{,}5 \text{ км}.$$

Остальные расчёты выигрыша выполняются аналогично, результаты сведены в таблицу 6.4.

После расчёта выигрышей при объединении маятниковых маршрутов выполняем последовательные объединения маршрутов. Из таблицы 6.4 определяются максимальный выигрыш от возможного попарного объединения исходных маршрутов (см. таблицу 6.3) и соответственно пункты, по которым может быть рассмотрено объединение маршрутов. Таковыми являются пункты 1 и 2 ($r = 1$ и $s = 2$) с выигрышем при объединении, равным 107 (выигрыш $\Delta c_{ij} = 107$ ненулевой). Затем оценивается возможность объединения маршрутов с учетом наличия транспортных средств необходимой грузоподъёмности. Общий объем перевозимого груза в сумме составил 0,643 тонны ($Q_т = Q_r + Q_s = Q_1 + Q_2 = 0{,}287 + 0{,}356 = 0{,}643$), число пунктов заезда на объединенном маршруте $n_т = n_r + n_s = n_1 + n_2 = 1 + 1 = 2$. Так как такое объединение маршрутов возможно, формируется новый объединенный маршрут Р–1–2–Р с найденным максимальным выигрышем. Принимаем, что значение коэффициента равно 0,99.

Таблица 6.4 – **Выигрыш при объединении маятниковых маршрутов Р-*i*-Р и Р-*j*-Р**

Номер пункта транспортной сети	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
3	90,5																														
4	101	80,5																													
5	92	71,5	104																												
6	70,5	78	60,5	51,5																											
7	42,5	22	42,5	42,5	7																										
8	42,5	22	42,5	42,5	7	105																									
9	42,5	22	42,5	42,5	7	89	89																								
10	0	0	0	0	0	0	0	0																							
11	0	0	0	0	0	0	0	0	5																						
12	0	0	0	0	0	0	0	0	44	44																					
13	0	0	0	0	0	0	0	0	26	26	26																				
14	90,5	98	80,5	71,5	78	22	22	22	0	0	0	0																			
15	22	1,5	22	22	0	22	22	22	0	0	0	0	1,5																		
16	22	1,5	22	22	0	22	22	22	0	0	0	0	1,5	72																	
17	22	1,5	22	22	0	22	22	22	0	0	0	0	1,5	60	68																
18	22	1,5	22	22	0	22	22	22	0	0	0	0	1,5	46	54	60															
19	22	1,5	22	22	0	22	22	22	0	0	0	0	1,5	41	41	41	41														

Окончание таблицы 6.4

Номер пункта транспортной сети	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
20	22	1,5	22	22	0	22	22	22	0	0	0	0	1,5	34	34	34	34	34													
21	22	1,5	22	22	0	2	22	22	0	0	0	0	1,5	22	22	22	22	22	22												
22	42,5	22	42,5	42,5	7	66	66	66	0	0	0	0	22	22	22	22	22	22	22	22											
23	42,5	22	42,5	42,5	7	66	66	66	0	0	0	0	22	22	22	22	22	22	22	22	66										
24	6	0	6	6	0	6	6	6	0	0	0	0	0	6	6	6	6	6	6	10	6	6									
25	48,5	28	48,5	48,5	27	28	28	28	0	0	0	0	28	22	22	22	22	22	22	22	28	28	6								
26	45,5	28	45,5	45,5	28	25	25	25	0	0	0	0	28	15	15	15	15	15	15	15	25	25	0	45							
27	38,5	46	28,5	27,5	46	7	7	7	0	0	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	7	7	0	27	28						
28	57,5	37	57,5	57,5	28	37	37	37	0	0	0	0	37	19	19	19	19	19	19	19	37	37	3	49	46	28					
29	63	42,5	63	63	27,5	42,5	42,5	42,5	0	0	0	0	42,5	22	22	22	22	22	22	22	42,5	42,5	6	48,5	45,5	27,5	57,5				
30	60,5	40	60,5	60,5	28	40	40	40	0	0	0	0	40	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	40	40	3,5	49	46	28	58	60,5			
31	22	1,5	22	22	0	22	22	22	0	0	0	0	1,5	22	22	22	22	22	22	26	22	22	10	22	15	0	19	22	19,5		
32	22	1,5	22	22	0	22	22	22	0	0	0	0	1,5	22	22	22	22	22	22	26	22	22	10	22	15	0	19	22	19,5	38	
1	107	86,5	101	92	66,5	42,5	42,5	42,5	0	0	0	0	86,5	22	22	22	22	22	22	22	42,5	42,5	6	48,5	45,5	34,5	57,5	63	60,5	22	22

Значение коэффициента использования грузоподъемности берется из Постановления Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 1 ноября 2002 года № 35. После расчёта выигрышей при объединении маятниковых маршрутов выполняем последовательные объединения маршрутов. Из таблицы 6.4 определяются максимальный выигрыш от возможного попарного объединения исходных маршрутов (см. таблицу 6.3) и соответственно пункты, по которым может быть рассмотрено объединение маршрутов. Таковыми являются пункты 1 и 2 (r = 1 и s = 2) с выигрышем при объединении, равным 107 (выигрыш Δc_{ij} = 107 ненулевой).

Затем оценивается возможность объединения маршрутов с учетом наличия транспортных средств необходимой грузоподъёмности. Общий объем перевозимого молока в сумме составил 0,643 тонны ($Q_т = Q_r + Q_s = Q_1 + Q_2 =$ = 0,287 + 0,356 = 0,643), число пунктов заезда на объединенном маршруте $n_т = n_r + n_s = n_1 + n_2 = 1 + 1 = 2$. Так как такое объединение маршрутов возможно, формируется новый объединенный маршрут Р–1–2–Р с найденным максимальным выигрышем. Принимаем, что значение коэффициента равно 0,99.

В процессе корректировки текущих значений параметров в связи с объединением маршрутов получаем, что маршруты 1 и 2, вошедшие в сформированный, аннулируются (Q_1 = 0; Q_2 = 0) и формируется новый шифр маршрута (1–2), определяемый номерами крайних пунктов. Назначается объем перевозок $Q_{1(2)} = Q_т$ = 0,643 тонны, число промежуточных пунктов заезда $n_{1(2)} = n_т$ = 2, а также транспортное средство, удовлетворяющее условию $q_{1(2)} = \min\limits_k q_k (q_k \geq Q_{i(j)} = 0{,}643) = 3$. На отрицательный заменяется выигрыш между конечными пунктами маршрута (таблица 6.5).

Далее по аналогичному алгоритму составляется маршрут доставки груза:

– максимальный выигрыш, равный 101 для r = 2 и s = 4;

– общий объем перевозимого груза $Q_т = Q_{1(2)} + Q_4 = 0{,}643 + 0{,}619 = 1{,}262$ т;

– число пунктов заезда $n_т = n_{1(2)} + n_4 = 2 + 1 = 3$;

– $Q_{1(2)} = 0$, $Q_4 = 0$;

– $Q_{1(4)} = Q_т = 1{,}262$ т;

– $n_{1(4)} = n_т = 3$;

– $q_{1(4)} = \min\limits_k q_k (q_k \geq Q_{i(j)} = 1{,}262) = 3$; $\gamma_{ст} = 0{,}42 < 0{,}99$;

– на отрицательный заменяется выигрыш между пунктами 2 и 4;

получили новый объединённый маршрут Р–1–2–4–Р.

Таблица 6.5 – **Полученные отрицательные выигрыши при объединении маятниковых маршрутов Р-*i*-Р и Р-*j*-Р**

Номер пункта транспорт-ной сети	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
3	-1																														
4	-1	-1																													
5	-1	-1	-1																												
6	-1	-1	-1	-1																											
7	-1	-1	-1	-1	-1																										
8	-1	-1	-1	-1	-1	105																									
9	-1	-1	-1	-1	-1	89	89																								
10	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0																							
11	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	5																						
12	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	44	44																					
13	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	26	26	26																				
14	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1																			
15	-1	-1	-1	-1	-1	22	22	22	0	0	0	0	-1																		
16	-1	-1	-1	-1	-1	22	22	22	0	0	0	0	-1	72																	
17	-1	-1	-1	-1	-1	22	22	22	0	0	0	0	-1	60	68																
18	-1	-1	-1	-1	-1	22	22	22	0	0	0	0	-1	46	54	60															

Окончание таблицы 6.5

19	-1	-1	-1	-1	-1	22	22	22	0	0	0	0	-1	41	41	41	41													
20	-1	-1	-1	-1	-1	22	22	22	0	0	0	0	-1	34	34	34	34	34												
21	-1	-1	-1	-1	-1	2	22	22	0	0	0	0	-1	22	22	22	22	22	22											
22	-1	-1	-1	-1	-1	66	66	66	0	0	0	0	-1	22	22	22	22	22	22	22										
23	-1	-1	-1	-1	-1	66	66	66	0	0	0	0	-1	22	22	22	22	22	22	22	66									
24	-1	-1	-1	-1	-1	6	6	6	0	0	0	0	-1	6	6	6	6	6	6	10	6	6								
25	-1	-1	-1	-1	-1	28	28	28	0	0	0	0	-1	22	22	22	22	22	22	22	28	28	6							
26	-1	-1	-1	-1	-1	25	25	25	0	0	0	0	-1	15	15	15	15	15	15	15	25	25	0	45						
27	-1	-1	-1	-1	-1	7	7	7	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	7	7	0	27	28					
28	-1	-1	-1	-1	-1	37	37	37	0	0	0	0	-1	19	19	19	19	19	19	19	37	37	3	49	46	28				
29	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1			
30	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		
31	-1	-1	-1	-1	-1	22	22	22	0	0	0	0	-1	22	22	22	22	22	22	26	22	22	10	22	15	0	19	-1	-1	
32	-1	-1	-1	-1	-1	22	22	22	0	0	0	0	-1	22	22	22	22	22	22	26	22	22	10	22	15	0	19	-1	-1	38
1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

Далее:

– максимальный выигрыш, равный 104 для $r = 4$ и $s = 5$;

– общий объем перевозимого молока $Q_т = Q_{1(4)} + Q_5 = 1{,}262 + 0{,}572 = 1{,}834$ т;

– число пунктов заезда $n_т = n_{1(4)} + n_5 = 3 + 1 = 4$;

– $Q_{1(4)} = 0$, $Q_5 = 0$;

– $Q_{1(5)} = Q_т = 1{,}834$ т;

– $n_{1(5)} = n_т = 4$;

$$q_{1(5)} = \min_k q_k (q_k \geq Q_{i(j)} = 1{,}834) = 3;\ \gamma_{ст} = 0{,}61 < 0{,}99;$$

– на отрицательный заменяется выигрыш между пунктами 4 и 5;

– получили новый объединённый маршрут Р–1–2–4–5–Р.

Далее:

– максимальный выигрыш, равный 86,5 для $r = 1$ и $s = 3$;

– общий объем перевозимого молока $Q_т = Q_{1(5)} + Q_3 = 1{,}834 + 0{,}32 = 2{,}154$ т;

– число пунктов заезда $n_т = n_{1(5)} + n_3 = 4 + 1 = 5$;

– $Q_{1(5)} = 0$, $Q_3 = 0$;

– $Q_{3(5)} = Q_т = 2{,}154$ т;

– $n_{3(5)} = n_т = 5$;

$$q_{3(5)} = \min_k q_k (q_k \geq Q_{i(j)} = 2{,}154) = 3;\ \gamma_{ст} = 0{,}72 < 0{,}99;$$

– на отрицательный заменяется выигрыш между пунктами 1 и 3;

– получили новый объединённый маршрут Р–3–1–2–4–5–Р.

Далее:

– максимальный выигрыш, равный 98 для $r = 3$ и $s = 14$;

– общий объем перевозимого груза $Q_т = Q_{3(5)} + Q_{14} = 2{,}154 + 3{,}23 = 5{,}384$ т;

– число пунктов заезда $n_т = n_{3(5)} + n_{14} = 5 + 1 = 6$;

– $Q_{3(5)} = 0$, $Q_{14} = 0$;

– $Q_{14(5)} = Q_т = 5{,}384$ т;

– $n_{14(5)} = n_т = 6$;

– $q_{14(5)} = \min_k q_k (q_k \geq Q_{i(j)} = 5{,}384) = 7{,}75;\ \gamma_{ст} = 0{,}69 < 0{,}99;$

– на отрицательный заменяется выигрыш между пунктами 3 и 14;

– получили новый объединённый маршрут Р–14–3–1–2–4–5–Р.

Далее:

– максимальный выигрыш, равный 78 для $r = 6$ и $s = 14$;

– общий объем перевозимого молока $Q_m = Q_{14(5)} + Q_6 = 5{,}384 + 3{,}487 = 8{,}871$ т;

– число пунктов заезда $n_т = n_{14(5)} + n_6 = 6 + 1 = 7$;

– $Q_{14(5)} = 0$, $Q_6 = 0$;

– $Q_{6(5)} = Q_т = 8{,}871$ т;

– $n_{6(5)} = n_т = 7$;

– $q_{6(5)} = \min\limits_{k} q_k (q_k \geq Q_{i(j)} = 8{,}871) = 11{,}5$; $\gamma_{ст} = 0{,}77 < 0{,}99$;

– на отрицательный заменяется выигрыш между пунктами 6 и 14;

– получили новый объединённый маршрут Р–6–14–3–1–2–4–5–Р.

Далее:

– максимальный выигрыш, равный 63 для $r = 5$ и $s = 29$;

– общий объем перевозимого груза $Q_т = Q_{6(5)} + Q_{29} = 8{,}871 + 1{,}328 = 10{,}199$ т;

– число пунктов заезда $n_т = n_{6(5)} + n_{29} = 7 + 1 = 8$;

– $Q_{6(5)} = 0$, $Q_{29} = 0$;

– $Q_{6(29)} = Q_т = 10{,}199$ т;

– $n_{6(29)} = n_т = 8$;

– $q_{6(29)} = \min\limits_{k} q_k (q_k \geq Q_{i(j)} = 10{,}199) = 11{,}5$; $\gamma_{ст} = 0{,}89 < 0{,}99$;

– на отрицательный заменяется выигрыш между пунктами 5 и 29;

– получили новый объединённый маршрут Р–6–14–3–1–2–4–5–29–Р.

Далее:

– максимальный выигрыш, равный 60,5 для $r = 29$ и $s = 30$;

– общий объем перевозимого груза $Q_т = Q_{6(29)} + Q_{30} = 10{,}199 + 0{,}964 = 11{,}163$ т;

– число пунктов заезда $n_т = n_{6(29)} + n_{30} = 8 + 1 = 9$;

– $Q_{6(29)} = 0$, $Q_{30} = 0$;

– $Q_{6(30)} = Q_т = 11{,}163$ т;

– $n_{6(30)} = n_т = 9$;

– $q_{6(30)} = \min\limits_{k} q_k (q_k \geq Q_{i(j)} = 11{,}163) = 11{,}5$; $\gamma_{ст} = 0{,}97 < 0{,}99$;

– на отрицательный заменяется выигрыш между пунктами 29 и 30;

– получили новый объединённый маршрут Р–6–14–3–1–2–4–5–29–30–Р.

Далее:

– максимальный выигрыш, равный 58 для $r = 28$ и $s = 30$;

– общий объем перевозимого груза $Q_т = Q_{6(30)} + Q_{28} = 11{,}163 + 0{,}745 = 11{,}908$ т;

– число пунктов заезда $n_т = n_{6(30)} + n_{28} = 9 + 1 = 10$;

– $Q_{6(30)} = 0$, $Q_{28} = 0$;

– $Q_{6(28)} = Q_т = 11{,}908$ т;

– $n_{6(28)} = n_т = 10$;

– $q_{6(28)} = \min\limits_{k} q_k (q_k \geq Q_{i(j)} = 11{,}908) = 11{,}5$ – условие не выполняется.

На этом создание объёдинённого маршрута прекращается, так как максимальная грузоподъёмность автомобиля меньше общего объёма перевозимого молока (11,5<11,9). Следовательно, прошлая итерация была последней, а полученный маршрут имеет вид Р–6–14–3–1–2–4–5–29–30–Р с девятью пунктами заезда. Общий объем перевозимого груза $Q_т = 11{,}163$ т, а длина полученного маршрута равна сумме кратчайших расстояний между пунктами транспортной сети, входящими в полученный маршрут:

$$L_{общ} = l_{р\text{-}6} + l_{6\text{-}14} + l_{14\text{-}3} + l_{3\text{-}1} + l_{1\text{-}2} + l_{2\text{-}4} + l_{4\text{-}5} + l_{5\text{-}29} + l_{29\text{-}30} + l_{30\text{-}р} =$$
$$= 39+18+8+26+12+11+6+22+3+32=177 \text{ км}.$$

Остальные маршруты доставки груза, полученные при помощи метода Кларка-Райта, выполняются аналогично. Результаты приведены в таблице 6.6.

Таблица 6.6 – **Полученные маршруты доставки груза**

Номер маршрута	Шифр маршрута	Объем груза Q_i, т	Число пунктов заезда	Длина маршрута, км	Грузо-подъёмность автомобиля, т
1	Р–30–29–5–4–2–1–3–14––6–Р	11,163	9	177	11,5
2	Р–27–26–28–25–22–8–7––9–23–Р	9,306	9	176	11,5
3	Р–10–12–11–13–Р	2,73	4	70	3,7
4	Р–20–18–17–16–15–19––21–31–32–24–Р	4,072	10	202	7,75
Итого	4 маршрута	27,271	32	625	-

Контрольные вопросы

1 Как определяется сокращение пробега автотранспортного средства при объединении двух маятниковых маршрутов в сборный или развозочный?

2 Указать возможные ограничения, которые могут иметь место при составлении сборно-развозочных маршрутов.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6

Обследование пассажиропотоков на автобусном маршруте

Цель работы: Ознакомиться с методикой обследования пассажиропотоков на автобусном маршруте и провести обследование пассажиропотоков.

Оборудование: линейка и планшет.

Общие сведения

Термины:

- пассажиропоток - количество пассажиров, следующих в определенном направлении;

- пассажирооборот - транспортная работа, затраченная на перевозку пассажиров (пассажирооборот - произведение количества пассажиров на среднюю дальность поездки одного пассажира).

Пассажиропотоки характеризуются:

а) напряженностью по отдельным участкам маршрута или в целом по его длине, которые определяются наполнением подвижного состава или количеством перевезенных пассажиров по каждому участку маршрута в прямом и обратном направлении движения автобусов;

б) объемом перевозок, т.е. количеством перевезенных пассажиров в целом по маршруту или маршрутной сети в прямом и обратном направлении.

Организуя транспортное обслуживание населения, заказчик на перевозки и перевозчики (операторы) должны использовать достоверную информацию о потребности населения административно-территориального образования в транспортном обслуживании. В первую очередь необходимо знать:

-о требуемом количестве и качестве услуг каждого вида транспорта;

-о платёжеспособном спросе населения на эти услуги,

-о предельных уровнях тарифов, в том числе и для наименее обеспеченных категорий жителей,

-о необходимых объёмах транспортных услуг на различных маршрутах - нормативы (суммы) сбора платы за проезд перевозчиками;

-о потенциальных возможностях перевозчиков предоставлять транспортные услуги и другую информацию,

-важнейшими сведениями являются распределение пассажиропотоков по часам суток, особенно в периоды пиковых нагрузок и по сезонам.

Главными источниками информации о потребностях населения в транспортных услугах и пассажиропотоках являются транспортно-социологические опросы населения, обследования пассажиропотоков (сплошные и выборочные) и данные их оперативного мониторинга.

Пользователи услуг пассажирского транспорта должны иметь возможность получать всю необходимую для них информацию о работе транспорта (интервалах движения ТС, времени работы маршрута и др.).

Обследование пассажиропотоков осуществляется несколькими методами: табличным, анкетным, талонным, билетным и методом непосредственного наблюдения (глазомерный метод).

Анкетный метод применяется при проектировании пассажирской сети, а также для корректирования действующих маршрутов.

Применение остальных методов предполагается на уже действующих маршрутах для уточнения расписания, а также для корректировки маршрута. Изучение пассажиропотока на маршруте должно быть систематическим. Однако это не исключает необходимости проводить разовые обследования’ для маршрутов и всей транспортной сети.

Табличный метод применяется для проведения разового Обследования потока пассажиров и требует наименьших затрат средств. Данный метод основан на регистрации учетчиками количества пассажиров входящих и выходящих из автобуса. Регистрация пассажиров учетчиками может проводиться как внутри салона автобуса, так и на остановочных пунктах маршрута. Этот метод позволяет определить наполнение автобуса по участкам и всей длине маршрута, коэффициент сменности пассажиров на маршруте, а также изменение потоков пассажиров на данном маршруте по часам суток и пассажиропоток каждого остановочного пункта. Обследование пассажиропотоков табличным методом производят в течение всего периода работы автобуса на маршруте за сутки.

При талонном методе учетчике располагаются в салоне автобуса по одному на каждую дверь. При этом, необходимо, чтобы пассажиры соблюдали порядок входа в автобус и выхода из него. Учетчик, находясь у выходной двери, отбирает талоны у выходящих пассажиров и сортирует их по каждому остановочному пункту. Этот метод позволяет определить изменение потока пассажиров для каждого остановочного пункта в прямом и обратном

направлениях, а также количество перевезенных пассажиров по каждому перегону между остановочными пунктами. Недостаток данного метода заключается в трудоемкости работы учетчиков, могут наблюдаться неточности в случае несдачи талонов пассажирами (особенно в часы «пик»).

Билетный метод основан на обработке отчетных данных о количестве проданных билетов. Однако этот метод не учитывает перевезенных детей дошкольного возраста, пассажиров с проездными билетами.

Анкетный метод применяется при решении вопроса перспективного развития транспортной сети города (микрорайона). Он предусматривает опрос населения, по различным вопросам (в зависимости от цели и масштабов проведения обследования). Этот метод требует специальной подготовки, он сложен и трудоемок, требует привлечения большого числа людей и не всегда дает исчерпывающие данные. Однако этот метод является единственным для районов, не имеющих транспортных сетей.

Глазомерный метод наиболее прост и доступен. Он основан на визуальном наблюдении за пассажирами как специальными контролерами, так и кондукторами и водителями (возможно применение видеонаблюдение), наибольшее распространение получила 5-бальная система наполнения автобуса на каждой остановке. Этот метод позволяет постоянно контролировать наполнение автобуса и на оснований этих данных вносить корректировки в расписание. Однако этот метод позволяет собрать приближенные данные, и поэтому при практическом использовании этого метода необходимо с помощью методов математической статистики определить необходимое количество наблюдений для получения определенной (вероятностной) достоверности фактических данных.

Порядок выполнения

Определить количество пассажиров, проехавших по каждому из участков;

1. Построить эпюру пассажиропотоков по участкам маршрута и остановочным пунктам.

2. Построить эпюру пассажиропотоков по часам суток.

3. Рассчитать коэффициенты неравномерности пассажиропотоков по участкам (в обследуемый час) и по времени:

$$\eta_{уч} = \frac{Q_{\max .уч}}{Q_{ср.уч}}$$

$$\eta_{уч} = \frac{Q_{\max ."пик"}}{Q_{ср.}}$$

Количество пассажиров, проехавших по определенному участку определяется следующим образом. Количество пассажиров, проехавших по первому участку принимается равным числу вошедших в автобус на конечной остановке. Количество пассажиров, проехавших по второму участку, принимается равным числу пассажиров, проехавших по первому участку, плюс количество пассажиров, вошедших на промежуточном пункте, минус количество пассажиров, вышедших на промежуточном пункте. Полученные значения вносятся в таблицу 1.

На основании данных таблицы 1 составляется сводная таблица пассажиропотока на маршруте за сутки (таблица 2). Для этого имеется таблица 3, в которой приведены соотношения (в %) количества пассажиров на маршруте по часам суток.

Таблица 1 - Результаты обследования пассажиропотоков

Направление		количество пассажиров	остановочные пункты							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вариант №1	прямое	вошло	10	10	3	5	5	1	2	0
		вышло	0	0	2	1	2	5	10	16
		проехало по								
	обратное	вошло	5	5	10	8	2	5	1	0
		вышло	0	1	3	2	5	3	4	18
		проехало по								
Вариант №10	прямое	вошло								
		вышло								
		проехало по								
	обратное	вошло								

		вышло								
		проехало по								

Таблица 2 - Сводная таблица пассажиропотока на маршруте

Часы суток	6-7	7-8	8-9	…	20-21	21-22
Прямое направление						
Обратное направление						

Таблица 3 - Распределение пассажиров по часам суток, %

Прямое направление

Часы суток	Номер варианта				
	0 1	2 и 3	4 и 5	6 и 7	8 и 9
с 6 до 7	4	4	5	6	5
с 7 до 8	12	9	10	11	9
с 8 до 9	10	10	11	9	10
с 9 до 10	9	8	10	8	10
с 10 до 11	5	6	6	5	6
с 11 до 12	3	4	4	3	3
с 12 до 13	3	3	3	2	3
с 13 до 1,4,	4	4	4	6	4
с 14 до 15	5	6	5	5	5
с 15 до 16	6	7	7	7	6
с 16 до 17-:	10	10	10	10	10
с 17 до 18	12	9	10	12	12
с 18 до 19	6	8	7	6	5
с 19 до 20	4	4	4	4	4
с 20 до 21	4	4	2	3	3
с 21 до 22	3	4	2	3	5

Обратное направление

Часы суток	Номер варианта				
	0 и 1	2 и 3	4 и 5	6 и 7	8 и 9
с 6 до 7	5	3	4	7	5
с 7 до 8	7	6	9	10	11
с 8 до 9	10	11	11	11	12
с 9 до 10	8	8	7	8	7
с 10 до 11	7	8	4	5	5
с 11 до 12	6	5	4	5	4
с 12 до 13	5	5	5	3	5
с 13 до 14	5	5	5	5	3
с 14 до 15	8	7	8	4	5
с 15 до 16	9	8	9	7	7
с 16 до 17	10	9	9	11	11
с 17 до 18	9	9	8	10	13
с 18 до 19	5	9		7	6
с 19 до 20	3	4	6	4	3
с 20 до 21	3	3	4	3	3

Литература

1. Горев, А.Э. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения / А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. М.: Академия , 2006 – 256 с.

2. Касаткин, Ф.П. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса: Учебное пособие / Ф.П. Касаткин, С.И. Коновалов, Э.Ф. Касаткина. - М.: Академический Проспект, 2004 – 240 с.

3. Куликов, Ю.И. Автомобильные перевозки: учеб. пособие. / Ю.И. Куликов, И.Н. Пугачев, Г.Я. Маркелов. Под ред. Ю.И. Куликова. Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 2010. – 281 с.

4. Гудков В.А. Пассажирские автомобильные перевозки: учебник для ВУЗов /В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Вельможин, С.А. Ширяев; Под ред. В.А. Гудкова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 448 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7

Построение эпюр пассажиропотоков

Цель работы: Построить эпюру пассажиропотоков и определить их основные параметры.

Оборудование: линейка и планшет.

Общие сведения

Одним из основных показателей работы пассажирского транспорта является *пассажирооборот* - выполненная или планируемая транспортная работа по перевозке пассажиров. Он измеряется в пассажиро-километрах (пасс-км) и соответствует произведению числа пассажиров на среднюю дальность их поездки.

Размеры пассажирооборота зависят от транспортной подвижности населения и средней дальности поездки пассажиров. Пассажирооборот имеет свои закономерности изменения и должен постоянно изучаться для правильной организации и полного удовлетворения потребностей населения в перевозках.

Городской пассажирооборот изучается на основе пассажиропотоков, которые, как правило, имеют большую неравномерность по сезонам, дням

недели, часам суток и направлениям. Неравномерность по дням недели характеризуется пиками поездок пассажиров в определенных направлениях в дни отдыха, предпраздничные и праздничные дни.

Неравномерность по часам суток характеризуется резким увеличением числа пассажиров в часы пик, предшествующие началу и окончанию работы, а также в часы начала и окончания работы зрелищных представлений. Пассажиропотоки также неравномерны в различные часы и по направлениям на каждом маршруте. При концентрированном расположении учреждений и предприятий в центре города или в центре района изменение пассажиропотока обычно значительно по направлениям - к центру и от центра.

Неравномерность пассажиропотока может быть выражена коэффициентом неравномерности*:*

$$\eta = \frac{P_{\max}}{P_{cp}}$$

где P_{max} *и* P_{cp} - соответственно максимальный и средний пассажирообороты, пасс-км.

В крупных городах коэффициент неравномерности пассажирооборота для автобусов примерно равен: по месяцам года 1,1...1,2; по дням недели 1,15...1,2; по часам суток 1,5...2,0; по направлениям 1,2...1,5.

Пассажирооборот и пассажиропотоки выявляют приближенными методами, основанными на прогнозах с помощью математических моделей, и методами обследования (анкетными, талонными и непосредственными наблюдениями). Приближенные методы основаны на составлении матрицы межрайонных корреспонденций путем представления города в терминал теории графов на основе гипотезы расселения по районам и предположительных районов тяготения. Анкетный метод может применяться при проектировании пассажирской сети, а также: для корректирования имеющихся сообщений. Применения талонного метода и непосредственного наблюдения предполагает уже действующие маршруты, в связи с чем назначение этих методов главным образом состоит в корректировании имеющихся сообщений.

Порядок выполнения

1. Построить эпюру пассажиропотоков, реализуемых на линии городского транспорта.

2. Определить максимальное и среднее значения пассажиропотока.

3. Рассчитать коэффициенты неравномерности пассажиропотоков:

а) общий - за время работы транспорта на маршруте;

б) в первый и второй «пиковый» периоды;

в) в первый, второй и третий «межпиковый» периоды.

По исходным данным строится эпюра пассажиропотока на листе миллиметровой бумаги формата А4 затем, исходя из площади построенной эпюры, определяется среднее значение пассажиропотока (за все время работы подвижного состава на маршруте) по формуле:

$$P_{ср} = \frac{F}{t}\mu_f \text{, пасс/ч}$$

где F - площадь эпюры, см^2; t - время работы подвижного состава на маршруте, ч; μ_f - масштаб площади эпюры, пасс/см^2.

Масштаб площади эпюры, в свою очередь, определяется из выражения:

$\mu_f = \mu_P \cdot \mu_t$, пасс/см^2

где μ_P - масштаб пассажиропотоков (по оси ординат), пасс/см·ч;

μ_t - масштаб времени работы автобусов на маршруте, ч/см.

Масштабы по осям координат рассчитываются по формулам:

$$\mu_f = \frac{T_н}{L} \text{, ч/см;}$$

$$\mu_f = \frac{P}{L} \text{, пасс/см·ч.}$$

Измерив максимальный пассажиропоток P_{max} на эпюре и рассчитав среднее значение пассажиропотока $P_{ср}$, по формуле (1) легко можно определить коэффициент неравномерности пассажиропотока по времени суток.

Исходные данные

Вариант задания для выполнения работы выбирается по последней цифре зачетки.

Таблица 1 - Размеры пассажиропотоков по часам суток

Цифра шифра	Интервалы времени, ч.							
	6-7	7-8	8-10	10-16	16-18	18-20	20-22	22-24
0	5500	8500	5000	2000	8000	5000	3000	1000
1	4500	7000	4600	1500	6800	4000	2500	800
2	3000	6500	3200	1200	6200	3000	2000	700
3	2500	5000	3000	1000	4400	2500	1800	600
4	2000	4000	2800	900	3900	2200	1400	400
5	1500	3800	2600	800	3600	2000	1200	200
6	4000	7600	7000	1400	7400	4900	3000	1200
7	4200	7400	6800	1500	7600	5000	3500	1400
8	5200	8700	7200	2000	8000	6000	3500	1600
9	3600	7200	6900	1400	7000	5800 .	3000	500

Литература

1. Горев, А.Э. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения / А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. М.: Академия , 2006 – 256 с.

2. Касаткин, Ф.П. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса: Учебное пособие / Ф.П. Касаткин, С.И. Коновалов, Э.Ф. Касаткина. - М.: Академический Проспект, 2004 – 240 с.

3. Куликов, Ю.И. Автомобильные перевозки: учеб. пособие. / Ю.И. Куликов, И.Н. Пугачев, Г.Я. Маркелов. Под ред. Ю.И. Куликова. Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 2010. – 281 с.

4. Гудков В.А. Пассажирские автомобильные перевозки: учебник для ВУЗов /В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Вельможин, С.А. Ширяев; Под ред. В.А. Гудкова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 448 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8

Транспортная подвижность населения и прогнозирование пассажирских перевозок

Цель работы: изучить методику определения транспортной подвижности населения и необходимого количества транспортных средств для перевозки пассажиров.

Задание

1. Рассчитать интенсивность передвижения населения.
2. Рассчитать число поездок всего населения.
3. Определить работу транспорта по перевозке пассажиров.
4. Определить потребное количество наземных транспортных средств для перевозки пассажиров.

Исходные данные для выполнения расчетов приведены в таблице 3

Методика выполнения

Исходной информацией для планирования объемов перевозок пассажиров является транспортная подвижность населения (ТНП). Она может быть определена для страны, области, города как суммарное количество поездок населения в течение года, отнесенное ко всей численности проживающих в ней жителей. ТПН может быть рассчитана из условий пользования всеми видами транспорта или одним видом транспорта (например, железнодорожным или автомобильным) или одним из видов перевозок (например, автобусами, трамваями, троллейбусами) в течение года.

При прогнозировании пассажирских перевозок наибольшее распространение получил показатель учетной ТПН - число поездок пассажиров на всех видах городского общественного транспорта, приходящихся на одного жителя в год (с учетом приезжих и пригородных пассажиров, а также пересадок с одного маршрута или вида транспорта на другой).

Численное значение показателя учетной ТПН находится в прямой зависимости от интенсивности передвижения населения с использованием транспортных средств, которую для города можно рассчитать по формуле:

$$p=\sum П/Н, \quad (1)$$

где: $\sum П$ - число поездок всего населения в год;

Н - численность населения города, чел.

Обычно число поездок всего населения расчленяют на три составляющие:

$$\sum П=П_1+П_2+П_3, \quad (2)$$

где $П_1$,$П_2$,$П_3$ - соответственно число поездок населения, постоянно проживающего в городе, жителей пригорода, приезжающих в город и временно проживающих в городе (приезжих).

В свою очередь общий годовой размер перевозок постоянного городского населения на проектный срок может быть определен из следующего выражения:

$$П = Н\cdot(p_1\cdot n_1 + p_2\cdot n_2)\cdot к_Т\cdot к_Д\cdot к_{КБ}\cdot к_в\cdot к_П \quad (3)$$

где Н-число жителей на расчетный срок, чел.

p_1 - годовое число передвижений трудящихся на работу в одну сторону;

p_2 - годовое число передвижений учащихся вузов и техникумов в одну сторону;

n_1,n_2 - удельный вес самостоятельного населения и учащихся;

$к_т$ - коэффициент пользующихся транспортом;

$к_Д$,$к_{КБ}$,$к_В$,$к_П$- коэффициенты, учитывающие соответственно деловые, культурно-бытовые, возвратные поездки и пересадки.

Величины, входящие в это выражение, могут быть взяты по данным обследований или отчетным сведениям.

Годовое количество передвижений трудящихся на работу в одну сторону при шести днях работы в неделю может быть принято равным 290 в соответствии с числом рабочих дней в году. При пятидневной рабочей неделе количестве передвижений трудящихся на работу уменьшится до 240.

Число передвижений учащихся вузов и техникумов на учебу в одну сторону может быть принято 230, путем уменьшения количества рабочих дней на длительность каникул.

Численные значения n_l, n_2, $к_Д$, $к_{КБ}$ могут быть приняты по данным табл. .1 с учетом двух групп городов.

Таблица 1 - Расчетные коэффициенты

Группа городов	n_1	n_2	$к_Д$	$к_{КБ}$
крупные, 1 ...5 млн. чел.	0,60...0,70	0,30... 0,35	1,04.. .1,05	2,2...2,3
средние, 0,5... 1,0 млн. чел.	0,70... 0,75	0,25... 0,30	1,03...1,08	1,8...2,0

Коэффициент $к_Т$, учитывающий, что часть населения на пользуется транспортом, а часть передвижений на короткие расстояния (до 2 км) совершается пешком, может быть принят равным 0,7...0,85. Причем, чем больше город, тем больше $к_Т$.

Коэффициент возвратности $к_В$, учитывающий, что не все пассажиры возвращаются непосредственно после работы (учебы) домой, а часть из них (около 10%) направляются с работы в театры, кино, парки, магазины и другие пункты, уменьшая тем самым относительное количество обратных поездок, может быть принят равным 1,9.

Коэффициент $к_П$, учитывающий пользование различными видами транспорта, составляет для городов, имеющих внеуличные виды транспорта (метрополитен и др;) от 1,2 (в настоящее время) до 1,35 (в перспективе), а для городов, не имеющих внеуличного транспорта - 1,0...1,1. Годовое число поездок жителей пригородов, приезжающих в город, и временно проживающих в городе, принимаются в размере 5...10%% от годового числа поездок постоянно проживающих жителей города, т.е.

$$\sum П=(1,05...1,10)\cdot П_1 \qquad (4)$$

Но в ряде случаев (например, для промышленных или крупных научных центров, курортных городов) удельный вес приезжающих и временно проживающих в городе может значительно возрасти. В каждом таком случае следует учитывать конкретные обстоятельства. При прогнозировании ТПН следует учитывать и такие факторы, как плотность населения города и его социальный состав, степень насыщения жилых микрорайонов города культурно-бытовыми учреждениями и магазинами, благосостояние населения, комфортабельность подвижного состава городского транспорта, стоимость проезда, регулярность перевозок и др.

Коррективы при исчислении ТПН на планируемый период проводится с помощью периодических обследований, дающих возможность установить складывающиеся закономерности. Ориентировочные значения показателей учетной ТПН на ближайшие 10 лет характеризуются величинами, приведенными в табл. 2.

С ростом размеров городов увеличивается дальность сообщения. В первом приближении изменение величины средней дальности перевозок пассажиров массового общественного транспорта может характеризоваться выражением:

$$l = 1,2 + \alpha\cdot\sqrt{S}, \qquad (5)$$

где: l - средняя дальность поездок пассажиров массового общественного транспорта, км.;

S – площадь компактного проживания жителей города, км.;

α – коэффициент, учитывающий численность населения города и (принимается 0,25 для городов с населением до 1 млн. жителей и 0,22 с населением более 1 млн. жителей).

Работа транспорта по перевозке пассажиров характеризуется общей величиной пробега:

$W_{общ} = H \cdot p \cdot l$, млрд. пасс. км. (6)

Потребное количество наземных транспортных средств для перевозки пассажиров в черте города определяется по формуле:

$$n_{ТС} = \frac{H \cdot p \cdot l \cdot k_c}{365 \cdot V_Э \cdot T_Н \cdot q \cdot \gamma \cdot \alpha_И} \quad (7)$$

где: k_c – коэффициент неравномерности пассажиропотоков (1,2);

$V_Э$ – средняя эксплуатационная скорость общественного наземного городского транспорта (16 …23 км/ч);

$T_Н$ – время работы транспорта на линии (16 … 18 ч);

q – вместимость единицы ПС (средняя 100 пасс.);

γ – средний коэффициент наполнения (0,5);

$\alpha_И$ – коэффициент использования парка ПС (0,7 …0,8).

Таблица 2 - Учетная ТПН городов России

Расчетное население города, тыс. жителей	Показатель учетной ТПН
50...100	200...350
100... 300	350...450
300...500	450...550
500... 1000	550... 700
Более 1000	700... 900

Так как с ростом населения городов одновременно увеличивается ТПН и средняя дальность поездки пассажиров, то произведение этих величин возрастает значительно быстрее, чем население города. Так, например, с увеличением населения города со 100 тыс. до 300 тыс., т.е. в для выполнений задания необходимо рассчитать по формулам 1- 7 значения параметров прогноза пассажирских перевозок в следующей последовательности: годовой объем перевозок пассажиров в городе, с учетом жителей пригороде и приезжих (по формулам (3...4), учетную ТПН (по формуле 1)), среднюю дальность поездок пассажиров массового общественного транспорта (по формуле 5) и потребное инвентарное число наземных транспортных средств для перевозки пассажиров в черте города (по формуле 7).

Учетная ТПН, рассчитанная по формуле 1, не должна отличаться от данных указанных в табл. 2 более чем на 15%.

Таблица 3 - Исходные данные

Вариант	Численность жителей города, тыс, жит.	Площадь компактного проживания жителей города, км^2.
0	500	140
1	600	160
2	700	130
3	750	120
4	800	170
5	900	180
6	1000	200
7	3000	250
8	4000	350
9	5000	600

Литература

1. Горев, А.Э. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения / А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. М.: Академия , 2006 – 256 с.

2. Касаткин, Ф.П. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса: Учебное пособие / Ф.П. Касаткин, С.И. Коновалов, Э.Ф. Касаткина. - М.: Академический Проспект, 2004 – 240 с.

3. Куликов, Ю.И. Автомобильные перевозки: учеб. пособие. / Ю.И. Куликов, И.Н. Пугачев, Г.Я. Маркелов. Под ред. Ю.И. Куликова. Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 2010. – 281 с.

4. Вельможин А. В., Грузовые автомобильные перевозки: учебник для вузов / А. В. Вельможин, В.А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Куликов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 560 с.

5. Гудков В.А. Пассажирские автомобильные перевозки: учебник для ВУЗов /В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Вельможин, С.А. Ширяев; Под ред. В.А. Гудкова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 448 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9

Диспетчерское руководство движение автобусов

Цель работы: изучить показатели работы автобусов при диспетчерском руководстве перевозками

Оборудование: линейка и планшет.

Решение вопросов, связанных с организацией и управлением перевозок, осуществляется службой эксплуатации транспортных предприятий и региональных центров управления (логистических центров).

Производственные пассажирские предприятия представляют собой основу эксплуатационной деятельности пассажирского транспорта, которая обеспечивает удовлетворение населения в перевозках как конечную цель транспортной системы.

Рациональная организация перевозок, уровень и качество обслуживания пассажиров, эффективное использование подвижного состава обеспечивается в большей степени службой организации перевозок. Служба организации перевозок реализует работу всех других служб, а результаты ее деятельности определяют основные технико-эксплуатационные и экономические показатели.

Учитывая, что в городах с населением более 250 тыс. чел. подвижной состав городского пассажирского общественного транспорта состоит не только из различных видов транспорта (автобус, трамвай, троллейбус, маршрутные такси), но и принадлежит различным субъектам, необходимо наличие единого управления их совместной работой.

Основными условиями, которые обеспечивают возможность совместной эксплуатации различных видов транспорта являются:

единое управление всеми видами транспорта, работающего по согласованному расписанию, составленному для комплексной маршрутной системы;

единый центральный диспетчерский пункт, координирующий движение через диспетчерские пункты отдельных видов городского транспорта;

систематическое одновременное обследование пассажиропотоков на всех видах пассажирского общественного транспорта, работающего в городе.

Для централизованного управления работой подвижного состава на линии при территориальных транспортных объединениях, либо при крупных транспортных предприятиях, создаются, как правило, центральные диспетчерские службы (ЦДС) или логистические центры. Руководство движением из одного центра, снабженного комплексной системой информации, обеспечивает принятие более рациональных оперативных решений, целесообразных и технически обоснованных, так как они исходят из общих

задач наилучшего обслуживания пассажиров на территории населенного пункта.

Основными задачами диспетчерского управления являются:

повышение эффективности использования подвижного состава;

улучшение качества транспортного обслуживания;

контроль за своевременным выпуском подвижного состава на линию;

контроль за регулярностью движения подвижного состава и за состоянием обслуживания пассажиров;

регулирование движения при отклонениях от расписания и восстановление нарушенного движения;

организация заказных перевозок пассажиров;

координация работы различных видов пассажирского транспорта.

Одной из важных задач системы диспетчерского управления является обеспечение регулярности движения подвижного состава на маршрутах. Движение считается регулярным, если подвижной состав своевременно отправляется в рейс, интервалы на всех остановочных пунктах соблюдаются равными и соответствуют расписанию и подвижной состав прибывает в конечный пункт точно в установленное расписанием время.

Регулярность движения обеспечивается выполнением двух условий: при полном (100 %) выполнении предусмотренных расписанием рейсов (необходимое условие) и при точном соблюдении водителями расписаний движения с обеспечением регулярности каждого рейса (достаточное условие).

Рейс считается регулярным, если водитель подвижного состава точно отправляется с начального пункта, своевременно (с опозданием не более чем на 1 мин) проследует промежуточные контрольные пункты и прибудет на конечный пункт точно по расписанию. Рейсы, выполненные с превышением допустимых отклонений от расписания, независимо от причин, их вызывающих, считаются нерегулярными.

Следует различать регулярность рейса и регулярность движения подвижного состава на маршруте. Отдельные рейсы могут быть регулярными, а должная регулярность движения на маршруте в целом не достигнута.

Качество обслуживания и регулярность движения - взаимосвязанные и не отделимые друг от друга понятия. С повышением регулярности движения объем перевозок увеличивается, равномернее распределяются пассажиры по транспортным средствам, обеспечивается возможность своевременной оплаты проезда. При нарушениях регулярности движения происходит переполнение салона транспортных средств, снижение доходов и рентабельности маршрута. Неравномерная загрузка вызывает серьезные колебания затрат времени на посадку и высадку пассажиров, что в свою очередь создает задержки подвижного состава на остановках, нарушается установленный режим работы, повышается расход топлива (электроэнергии), снижается скорость сообщения и безопасность движения. Поэтому достижение высокой регулярности движения является одной из наиболее существенных задач службы организации перевозок транспортных объединений и предприятий.

Допуски возможных отклонений от расписания устанавливаются дифференцировано в зависимости от интервала движения, сложности и протяженности маршрута и т. д. Некоторые транспортные объединения вводят дифференцированную систему оплаты в зависимости от достижения плановой регулярности движения.

Диспетчерское руководство на городском пассажирском транспорте включает в себя весь комплекс работ по подготовке и организации выпуска подвижного состава на линию, непосредственному управлению их движением на маршрутах и своевременному возвращению в транспортные предприятия.

Диспетчерское руководство подразделяется на внутрипарковое и линейное.

Внутрипарковое предусматривает: контроль за подготовкой к выпуску; подготовку документации на выпуск; организацию своевременного выпуска и контроль времени выезда на линию; контроль и учет времени возвращения.

Линейное руководство включает в себя: оперативный постоянный контроль за соблюдением каждым транспортным средством маршрутного расписания; регулирование движения; восстановление нарушенного движения; рациональное использование резервного подвижного состава; координацию движения различных видов транспорта; осуществление мер по оперативному регулированию движения; принятие мер по оказанию технической помощи; подготовку суточной отчетности.

Как было отмечено ранее, для централизованного управления работой подвижного состава при территориальных органах управления (логистических

центрах) и крупных транспортных предприятиях создаются объединенные диспетчерские службы. Организационная структура и штатная численность аппарата пассажирской диспетчерской службы (логистических центров) устанавливается для каждого населенного пункта по суточному объему перевозок в целом по городу в зависимости от протяженности и конфигурации маршрутной сети, числа транспортных предприятий, количества подвижного состава на линии, а также методов обработки и анализа информации о работе подвижного состава.

Работа диспетчерских служб строится по трем основным направлениям: сбор информации, организация контроля за движением подвижного состава и управление перевозочным процессом. Информация, поступающая с линии, является исходным материалом для организации управления и регулирования перевозок пассажиров. С целью отыскания рациональных и обоснованных решений, направленных на совершенствование перевозочного процесса, технологический процесс должен предусматривать различные методы контроля за работой подвижного состава, позволяющие иметь достоверную информацию. Контролю подвергается выпуск подвижного состава на линию и время его работы, выполненное число рейсов, регулярность движения, простой на линии, качество перевозки пассажиров и безопасность движения. Поступающая информация направляется в соответствующие подразделения для анализа и принятия необходимых решений по управлению процессом перевозок.

Организация работы автобусного отделения диспетчерской службы предусматривает различные методы управления по обеспечению регулярной работы автобусов в целом по обслуживаемому району, которыми пользуются в зависимости от оперативной обстановки и особенностей работы автобусов на каждом маршруте. Всего насчитывается десять таких методов.

1. Ввод автобуса в расписание за счет повышения скорости сообщения. Этот метод (в целях безопасности) допускается только в том случае, если опоздание автобуса составляет не более 5 % времени рейса.

2. Задержка автобуса на конечных остановках.

3. Ввод автобуса в расписание за счет снижения скорости сообщения.

4. Увеличение интервала отправления двух смежных автобусов с конечных остановок при выбытии одного автобуса с маршрута.

5. Отправление автобуса по оперативному интервалу при выбытии двух и более автобусов маршрута. В этом случае диспетчер устанавливает для всех автобусов данного маршрута новый интервал, определяемый отношением времени оборота к фактическому числу автобусов, оставшихся на маршруте.

6. Отправление автобусов в укороченный рейс. Этим методом пользуются в случаях превышения времени возможного нагона в очередном рейсе.

7. Сокращение отстоя на конечных остановках, но не более времени, необходимого водителю для обеспечения безопасной работы на маршруте.

8. Использование резервных автобусов с целью замены выбывших или в случаях резкого увеличения пассажиропотока.

9. Отправление автобусов по измененному направлению.

10. Переключение автобусов с одного маршрута на другой.

При организации движения автобусов на пригородных и междугородных маршрутах управление работой затруднено. Диспетчеризация на таких маршрутах осуществляется по принципу территориального обеспечения, т. е. только на участках маршрутов, проходящих в зоне действия регионального центра. Диспетчерское управление движением организуется и выполняется, как правило, аппаратом диспетчеров объединений автовокзалов и автостанций. Поскольку маршруты и перегоны имеют значительную протяженность и автобусы продолжительное время находятся в рейсе, диспетчерский контроль и управление движением их осуществляется как по маршрутам в целом, так и по перегонам. Основными задачами диспетчерского управления движением автобусов в этом случае являются:

контроль за своевременным прибытием и отправлением автобусов по каждому предусмотренному расписанием остановочному пункту, регулярностью движения;

оформление документации;

прием и отправление автобусов в рейс;

управление движением автобусов на маршруте с целью ликвидации отклонений от расписания и восстановления нарушенного движения;

перераспределение автобусов и использование резерва; слежение за колебаниями спроса на перевозки и своевременная передача информации о серьезных изменениях пассажиропотоков; оказание технической помощи;

передача сведений о наличии свободных мест и времени отправления автобусов.

Отправление автобуса в рейс производит дежурный диспетчер по посадке, который проверяет соответствие наличия пассажиров в автобусе ведомости продажи билетов. После отправления автобуса диспетчер сообщает на ближайший остановочный пункт фактическое время его отправления и наличие свободных мест. В случае задержки автобуса более чем на 20 мин диспетчер обязан сообщить об этом на следующий остановочный пункт, а при опоздании более часа - по всему маршруту.

Диспетчерское руководство обеспечивает контроль за соответствием фактического движения автобусов установленному режиму в маршрутных расписаниях движения и регулирования движения.

Основные формулы для решения задач

Время в наряде, ч,

$$T_н = t_{возвр} - t_{выезд} - t_{пер}.$$

Время работы на маршруте, ч,

$$T_м = T_н - \frac{t_о}{\upsilon_т}.$$

Скорость техническая, км/ч,

$$\upsilon_т = \frac{L_м}{t_{дв}}.$$

Скорость эксплуатационная, км/ч,

$$\upsilon_э = \frac{L_м}{(t_{дв} + t_{по} + t_{ко})}.$$

Скорость сообщения (маршрутная) (км/ч)

$$\upsilon_с = \frac{L_м}{(t_р + t_{ко})}.$$

Среднее расстояние перевозки пассажиров, км,

$$l_{ср} = \frac{P}{Q}.$$

Коэффициент использования пассажировместимости (наполнения):

статистический $\gamma_{ст} = \frac{Q_{ср}}{(q_н Z_р \eta_{см})}$;

динамический $\gamma_д = \frac{P_{ср}}{(q_н L_{общ} \beta)}$.

Коэффициент сменности пассажиров за рейс

$$\eta_{см} = \frac{L_м}{l_{ср}}.$$

Коэффициент неравномерности пассажиропотока

$$K_н = \frac{Q_{max}}{Q_{ср}}.$$

Коэффициент использования пробега

$$\beta = \frac{L_{пасс}}{L_{общ}}.$$

Коэффициент регулярности

$$\eta_{рег} = \frac{\Sigma Z_ф}{\Sigma Z_{пл}}.$$

Маршрутный коэффициент

$$K_м = \frac{\Sigma L_м}{\Sigma L_с}.$$

Плотность маршрутной сети

$$\delta_{пл} = \frac{\Sigma L_с}{F}.$$

Среднее расстояние перехода пассажиров, км,

$$L_{пл} = \frac{1}{3\delta_{пл}} + \frac{l_{пер}}{4}.$$

Время рейса, ч,

$$t_р = \frac{L_м}{\upsilon_т} + n_{пр} t_{по} + t_{ко},$$

или

$$t_р = \frac{L_м}{\upsilon_с} + t_{ко},$$

или

$$t_р = \frac{L_м}{\upsilon_э}.$$

Число рейсов за день

$$Z_р = \frac{T_м}{t_р}.$$

Суточная производительность автобуса, пасс; пасс · км,

$$U_Q = \frac{L_{пасс} q_{вм} \gamma_{вм}}{l_{ср}},$$

или

$$W_р = L_{пасс} q_{вм} \gamma_{вм},$$

или

$$P_a = Q_a l_{ср}.$$

Потребное число автобусов на маршруте, ед,

$$A_{сут} = \frac{Q_{сут}}{U_Q},$$

или

$$A_м = \frac{P_{сут}}{W_р}.$$

Интервал движения, мин.,

$$J = \frac{t_{об} \cdot 60}{A_м}.$$

Частота движения, авт/ч,

$$h = \frac{A_м}{t_{об}},$$

или

$$h = \frac{l}{J}.$$

Число автобусов на маршруте, ед,

$$A_м = \frac{t_{об}}{J},$$

или

$$A_м = ht_{об}.$$

Число оборотов за день

$$Z_{об} = \frac{T_м \upsilon_т}{\left[2(L_м + \upsilon_т n_{пр} t_{по} + \upsilon_т t_{ко}\right]}.$$

Время одного оборота, ч или мин.,

$$t_{об} = 2\left(\frac{L_м}{\upsilon_т} + n_{пр} t_{по} + t_{ко}\right).$$

Подвижность населения

$$b = \frac{Q}{N}.$$

Среднесуточный пробег общий, км,

$$L_{общ} = Z_р L_м + l_о$$

Месячный баланс рабочего времени бригад водителей, ч,

$$Б_м = \left[Д_к - (Д_{вых} + Д_{празд})\right] T_{см}$$

Расход автомобильного топлива для автобусов за день работы, л,

$$G = \frac{L_{общ} q_т}{100} K_ч$$

Типовая задача

Городской тангенциальный маршрут обслуживают автобусы «Икарус-260» вместительностью $q_{ВМ}$ = 75 чел. Протяженность маршрута $L_М$=12 км, $v_т$=24 км/ч, коэффициент сменности $\eta_{см}$=2, $\gamma_{вм}$ =1/ Число промежуточных остановок $n_{пр}$ на маршруте 10, простой автобуса на каждой промежуточной

остановке $t_{по}$ = 1 мин, на конечной $t_{К0}$=*2* мин. Норма расхода топлива на 100 км пробега $H_н$=18,8 л. Время работы автобуса на линии $T_н$=17 ч, нулевой пробег за день L_0=6 км. На маршруте установлен единый тариф 15 руб. Составить суточное задание бригаде водителей, для чего определить среднесуточный пробег $L_{сс}$, производительность автобуса в пассажирах Uq и пассажиро-километрах $W_р$, предполагаемый расход топлива $H_т$, сумму выручки Да за день в рублях.

РЕШЕНИЕ

Среднесуточный пробег автобуса

$$L_{сс}=L_{пасс}+L_о.$$

Время рейса

$$t_р = \frac{12}{24} + 0,2 = 0,7 \text{ ч=42 мин.}$$

Число рейсов

$$Z_р = \frac{T_м}{t_р} = \frac{16,75}{0,7} = 24.$$

Среднесуточный пробег с пассажирами

$$L_{пасс} = 24 \cdot 12 = 288 \text{ км},$$
$$L_{сс} = 288 + 6 = 294 \text{ км}.$$

Производительность автобуса

$$U_Q = Z_р q_н \gamma_{вм} \eta_{см} = 24 \cdot 75 \cdot 1 \cdot 2 = 3\,600 \text{ пасс.}$$

Средняя длина поездки пассажира

$$l_{ср} = \frac{L_м}{\eta_{см}} = \frac{12}{2} = 6 \text{ км},$$
$$W_р = U_Q l_{ср} = 3\,600 \cdot 6 = 21\,600 \text{ пасс} \cdot \text{км}.$$

Суточный план по выручке на маршруте

$Д_а$=3600·15=54000 руб.

Расход топлива по норме

$$H_т = \frac{H_н L_{сс}}{100} = \frac{18,8 \cdot 294}{100} = 55 \text{ л.}$$

Задачи для самостоятельного решения

1. Автобус работает на городском маршруте протяженностью 15 км; $v_э$=18 км/ч; $\gamma_{вм}$ = 0,82; $q_{ВМ}$ = 68 пасс; $\eta_{см}$ = 4,2 за рейс; расстояние от предприятия до начальной остановки маршрута 3 км, а от конечной до предприятия 5 км; $Т_м$ = 16,6 ч; $Д_к$ =• 30; $\alpha_в$=0,9. На маршруте установлен единый тариф 15 руб. Определить $L_{общ}$, $Q_{мес}$. $Р_{мес}$, $Д_{мес}$.

2. На городском диаметральном маршруте работают 10 автобусов; J = 8 мин. В результате технической неисправности с маршрута сняли два автобуса. Определить оперативный интервал, который обеспечит восстановление регулярности движения автобусов на маршруте.

3. При обработке путевого листа установлено, что $t_{выезда}$=6 ч 30 мин; $t_{В03Вр}$ = 22 ч 30 мин; $t_{пер}$ = 1 ч. Показания спидометра при выезде 23 400 км, при возвращении - 23 600 км. Найти $Т_н$; $L_{суТ}$; $v_э$.

4. По плану автобусами на маршруте должно быть выполнено 240 регулярных рейсов. Из расшифровки распечатки системы АС-ДУА диспетчером установлено, что автобусы сделали за день 240 рейсов, из них регулярных 232. Чему равен коэффициент регулярности на маршруте за день?

5. Обработать путевой лист автобуса ЛиАЗ-5256, если $t_{Выезда}$ = 5ч 50 мин; $t_{В03Вр}$ = 24 ч 35 мин; $t_{пер}$ = 2ч 10 мин. Показания спидометра при выезде из парка 35410 км, остаток топлива в баке 80 л, выдано при заправке 100 л, остаток при возвращении в парк 40 л, показания спидометра 35 740 км. Определить $l_{сс}$, $v_э$, расход топлива по норме $Н_т$ и фактический $Н_ф$, если $Н_п$ = 40 л. При

определении нормы расхода топлива учесть 10 %-ю надбавку на частые остановки.

6. Междугородный маршрут протяженностью 126 км обслуживают шесть автобусов ЛАЗ-695, $v_э$ =18 км/ч; $q_{ВМ}$ = 34 пасс; $\gamma_{вм}$ = 0,78; $\eta_{см}$ = 2,8 за рейс; $T_м$ = 18 ч. На маршруте действует участковый тариф 2 руб за 1 пасс км. Фактическая суточная выручка на маршруте составила 63 520 руб. Найти процент выполнения дневной плановой выручки на маршруте.

7. На междугородном маршруте протяженностью 96 км работают шесть автобусов Икарус-211, $n_{пр}$ = 4; $t_{по}$ = 5 мин; $t_{КО}$ = 22 мин; $T_м$ = 14,8 ч; $v_т$=32 км/ч; $t_Н$ = 25 мин. Составить расписание движения автобусов на маршруте, если $t_{пер}$ = 30 мин. в 1-й и 2-й сменах.

8. На пригородном маршруте длиной 30 км (рис.1) для оплаты за проезд применен участковый тариф 2 руб за 1 пасс км. Произвести тарификацию маршрута и составить таблицу стоимости проезда в автобусах на этом маршруте.

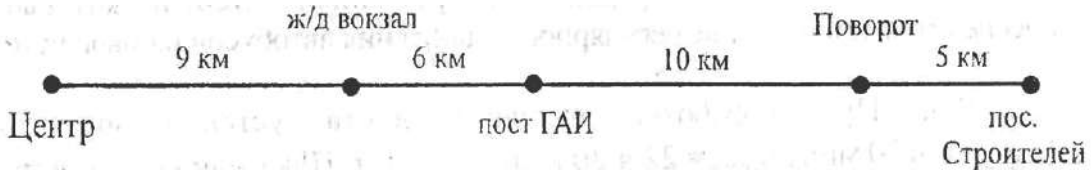


Рис. 1. Схема автобусного маршрута Центр - пос. Строителей

9. Пригородный маршрут протяженностью 25 км обслуживают пять автобусов ЛиАЗ-5256; время движения автобуса от предприятия до начальной остановки маршрута 10 мин и от конечной остановки до предприятия 6 мин; $v_э$ = 20 км/ч. Начало движения на маршруте 6 ч; окончание 23 ч 30 мин. Построить графики выпуска автобусов из предприятия и их возвращения.

Литература

1. Горев А.Э. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения: учеб. пособие, М. : Академия, 2013, 6 экз. - 256 с. - ISBN 978-5-4468-0263-0

2. Рябчинский А.И. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса: учебник, М. : Академия, 2013, 6 экз. - 256 с. - ISBN 978-5-7695-9751-0

3. Пассажирские автомобильные перевозки: Учебник для вузов / В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Вельможин, С. А. Ширяев; Под ред. В. А. Гудкова. - М.: Горячая линия - Телеком, 2006. -448 с: ил.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10

Технические средства организации дорожного движения.

Цель работы: ознакомление с техническими средствами организации дорожного движения; получение навыков управления и выполнения простейших настроек дорожного контроллера посредством инженерного пульта.

Оборудование: Светофор Т. 1 и имитаторы светофоров; дорожный контроллер УК–4.1 – 16, пульт инженерный к УК–4.1, дорожные знаки дорожная разметка..

Порядок выполнения.

1. Ознакомится с общими сведениями.
2. Осуществить с помощью портативного инженерного пульта для контроллера УК-4.1 отображение следующей информации:

- рабочих режимов (№ фазы, № программы, № такта, время такта);
- текущего суточного времени и календаря;
- состояния контроллера (выходные силовые цепи "прозвонка", ЖМ, ОС, конфликт);
- электронного журнала;
- сетевых параметров;
- настроек
- информации о неисправностях.

3. Выполнить с помощью портативного инженерного пульта для контроллера УК-4.1 настройки дорожного контроллера:

- произвести настройку текущего времени и календаря;
- перевести в режим ОС, ЖМ, КК, АПП 1, АПП 17;

- осуществить тест пробой;
- осуществить тест обрыв;
- осуществить тест анализ;
- проверить на конфликт;
- сетевых параметров;
- выполнить управление контроллером в ручном режиме

4. Составить отчет по лабораторной работе.

Принятые сокращения:
АПИ – асинхронный последовательный интерфейс;
АСУДД – автоматическая система управления дорожным движением;
ВПУ – выносной пульт управления;
ДУ – диспетчерское управление;
ЖМ – программа желтое мигание;
ЖЭ – журнал электронный;
ЗУ – зеленая улица;
КУ – координированное управление;
ОС – режим отключения светофора;
ПИ – пульт инженерный;
ПУ – программа управляющая;
РУ – ручное управление;
СОД – схема организации движения;
СРВ – система реального времени;
ТВП – табло вызова пешехода;
Телефон – физическая пара для связи по телефонным проводам с ЦПУ;
ТС – телесигнализация;
ТСКУ – телемеханическая система координированного управления;
ТУ – телеуправление ;
УК – дорожный контроллер;
Ф – фаза;
ЦПУ – центральный пульт управления;
ед. – единица дискретности времени (0.5 с);
мц – микроцикл;
«1», «0» – сигналы логической единицы и нуля.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

1. СВЕТОФОРЫ.

1.1. Классификация и условия установки на перекрестках

Светофоры можно классифицировать по их функциональному назначению (транспортные, пешеходные); по конструктивному исполнению (одно-, двух- или трехсекционные, трехсекционные с дополнительными секциями); по их роли, выполняемой в процессе управления движением (основные, дублеры и повторители).

На цветной вклейке показаны некоторые светофоры, применяемые в нашей стране для управления дорожным движением.

В соответствии с ГОСТ Р 52282—2004 «Технические средства организации дорожного движения. Светофоры дорожные. Типы и основные параметры. Общие технические требования. Методы испытаний». Светофоры делятся на две группы: Т — транспортные и П — пешеходные. Светофоры каждой группы в свою очередь подразделяются на типы и исполнения. Светофорам присвоены индексы, в которых первая буква соответствует группе, цифра — типу светофора, последующие буквы — его исполнению. Обозначение исполнения соответствует:

п — с правой дополнительной секцией;

л — с левой дополнительной секцией;

пл — с правой и левой дополнительными секциями;

г — с горизонтальным расположением сигналов;

ж — с дополнительным сигналом желтого цвета;

д — с двойным сигналом.

Например, Т. 1 .п — транспортный светофор типа 1 с правой дополнительной секцией, или Т. 1 .пл — транспортный светофор типа 1 с правой и левой дополнительными секциями. Стандарт предусматривает десять типов транспортных светофоров и два типа пешеходных.

Транспортные светофоры типа 1 (любых исполнений) и 2, а также пешеходные светофоры устанавливают на перекрестках и пешеходных переходах вне перекрестка при наличии хотя бы одного из следующих условий.

Условие 1 задано в виде сочетаний критических интенсивностей движения на главной и второстепенной дорогах (табл. 1). Введение светофорного регулирования считается оправданным, если наблюдаемая на перекрестке интенсивность конфликтующих транспортных потоков в течение каждого из любых 8 ч обычного рабочего дня не менее заданных сочетаний.

Условие 2 задано в виде сочетания критических интенсивностей конфликтующих транспортного и пешеходного потоков. Введение светофорного регулирования считается оправданным, если в течение каждого из любых 8 ч обычного рабочего дня по дороге в двух направлениях

движется не менее 600 ед/ч (для дорог с разделительной полосой 1000 ед/ч) транспортных средств и в то же время эту улицу переходят в одном, наиболее загруженном направлении не менее 150 чел/ч.

Для населенных пунктов с населением менее 10 тыс. чел. снижаются на 30 % значения критических интенсивностей движения, оговоренные условиями 1 и 2.

Условие 3 заключается в том, что светофорное регулирование вводится, когда условия 1 и 2 целиком не выполняются, но оба выполняются не менее чем на 80 %.

Условие 4 задано определенным числом ДТП. Введение светофорного регулирования считается оправданным, если за последние 12 мес на перекрестке произошло не менее 3 ДТП (которые могли бы быть предотвращены при наличии светофорной сигнализации) и хотя бы одно из условий 1 или 2 выполняется не менее чем на 80 %.

Перевод светофоров на режим желтого мигающего сигнала (или применение для этих целей специального транспортного светофора типа 7) осуществляют при снижении интенсивности движения до 50 % и ниже от норм, оговоренных условиями 1 и 2.

Введение светофорного регулирования в случаях, не предусмотренных условиями 1 —4, целесообразно между соседним регулируемыми перекрестками, расстояние между которыми превышает 800 м, если эти перекрестки включены в систему координированного управления движением.

Таблица 1 – Сочетание критических интенсивностей движения

Число полос движения в одном направлении		Интенсивность движения по главной дороге в двух направлениях, ед/ч[1]	Интенсивность движения по второстепенной дороге в одном наиболее загруженном направлении, ед/ч[1]
Главная (более загруженная) дорога	Второстепенная (менее загруженная) дорога		
1	1	750 670 580 500 410 380	75 100 125 150 175 190
2 или более	1	900 800 700 600 500 400	75 100 125 150 175 200
2 или более	2 или более	900 825 750 675 600	100 125 150 175 200

		525 480	225 240

[1] В отличие от размерности интенсивности в физических единицах — автомобилей в час (авт/ч), через размерность ед/ч обозначается интенсивность, подсчитанная в приведенных транспортных единицах путем использования коэффициентов приведения к условному легковому автомобилю.

1.2. Устройство.

Светофор состоит из отдельных секций, каждая из которых предназначена для определенного сигнала. В зависимости от типа светофора секции могут иметь различные конструктивные особенности (форма и размеры сигнала, особенности символа, источника света, светофильтра и т.д.). Общим для всех секций является наличие оптического устройства.

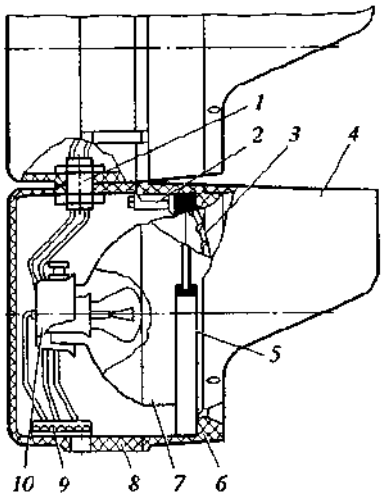


Рисунок 1 – Устройство светофора

Секции светофора соединены между собой резьбовыми пустотелыми втулками *1* (рис. 2.2), через которые пропущены провода. Секция представляет собой корпус *8* с крышкой *6* и противосолнечным козырьком *4* из листовой стали или ударопрочной пластмассы (например, полистирола). Имеется опыт изготовления корпуса из легких сплавов. В крышке смонтировано оптическое устройство, состоящее из отражателя 7, цветного светофильтра *3,* резинового кольца-уплотнителя *5* и подвижного стакана *10* с электролампой. При перемещении стакана нить лампы устанавливается в фокусе отражателя. Оптическое устройство крепится к крышке четырьмя лапками *2.* В закрытом положении крышка удерживается двумя пружинными замками. В нижней секции установлена распределительная колодка *9* для подключения ' питания и электромонтажа внутри светофора. Отражатели должны иметь заземление.

Тенденция развития современных конструкций светофоров заключается в совершенствовании основных элементов светооптической системы: источника света, светофильтра, отражателя, а также надежности конструкции в целом.

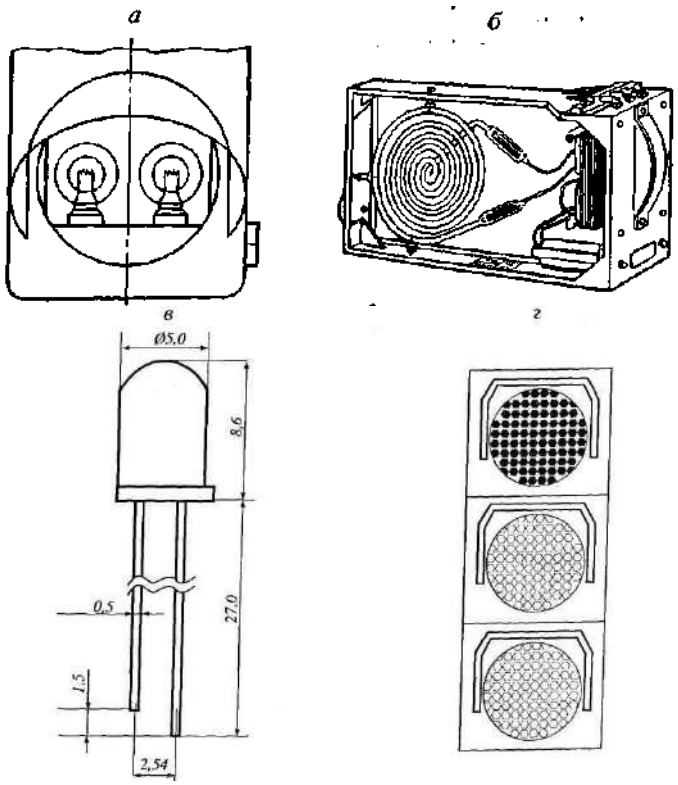
1.3. Источники света.

В качестве источников света применяют лампы накаливания общего и

специального назначения. Известны конструкции, где в качестве источника света используют газосветные трубки или излучающие диоды. Основными недостатками ламп накаливания общего назначения являются большая протяженность нити, которая плохо поддается фокусировке, и низкая виброустойчивость ламп. Кроме того, они имеют сравнительно малый срок службы (500—800 ч), обусловленный специфическим режимом работы.

Специальные исследования показали, что перегорание нити чаше всего связано с неоднородностью по диаметру проволоки, шагу спирали, электрическому сопротивлению и скорости испарения.

Повышение срока службы ламп идет по пути применения специальных наполнителей (криптона), усложнения технологии изготовления нити накаливания, увеличения числа держателей нити (в некоторых случаях до 9—11). Существенно повышается долговечность ламп при подкалке нити для ее подогрева в период выключения сигнала. Очень важным с точки зрения фокусировки является выдерживание постоянного размера между нитью лампы и ее цоколем. Практика эксплуатации светофоров показала, что не во всех случаях выполняется операция по правильной установке лампы в отражателе, что приводит к резкому снижению силы света оптического устройства.



а – две лампы накаливания; *б*– газосветная трубка; *в* – светодиод; *г* – использование светодиодов в светофоре

Рисунок 2 – Варианты источников света:

В некоторых конструкциях светофоров в качестве источника света используют низковольтные галогенные лампы. Обладая при малых размерах повышенной удельной светоотдачей и компактной нитью, эти лампы хорошо фокусируются. Однако широкого распространения они не получили вследствие их сравнительно высокой стоимости и необходимости

применения понижающих трансформаторов.

Иногда в целях повышения надежности светофора для одного сигнала используют две одновременно работающие лампы (рис. 2, а). Это требует установки специального отражателя и бифокальной линзы. Подобное решение связано также с усложнением и удорожанием конструкции.

В качестве источника света в светофорах французской фирмы «Силек» используется изогнутая газосветная трубка (рис. 2, б). В трубках содержится наполнитель красного, желтого или зеленого цвета, что исключает необходимость использования цветного светофильтра. Несмотря на сравнительно большой срок службы, светофоры с газосветными трубками уступают в 5—6 раз по силе света сигналов современным светофорам с лампами накаливания. Кроме того, надежно эксплуатировать их можно лишь в районах с умеренным климатом.

Широкое распространение в качестве источников света получили светоизлучающие диоды (СИД) (рис. 2, в). СИД одного цвета (красного, желтого или зеленого) смонтированы в светоблоках, применяемых в светофорах (рис. 2, г). Благодаря их параллельному включению перегорание нескольких СИД (до 25 %) не нарушает информационную характеристику' сигнала светофора. Использование СИД исключает применение отражателей и светофильтров. Плата закрыта лишь прозрачным рассеивателем, выполненным, как правило, из поликарбоната. Преимущества подобного источника света заключаются в его высокой долговечности (срок службы до 15 лет), снижении потребления электроэнергии по сравнению с лампами накаливания в 5—12 раз, отсутствии ложного сигнала — фантомного эффекта, характерного для оптических устройств с отражателем.

1.4. Светофильтры.

Применяются светофильтры-рассеиватели и светофильтры-линзы. Первые обеспечивают необходимое перераспределение светового потока в пространстве. Для этих целей на их внутренней стороне формируется узорчатый, ромбический, призматический или каплевидный рисунок. Важной характеристикой является угол светорассеяния — наибольший угол, в пределах которого сила света уменьшается вдвое по сравнению с ее осевым значением. Для современных светофильтров этот угол находится в пределах 5— 15°, что обеспечивает нормативную дальность видимости сигнала на многополосных дорогах 100 м.

Светофильтры-линзы способствуют концентрации светового потока. Их использование позволяет отказаться от отражателя и уменьшить диаметр сигнала до 100 мм (транспортные светофоры типов 3 и 5). Светофоры с такими светофильтрами применяют, когда видимость сигнала должна быть обеспечена в достаточно узких пределах — на одной-двух полосах движения.

В последние годы все большее распространение получают пластмассовые светофильтры. Их преимущества перед стеклянными заключаются в простоте изготовления, более высокой прочности при воздействии ударных и вибрационных нагрузок, а также в меньшем весе

(примерно в 3 раза). В большинстве случаев материалом для производства служит поликарбонат, обладающий необходимой прозрачностью (светопропускание 90 %) и долговечностью.

1.5. Отражатели.

Конструкция отражателя (рис. 3) характеризуется двумя основными внутренними поверхностями: параболоидной 7, обеспечивающей концентрацию светового потока, и конической (или цилиндрической) *2*, предназначенной для увеличения глубины отражателя и тем самым уменьшения выгорания красителя светофильтра. При коротком фокусном расстоянии/появляется опасность возникновения ложного сигнала светофора (фантомный эффект), когда луч от постороннего источника света, попадая на отражатель, вновь возвращается к наблюдателю. Уменьшение расстояния *l* от линзы до фокуса *К за* счет ликвидации конической части отражателя способствует снижению фантомного эффекта, но требует применения специальных малогабаритных ламп, например галогенных.

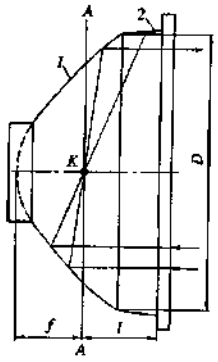


Рисунок 3 – Отражатель оптического устройства светофора

В конструкциях современных отражателей фокальную плоскость *АА* максимально приближают к плоскости светового отверстия, за которой начинается балластная (нерабочая) коническая поверхность. При этом, как правило, выдерживаются следующие соотношения:

l/f=1.4 и f=0.25·D

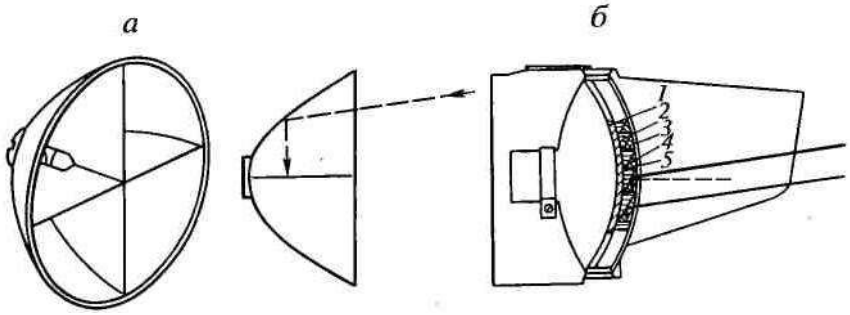
где *D* — диаметр светового отверстия отражателя, мм.

Все большее распространение получают пластмассовые отражатели с рабочей поверхностью, полученной методом напыления в вакууме. В этом случае отражатель получается с более гладкой поверхностью и не подвержен коррозии.

1.6. Антифантомные устройства.

В известной мере роль антифантомного устройства выполняет противосолнечный козырек. Однако при низком положении солнца (в направлениях восток—запад, запад—восток) может возникнуть одновременно свечение всех сигналов светофора. Известно несколько методов, позволяющих устранить фантомный эффект и получивших распространение в практике регулирования. Как правило, они связаны с некоторыми изменениями конструкции отражателя или светофильтра.

Отражатель с так называемым антифантомным крестом (рис. 4, *а)* представляет собой взаимно перпендикулярные сегментные пластины с прорезями для размещения галогенной лампы. Луч света, попадающий от постороннего источника на отражатель, отклоняется и поглощается зачерненными поверхностями пластин. В то же время пластины практически полностью пропускают лучи от лампы светофора.



а — антифантомный крест; *б*— линза, поглощающая солнечные лучи

Рисунок 4 – Устройства, устраняющие фантомный эффект:

Другим решением (рис. 4, *б)* является установка перед свето-фильтром-рассеивателем *1* специальной антифантомной линзы, состоящей из двух частей *2* и *3,* каждая из которых имеет пилообразный профиль. Луч солнца, попадая на наклонную поверхность 4, отбрасывается на горизонтальную зачерненную ступеньку 5 и поглощается.

Известны также методы устранения фантомного эффекта путем установки перед внутренней поверхностью светофильтра перегородки сотовой конструкции, которая пропускает горизонтальный световой поток оптического устройства светофора, однако задерживает солнечные лучи, если они имеют, хотя бы небольшое отклонение от горизонтали.

1.7. Размещение и установка светофоров

Светофоры устанавливают на колонках, кронштейнах, прикрепляемых к существующим опорам или стенам зданий, на специальных консольных опорах и тросах-растяжках. Для предотвращения наезда на опоры их располагают вне проезжей части или защищают ограждениями.

Светофоры располагают таким образом, чтобы обеспечить наилучшую видимость их сигналов участниками движения. С этой же целью применяют, помимо основных, светофоры-дублеры и светофоры-повторители. Дублируют, как правило, транспортные светофоры типов 1, 2 и 3, если управляемое ими движение осуществляется по двум полосам и более.

Наилучшая видимость сигналов достигается при установке светофоров над проезжей частью на высоте 5—6 м или сбоку от нее на высоте 2—3 м (для пешеходных светофоров 2—2,5 м). При этом транспортные светофоры типа 1 с горизонтальным расположением сигналов и типа 4 располагают только над проезжей частью в силу их конструктивных особенностей или назначения. По тем же соображениям пешеходные светофоры, светофоры-повторители над проезжей частью не устанавливают.

В плане транспортные светофоры устанавливают за стоп-линией. Расстояние от нее до светофора не должно быть менее 10 м. если светофор

расположен над проезжей частью, и 3 м при его установке сбоку. В противном случае водитель, остановившийся непосредственно у стоп-линий, может не увидеть их сигналов. Уменьшить эти расстояния соответственно до 5 и 1 м можно, используя светофоры-повторители. Пешеходные светофоры не должны отстоять от ближайшей границы пешеходного перехода более чем на 1 м. Расстояние от края проезжей части до светофора, установленного сбоку от дороги, составляет 0,5—2 м

Справа от проезжей части данного направления устанавливают основные светофоры Т.1, Т. 1.п, Т. 1.пл, Т.2 со стрелками «прямо», «прямо и направо». Т.3, Т.3.п, Т.6, Т.7, Т.8, Т.9, Т. 10. Светофоры Т.1.л, Т.2 со стрелками «налево», Т.3.л устанавливают слева на центральной разделительной полосе, направляющем островке или островке безопасности, при одностороннем движении — слева от дороги. При отсутствии разделительной полосы, направляющих островков или островков безопасности допускается установка светофора Т.1.л справа, если в попутном направлении не более трех полос движения. В противном случае светофор Т. 1 .л располагается над проезжей частью. Светофоры же Т.2 со стрелками «налево» или «прямо и налево» в этом случае располагаются над проезжей частью. Светофор Т.5 устанавливают справа или над специально выделенной полосой для маршрутных транспортных средств.

Таким образом достигается наилучшая видимость основного сигнала: при движении прямо или направо водитель видит его перед собой или справа; при движении налево — перед собой или слева.

Этот же принцип положен в основу установки дублирующих светофоров. Дублирующие светофоры (кроме Т. 1 .п и Т.2 со стрелкой «направо») устанавливают на территории перекрестка или непосредственно за перекрестком перед водителем или слева. Светофоры Т. 1 .п и Т.2 со стрелкой «направо» дублируют, если поворот направо осуществляется в два ряда и более. Дублирующие светофоры этих исполнений устанавливаются на территории перекрестка или непосредственно за ним перед водителем или справа.

При двухстороннем интенсивном движении и многополосной проезжей части (три и более полосы в одном направлении) водитель может своевременно не заметить сигналы светофоров. В этом случае целесообразней светофоры типов 1 и *2* располагать над проезжей частью непосредственно перед пересечением проезжих частей. Светофоры, расположенные над проезжей частью, можно не дублировать.

Пример размещения основных и дублирующих транспортных светофоров типа *1* показан на рис. 5.

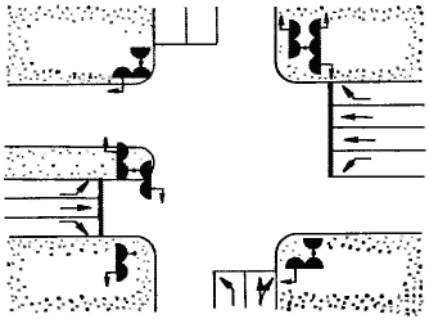


Рисунок 5 – Пример размещения светофоров на перекрестке

В соответствии с общепринятыми обозначениями светофор показан на перекрестке в виде полукруга, дополнительная секция снабжена стрелкой, указывающей направление действия.

2. ДОРОЖНЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ.

Общие сведения. Отечественной промышленностью освоен серийный выпуск контроллеров различных типов, отличающихся конструктивным исполнением и реализуемой ими технологией управления движением. В зависимости от времени их выпуска и элементной базы, являющейся основой конструкции контроллера, можно наметить три этапа их производства или три поколения (табл. 1).

Таблица 1 – Виды контроллеров

Поколения и краткая характеристика контроллеров	Локальные ДК			Системные ДК	
	Жесткого управления	Вызывные устройства	Адаптивного управления	Программные	Непосредственного подчинения
Первое Конец 60-х - 1980 г. Только пофазное управление (две –три фазы). Блоки ДК построены на элементной базе «Спектр»	УК-1; УК-1У1; УК-2; УК-2М	ПВУ-2М; УВУ-2М	СПРУТ-1М	БКТ-3М (ТСКУ-3М ТСКУ-4)	БКТ-6; БКТ-7 («Город-М»)
Второе *АСС УД*[1] (1980-1985 г.г.. Возможно пофазное и потактное правление. ДК на	ДКЛ-А	Любой ДК АСС УД[1] * + ТВП	ДКМ 4-4	ДКМ 2С-4 (АСУД 2.1)	ДКМ 5-4; ДКМ 5-8; ДКМ 6-4; ДКМ 6-8; (АСУД 2.2; «Город-М1»; «СТАРТ»

унифицированных блоках. Применение микросхем					
Третье С 1985 г. Возможна работа Д К на любой программе. В ДК применяются микропроцессоры	УК-4 ДКМА СТАРТ ДКСМ: ДКС-16М;ДКС-Д («Город-Д» «СТАРТ»)				

Примечания

1. В скобках приведены АСУД, в которых используются указанные в таблице ДК.

2.АСУД 2.1 и АСУД 2.2 --соответственно бесцентровые и централизованные магистральные системы.

3.В связи с тем. что и различных городах РФ разработаны и активно внедряются новые модификации современных дорожных контроллеров (например, в городах Пермь, Екатеринбург и др.) и учитывая чрезвычайно высокие темпы смены поколений средств электроники (3 -5 лет), здесь приводятся параметры наиболее распространенных в практике типов ДК.

[1]. Агрегатная система средств управления движения.

Контроллеры первого поколения разработаны в 60-х годах прошедшего столетия, выпускались промышленностью примерно до 1980 г. Некоторые из них находятся в эксплуатации в настоящее время. Их общие отличительные особенности — выполнение на дискретных элементах, узкая специализация по алгоритмам управления, отсутствие возможности управления по отдельным направлениям перекрестка (а следовательно, и реализации переходных интервалов, состоящих из двух промежуточных тактов и более ограниченное число фаз регулирования (не более трех). Подобный подход имел свои преимущества: узкая специализация и ограничения в технологии управления позволяли создавать экономичные схемы с относительно малой стоимостью.

В рамках первого этапа было освоено производство:

локальных контроллеров - упрощенные контроллеры серии УК (УК-1, УК1-У1, УК-2), пешеходные и универсальные вызывные устройства (ПВУ-2М и УВУ-2М), счетно-программное решающее устройство транспорта (СПРУТ-1М);

системных контроллеров - бесконтактные контроллеры телемеханические (БКТ-ЗМ, БКТ-4, БКТ-5, БКТ-6, БКТ-7).

Следует отметить, что. хотя основным назначением контроллеров УК-1У1 и УК-2 является управление движением на отдельном Перекрестке, они обладают возможностью работы в составе простых бесцентровых систем координированного управления. Контроллеры СПРУТ-IМ и БКТ-7 являются

адаптивными с возможностью реализации алгоритма поиска разрыва в транспортном потоке. Назначение контроллеров БК'Г-ЗМ и БКТ-4 было практически одинаковым, поэтому последний выпускался сравнительно короткое время. В дальнейшем в соответствующих системах управления его функции заменил контроллер БКТ-ЗМ.

Рост интенсивности движения и связанное с этим усложнение схем организации движения потребовали дальнейшего совершенствования технических средств управления. Этому препятствовал ряд крупных недостатков контроллеров первого поколения. Во-первых, чрезвычайно развитая номенклатура затрудняла освоение серийного выпуска и модернизацию изделий. Во-вторых, отсутствовала возможность наращивания функций установленных на перекрестках контроллеров в процессе их эксплуатации. В-третьих, отсутствие унификации в запасных изделиях и необходимость изучения службой эксплуатации развитой номенклатуры устройств ухудшали показатели надежности изделий.

Поэтому в 70-х годах был разработан принципиально новый подход к проектированию и производству ДК. Практически, начиная с 1980 г., в эксплуатации появились контроллеры второго поколения, выпускаемые в рамках АСС УД.

Отличительной особенностью контроллеров второго поколения явилось их построение из унифицированных функциональных блоков (агрегатный принцип). Указанная унификация позволила по сравнению с ранее выпускаемой техникой сократить число блоков примерно в 10 раз. Кроме этого, применение унифицированных шкафов и сопряжений сделало возможным менять назначение контроллера без его демонтажа путем лишь комбинации соответствующих блоков. Изменилась элементная база контроллеров - субблоки строились уже не на дискретных элементах, а на интегральных схемах. Значительно улучшилась технология управления: появилась возможность управлять движением по отдельным направлениям перекрестка, увеличилось число фаз регулирования, в контроллерах появились устройства, обеспечивающие безопасность движения при выходе из строя ламп красного сигнала или включении зеленых сигналов в конфликтующих направлениях.

В рамках второго поколения было освоено производство:

локальных контроллеров (дорожных контроллеров локальных ДКЛ-А и модифицируемых ДКМ 4-4);

системных контроллеров (дорожных контроллеров модифицируемых ДКМ 2С-4. ДКМ 5-4, ДКМ 5-8, ДКМ 6-4, ДКМ 6-8, контроллера для управляемых дорожных знаков ДК 7).

В названиях контроллеров слово модифицируемый означает изменение типа контроллера путем установки или изъятия в существующем контроллере функциональных блоков.

Контроллеры ДКМ 4-4, ДКМ 6-4 и ДКМ 6-8 в своем составе имеют блоки, позволяющие реализовать адаптивный режим управления по поиску разрывов в транспортном потоке.

С 1985 г. освоено производство контроллеров третьего поколения с использованием микропроцессорной техники (ДКМП). Они существенно отличаются по конструктивному исполнению и технологий управления от контроллеров более ранних выпусков. Переход к производству контроллеров этого типа связан, с одной стороны, с широким внедрением микропроцессоров в сферу управления технологическими процессами в народном хозяйстве (переход на новую элементную базу), с другой, — с необходимостью реализации более эффективных режимов управления дорожным движением и построением разнообразных и гибких структур АСУД, приспособленных для городов с различной УДС в условиях высокой интенсивности транспортных и пешеходных потоков.

В соответствии с указанными этапами развития опишем отечественные контроллеры, уделив большее внимание контроллерам, находящимся в настоящее время и производстве.

Контроллеры первого поколения. Наибольшее распространение получили контроллеры серии УК (упрошенные контроллеры), находящиеся в эксплуатации практически по всех городах РФ, где имеются светофорные объекты. Упрощенный контроллер размещается в металлическом шкафу навесного типа, который может быть установлен на стене здании, мачте освещении или специальной опоре. Передняя стенка шкафа имеет замки и уплотнения, препятствующие проникновению в контроллер пыли и влаги. Все контроллеры этой серии реализуют 2-3-фазную схему организации движения. Длительность промежуточного такта одинакова для всех фаз регулирования (устанавливается одним задатчиком времени). Ручное включение фаз с пульта контроллера не предусмотрено.

Первая модель этого контроллера - УК-I реализует одну жесткую программу или режим желтого мигания. Изменение программы возможно с помощью переключателей (задатчиков времени), предусмотренных для каждой фазы регулирования и промежуточного такта и расположенных на лицевой панели шкафа. Здесь же находится тумблер для перевода контроллера с режима «Программа» на режим ЖМ.

В период выпуска этого контроллера отсутствовали простые технические средства для реализации бесцентрового координированного управления на нескольких перекрестках ОДНОЙ магистрали. Поэтому в дальнейшем был налажен выпуск модернизированного контроллера УК-1У1, который отличался от предшествующей модели возможностью работы в системе координации.

И наконец, последний контроллер этой серии УК-2 отличается от УК-1УI наличием двух жестких программ, которые могут быть использованы в различные периоды суток в зависимости от интенсивности движения. В данном случае на лицевую панель выведен коммутатор, где необходимая длительность тактов устанавливается с помощью перемычек. Переход с одной программы на другую или режим ЖМ может осуществляться либо вручную с помощью расположенных на лицевой панели тумблеров, либо автоматически в заданное время суток с помощью таймера (автомата

переключения программ), подключаемого к контроллеру в качестве внешнего устройства. Особенностью всех контроллеров серии УК является четное значение длительности основных тактов, так как дискретность их задания составляет минимум 2 с.

Контроллеры типа ВКТ занимают особое место, так как они являются базовыми *для* серийно выпускавшихся систем управления дорожным движением и имеют узкую специализацию. В соответствии с классификацией, приведенной БКТ-ЗМ и БКТ-5 являются программными контроллерами, а БКТ-6 и БКТ-7 - контроллерами непосредственною подчинения.

Все контроллеры БКТ представляют собой устанавливаемые на фундаменте металлические шкафы с запираемой на замок передней дверью. Шкаф изготовлен в брызгозащитном исполнении и имеет двухскатную крышу для защиты контроллера ОТ атмосферных осадков. Провода вводятся через отверстие в дне шкафа. Все блоки контроллера укреплены на поворотной раме шкафа, благодаря чему к ним обеспечивается свободный доступ при наладке контроллера и его ремонте. На лицевой панели расположен пульт управления, который используют при работе контроллера в локальном режиме, а также для контроля его работы по выведенным на пульт лампам индикации. Для облегчения доступа к органам ручного управления в передней двери имеется специальная дверца, запираемая ключом. Ко всем контроллерам могут быть подключены выносные пульты управления.

Контроллеры БКТ-ЗМ являются основной частью периферийного оборудования телемеханической системы координированного управления ТСКУ-ЗМ или входят в состав бесцентровой системы координации ТСКУ-4. При работе в системе ТСКУ-ЗМ контроллер обеспечивает прием и выполнение команд с диспетчерскою пункта (ДП) и посылку в него телесигнализации о выполнении этих команд. С ДП контроллер может быть выведен на следующие режимы: работа по одной из трех жестких программ, заложенных в контроллере; ЖМ; ЗУ (включение вдоль магистрали на нескольких перекрестках зеленого сигнала для безостановочною пропуска специальных транспортных средств); отключение контроллера; перевод его на местное управление.

При отключении БКТ-ЗМ от системы он переходит в локальный режим управления, продолжая отрабатывать ту программу, которая была в этот момент. В локальном режиме с пульта управлении контроллера (или выносного пульта) можно вручную перевести контроллер с одной программы на другую, включить желтое мигание Светофоров или ручное управление. В последнем случае фазы включают с помощью кнопок, расположенных в нижней части пульта. Число фаз может быть две или три в зависимости от схемы организации движения на перекрестке. Длительности основных и промежуточных тактов для каждой программы задаются путем установки перемычек на коммутаторах специальных субблоков.

Контроллер БКТ-5 работает в составе автоматизированной системы

координированного управления (АСКУ). которая может охватывать не одну, а несколько магистралей города. БКТ-5 отрабатывает тс же режимы, что и БКТ-ЗМ, однако в отличие от последнего имеет пять программ, также заложенных в контроллере.

Контроллеры БКТ-6 и БКТ-7 предназначены для общегородской АСУД « Город-М». Их принципиальное отличие от других контроллеров серии БКТ заключается в том, что программы управления содержатся не в контроллерах, а в запоминающих устройствах вычислительного комплекса УП (обычно 4-5 программ), откуда они передаются в контроллеры по радиальным каналам связи. БКТ-6 и БКТ-7 имеют только по одной резервной программе, которая реализуется в локальном режиме при выходе из строя каналов связи с УП или при отключении контроллера от системы. Оба контроллера реализуют 2- или 3-фазную схему организации движения и при поступлении команды с УП передают обратную телесигнализацию об их выполнении. БКТ-7 работает по алгоритму поиска разрывов в потоке и применяется вместе с ДТ, устанавливаемыми на подходах к перекрестку.

В системном управлении БКТ-6 обеспечивает работу по одной из программ УП, режимов ЖМ, ЗУ и ДУ (диспетчерское управление). При этом в целях обеспечения безопасности движения фазы переключаются с одной на Другую по командам из УП лишь по истечении заранее заданной минимальной длительности основною такта. По тем же причинам, если длительность основного такта превысила заранее заданное максимальное время, фазы переключаются независимо от команды из УП. В режиме диспетчерского управления фазы переключаются также по командам УП, но длительность основного такта не ограничивается, что необходимо для реализации режима ЗУ. В локальном режиме контроллером управляют с его пульта или выносного пульта управления.

Контроллер БКТ-7 отрабатывает те же режимы, однако в отличие от БКТ-6 может корректировать программы УП в зависимости от обнаружения разрывов в транспортном потоке. При отключении от системы БКТ-7 работает так же, как контроллер СПРУТ-1М.

Выносной пульт управления применяется, когда затруднено ручное управление движением на перекрестке с пульта контроллера. При этом команды, посылаемые с ВПУ (переключение фаз, включение режима желтого мигания), имеют приоритет. Помимо контроллеров БКТ. ВПУ может быть также подключен к контроллерам УК-2.

Контроллеры второго поколения (АССУД). К локальным контроллерам относятся ДКЛ-А. ДКМ 4-4, к системным ДКМ 2С-4, ДКМ 5-4, ДКМ 5-Х, ДКМ 6-4, ДКМ 6-Х, ДК7. При этом ДКМ 2С-4 относится к классу программных контроллеров жесткого управления, остальные системные контроллеры - непосредственного подчинения. Особое место занимает ДК-7. управляющий дорожными знаками со сменными символами (УЗН).

Принцип максимально возможной унификации и серийной способности технических средств, заложенный в АССУД, определил следующие типы конструкции, из которых компонуется контроллер:

субблок; блок-каркас, в котором разметаются субблоки; шкаф, в котором размещаются блоки. В зависимости от числа блоков в шкафу и их назначения определяют тип контроллера.

3. КОНТРОЛЛЕР УК4.1 М

3.1. Назначение

Контроллер УК4.1М предназначен для локального и сетевого управления транспортными потоками и пешеходами на регулируемых перекрестках.

Контроллер рассчитан на непрерывную круглосуточную работу в стационарных условиях. Относительная влажность воздуха до 95 % при температуре +35°С.

Контроллер выпускается в климатическом исполнение У и категории размещения 2 по ГОСТ 15150-69 .

Организация движения обеспечивается специальным набором фиксированных программ, состоящих из фаз определенной длительности. Каждая фаза состоит из набора направлений, характерных для данного перекрестка.

- Число фаз движения - 16.
- Число направлений движения - 16
- Максимальная длительность фазы - 128 с.
- Дискретность изменения длительности фазы - 0,5 с.
- Число фиксированных программ - 8.
- Число подключаемых «табло вызова пешехода» - 4.
- Число направлений приоритетного пропуска (зеленая улица) - 16.

Силовые каналы:

- Число силовых каналов - 32.
- Максимальный ток нагрузки канала - 5 А, при напряжении-220 В, 50 Гц.
- Защита от короткого замыкания и перегрузки каждого канала.
- Полная гальваническая развязка от сети 220В.

Сетевые параметры:

- Интерфейсы: RS232, RS-485, «ТСКУ», «СТАРТ»(АСУДД), АПИ 2000 (САУДТ Мегаполис)
- Каналы связи: выделенный проводной, коммутируемый телефонный, выделенный радиоканал, сотовая связь.

Диагностика.

- Проверка целостности силовых цепей.
- Обнаружение конфликтных ситуаций - «конфликт зеленого» и «конфликт красного».
- Автоматический возврат в нормальный режим после устранения конфликта.
- Ведение электронного журнала конфликтов.

- Вывод диагностической информации на инженерный пульт, ПЭВМ или в центр по сети .

Портативный инженерный пульт может быть использован для отображения:

- рабочих режимов (№ фазы, № программы, № такта, время такта);
- текущего суточного времени и календаря;
- состояния контроллера (выходные силовые цепи "прозвонка", ЖМ, ОС, конфликт);
- электронного журнала;
- сетевых параметров;
- настроек
- информации о неисправностях.

2.3. Режимы работы контроллера:

- Локальный режим по одной из фиксированных программ.
- Локальный режим под управлением автоматического переключателя программ.
- Режим «ручное управление».
- Режим «табло вызова пешехода».
- Режим координированного управления из центра.
- Режим координированного управления без центра (ведущий - ведомый).
- Режим местного регулирования (при работе с детекторами транспорта).
- Аварийный режим.

4. ДОРОЖНЫЕ ЗНАКИ

Дорожные знаки применяют на автомобильных дорогах и улицах для организации движения и *обеспечения его безопасности.* Они устанавливают определенный порядок или информируют водителей и пешеходов об условиях движения на пути их следования.

Дорожные знаки классифицируют по информационно-смысловому содержанию, а также по ряду других признаков, связанных с особенностями их конструктивною исполнения.

Конвенция о дорожных знаках и сигналах 1968 г. подразделяет знаки по информационно-смысловому содержанию на предупреждающие, обязательного предписания и указательные. В рамках этих рекомендаций, а также с учетом материалов дополнительною Европейскою соглашения *1971* г. в нашей стране принятого восемь групп дорожных знаков: предупреждающие, приоритета, запрещающие, предписывающие, особых предписаний, информационные, сервиса, дополнительной информации (таблички). Название группы говорит об их функциональном назначении. Предупреждающие, информационные знаки и знаки сервиса информируют о дорожных условиях, порядке движения, различных Объектах на дороге или

вблизи нее.

Запрещающие и предписывающие, знаки особых предписаний, а также знаки приоритета вводят определенные ограничения, которые распространяются на всех или какую-то группу участников движения.

Знаки в целях быстрого и надежною их восприятия характеризуются определенными формой, размером и цветом фона, зафиксированными в ГОСТ Р 52290—2004 «Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования».

5. ДОРОЖНАЯ РАЗМЕТКА

Разметкой называются линии, надписи и другие обозначения на проезжей части и элементах дорожных сооружений, устанавливающие порядок движения или информирующие водителей и пешеходов об условиях движения. Разметка является составной частью общей схемы организации движения транспортных средств и пешеходов, поэтому при проектировании разметки необходимо соблюдать се соответствие устанавливаемым на дороге знакам, светофорам и другим техническим средствам управления движением.

Разметка делится на *горизонтальную* и *вертикальную.* К горизонтальной относятся продольная, поперечная и другие виды разметки (островки, надписи, указательные стрелы), наносимые на дорожное покрытие. Горизонтальная разметка, как правило, применяется на дорогах с усовершенствованными покрытиями, имеющих проезжую часть шириной 6 м и более при интенсивности движения 1000 транспортных средств в сутки и более. В населенных пунктах горизонтальная разметка применяется на скоростных дорогах, магистральных улицах, а также и других улицах, где проходят маршруты транспортных средств общего пользования.

К вертикальной разметке относятся линии, наносимые на элементы дорожных сооружений, обстановки дорог и различных предметов, которые представляют опасность для движения, с целью предупреждения наезда на них транспортных средств.

Дорожная разметка является одним из простых и действенных средств управления движением. Ее применение способствует повышению пропускной способности дороги и улучшению видимости проезжей части и придорожной обстановки, особенно в темное время суток.

Наличие разметки на проезжей части отражается на эмоциональной напряженности водителя, что позволяет влиять на выбираемую им скорость и траекторию движения. Это связано со стремлением водителя поддерживать информационную нагрузку на уровне, близком к оптимальному. Отклонение от того уровня, вызванное, в частности, появлением на дороге разметки, заставляет водителя изменить скорость или положение автомобиля на проезжей части. Это свойство разметки используют при нанесении прерывистых продольных линий, получивших широкое распространение в практике организации движения. Поданным проведенных в МАДИ специальных исследований, большая часть водителей на дорогах с

прерывистой разметкой выбирает такую скорость, при которой частота мельканий, штрихов и разрывов не превышает 3 Гц.

Для горизонтальной разметки и нашей стране принят белый цвет, что обеспечивает ее наилучшую видимость в различных дорожных условиях. Исключение составляют линии, связанные с ограничением остановки и стоянки транспортных средств, для которых применяют краску желтого цвета. В местах проведения дорожных работ может применяться временная разметка оранжевого цвета.

Вертикальная разметка представляет собой сочетание черного и белого цветов.

Цвет дорожной разметки, ее форма и размеры, принятые в нашей стране соответствуют рекомендациям международной Конвенции о дорожных знаках и сигналах. И Российской Федерации действует ГОСТ Р 51256-99 «Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Типы и основные параметры. Общие технические требования», который предусматривает все ее виды. Каждому виду разметки в соответствии с этим стандартом присвоен номер. Первая цифра обозначает группу, к которой принадлежит разметка (I - горизонтальная$_t$ 2 — вертикальная), вторая цифра (или число) — порядковый номер разметки в группе, третья - разновидность разметки.

6. НАПРАВЛЯЮЩИЕ УСТРОЙСТВА И ДОРОЖНЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ

Направляющие устройства

Конструкция сигнальных столбиков должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 50970.

Сигнальные столбики устанавливают на автомобильных дорогах без искусственного освещения при условиях, не требующих установки удерживающих ограждений:

- в пределах кривых в продольном профиле и на подходах к ним (по три столбика на подходе с каждой стороны дороги) при высоте насыпи не менее 2 м, интенсивности движения не менее 1000 ед./сут - на расстояниях l_0 и l_1 указанных в таблице 19 (рисунок В.29), и на расстоянии l_2, равном 50 м.

- в пределах кривых в плане и на подходах к ним (по три столбика на подходе с каждой стороны дороги) при высоте насыпи не менее 1 м, на расстояниях l_0, l_1, и l_2, указанных в таблице 20 (рисунок В.30), и на расстоянии l_3, равном 50 м.

- на прямолинейных участках дорог при высоте насыпи не менее 2 м и интенсивности движения не менее 1000 ед./сут - через 50 м;

- на кривых сопряжений пересечений и примыканий автомобильных дорог в одном уровне - через 3 м;

- на железнодорожных переездах - с обеих сторон переезда на участке от 2,5 до 16,0 м от крайних рельсов, через каждые 1,5 м;

- у водопропускных труб - по три столбика с каждой стороны дороги

через каждые 10 м до и после трубы;

- на дорогах I категории - на всем их протяжении через 50 м. 8.2.3 Сигнальные столбики устанавливают на обочине на расстоянии 0,35 м от бровки земляного полотна, при этом расстояние от края проезжей части до столбика должно составлять не менее 1,00 м.

Тумбы с искусственным освещением устанавливают в населенных пунктах в начале разделительной полосы и перед торцевыми частями подпорных стенок транспортного тоннеля, а также на приподнятых островках безопасности и приподнятых направляющих островках. Высота тумб должна составлять 0,75-0,80 м. 8.2.5

Направляющие островки, выделенные на проезжей части разметкой или бордюрным камнем, устраивают на дорогах при суммарной интенсивности движения на перекрестках не менее 1000 ед./сут, когда число поворачивающих транспортных средств составляет 10% и более на дорогах вне населенных пунктов, 20% и более - в населенных пунктах.

Высота приподнятого направляющего островка должна быть 15 см.

Островки безопасности, выделенные на проезжей части разметкой или бордюрным камнем, устраивают на наземных пешеходных переходах при интенсивности движения транспортных средств не менее 400 ед./ч на одну полосу проезжей части и на расстоянии между тротуаром и краем островка не менее 10,5 м. Высота приподнятого островка безопасности должна быть 10 см.

Дорожные ограждения

На автомобильных дорогах, улицах и мостовых сооружениях применяют дорожные ограждения, разрешенные для эксплуатации в установленном порядке.

Удерживающие ограждения (далее - ограждения) устанавливают:

- на обочинах автомобильных дорог;
- на газоне, полосе между тротуаром и бровкой земляного полотна, тротуаре городской дороги или улицы;
- с обеих сторон проезжей части мостового сооружения;
- на разделительной полосе автомобильной дороги, городской дороги или улицы, мостового сооружения.

Контрольные вопросы

1. Классификация и маркировка светофоров.
2. Устройство светофора.
3. Антифантомные устройства, применяемые в светофорах.
4. Светофильтры, применяемые в светофорах.
5. Отражатели светофоров.
6. Принципы размещения и установки светофоров на перекрестках.
7. Для чего предназначены дорожные контроллеры?
8. Назначение и виды дорожных знаков?

9. Назначение и виды дорожной разметки?
10. Назначение направляющих устройств?
11. Какие основные устройства входят в состав контроллеров?
12. Назначение, устройство и работа инженерного пульта.
13. Отобразить алгоритм получения с помощью портативного инженерного пульта для контроллера УК-4.1 следующей информации:
    - рабочих режимов (№ фазы, № программы, № такта, время такта);
    - текущего суточного времени и календаря;
    - состояния контроллера (выходные силовые цепи "прозвонка", ЖМ, ОС, конфликт);
    - электронного журнала;
    - сетевых параметров;
    - настроек
    - информации о неисправностях.
14. Выполнить с помощью портативного инженерного пульта для контроллера УК-4.1 настройки дорожного контроллера.
    - произвести настройку текущего времени и календаря;
    - перевести в режим ОС, ЖМ, КК, АПП;
    - осуществить тест пробой;
    - осуществить тест обрыв;
    - осуществить тест анализ;
    - проверить на конфликт;
    - выполнить управление контроллером в ручном режиме

Содержание отчета.

Ответы на контрольные вопросы

Список литературы

1. Кременец Ю.А., Печерский М.П., Афанасьев М.Б., Технические средства организации дорожного движения: Учебник для ВУЗов. М.: ИКЦ «Академкнига», 2005 – 279 с.
2. Контроллер дорожный УК 4.1-32. Техническое описание ЛСНМ. 426489.001.ТО ООО "Элсистар", 2009 – 37 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11

Методы и формы учета дорожно-транспортных происшествий на автотранспортном предприятии

Цель работы: Изучение методов и форм учета дорожно-транспортных происшествий на автотранспортном предприятии.

Общие сведения

В организации-владельце автотранспортных средств составляется и хранится следующая обязательная первичная документация, связанная с обеспечением безопасности движения транспортных средств.

1.Журнал учета ДТП. Журнал должен быть пронумерован, прошнурован и скреплен печатью.

2.Журнал учета нарушений правил дорожного движения водителями.

3.Планы мероприятий по обеспечению безопасности.

4.Личные карточки водителей по учету нарушений Правил дорожного движения и ДТП.

5.Донесения и копии донесений в вышестоящие организации о ДТП.

6.Донесения и копии донесений в вышестоящие организации о ДТП с особо тяжкими последствиями.

7.Акты и копии актов служебных расследований ДТП.

8.Отчеты и копии отчетов по форме ДТП-3.

9.Журнал регистрации замечаний и предложений в работе по обеспечению безопасности движения.

Вышеперечисленная документация заполняется и хранится работниками службы безопасности движения (при их отсутствии в штате организации-владельца автотранспортных средств -соответствующими должностными лицами, назначенными приказом).

Журнал регистрации замечаний хранится в отделе кадров организации-владельца автотранспортных средств и заполняется лицами вышестоящих организаций, проводящих проверку состояния работы в организации-владельце автотранспортных средств, в том числе и работниками ГАИ.

Журнал учета ДТП ведется по форме, введенной приказом министра транспорта Российской Федерации от 02.04.96 г. № 22, особенность которой состоит в том, что учет включает два раздела: в первый заносят сведения, подлежащие сверке с территориальными органами внутренних дел; во второй — сведения внутреннего характера, как правило, выявленные в процессе служебного расследования дорожно-транспортного происшествия. В журнале учета ДТП заполняются сведения по всем ДТП, совершенным при участии водителя данной организации - владельца автотранспортных средств независимо от тяжести последствий, величины материального ущерба и степени виновности водителя.

Дорожно-транспортные происшествия, включаемые в отчетность формы ДТП-3, отмечаются в графе "категория отчетности" индексом "О", а не подлежащие включению в отчетность, помечаются в журнале индексом "Н".

Запись в журнале производится при поступлении информации от органов ГИБДД или по заявлению водителя, а также от свидетелей, оказавшихся на месте происшествия, после необходимого, в случае неясности, уточнения (поправки) данных работником службы безопасности движения.

В журнале учета нарушений ПДД фиксируется каждое нарушение, допущенное водителем данной организации -владельца автотранспортных средств. Информация фиксируется как по рапортам Госавтоинспекции, так и по письменным актам (рапортам) работников службы безопасности движения данной организации - владельца автотранспортных средств и вышестоящих организаций. Запись осуществляется после необходимого, в случае неясности, уточнения (проверки) материала работниками службы безопасности движения.

Ежемесячно работниками службы безопасности движения проводится сверка в Госавтоинспекции данных по учету ДТП и нарушений Правил

дорожного движения водителями данной организации-владельца автотранспортных средств.

Если при сверке в Госавтоинспекции данных по учету ДТП и нарушений Правил дорожного движения, допущенных водителями, обнаруживается отсутствие записи в соответствующем журнале организации-владельца автотранспортных средств о факте ДТП или нарушения Правил дорожного движения, то в журнале должна быть сделана соответствующая дополнительная запись с указанием действительной даты регистрируемого случая.

Планы мероприятий по предупреждению ДТП должны быть утверждены руководителем организации-владельца автотранспортных средств.

По мере выполнения пунктов плана и по окончании календарного срока плана по каждой его позиции должна быть сделана отметка о выполнении, оформленная работником службы безопасности движения за подписью руководителя предприятия.

План мероприятий по предупреждению ДТП должен включать следующие разделы:

- контроль выполнения нормативных документов и приказов вышестоящих организаций по предупреждению ДТП;
- организация смотров, конкурсов по БДД; обобщение и пропаганда передового опыта в этой области;
- совершенствование профессиональной подготовки водителей;
- организация медицинского освидетельствования водителей, улучшение условий труда водителей;
- повышение надежности транспортных средств в эксплуатации, обеспечение их комплектации в соответствии с требованиями безопасности движения;
- подготовка транспортных средств и персонала для обеспечения безаварийной работы на уборке урожая;
- обследование дорожных условий на маршрутах перевозок;

- повышение уровня оснащенности кабинета по безопасности движения и службы безопасности движения.

Личная карточка водителя заполняется после прохождения водителем вводного инструктажа по безопасности движения при приеме на работу.

В организации — владельца автотранспортных средств, где нет кабинета по безопасности движения, карточка водителя хранится в отделе кадров.

Записи в карточку нарушений Правил дорожного движения и совершенного ДТП производятся после их записи в соответствующий журнал организации - владельца автотранспортных средств.

Донесение о ДТП составляется работниками службы безопасности движения организации - владельца автотранспортных средств на каждое ДТП категории "О" и высылается в вышестоящую организацию.

К донесению прикладывают схему ДТП с анализом дорожно-транспортной ситуации. Допускается передача донесения о ДТП телефонограммой, радиограммой, по телеграфу или факсу. В этом случае в папке копий донесений, хранящейся в кабинете по безопасности движения предприятия, должна остаться копия текста, переданного соответствующим способом.

В случае, если ДТП имеет особо тяжкие последствия (более одного погибшего или двух раненых людей), то донесение высылается руководством предприятия (организации) в вышестоящую организацию, которая в свою очередь высылает донесение в Министерство.

В папке актов служебных расследований хранятся копии актов служебных расследований, проведенных комиссией организации - владельца автотранспортных средств, а также копии актов расследований, проведенных комиссиями, образованными вышестоящими организациями.

Контрольные вопросы

1. Назовите первичную документацию, связанную с обеспечением безопасности движения транспортных средств.
2. Назовите ответственных за заполнение и хранение документации лиц на АТП.
3. Назовите особенности заполнения журнала учета ДТП.
4. Назовите особенности заполнения журнала учета нарушений ПДД.
5. Назовите периодичность сверки работниками службы безопасности движения данных по учету ДТП и нарушений ПДД водителями
6. Назовите разделы, которые включает план мероприятий по предупреждению ДТП.
7. Назовите особенности внесения записей в карточку нарушений ПДД и донесения о ДТП.

Литература

1. Горев, А.Э. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения / А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. М.: Академия , 2006 – 256 с.

2. Касаткин, Ф.П. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса: Учебное пособие / Ф.П. Касаткин, С.И. Коновалов, Э.Ф. Касаткина. - М.: Академический Проспект, 2004 – 240 с.

3. Куликов, Ю.И. Автомобильные перевозки: учеб. пособие. / Ю.И. Куликов, И.Н. Пугачев, Г.Я. Маркелов. Под ред. Ю.И. Куликова. Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 2010. – 281 с.

4. Вельможин А. В., Грузовые автомобильные перевозки: учебник для вузов / А. В. Вельможин, В.А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Куликов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 560 с.

5. Гудков В.А. Пассажирские автомобильные перевозки: учебник для ВУЗов /В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Вельможин, С.А. Ширяев; Под ред. В.А. Гудкова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 448 с.

Приложение 1

ПРИМЕРНАЯ ФОРМА ЛИЧНОЙ КАРТОЧКИ ВОДИТЕЛЯ

В соответствии с «Положением об обеспечении безопасности дорожного движения в предприятиях, учреждениях, организациях, осуществляющих перевозки грузов и пассажиров *(утв. Минтрансом РФ 09.03.1995г. №27)* п. 3.12 «Организация осуществляет учет данных о квалификации водителя, общем стаже его водительской деятельности и на определенных типах транспортных средств, сроках прохождения медицинского освидетельствования, об участии в дорожно-транспортных происшествиях, допущенных нарушениях Правил до-рожного движения, фактах лишения права управления транспортным средством, отстранения от работы на линии из-за алкогольного опьянения или последствий алкогольной интоксикации, перерывах в водительской деятельности, работе по совместительству». Данные, характеризующие профессиональную надежность водителя, фиксируются в личной карточке водителя.

ЛИЧНАЯ КАРТОЧКА ВОДИТЕЛЯ

Табель №_____

Работает водителем с _____200_____г., в организации

с _____200____г.

Фамилия _____Имя _____Отчество_____

Год рождения_____Образование_____

Общий стаж водительской деятельности_____

Категорийность_____

Класс III с _____200____г., Класс II с _____200____ г.

Класс I с _____200____г.

Удостоверение № _____ Выдано _____

_____

_____

Приложение 2

Предупредительная работа (стажировка, обучение со сдачей зачетов по безопасности движения, инструктажи (кроме предрейсовых), индивидуальные беседы и т.п.)

Дата	Кто проводил	Наименование мероприятия

Приложение 3

Дорожно-транспортные происшествия

Дата ДТП	Модель, номерной знак авто-мобиля	Вид и место происшествия	Последствия ДТП			Меры взыска-ния	Номер записи п журнале ДТП
			Погибло	Ранено	Матери-альный ущерб, руб		

Приложение 4

Нарушения Правил дорожного движения, Правил технической эксплуатации автотранспортных средств, Правил перевозки грузов и пассажиров

Дата	Характер нарушений	Кем выдано	Принятые меры

Приложение 5

ЖУРНАЛ УЧЕТА НАРУШЕНИЙ ПРАВИЛ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ, ПРАВИЛ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ДРУГИХ ПРАВИЛ ПЕРЕВОЗОК, СВЯЗАННЫХ С ОБЕСПЕЧЕНИЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ, КОТОРЫЕ ДОПУСТИЛИ ВОДИТЕЛИ ОРГАНИЗАЦИИ

В соответствии с Федеральным законом РФ «О безопасности дорожного движения» *(утв. 10 декабря 1995 г. № 196-ФЗ)* ст. 20 юридические лица и индивидуальные предприниматели обязаны анализировать и устранять причины нарушений Правил дорожного движения

с участием принадлежащих им транспортных средств. Данные о нарушениях Правил дорожного движения, Правил технической эксплуатации и других правил фиксируются в журнале учета нарушений ПДЦ. Анализ данных учета совершенных нарушений позволяет выявить водителей группы повышенного риска, разрабатывать и осуществлять мероприятия по повышению надежности водительского состава.

ЖУРНАЛ УЧЕТА НАРУШЕНИЙ ПРАВИЛ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ, ПРАВИЛ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ДРУГИХ ПРАВИЛ ПЕРЕВОЗОК, СВЯЗАННЫХ С ОБЕСПЕЧЕНИЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ, КОТОРЫЕ ДОПУСТИЛИ ВОДИТЕЛИ ПРЕДПРИЯТИЯ

П/П	Данные о водителе: а) фамилия, имя, отчество б) класс и стаж работы	Модель и номерной знак	Дата и время нарушения	Характер нарушения	Обстоятельства, при которых имело место нарушение	Кем установлено нарушение	Какое понес наказание виновник	Ке ко нало взыс
1	2	3	4	5	6	7	S	

Приложение 6

ЖУРНАЛ УЧЕТА НАРУШЕНИЙ ПРАВИЛ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

№ п/п	Дата нарушения	ФИО води-теля	Вид наказания	Вид нарушения	От кого поступило извещение	Проверка знаний ПДД (дата, оценка)	Принятые меры
1	2	3	4	5	6	7	8

Приложение 7

Сведения, подлежащие сверке с территориальными органами внутренних дел

Владелец транспортных средств_____

Адрес владельца транспортных средств _ _____~_

№ п/п	Учетный номер карточки МВД	Дата ДТП	Время ДТП	Место ДТП	Вид ДТП	Модель и номерной знак АТС	ФИО води-теля	Условия и обстоя-тельства, способсво-вавшие возникнове-нию ДТП (погодные, дорожные условия. состав и действия участников ДТП)	Выяв-ленные причи-ны ДТП	Последствия ДТП		Приме чание
										погиб-ло, че-ловек	ранено, челове-к	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1 1	12	13

Приложение 7

Сведения внутреннего характера, подлежащие выяснению в процессе проведения служебного расследования

п/п	Данные о водителе: а) ФИО; б) квалификация, стаж работы; в) на каком часу работы произошло ДТП; г) состояние	Данные об АТС: срок эксплуатации, пробег, время проведения последних ТО-1 и ТО-2	Условия организации перевозок, приведших к ДТП: а) вид, вес груза, число пассажиров, маршрут, вид перевозки; б) нарушение правил перевозок, эксплуатации, ремонта и др.	Последствия ДТП				При-няты е ме ры	При-меча-ние
				Сведения о пострадавших в ДТП по вине работников организации: а) категория (пассажир, водитель, пешеход, иное лицо); б) тяжесть последствий (погиб, ранен); в) ФИО, возраст	Матсриальный ущерб от noi дсния (млн зреж-руб.)				
					транс-портных средств	груза	дор ог, ин ых соо ру-жен ий		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №12

Исследование психофизиологических качеств водителя

Цель работы: практическое ознакомление с методами определения психофизиологических качеств водителя

1. Общие сведения

Статистика свидетельствует о том, что количество дорожно-транспортных происшествий связано с такими профессиональными качествами водителей, как эмоциональная устойчивость; способность оценивать скорость и расстояние; реакция; умение концентрировать, распределять и переключать внимание, а также быстро ориентироваться в обстановке и принимать решение и т. п.

Психофизиологическими особенностями труда водителей являются:

1) значительное нервно-психологическое напряжение, Автомобиль является транспортным средством повышенной опасности, поэтому при управлении автомобилем нередко преобладают отрицательные эмоции; страх, тревога, сомнение, неуверенность, постоянное ожидание возникновения аварийных ситуаций;

2) непрерывность и дискретность. Эти особенности проявляются в заинтересованности водителя как можно быстрее, без перерывов и с соблюдением Правил дорожного движения доставить груз и пассажиров из одного пункта в другой;

3) работа в условиях навязанного темпа и дефицита времени. Эти особенности в деятельности водителя возникают при вождении автомобиля на больших скоростях, в плотном транспортном потоке и при возникновении критических дорожных ситуаций. Водитель особенно ограничен во времени при неожиданном возникновении аварийных ситуаций при управлении автомобилем в больших городах и на оживленных автомагистралях;

4) прогнозирование. Это - возможность предвидения вероятностного развития дорожной обстановки. В основе прогнозирования лежит использование информации о прошлом для предвидения будущего. Опытный водитель быстро сопоставляет текущую информацию о дорожной обстановке с запечатленными в его сознании аналогичными ситуациями, может понять намерения водителей других автомобилей или пешеходов, что позволяет ему предупредить возникновение аварийной ситуации. Водитель должен уметь определять скорость, направление движущихся транспортных средств и пешеходов, ясно представлять положение, в котором они окажутся в ближайшее время по отношению к управляемому им автомобилю и друг к другу. Особенно большие трудности при прогнозировании развития дорожной ситуации возникают тогда, когда водитель должен одновременно предвидеть поведение на дороге двух, а иногда и более объектов. При этом происходит «раздвоение» мышления, т. к. водитель одновременно должен предвидеть минимум два действия - свои и другого объекта (пешехода или водителя);

5) устойчивость и интенсивность внимания. Эта особенность проявляется в постоянной и высокой готовности к действиям при неожиданном изменении дорожной обстановки. Снижение готовности - одна из наиболее частых причин ошибок, ведущих к ДТП. Происходит это потому, что интенсивность и устойчивость внимания даже у человека в хорошем состоянии подвержены периодическим колебаниям. Поэтому как бы водитель ни старался быть предельно внимательным, интенсивность его внимания периодически снижается, особенно если он утомлен, болен или находится в состоянии алкогольного опьянения;

6) монотонность (однообразность). Ее причиной является недостаток информации, возникающий при однообразном ландшафте или движении в транспортном потоке с постоянной скоростью на прямых участках. Монотонность приводит к снижению двигательной активности, сонливости, резкому снижению готовности и как следствие грубым ошибкам при внезапном усложнении дорожной обстановки;

7) неравномерность и неопределенность поступающей информации. Неравномерность выражается в том, что езде за городом или на второстепенной дороге значимых раздражителей в течение минуты и более может вообще не быть, а при въезде в населенный пункт или на главную дорогу количество таких раздражителей может достигнуть 10 и более в секунду. Неопределенность информации приводит к отсутствию у водителя уверенности, что в следующий момент обстановка на дороге будет изменяться так, как он предполагает;

8) активный поиск недостающей информации при управлении автомобилем в условиях плохой видимости (ночь, туман, дождь, снегопад). В этих условиях водитель не может правильно оценить дорожную обстановку и положение своего автомобиля по отношению к другим участникам движения и потому активно ищет недостающую для такой оценки информацию. При этом появляется чувство неуверенности, тягостного ожидания внезапного усложнения дорожной обстановки, что приводит к быстрому утомлению;

9) нервное напряжение. Этому способствует высокая ответственность за жизнь пассажиров и пешеходов, сохранность груза и автомобиля.

К особенностям деятельности водителя следует также отнести и воздействующие на него внешние неблагоприятные условия: жару и холод, высокую влажность воздуха, неудовлетворительное состояние дороги (гололед, снег, грязь и т. п.), попадание в кабину отработавших газов или паров бензина, шум и вибрацию, частое воздействие угловых и прямолинейных ускорений, неудобную рабочую позу и др.

Данные российских и зарубежных исследователей позволяют сформировать основные требования к психофизиологическим качествам водителя:

- физическое здоровье, высокую сопротивляемость утомлению;
- хорошее развитие органов чувств (острота зрения, слуха и точность координации движений, способность видеть в темноте, различать цвета, тона и ритмы, низкая чувствительность к ослеплению);
- способность сохранять в условиях длительных, монотонных воздействий высокий уровень готовности к экстренным реакциям, долговременную выносливость;
- быстроту и постоянство реакций на движущийся объект;
- высокий автоматизм при управлении автомобилем;
- эмоциональную устойчивость;
- широкое распределение и быстрое переключение внимания;
- зрительную память;
- хорошее восприятие пространства, умение правильно оценивать скорость и расстояние;
- оперативное мышление;
- умение предвидеть изменения транспортной обстановки;

- наблюдательность, находчивость, решительность, добросовестность, дисциплинированность, уверенность в собственных возможностях;
- знание технической части автомобиля;
- социальную приспособленность.

Проблема отстранения водителей, которые по каким-либо причинам не пригодны к управлению автомобилем, повышается параллельно с ростом их числа, интенсивности движения и дорожного травматизма. В настоящее время существует целая система мероприятий, направленных на решение этой проблемы, к которым относится:

- социальный отбор: запрещение управлять транспортом лицам, признанным социально опасными;
- медицинский отбор: отстранение лиц, имеющих заболевания, повышающие вероятность ДТП, или предрасположенных к заболеваниям, возникновению которых способствуют производственные условия и характер профессиональной деятельности;
- психофизиологический отбор.

Использование методов экспериментальной психологии позволяет своевременно выявлять водителей, возможности которых не соответствуют предъявленным к ним требованиям. Однако эффективный учет состояния психофизиологических процессов необходим для учета человеческого фактора при анализе ДТП.

2. Исследование психофизиологических характеристик водителя

2.1. Определение времени реакции с помощью теста И. Блока.

Простым и эффективным способом по определению времени простой реакции участников ДТП является тест И. Блока (рис. 1). Задача состоит в том, чтобы отыскать по порядку числа от 10 до 59, называя их вслух и показывая в специальном тесте. Общее время, затраченное на поиск, определяется по секундомеру.

34	19	42	54	45	37	20	55	32	47
26	16	39	28	57	25	41	17	53	38
40	35	14	56	30	13	22	48	10	58
12	29	44	51	23	52	18	21	31	46
50	43	36	24	11	27	49	33	15	59

Рис. 1 - Тест И. Блока

Если на поиск чисел теста тратится до 150 с, то реакция выше средней; если больше - плохая. Это свидетельствует о невнимательности и рассеянности, о том, что испытуемый в критической ситуации не сможет достаточно быстро найти правильное решение. Время реакции водителей является важным показателем их профессиональной подготовленности и надежности. Каждый водитель должен знать время своей реакции и стараться снизить его.

Время реакции в значительной степени зависит от стажа работы водителя, причем у более опытных водителей оно, как правило, меньше, чем у новичков. У одного и того же человека

время реакции может изменяться в довольно широких пределах в зависимости от состояния здоровья и самочувствия.

2.2. Определение степени экстравертности или интровертности водителя с помощью теста Г. Айзенка

Один из самых популярных психологических тестов - личностный опросник, созданный английским психологом Г. Айзенком. Из 57 предлагаемых вопросов 24 направлены на выявление степени экстравертности или интровертности человека. Эти понятия еще в начале века введены швейцарским психологом К. Юнгом для обозначения различных типов личности. Они образованы от латинских корней экстра - вне, интро - внутрь и ветро - обращаю. Экстравертам свойственна импульсивность, инициативность, гибкость поведения, общительность. Для интровертов характерна сосредоточенность на явлениях собственного внутреннего мира, что выражается в необщительности, замкнутости, склонности к самоанализу.

В России есть приемлемая методика д-ра мед. наук А. И. Вайсмана. Изготовленный сотрудниками его института комплекс аппаратуры помогает определить 58 психофизиологических показателей: объем внимания; способность к его распределению и переключению; скорость и качество реакций; монотонноустойчивость; пропускную способность зрительного анализатора; способность к вероятностному прогнозированию; склонность к риску; силу нервных реакций по отношению к возбуждению и т. п. Предлагаемая методика дает возможность выделить группу людей, не пригодных к управлению автомобилем (2-5 % обследуемых), полностью пригодных (2-5 %) и пригодных (90-95 %).

Построение психологического портрета личности по тесту Г. Айзенка (табл. 1) заключается ответе на поставленные вопросы. На вопросы теста надо отвечать «да» или «нет».

Таблица 1 - Тест Г. Айзенка на построение психологического портрета личности

Номер вопроса	Вопрос	Ответ	Балл
1	Вы часто испытываете тягу к новым впечатлениям, к тому, чтобы «встряхнуться», испытать возбуждение?		
2	Часто ли Вы нуждаетесь в друзьях, которые Вас понимают, могут ободрить или утешить?		
3	Вы человек беспечный?		
4	Не находите ли Вы, что Вам очень трудно отвечать «нет»?		
5	Задумываетесь ли Вы перед тем, как что-нибудь предпринять?		
6	Если Вы обещаете что-то сделать, всегда ли Вы сдерживаете свои обещания, независимо от того, удобно это Вам или нет?		
7	Часто ли у Вас бывают перепады (спады и подъемы) настроения?		
8	Обычно Вы поступаете и говорите быстро, не раздумывая?		
9	Часто ли Вы чувствуете себя несчастным человеком без достаточных на то причин?		
10	Сделали ли бы Вы почти все, что угодно, на спор?		
11	Возникает ли у Вас чувство робости или смущения, когда Вы хотите завести разговор с симпатичным лицом противоположного		
12	Выходите ли Вы иногда из себя, злитесь?		
13	Часто ли Вы действуете под влиянием минутного настроения?		
14	Часто ли Вы беспокоитесь из-за того, что сделали или сказали что-нибудь такое, чего не следовало бы делать или говорить?		
15	Предпочитаете ли Вы обычно книги встречам с людьми?		
16	Легко ли Вас обидеть?		
17	Любите ли Вы часто бывать в компаниях?		
18	Бывают ли у Вас мысли, которые Вы хотели бы скрыть от других?		
19	Верно ли, что иногда Вы полны энергии, так, что все горит в руках, а иногда совсем вялы?		
20	Предпочитаете ли Вы иметь друзей поменьше, но зато особенно близких Вам?		
21	Часто ли Вы мечтаете?		
22	Когда на Вас кричат, Вы отвечаете тем же?		
23	Часто ли Вас беспокоит чувство вины?		
24	Все ли Ваши привычки хороши и желательны?		
25	Способны ли Вы дать волю своим чувствам и вовсю повеселиться в компании?		
26	Считаете ли Вы себя человек возбудимым и чувствительным?		
27	Считают ли Вас человеком живым и веселым?		
28	Часто ли Вы, сделав какое-нибудь важное дело, испытываете чувство, что могли бы сделать его лучше?		
29	Вы больше молчите, когда находитесь в обществе других людей?		
30	Вы иногда сплетничаете?		
31	Бывает ли, что Вам не спится из-за того, что разные мысли лезут в		
32	Если Вы хотите узнать о чем-нибудь, то Вы предпочитаете об этом прочитать в книге, нежели спросить?		

Продолжение табл. 1

33	Бывает ли у Вас сильное сердцебиение?		
34	Нравится ли Вам работа, которая требует от Вас постоянного		
35	Бывают ли у Вас приступы дрожи?		
36	Всегда ли Вы платили бы за провоз багажа на транспорте, если бы не опасались проверки?		
37	Вам неприятно находиться в обществе, где подшучивают друг над		
38	Раздражительны ли Вы?		
39	Нравится ли Вам работа, которая требует быстроты действий?		
40	Волнуетесь ли Вы по поводу каких-то неприятных событий, которые могли бы произойти?		
41	Вы ходите медленно и неторопливо?		
42	Вы когда-нибудь опаздывали на свидание или работу?		
43	Часто ли Вам снятся кошмары?		
44	Верно ли, что Вы так любите поговорить, что никогда не упустите случая побеседовать с незнакомым человеком?		
45	Беспокоят ли Вас какие-нибудь боли?		
46	Вы чувствовали бы себя очень несчастным, если бы длительное время были лишены широкого общения с людьми?		
47	Можете ли Вы назвать себя нервным человеком?		
48	Есть ли среди Ваших знакомых люди, которые Вам явно не		
49	Можете ли Вы сказать, что Вы весьма уверенный в себе человек?		
50	Легко ли Вы обижаетесь, когда люди указывают на Ваши ошибки в работе или на Ваши личные промахи?		
51	Вы считаете, что трудно получить настоящее удовольствие от		
52	Беспокоит ли Вас чувство, что Вы чем-то хуже других?		
53	Легко ли Вам внести оживление в довольно скучную компанию?		
54	Бывает ли, что Вы говорите о вещах, в которых не разбираетесь?		
55	Беспокоитесь ли Вы о своем здоровье?		
56	Любите ли Вы подшучивать над другими?		
57	Страдаете ли Вы от бессонницы?		

Обработка и анализ полученных результатов производится по следующей методике. Для определения уровня экстраверсии - интроверсии (Э-И) ставьте против своего ответа крестик (знак +), если Ваш ответ совпадает с ответом ключевого списка:

ДА - 1, 3, 8, 10, 13, 17, 22, 25, 27, 39, 44, 46, 49, 53, 56;

НЕТ - 5, 15, 20, 29, 32, 34, 41, 51.

Для определения уровня эмоциональности (Эм) ставьте против своего ответа галочку (знак V), если Ваш ответ совпадает с ответом ключевого списка:

ДА - 2,4,7,9,11,14,16,19,21,23,26,28,31,33,35,38,40,43,45,47,50,52,55,57.

Для определения уровня честности (Ч) ставьте против своего ответа ноль (знак 0), если Ваш ответ совпадает с ответом ключевого списка:

ДА - 6, 24, 36;

НЕТ - 12, 18, 30, 42, 48, 54.

Полученные результаты занести в итоговую таблицу (табл. 2).

Таблица 2 - Количественный результат в баллах по определению уровня самообладания

Уровень	Количество	Уровень	Количество баллов	Уровень	Количество баллов
Э-И		Эм		Ч	

В зависимости от полученных значений определяются уровни самообладания:

- Э-И. Эта шкала вопросов направлена на выявление степени экстраверсии - интроверсии. Если здесь Вы заработали свыше 12 крестиков, можно считать, что Вы выраженный экстраверт, если менее - интроверт;

- Эм. Этот ряд вопросов направлен на выявление степени эмоциональной устойчивости

или неустойчивости. Отрицательные ответы здесь не учитываются. Если Вы набрали менее 12 галочек, то Вы эмоционально устойчивы;

- Ч. Это так называя, корректурная шкала, она позволяет проверить, насколько искренне Вы отвечали на вопросы. Если набрали свыше 4 крестиков, это означает, что Вы были, не совсем честны перед самим собой, отвечая на вопросы, а значит и результаты теста не могут быть вполне достоверными.

Экстраверты лучше работают утром, чем вечером. Интроверты наоборот. Мотивационный фактор оказывает более выраженное влияние на интровертов, чем на экстравертов.

2.3. Исследование избирательности внимание с помощью теста Г. Мюнстерберга

Внимание является важнейшим фактором, обеспечивающим надежность водителя. При управлении автомобилем он должен своевременно заметить именно те изменения в дорожной обстановке, которые в данный момент создают наибольшую угрозу для безопасности движения. Быстрая оценка такой ситуации, а, следовательно, и действия, предупреждающие ее неблагоприятное развитие, в значительной степени определяются вниманием водителя. Исследование избирательности внимания лучше проводить с помощью теста Г. Мюнстерберга. На бланке с напечатанными буквами необходимо отыскать логические слова и зачеркнуть их посередине, как показано на рис. .2.

ХЬФТАЕЕНЛАБО~~РАТОРИЯГЩДЩ~~НРУТШЩТЛРОСН~~ОВАНИЕВРАН~~ОСТИ

Рис. 2 - Пример строки

Выполнять задание надо внимательно и быстро, просматривая все буквы в строках слева направо. При завершении просмотра последней строки тестируемый поднимает руку. После этого будет остановлен секундомер. Полученное время записывается внизу тестового листа. После этого определяются соответствующие показатели, которые заносятся в табл. 3.

Поиск пропущенных и оценка зачеркнутых слов проходит совместно с руководителем тестирования. Это связано с тем, что в ряде случаев тестируемые неверно выбирают слова. Соответствующее пояснения позволяет тестируемому верно подсчитать показатели и определить свою избирательность внимания.

Таблица .3 - Количественный результат в баллах по исследованию избирательности внимания

C	*m*	*n*	*B*

бсолнцевтргщоцрайонзгучновостьхэьгчяфактуекэкзаментрочягшгцпрокуроргурстап

юетеорияентсджебьамхоккейтреицыфцуйгзхтелевизорсолджщзхюэлгщьбпамятьжогхею

жпждргщхэнздвосприятиейцукенгшщзхъвафъапролдблюбовьавфырплослдспектакльяч

симтьбюжюерадостьвуфцпэждлорпкнародшлджьхэшцкиеенкуыфйшрепортажэждорла

фывюефбьконкурсйфячыцувскапрличностьзхжэъеюдшщглоджепрплаваниедлтжэзбьтрд

щшжнрпкывкомедияшлдкцуйфотчаяниейфоячвтлджэхъфтасенлабораториягшдщнруц

тргшщтлроснованиезщдэркентаопрукгвсмтрпсихиатриябплмстчьйфясмтзацэъагнтзхт

Время теста: _мин с

Рис. 3 - Тест Г. Мюнстерберга

Продуктивность подсчитывается как показатель избирательности внимания.

$$B = \frac{C - m - n}{C} \cdot 100\%,$$

где С - общее количество слов для подчеркивания в тесте; ***m*** - количество ошибочно подчеркнутых слов; *n* - количество пропущенных слов.

В зависимости от времени, потраченного на поиск слов, делается заключение об избирательности внимания.

Для улучшения объема и распределения внимания необходимо тренировать его путем приобретения навыков одновременного восприятия нескольких объектов или одновременного выполнения нескольких действий. Объем и распределение внимания тренируются также и при сознательной организации внимания во время проезда отдельных участков дороги и выполнения сложных маневров.

Для снижения аварийности на автомобильных дорогах особое внимание должно быть уделено воспитанию психологической ответственности участников дорожного движения. Воспитание должно быть основано на ответственности за соблюдение Правил дорожного движения. Основой этого воспитания должно быть чувство уверенности в знании своих прав и обязанностей как участника дорожного движения; чувство неминуемости наказания за несоблюдение ПДД; чувство страха за строгость меры наказания.

Формирование психологической ответственности участников дорожного движения должно основываться на том, что психологическая ответственность водителя включает ответственность за свою жизнь, свое имущество, перевозимых людей, перевозимый груз, других участников дорожного движения; ответственность пассажира состоит в том, чтобы не отвлекать водителя и не мешать своими действиями; ответственность пешехода заключается в соблюдении Правил дорожного движения, особенно в том, чтобы не создавать аварийных ситуаций своими действиями (перебегать дорогу перед близко идущим транспортным средством).

Необходимо так организовать воспитание участников дорожного движения, чтобы каждый знал, что они в определенных случаях могут быть привлечены в установленном порядке к гражданской (материальной), дисциплинарной, административной или уголовной ответственности.

2.4. Диагностика концентрации и устойчивости внимания по методике "Квадраты "

На выполнение задания отводится 10 минут. Если испытуемый не укладывается в отведенное время, то результат не засчитывается, опыт повторяют.

По окончании опыта экспериментатор фиксирует в протоколе общее время выполнения

опыта, число квадратов каждого вида, которое подсчитал испытуемый, и действительное число квадратов.

Действительное количество квадратов испытуемый узнает у преподавателя или учебного мастера, назвав номер бланка, расположенный в правом нижнем углу.

Обработка результатов. Производят расчет и заносят в протокол (см. табл. 4) следующие показатели:

1)ошибку подсчета числа квадратов i-го вида:

$$\Delta\overline{N}_i = N_{Дi} - N_i, \qquad (1)$$

где *Ni* - количество квадратов *i*-го вида, подсчитанных испытуемым;

$N_{Дi}$ - действительное количество квадратов *i*-го вида;

2) среднюю абсолютную ошибку выполнения задания:

$$\Delta\overline{N} = \frac{1}{K}\sum_{i=1}^{K}|\Delta N_i|, \qquad (2)$$

где *К* - количество видов квадратов *(К* = 4);

3) относительную ошибку подсчета числа квадратов *i*-го вида:

$$\delta_i = \frac{\Delta N_i}{N_{Дi}}, \qquad (3)$$

4) среднюю относительную ошибку выполнения задания

$$\overline{\delta} = \frac{1}{K}\sum_{i=1}^{K}\delta_i, \qquad (4)$$

Успешность выполнения задания оценивают по средней относительной ошибке. Полученное значение средней относительной ошибки сравнивают с табл. 5, в которой приведены исходные данные для оценки показателей внимания.

Таблица 4 - Протокол опыта № 1

Вид квадрата				
N				
$N_Д$				
ΔN_i,				
δ_i,				
$\Delta\overline{N}$				
$\overline{\delta}$				
Номер бланка				
Время, с				

Вывод по опыту должен содержать сведения об индивидуальных особенностях концентрации и устойчивости внимания у испытуемого по методике "Квадраты".

Таблица 5 - Исходные данные для оценки показателей внимания

№	Методика	Оцениваемый	Успешность			
			высокий	хороший	средний	низкий

1	"Квадраты"	Значение средней относительной	Менее 0,03	От 0,04 до 0,1	От 0,11 до 0,29	0,3 и более

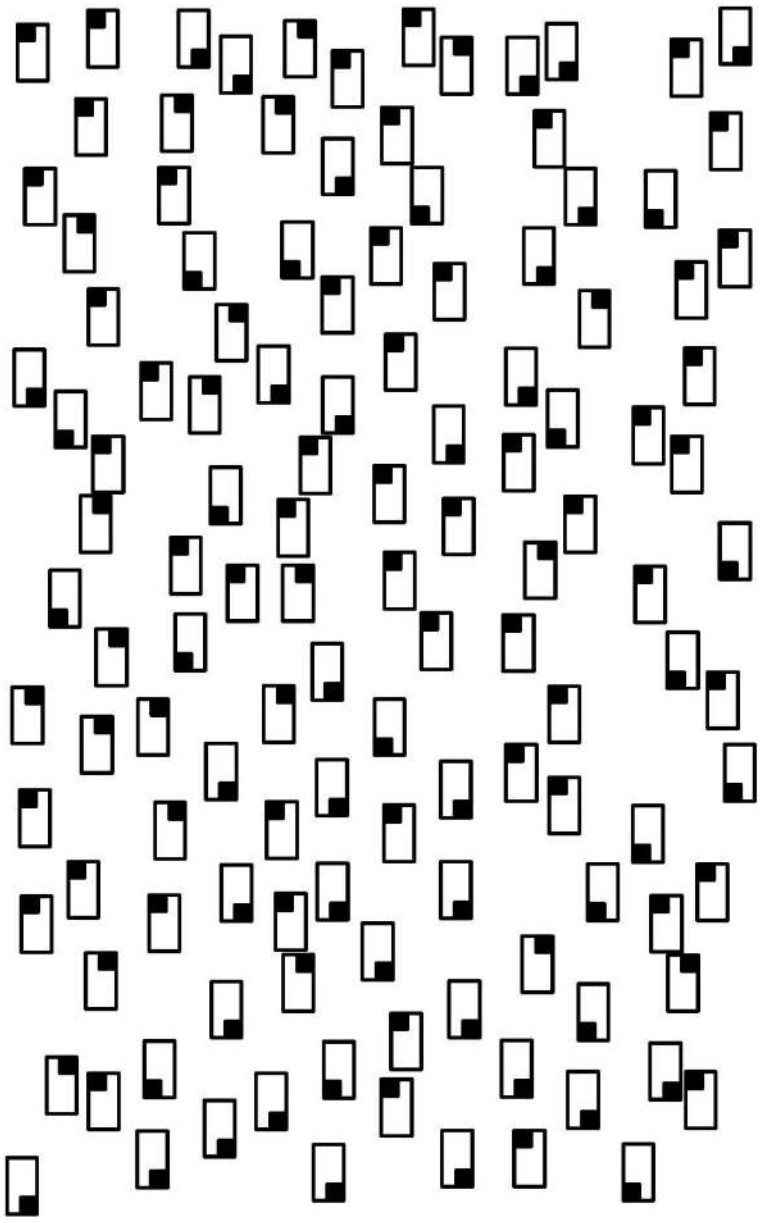


Рис. 4 - Бланк «Квадраты»

3. Содержание отчета

1. Результаты и выводы по определению времени реакции с помощью теста И. Блока.
2. Результаты (таблица 2) и выводы по определению степени экстравертности или интровертности водителя с помощью теста Г. Айзенка
3. Результаты (таблица 3) и выводы по исследованию избирательности внимание с помощью теста Г. Мюнстерберга
4. Результаты (таблица 4) и выводы по диагностированию концентрации и устойчивости внимания по методике «Квадраты».
5. Ответы на контрольные вопросы.

5. Контрольные вопросы

1. В чем сказывается влияние непрерывности и дискретности управления транспортным средством на аварийность?

2. Каковы особенности работы водителя в условиях навязанного темпа и дефицита времени?

3. Каким умением должен обладать водитель с целью прогнозирования ситуации на дороге?

4. Дайте определение устойчивости и интенсивности внимания.

5. В каких условиях проявляется монотонность (однообразность) движения?

6. Как влияет неравномерность и неопределенность поступающей информации на водителя?

7. Что такое активный поиск недостающей информации при управлении автомобилем в условиях плохой видимости?

8. Назовите требования к психофизиологическим качествам участников ДТП.

9. Укажите систему мероприятий по отстранению водителей от управления транспортным средством.

10.В чем заключаются особенности тестового способа определения времени реакции?

11.Рассчитайте методику построения психологического портрета личности по тесту Г. Айзенка.

12.В чем суть тестового метода исследования избирательности внимания?

Список литературы

1. Белякова А.В., Савельев Б.В., Инженерная психология. Практикум./ А.В. Белякова, Б.В. Савельев - Омск: Изд-во СибАДИ, 2007 – 81 с.
2. Пугачев И.Н., Пегин П.А.. Дорожная и психофизическая экспертизы дорожно-транспортных происшествий. Учебное пособие./ И.Н.Пугачев, П.А. Пегин - Хабаровск: Издательство Тихоокеан. гос. ун-та, 2008. – 106 с.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

Кафедра гуманитарных дисциплин

Методические указания для практических занятий
по дисциплине

ОСНОВЫ РОССИЙСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОСТИ

для студентов очной/заочной форм обучения
по направлению 23.03.01 Технология транспортных процессов
Уровень: бакалавриат/специалитет

Рязань 2024

Методические указания для практических занятий по дисциплине «**Основы российской государственности**» для студентов очной/очно-заочной/заочной форм обучения по направлению 23.03.01 Технология транспортных процессов

Разработчик заведующий кафедрой гуманитарных дисциплин_____
(кафедра)



_____ _____ Чивилева И.В. _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Методические указания обсуждены на заседании кафедры гуманитарных дисциплин «20» марта 2024 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой гуманитарных дисциплин_____
(кафедра)



_____ _____ Чивилева И.В. _____
(подпись) (Ф.И.О.)

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цели и задачи дисциплины:

Основной **целью** преподавания дисциплины «**Основы российской государственности**» является формирование у обучающихся системы знаний, навыков и компетенций, а также ценностей, правил и норм поведения, связанных с осознанием принадлежности к российскому обществу, развитием чувства патриотизма и гражданственности, формированием духовно-нравственного и культурного фундамента развитой и цельной личности, осознающей особенности исторического пути российского государства, самобытность его политической организации и сопряжение индивидуального достоинства и успеха с общественным прогрессом и политической стабильностью своей Родины.

Задачи:

- представить историю России в её непрерывном цивилизационном измерении, отразить её наиболее значимые особенности, принципы и актуальные ориентиры;
- раскрыть ценностно-поведенческое содержание чувства гражданственности и патриотизма, неотделимого от развитого критического мышления, свободного развития личности и способности независимого суждения об актуальном политикокультурном контексте;
- рассмотреть фундаментальные достижения, изобретения, открытия и свершения, связанные с развитием русской земли и российской цивилизации, представить их в актуальной и значимой перспективе, воспитывающей в гражданине гордость и сопричастность своей культуре и своему народу;
- представить ключевые смыслы, этические и мировоззренческие доктрины, сложившиеся внутри российской цивилизации и отражающие её многонациональный, многоконфессиональный и солидарный (общинный) характер;
- рассмотреть особенности современной политической организации российского общества, каузальную природу и специфику его актуальной трансформации, ценностное обеспечение традиционных институциональных решений и особую поливариантность взаимоотношений российского государства и общества в федеративном измерении;
- исследовать наиболее вероятные внешние и внутренние вызовы, стоящие перед лицом российской цивилизации и её государственностью в настоящий момент, обозначить ключевые сценарии её перспективного развития;
- обозначить фундаментальные ценностные принципы (константы) российской цивилизации (единство многообразия, суверенитет (сила и доверие), согласие и сотрудничество, любовь и ответственность, созидание и развитие), а также связанные между собой ценностные ориентиры российского цивилизационного развития (такие как стабильность, миссия, ответственность и справедливость).

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

РАЗДЕЛ 1. Что такое Россия

Семинар 1. Многообразие России.

Интеллектуальная игра-викторина на знание ключевых (наиболее знаменательных) фактов о России и особенностях разрастания её исторической территории, тесты и дискуссии об исторических символах России, презентации обучающихся об особенностях своего родного города и региона, ответы на вопросы обучающихся, свободные дискуссии.

Семинар 2. Испытания и победы России.

Презентации, посвященные различным вызовам, сопровождавшим историческое развитие России, открытиям и достижениям российского общества, отечественной культуры и науки; деловые игры и дебаты, свободные дискуссии, групповые проекты.

Семинар 3. Герои страны, герои народа.

Презентации студентов о своих выдающихся земляках и родственниках-героях, ответы на вопросы обучающихся, «печа-куча», групповые проекты, работа с кейсами (кейс-стади).

РАЗДЕЛ 2. Российское государство-цивилизация.

Семинар 1. Применимость и альтернативы цивилизационного подхода.

Иммерсивно-дискуссионное обсуждение ситуаций цивилизационного сдвига (цивилизационного выбора), студенческие дебаты о цивилизационном подходе и границах его применимости в отношении различных [со]обществ, обращение к мультимедийным образовательным порталам. Презентации и групповые проекты по особенностям (преимуществам и недостаткам) различных направлений исследований общества (от формационного подхода до национализма). Обсуждение (в рамках деловых игр и сценарных техник) природно-географического фактора в развитии российской цивилизации (Мечников, Милов), историк институциональных эффектов в рамках социокультурного развития российской цивилизации.

Семинар 2. Российская цивилизация в академическом дискурсе.

Презентационные проекты о российской цивилизации и её особенностях на разных этапах её исторического развития, ответы на вопросы обучающихся, свободные дискуссии. Обсуждение имеющегося осмысления миссии России, её роли и предназначения в рамках групповых проектов, кейс-стади и анализа литературы.

РАЗДЕЛ 3. Российское мировоззрение и ценности российской цивилизации.

Семинар 1. Ценностные вызовы современной политики.

Дискуссии, кейс-стади и работа с эмпирическими (социологическими) данными в рамках проблемного обучения, связанного с особенностями современного общественного мнения и общественного сознания. Определение ключевых ценностных вызовов, описание их эффекта на трансформацию общества, власти и государства, представление результатов через квизы, квесты и викторины.

Семинар 2. Концепт мировоззрения в социальных науках.

Питч-сессии по основным концепциям мировоззрения, проектные презентации о понятиях, смежных с мировоззрением («идентичность», «культура» и пр.). Доклады и

дебаты по ключевым концепциям мировоззрения, представленным в программе дисциплины.

Семинар 3. Системная модель мировоззрения.

Представление ключевых элементов системной модели мировоззрения («человек – семья – общество – государство – страна»). Дебаты об их значении и содержании в современной студенческой среде. Разбор кейсов (кейс-стади). Проектная деятельность. Деловые игры на определение мировоззренческих установок, сценарии мировоззренческого моделирования (погружение в мировоззрение одногруппников/однокурсников).

Семинар 4. Ценности российской цивилизации.

Доклады и презентации по ключевым ценностным принципам российской цивилизации. Просмотр и обсуждение мультимедийных материалов. Игровая и проектная «развертка» ценностей и ценностных принципов по схеме «символы – идеи – нормы – ритуалы – институты». Открытые дискуссии и студенческие дебаты, просмотр актуальных обучающих и художественных видеоматериалов.

Семинар 5. Мировоззрение и государство.

Проблемное обсуждение роли структур публичной власти по формированию и поддержанию устойчивости мировоззрения и ценностных принципов. Круглые столы, дебаты, дискуссии и деловые (сценарные) игры. Открытые дискуссии и студенческие дебаты, просмотр актуальных обучающих и художественных видеоматериалов. Обсуждение исторического опыта государственных инициатив в области мировоззрения (уваровская «теория официальной народности», советская государственная идеология и пр.)

РАЗДЕЛ 4. Политическое устройство России.

Семинар 1. Власть и легитимность в конституционном преломлении.

Прикладные мастерские (воркшопы) с привлечением специалистов-практиков для совершенствования содержания ключевых понятий, связанных с обсуждением политического устройства (к примеру, «государства», «власти» и «легитимности»). Дискуссии и дебаты, представляющие различные подходы к этим понятиям.

Семинар 2. Уровни и ветви власти.

Деловые игры и проектная деятельность по обсуждению различных вариантов конфигурации уровней и ветвей власти. Дебаты о политическом устройстве Российской Федерации (о прошлых решениях, современных инициативах и потенциально возможных изменениях), деловые игры.

Семинар 3. Планирование будущего: государственные стратегии и гражданское участие. Разбор кейсов (кейс-стади), связанных с приоритетами долгосрочного развития страны, разработкой и реализацией стратегий и программ, особенностями национальных проектов.

РАЗДЕЛ 5. Вызовы будущего и развитие страны.

Семинар 1. Россия и глобальные вызовы.

Деловые игры по определению вызовов, дискуссии и дебаты о списке глобальных проблем, имеющих приоритетное значение для России. Разбор кейсов, проблемные выступления. Применение метода Дельфи для работы с обучающимися.

Семинар 2. Внутренние вызовы общественного развития.

Кейс-стади, кейсы и викторины, посвященные внутрироссийским проблемам и вызовам. Деловые игры.

Семинар 3. Образы будущего России.

Групповые проекты по работе с источниками или презентациям различных версий образа будущего России. Деловые игры.

Семинар 4. Ориентиры стратегического развития.

Презентации государственных программ и национальных проектов с точки зрения их соотнесения с ценностными ориентирами. Проектная деятельность и сценарное моделирование.

Семинар 5. Сценарии развития российской цивилизации.

Тематические мастерские по обсуждению каждого из вызовов, деловые игры и техники сценарного моделирования возможных ответов на обозначенные выводы, открытые лекции и дискуссии, студенческие дебаты.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Реализация программы дисциплины предусматривает использование разнообразных форм и методов, обеспечивающих сбалансированную интеграцию лекционного материала, материала для практических занятий и самостоятельной работы студентов. Эти методы основаны на принципах развивающего образования и создания специальной образовательной среды.

Одним из основных видов аудиторной работы обучающихся являются практические занятия. Практические занятия – это метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы. На практических занятиях закрепляются теоретические знания, формируются навыки. Проводимые под руководством преподавателя, практические занятия направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы по дисциплине. Они также позволяют осуществлять контроль преподавателем подготовленности студентов, закрепления изученного материала, развития навыков подготовки сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений.

В основе методики преподавания лежат современные подходы к содержанию и методике преподавания дисциплины, основанные на следующих принципах.

Профессиональная ориентация обучения. Весь лекционный и практический материал ориентирован на сферу будущей профессиональной деятельности студента. Это выражается в отборе лексики, видов речевой деятельности и наглядного материала.

Коммуникативность обучения. Диалоги и тексты, предлагаемые на практических занятиях слушателям, приближены к реальным ситуациям общения. Используются активные формы проведения занятий: тренинги, элементы деловой игры и др.

Индивидуализация обучения и самоконтроль. Для занятий подбирается материал, различный по степени сложности, проводится обучение самостоятельной работе с источниками. Слушатели учатся выявлять тенденции и закономерности. Зачёт проходит в форме индивидуальной беседы преподавателя с учащимися по вопросам, содержащим ряд практических заданий.

Актуальный характер рассматриваемых учебных материалов. Предполагается дискуссионный характер обсуждаемых на занятиях тем, а также рассмотрение таких проблем, которые выходят за рамки курса и активно обсуждаются всем обществом.

В результате прохождения курса и самостоятельной работы студент должен приобрести определённые знания, которые проверяются преподавателем во время зачета.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает, выставляя в рабочий журнал текущие оценки, при этом студент имеет право ознакомиться с ними.

4. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Основная литература

1. Аузан А.А., Никишина Е.Н. Социокультурная экономика: как культура влияет на экономику, а экономика — на культуру. М.: Экономический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова, 2021.

2. Голосов Г.В. Сравнительная политология. СПб.: Изд-во Европ. ун-та в СанктПетербурге, 2022.

3. Джессоп Б. Государство: прошлое, настоящее, будущее. М.: «Дело», 2019.

4. Марасанова В.М., Багдасарян В.Э., Иерусалимский Ю.Ю., Дмитриев М.В., Дементьева В.В., Любичанковский С.В., Урядова А.В., Федюк В.П. Изучение истории российской государственности: учебные материалы образовательного модуля. Учебнометодическое пособие и УМК для вузов. Ярославль : «Индиго», 2023.

5. Миллер А.И. Нация, или Могущество мифа. СПб.: Изд-во Европ. ун-та в Санкт-Петербурге, 2016.

6. Орлов А.С., Георгиева Н.Г., Георгиев В.А., Сивохина И.А. История России. М.: «Проспект», 2023 г.

7. Патрушев С.В. Институциональная политология: Современный институционализм и политическая трансформация России. М.: ИСП РАН, 2006.

8. Соловьев А.И. Принятие и исполнение государственных решений. М.: Аспект Пресс, 2017

9. Туровский Р.Ф. Политическая регионалистика. М.: ГУ-ВШЭ, 2008

10. Хархордин О.В. Основные понятия российской политики. М.: Новое литературное обозрение, 2011.

2. Дополнительная литература

1. Алексеева Т.А. Современная политическая мысль (XX–XXI вв.): Политическая теория и международные отношения. М.,2019.

2. Браславский Р.Г. Цивилизационная теоретическая перспектива в социологии // Социологические исследования, 2013, № 2, с. 15 -24.

3. Браславский Р.Г. Эволюция концепции цивилизации в социоисторической науке в конце XVIII — начале XX века. Журнал социологии и социальной антропологии, 2022, 25(2): с. 49–79. Документ зарегистрирован № МН-11/1516-ПК от 21.04.2023 Гвоздюк А.А. (Минобр) Страница 46 из 50. Страница создана: 21.04.2023 17:33 45

4. Ледяев В.Г. Социология власти. Теория и опыт эмпирического исследования власти в городских сообществах. М.: ВШЭ, 2012.

5. Малахов В.С. Национализм как политическая идеология. М.: КДУ, 2005.

6. Нерсесянц В.С. История политических и правовых учений. М., 1997.

7. Перевезенцев С. В. Русская история: с древнейших времен до начала XXI века. — М.: Академический проект, 2018.

8. Перевезенцев С.В. Русская религиозно-философская мысль X—XVII вв. (Основные идеи и тенденции развития). М.: «Прометей». 1999.

9. Полосин А.В. Шаг вперед: проблема мировоззрения в современной России // Вестник Московского Университета. Серия 12. Политические науки. 2022. № 3. с.7-23.

10. Российское общество: архитектоника цивилизационного развития / Р.Г. Браславский, В.В. Галиндабаева, Н.И. Карбаинов [и др.]. – Москва; Санкт-Петербург : Федеральный научно-исследовательский социологический центр Российской академии наук, 2021

11. Селезнева А.В. Российская молодежь: политико-психологический портрет на фоне эпохи. М.: «Аквилон», 2022.

12. Харичев А.Д., Шутов А.Ю., Полосин А.В., Соколова Е.Н. Восприятие базовых ценностей, факторов и структур социально-исторического развития России (по материалам исследований и апробации) // Журнал политических исследований. – 2022. – Т. 6, № 3. – С. 9-19.

13. Шестопал Е.Б. Они и Мы. Образы и России и мира в сознании российских граждан. М.: «РОССПЭН», 2021.
14. Шестопал Е.Б. Политическая психология. М, 2022.
15. Ширинянц А.А. Русский хранитель. М.: «Русский мир», 2008.
16. Якунин В.И., Бобровская Е.В. Идеология и политика. М.: «Проспект», 2021.
17. Eagleton T. Ideology: An Introduction. London: Verso, 1991.
18. Freeden M. Ideologies and Political Theory: A Conceptual Approach. Oxford: Clarendon Press, 1996.
19. Freeden M. The Morphological Analysis of Ideology // The Oxford Handbook of Political Ideologies / Eds. M. Freeden, L.T. Sargent, M. Stears. Oxford: Oxford University Press, 2013. pp. 115–137.

3. Периодические издания

1. Вестник Московского университета : научный журнал / учредитель: Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова. – 1946 - . – Москва : МГУ, 2009 - . - 6 номеров в год. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://dlib.eastview.com/browse/publication/9145 (дата обращения: 10.03.2023). – ISSN 0130-0075. – Текст : электронный.
2. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева : науч.-производ. журн. / учредитель и издатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева». – 2009 -. . – Рязань, 2021. - Ежекварт. – ISSN : 2077 – 2084 – Текст : непосредственный.

4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. ЭБС «Юрайт» – Режим доступа: http://www. biblio-online.ru.
2. ЭБ РГАТУ – Режим доступа: http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp.

5. Перечень информационных технологий (лицензионное программное обеспечение, свободно распространяемое программное обеспечение, информационно-справочные системы, профессиональные базы данных)

№	Программный продукт
1.	«Сеть КонсультантПлюс»
2.	7-Zip
3.	Adobe Acrobat Reader
4.	Advego Plagiatus
5.	Edubuntu 16
6.	eTXT Антиплагиат
7.	Google Chrome
8.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 150-249 Node 1 year Educational Renewal License
9.	LibreOffice 4.2
10.	Mozilla Firefox
11.	Office 365 для образования E1 (преподавательский)
12.	Opera
13.	Thunderbird
14.	Windows Windows 7 Windows xp Windows 7 Pro
15.	WINE
16.	Альт Образование 9
17.	ВКР ВУЗ

18.	Справочно-правовая система "Гарант"

Профессиональные БД	
https://raexpert.ru/	Рейтинговое агенство Эксперт РА
http://www.mcx.ru/	Официальный интернет-портал Министерства сельского хозяйства Российской Федерации
http://www.ryazagro.ru/	Министерство сельского хозяйства и продовольствия Рязанской области
http://www.gks.ru/	официальный сайт Федеральной службы государственной статистики
http://expert.ru/	Сайт журнала «Эксперт»
http://ko.ru/	Деловой еженедельник «Компания»
http://surveys.org.ua/	Сайт о маркетинговых исследованиях
http://ecsocman.hse.ru/	Федеральный образовательный портал «Экономика. Социология. Менеджмент»
http://www.md-marketing.ru/	Инфорационный портал: MD-Marketing.ru
www.nlr.ru	Российская национальная библиотека
www.inion.ru	Институт научной информации по общественным наукам
www.nbmgu.ru	Научная библиотека МГУ имени М.В.Ломоносова
http://elibrary.ru/defaultx.asp	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
http://www.dissercat.com/	Электронная библиотека диссертаций
http://koob.ru/	Куб — электронная библиотека
Сайты официальных организаций	
http://www.council.gov.ru/	официальный сайт Совета Федерации
http://www.duma.gov.ru/	официальный сайт Госдумы РФ
http://www.rosmintrud.ru/	официальный сайт Министерства труда и социальной защиты РФ
http://mon.gov.ru/	официальный сайт Министерства образования и науки РФ
http://ryazangov.ru/	Портал исполнительных органов государственной власти Рязанской области
Информационные справочные системы	
http://www.garant.ru/	Гарант
http://www.consultant.ru/	КонсультантПлюс

Приложение 1.

1. а, в
2. а, б, в
3. в, г
4. б, г
5. б, г
6. а, в
7. а, г
8. а, б, в, г
9. а, г
10. 1б, 2г, 3а, 4д, 5в
11. г
12. а, д
13. а, в, г
14. а2, б2, в1, г1
15. а
16. а, б
17. а, б, г
18. в, г, е, з
19. а2, б2, в1, г1
20. б, в
21. б, в
22. б
23. а, б
24. а, в, д, з
25. а, в

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Рязанский государственный агротехнологический университет

имени П.А. Костычева»

КАФЕДРА **маркетинг и товароведение**

Методические указания

для практических занятий по дисциплине

«Финансы в транспортной сфере»

для студентов по направлению 23.03.01 Технология транспортных процессов

профиль «Организация перевозок на автомобильном транспорте»

Рязань, 2024

Методические указания для практических занятий по дисциплине финансы в транспортной сфере составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 23.03.01 «технология транспортных процессов» утвержденного 07.08.2020 г. № 911

Разработчики:



д.э.н., _____

профессор кафедры организации агробизнеса _____Шкапенков С.И.



д.э.н., _____

профессор кафедры организации агробизнеса
А. Ю. Гусев

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры организации агробизнеса 20.03. 2024 года, протокол № 8



Зав. кафедрой маркетинг и товароведение_____ _____ В. С. Конкина

Рецензенты:

Кандидат экономических наук, доцент кафедры маркетинг и товароведение М. А. Чихман

Кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и менеджмента Родин И.К.

Содержание

Введение 4

Тема 1. Роль финансов в рыночной экономике 5

Тема 2. Финансовая система 6

Тема 3. Финансовая политика 7

Тема 4. Финансовый контроль 9

Тема 5. Государственные и муниципальные финансы 10

Тема 6. Внебюджетные фонды 14

Тема 7. Финансы транспортных организаций 15

Тема 8. Финансы населения 18

Тема 9. Финансовый рынок 20

Список литературы 24

Введение

Рыночная экономика при всем многообразии ее моделей представляет собой систему общественного производства, дополняемую государственным регулированием. Финансы выступают неотъемлемой частью рыночных отношений и одновременно важным инструментом реализации финансовой политики государства.

Цель курса состоит в формировании у студентов современных фундаментальных теоретических знаний в области организации финансовых отношений государства и субъектов хозяйственной деятельности, финансов в транспортной организации.

Предлагаемые Вашему вниманию методические указания для практических занятий представляют собой методологическое рассмотрение ряда практических заданий по курсу «Финансы транспортных организаций». Задания подобраны таким образом, чтобы, по возможности, подтвердить теорию практикой. Они соответствуют основным мыслительным операциям: выбор из множества альтернатив, решение актуальных проблем из практики, конструирование, установление соответствия и правильной последовательности.

Методические указания подготовлены в соответствии с утвержденной учебной программой для студентов по направлению 23.03.01 «Технология транспортных процессов» профиль «Организация перевозок и управление на транспорте».

Процесс изучения дисциплины «Финансы» направлен на формирование у студентов общих и профессиональных компетенций .

Тема 1. Роль финансов в рыночной экономике

Финансы – неотъемлемый элемент воспроизводства на всех уровнях хозяйствования, они необходимы и государству, и предприятиям, и населению. Необходимость финансов обусловлена существованием товарно-денежных отношений, в процессе которых возникают финансовые отношения. Финансовые отношения имеют целый ряд особенностей по сравнению с другими экономическими отношениями, а именно - это:

- денежные отношения;
- распределительные и перераспределительные отношения;
- связаны с формированием и использованием фондов денежных средств государства и хозяйствующих субъектов.

Финансы – это совокупность экономических отношений, отражающих формирование, распределение и использование централизованных и децентрализованных фондов денежных средств в целях выполнения функций и задач государства и обеспечения условий расширенного воспроизводства.

Вопросы для самопроверки:

1. Сущность финансов и исторические условия их возникновения.

2. Финансовые отношения, их объекты и субъекты. Фонды денежных средств и их классификация.

3. Функции финансов. Распределительная функция, оперативная функция, контрольная функция, стимулирующая функция финансов.

4. Финансовые ресурсы и их значение в расширении производства, удовлетворении социальных потребностей граждан и в целом экономического развития страны.

5. Финансовые резервы и их значение в сбалансированном развитии экономики.

Задание 1.

Обозначьте основные факторы роста финансовых ресурсов. Результаты отразите в таблице.

Финансовые ресурсы	Факторы роста
1. Прибыль 2. НДС, акцизы 3. Амортизационные отчисления 4. Отчисления на социальные нужды 5. Доходы от внешнеэкономической деятельности 6. Поступления от населения	1.

Задание 2.

Подберите и проанализируйте динамику макроэкономических показателей развития Российской Федерации за последние 5 лет, результаты исследования представьте в виде графика.

Задание 3.

Подберите и проанализируйте аргументацию сторонников распределительной и воспроизводственной концепции сущности финансов. Результаты должны быть оформлены в таблице.

	Распределительная концепция	Воспроизводственная концепция
1. Сторонники концепции 2. Основные положения дискуссии 3. Аргументы		

Тема 2. Финансовая система

Финансовая система – это совокупность различных сфер финансовых отношений, в процессе которых образуются и используются фонды денежных средств. Другими словами, финансовая система – это система форм и методов образования, распределения и использования фондов денежных средств государства и предприятий.

Вопросы для самопроверки:

1. Понятие финансовой системы и её отдельные элементы.
2. Существующие подходы к построению структуры финансовой системы России.
3. Централизованные и децентрализованные финансы, их состав и основа формирования финансовых потоков.
4. Институциональная структура финансовой системы: управление финансами.
5. Особенности структуры финансовой системы в странах с разным государственным устройством, с различным подходом к управлению экономикой страны.

Задание 1.

1. Составьте схему, отражающую структуру финансовой системы Российской Федерации. Обозначьте основные взаимосвязи между ее сферами и звеньями.
2. Определите задачи основных звеньев финансовой системы Российской Федерации.

Задание 2.

Определите источники формирования финансов и финансовых ресурсов хозяйствующего субъектов и направления их распределения. Результаты представьте в виде схемы.

Задание 3.

Охарактеризуйте, сравните и отразите сходство и отличие между различными сферами финансовой системы.

Финансы хозяйствующих субъектов	Государственные и муниципальные финансы	Страхование

Тема 3. Финансовая политика

Финансовая политика – это совокупность гос. мероприятий по использованию финансовых отношений для выполнения государством своих функций.

Финансовая политика является составной частью экономической политики государства. В ней конкретизируются главные направления развития народного хозяйства, определяется общий объем финансовых ресурсов, их источники и направления использования, разрабатывается механизм регулирования и стимулирования финансовыми методами социально-экономических процессов.

Вопросы для самопроверки:

1. Содержание и основные задачи финансовой политики, решаемые на различных уровнях финансовой системы.

2. Финансовый механизм как составная часть финансовой политики. Виды финансового механизма в экономиках различного типа.

3. Типы финансовой политики: классическая, регулирующая и планово–директивная. Основные подходы, реализуемые в каждом из типов, и оценка их эффективности.

4. Государственная финансовая политика России на современном этапе.

5. Финансовое планирование и прогнозирование: содержание и значение, основные методы, применяемые на практике (нормативный, коэффициентный, балансовый).

Задание 1.

Заполните таблицу.

Наименование	Этапы проведения финансовой политики

направления	Новая экономическая политика	Административно-командная система	Реформа 1965 года и последующее развитие
1.Денежная реформа			
2.Основные направления бюджетной политики государства			
3.Налоговые преобразования			
4.Преобразования в сфере планирования			
5.Реформа системы управления			
6.Преобразования в системе ценообразования			
7.Изменения в сфере оплаты труда			

Задание 2.

Заполните таблицу, отразив цели, задачи и функции Министерства финансов РФ.

Цели	Функции	Задачи

Тема 4. Финансовый контроль

Заключительной стадией процесса управления финансами является **финансовый контроль**. Финансовый контроль призван обеспечить реализацию на практике контрольной функции финансов.

Под финансовым контролем понимают совокупность действий и операций законодательных и исполнительных органов власти, а также специально созданных контрольных органов по проверке финансовой деятельности всех экономических субъектов в лице государства, предприятий, учреждений и организаций, а также оценке эффективности финансовых операций и целесообразности произведенных расходов. Другими словами, финансовый контроль не только включает в себя оценку правомерности тех или иных финансовых действий, но и имеет аналитический аспект.

Вопросы для самопроверки:

1. Финансовый контроль: содержание и значение. Задачи финансового контроля.

2. Виды, формы и методы финансового контроля и их характеристика.

3. Государственный финансовый контроль и его специфика. Органы государственного финансового контроля, их законодательная база и полномочия.

4. Негосударственный финансовый контроль и органы, его осуществляющие.

5. Организация и значение аудиторской деятельности в рыночной экономике.

Задание 1.

Заполните таблицу, определив контрольные функции органов исполнительной и законодательной ветвей власти.

Исполнительные органы власти	Законодательные органы власти

Задание 2.

Законспектируйте, заполнив таблицу, цели, задачи и функции государственного финансового контроля.

Цели государственного финансового контроля	Задачи государственного финансового контроля	Функции государственного финансового контроля

Задание 3.

Приведите формы финансового контроля в соответствии с приведенными признаками классификации.

Признаки классификации	Форма финансового контроля
1. Время проведения контроля 2. Субъекты контроля 3. Объекты контроля	

Тема 5. Государственные и муниципальные финансы

Государственные и муниципальные финансы выражают экономические отношения, связанные с обеспечением финансирования государственного и муниципального секторов экономики. Их функционирование направлено на достижение общих целей развития социально ориентированной экономики.

Государственные и муниципальные финансы функционируют в рамках финансовой системы государства и являются ее центральным звеном .

Вопросы для самопроверки:

1. Бюджетная система современной России: структура и принципы построения и функционирования.

2. Федеральный бюджет. Виды доходов бюджета и их значение в формировании государственных финансовых ресурсов.

3. Основные направления расходования бюджетных средств. Формы использования государственных финансовых ресурсов.

4. Территориальные финансы. Особенности формирования и использования средств территориальных бюджетов.

5. Бюджетный процесс: понятие, стадии, участники и их полномочия на отдельных стадиях.

6. Государственный кредит и проблемы образования государственного долга.

Задание 1.

Проведите сравнительные анализ бюджетных посланий Президента РФ Федеральному Собранию за предыдущие годы и на предстоящий финансовый год.

Показатели	Годы

	2012	2013	2014
Основные цели бюджетной политики			
Задачи бюджетной политики			
Проблемы, требующие решения			

Задание 2.

Подберите к каждому термину его определение:

1) Трансферт

2) Дотация

3) Субсидия

4) Субвенция

5) Бюджетная ссуда

Определения:

1) Бюджетные средства, предоставляемые бюджету другого уровня бюджетной системы Российской Федерации на безвозмездной и безвозвратной основах для покрытия текущих расходов;

2) Бюджетные средства, предоставляемые бюджету другого уровня бюджетной системы Российской Федерации или юридическому лицу на безвозмездной и безвозвратной основах на осуществление определенных целевых расходов

3) Бюджетные средства, предоставляемые другому бюджету на возвратной, безвозмездной или возмездной основах на срок не более шести месяцев в пределах финансового года;

4) Бюджетные средства, предоставляемые бюджету другого уровня бюджетной системы Российской Федерации, физическому или юридическому лицу на условиях долевого финансирования целевых расходов;

5) Бюджетные средства для финансирования обязательных выплат населению: пенсий, стипендий, пособий, компенсаций, других социальных выплат, установленных законодательством Российской Федерации, законодательством субъектов Российской Федерации, правовыми актами органов местного самоуправления.

Задание 3.

Верны или неверны следующие выражения?

	Да	Нет	Комментарии
1.Бюджет - это финансовый план территориального образования. 2. Звеном бюджетной системы являются местные бюджеты. 3.Обосновано ли применение термина "бюджетно-финансовая политика государства". 4.Бюджет выполняет две функции распределительную и контрольную. 5.Бюджетная политика – составная часть финансовой политики государства. 6.Бюджетная система состоит из 2-х уровней: федерального бюджета и местных бюджетов.			

Задание 4.

Верны или неверны следующие выражения?

Вопросы	Верно	Неверно	Комментарии
1. Налоговое планирование – это уклонение от уплаты налогов. 2. К федеральным налогам относится налог на доходы физических лиц. 3. Работающие граждане не являяются плательщиками взносов			

во внебюджетные фонды. 4. Косвенные налоги занимают наибольший удельный вес в доходах федерального бюджета РФ. 5. Налоги – это обязательные, возмездные платежи в пользу бюджета. 6. Текущие бюджетные расходы – это расходы на инвестиционные нужды и приращение запасов. 7. Современная финансовая политика российского государства направлена на рост непроцентных расходов федерального бюджета. 8.Обслуживание государственного долга является самой крупной статьей расходов Федерального бюджета. 9.Преимущественно финансирование социально-культурной сферы осуществляется за счет территориальных бюджетов			

Задание 5.

Заполните таблицу, отразив источники формирования и направления использования резервного фонда:

	Источники формирования резервного фонда	Направления использования Резервного фонда
1. В соответствии с Бюджетным кодексом		

2.Практическая реализация с 2013 года		

Задание 6.

Проанализируйте структуру внутреннего долга РФ за последние 5 лет.

Тема 6. Внебюджетные фонды

Государственные внебюджетные фонды - это форма перераспределения и использования финансовых ресурсов для финансирования общественных потребностей.

Государственными внебюджетными фондами РФ являются:

1) Пенсионный фонд РФ;

2) Фонд социального страхования РФ;

3) Федеральный фонд обязательного медицинского страхования;

4) Государственный фонд занятости населения РФ.

Вопросы для самопроверки:

1. Необходимость и условия образования внебюджетных фондов.

2. Классификация внебюджетных фондов. Роль внебюджетных фондов в реализации программ социального обеспечения граждан.

3. Пенсионный фонд Российской Федерации. Организация управления Пенсионным фондом РФ. Источники и порядок формирования бюджета Пенсионного фонда РФ.

4. Фонд социального страхования Российской Федерации. Порядок формирования средств фонда и основные направления их использования.

5. Фонды обязательного медицинского страхования. Структура фондов медицинского страхования. Порядок формирования средств фондов и основные направления использования ресурсов.

Задание 1.

Охарактеризуйте динамику доходов и расходов Пенсионного фонда РФ за последние годы.

Задание 2.

Проанализируйте состав и структуру расходов Фонда социального страхования.

Задание 3.

Заполните таблицу по выплатам пособий из Фонда социального страхования РФ.

Виды пособий	Размеры пособий	Особенности выплат
1. 2. и т.д.		

Задание 4.

Работнице на основании листка нетрудоспособности предоставлен отпуск по беременности и родам на период 140 календарных дней (с 7 февраля по 25 июня). Ее месячный оклад – 9200 руб. Рассчитайте пособие по беременности и родам.

Задание 5.

Рассчитать сумму страховых взносов за квартал и распределить ее по внебюджетным фондам, если налоговая база за квартал 168 млн. руб.

Тема 7. Финансы транспортных организаций

Финансы организаций - это совокупность финансовых отношений, связанных с организацией производства и реализацией продукции, выполнением работ, оказанием услуг, формированием финансовых ресурсов, осуществлением инвестиционной деятельности.

Вопросы для самопроверки:

1. Предпринимательство и принципы организации финансов коммерческих организаций. Взаимоотношения предприятий с другими экономическими субъектами.

2. Финансовые ресурсы и их особенности на стадии создания и функционирования коммерческого предприятия.

3. Внеоборотные активы и их классификация.

4. Основной капитал предприятия, его состав и источники финансирования.

5. Амортизация и способы начисления амортизационных отчислений.

Задание 1.

Схематично изобразите процесс формирования прибыли предприятия.

Задание 2.

Инвестор располагает капиталом в 50 тыс. руб. и размещает его на депозите сроком на 2 года. При вложении капитала согласно первому варианту доход составляет 100% годовых. Согласно второму варианту вложение производится по кварталам. Доход начисляется из расчета 8% годовых.

Выберите наиболее доходный вариант вложения капитала и определите сумму дополнительного чистого дохода.

Задание 3.

Используя бухгалтерский баланс организации, определите размер и структуру оборотных средств организации на начало года и отчетную дату и внесите данные в таблицу, приведенную ниже.

Состав и структура оборотных средств организации

Показатели	На начало года		На отчетную дату	
	Сумма, тыс. руб.	Удельный вес, %	Сумма, тыс. руб.	Удельный вес, %
Производственные оборотные фонды – всего в том числе: производственные запасы, включая МБП животные на выращивании и откорме незавершенное производство расходы будущих периодов				
Фонды обращения, всего в том числе: готовая продукция средства в расчетах и прочих активах денежные средства				
ИТОГО				

Задание 4.

Имеются итоговые показатели инвестиционного проекта:

Прибыль от амортизации – 21103 тыс. руб.;

Амортизационные отчисления – 4647 тыс. руб.;

Инвестиционные затраты – 9390 тыс. руб.;

Налоговые выплаты – 8105 тыс. руб.

Определите чистый доход инвестиционного проекта и оцените его эффективность, если норма рентабельности инвестиционных затрат должна быть не менее 80%.

Задание 5.

Среднесписочная численность работников составляет 89 человек, стоимость произведенной за год продукции – 4505,4 тыс. руб., среднегодовая стоимость основных

производственных фондов – 17562,0 тыс. руб. Рассчитайте показатели использования основных фондов предприятия.

Задание 6.

Рассчитать прибыль от реализации продукции, если выручка от реализации с учетом НДС – 3 185 390 тыс. руб., производственная себестоимость реализованной продукции – 1 562 320 тыс. руб., коммерческие расходы -110300 тыс. руб., управленческие расходы - 138230 тыс.руб.

Задание 7.

По данным бухгалтерского баланса:
Внеоборотные активы –7000; Запасы – 2500; Денежные средства – 500;
Капитал и резервы – 4000; Краткосрочные пассивы – 6000.
Рассчитайте показатели финансовой устойчивости предприятия.

Задание 8.

Петров, единоличный собственник, имеет небольшое предприятие, которое оказывает услуги по перевозки грузов в Москве. Суммарные активы предприятия 263 000 руб., а текущие обязательства - 90 000 руб. К тому же у господина Петрова есть собственный капитал, равный 467 000 руб. и обязательства некоммерческого характера на сумму 42 000 руб., представленные закладной на его дом. Он хочет предоставить одному из своих служащих, Иванову, справедливую долю в бизнесе. Петров рассматривает возможности организации товарищества или регистрации корпорации, в которой Иванов получил бы определённый пакет акций. Иванов имеет собственный капитал, равный 36 000 руб.

а. Какова максимальная сумма убытков, которые может понести господин Петров, например, в случае крупного судебного процесса (иск на сумму 600 000 руб.), будучи единоличным собственником предприятия?

б. Каков объём его риска (величина потерь) в условиях товарищества с неограниченной ответственностью? Разделяют ли риск партнёры?

в. Каков объём его риска в условиях корпорации?

Задание 9.

По данным, представленным в таблице, определить остаточную стоимость производственного оборудования по состоянию на 31 декабря отчетного года, если амортизация начисляется по кумулятивному методу.

Производственное оборудование приобретено и принято в эксплуатацию в апреле отчетного периода.

Исходные данные:

Показатели	Сумма
1. Начальная стоимость оборудования, тыс. ден. ед.	340
2. Срок полезного использования, лет	7
3. Ликвидационная стоимость, тыс. ден. ед.	42

Тема 8. Финансы населения

Финансы населения (домашних хозяйств) представляют собой своеобразную часть финансовой системы. Являясь звеном финансовой системы на уровне отдельной семьи, они представляют собой экономические денежные отношения по формированию и использованию фондов денежных средств в целях обеспечения материальных и социальных условий жизни членов хозяйства и их воспроизводства.

Доходы или по-другому, финансы населения – это исторический вид денежных ресурсов, складывающиеся из заработков, полученных с трудовой деятельности, либо перешедших по наследству. Финансы населения представляют собой часть государственной финансовой системы.

Вопросы для самопроверки:

1. Значение населения как участника финансовых отношений в обществе.

2. Фонды денежных средств, формируемые населением, их целевые характеристики и факторы, воздействующие на их объем и разнообразие.

3. Доходы населения. Оплата труда как основной источник доходов российского населения: формы оплаты труда, компенсирующие и стимулирующие выплаты.

4. Доходы от инициативной деятельности, их разнообразие и возможности получения.

5. Расходы населения. Потребительские расходы, их структура, влияние различных факторов на их объемы и разнообразие.

7. Сбережения населения и их значение для экономики страны. Факторы, влияющие на объемы и формы сбережений.

Задание 1.

Семья состоит из 5 человек:

Отец – предприниматель без образования юридического лица;

Мать – преподаватель в школе;

Бабушка – пенсионерка;

Дочь – студентка;

Сын – ученик школы.

Составьте бюджет семьи согласно форме, приведенной в таблице, по источникам доходов и статьям расходов.

Доходы семьи	Расходы семьи

Задание 2.

Предприятие приобрело у физического лица, не являющегося налоговым резидентом РФ, автомобиль, который находится в собственности данного лица 2 года. Цена автомобиля в соответствии с договором купли-продажи составляет 140 000 рублей.

Определите размер налога на доходы физических лиц, удержанного предприятием у физического лица.

Задание 3.

В январе 2015 года физическим лицом заключен договор добровольного страхования жизни сроком на 2 года. В соответствии с условиями договора сумма страховой выплаты составляет 15000 рублей. Сумма страховых взносов, внесенных физическим лицом – 4000 руб. Ставка рефинансирования, установленная ЦБ РФ на момент заключения договора, – 9%.

Определите размер налога на доходы физических лиц.

Тема 9. Финансовый рынок

Финансовый рынок – это сфера проявления экономических отношений между продавцами и покупателями финансовых (денежных) ресурсов и инвестиционных ценностей (то есть инструментов образования финансовых ресурсов), между их стоимостью и потребительной стоимости.

Финансовый ранок состоит из системы рынков: валютного, страхового, ценных бумаг, ссудных капиталов или денежного и др.

Вопросы для самопроверки:

1. Виды финансовых активов, являющиеся объектами спроса и предложения на финансовом рынке. Основные сегменты финансового рынка.

2. Кредитный рынок и его структура. Участники кредитного рынка и особенности реализуемых ими интересов на денежном и капитальном сегментах этого рынка.

3. Валютный рынок и его функции. Участники валютного рынка и способы использования иностранной валюты. Классификация валютных рынков..

4. Рынок ценных бумаг, его структура и значение в современной рыночной экономике. Виды ценных бумаг и их классификация

5. Страховой рынок. Страхование как форма финансового посредничества. Классификация видов и отраслей страхования.

Задание 1.

Обоснуйте роль и значимость рынка ценных бумаг для развития финансового рынка страны. Проанализируйте динамику экономического роста и объемов рынка ценных бумаг за период с 2012 года по настоящее время.

Задание 2.

Проанализируйте, сравните, отразите сходство и отличие экономических категорий: «Страхование», «Финансы», «Кредит»:

Страхование	Финансы	Кредит

Задание 3.

Заполните таблицу, отразив функции, цели, задачи Федеральной службы

страхового надзора РФ.

Функции	Цели	Задачи

Задание 4.

Придумайте и составьте кроссворд, используя терминологию, применяемую в страховании.

Задание 5.

Фермерское хозяйство «Красные зори» застраховало будущий урожай свеклы по системе предельной ответственности, исходя из нормативной стоимости урожая 2,8 тыс. руб. с 1 га. В соответствии с условиями договора, ущерб возмещается в размере 70%.

Фактическая стоимость урожая составила 2,1 тыс. руб. с 1 га. Посевная площадь – 10 га.

Определите ущерб фермерского хозяйства от недополучения урожая. Рассчитайте размер страхового возмещения, которое получит фермерское хозяйство.

Задание 6.

ВТБ 24 установил следующий курс евро: покупка – 60,90 руб., продажа – 62,90 руб. Определить: а) сколько рублей можно купить за 250 EUR; б) сколько евро можно купить за 500 тыс. руб.

Задание 7.

Рассчитать сумму страхового возмещения по системе пропорциональной ответственности. Стоимостная оценка объекта страхования – 4,75 млн. руб., страховая сумма – 2,8 млн. руб., ущерб страхователя в результате повреждения объекта – 3 млн. руб.

Задание 8.

Рассчитать сумму страхового возмещения по системе первого риска. Автомобиль застрахован по системе первого риска на сумму 195 тыс. руб. Стоимость автомобиля – 210 тыс. руб. Ущерб страхователя, в связи с аварией автомобиля, составил 112 тыс. руб.

Задание 9.

В результате дорожно-транспортного происшествия (ДТП) уничтожен автомобиль. Цена автомобиля – 120 тыс. руб. Износ на момент заключения договора страхования – 20%. Стоимость уцелевших деталей составила – 15 тыс. руб. На приведение их в порядок израсходовано 1,2 тыс. руб.Исчислить ущерб страхователя и размер страхового возмещения, если автомобиль застрахован на полную стоимость.

Задание 10.

Хозяйствующий субъект застраховал свое имущество сроком на 1 год с ответственностью за кражу со взломом на сумму 200 млн. руб. Ставка страхового тарифа – 0,3% страховой суммы. По договору страхования предусмотрена условная франшиза «свободно от 4%». Скидка к тарифу – 2%. фактический ущерб страхователя составил 13,5 млн. руб.Рассчитайте размер страхового взноса и страхового возмещения.

Задание 11.

Хозяйствующий субъект застраховал свое имущество сроком на 1 год с ответственностью за кражу со взломом на сумму 500 млн. руб. Ставка страхового тарифа – 0,3% страховой суммы. По договору страхования предусмотрена безусловная франшиза в размере 0,5 млн. руб., при которой предоставляется скидка к тарифу 4%. фактический ущерб страхователя составил 13,7 млн. руб.Рассчитайте размер страхового взноса и страхового возмещения

Задание 12.

В результате ДТП уничтожен автомобиль. Его действительная первоначальная стоимость – 200 тыс. руб., износ на момент заключения договора страхования – 10%. Стоимость пригодных деталей после страхового случая составила 15 тыс. руб. (с учетом износа – 13,5 тыс. руб.). На приведение в порядок указанных деталей израсходовано 2,5 тыс. руб. В договоре предусмотрена безусловная франшиза 2 тыс. руб. Исчислите ущерб страхователя и размер страхового возмещения, если автомобиль застрахован на 70% от действительной стоимости.

Задание 13.

Владелец автомобиля NissanPrimera (2006 года выпуска, мощность двигателя – 90 л.с.), проживающий в Санкт-Петербурге ежегодно оформляет договор обязательного страхования автогражданской ответственности. Автомобиль находится в собственности 3 года. За время эксплуатации автомобиля дорожно-транспортных происшествий не происходило. Кроме владельца, к управлению автомобилем никто не допущен. Автомобиль эксплуатируется круглый год. Владелец автомобиля имеет право на вождение автотранспортных средств с 1991 года. Возраст автовладельца – 53 года.

За безаварийное вождение, страховой компанией предоставляется скидка 10% от уплачиваемой премии.

Рассчитайте страховую премию, подлежащую к уплате при продлении договора страхования еще на один год в 2014 году.

Задание 14.

Гражданин приобрел для осуществления частных грузовых перевозок бортовой грузовой автомобиль Камаз-5320, грузоподъемностью 8 т. При регистрации автомобиля в органах ГИБДД он одновременно оформляет договор обязательного страхования гражданской ответственности владельца транспортных средств. Возраст автовладельца 30 лет, стаж вождения – 5 лет. Предполагается использовать автомобиль в период весна-осень (с марта по ноябрь).

Рассчитайте премию, которую необходимо уплатить автовладельцу при первичном заключении договора страхования. Автовладелец проживает на территории Ленинградской области.

Задание 15.

В результате дорожно-транспортного происшествия владельцем автомашины (KiaSorento, 2005 года выпуска, мощность двигателя – 150 л.с.; стаж вождения – 1,5 лет; возраст автовладельца – 27 лет; до настоящего происшествия в ДТП не участвовал), был причинен ущерб другому автомобилю (LadaKalina, 2006 года выпуска, мощность двигателя 80 л.с.; стаж вождения – 10 лет; возраст автовладельца – 36 лет; до настоящего происшествия в ДТП не участвовал). По результатам проведенной экспертизы, ущерб, причиненный имуществу пострадавшего автовладельца был оценен в 100000 руб., а вред нанесенный пострадавшему в результате ДТП – оценивается в размере 25000 руб.

Определите:

- размеры страховых премий, уплаченных страхователями при заключении договора обязательного страхования гражданской ответственности владельцев транспортных средств (проживают в Нижнем Новгороде, автомобили эксплуатируются круглый год);
- размер выплаченной суммы потерпевшему при ДТП.
- в каких пределах осуществляются данные выплаты?

Задание 16.

Определите страховой взнос транспортной организации на год при страховании гражданской ответственности водителей транспортных средств. Стаж водителей:

до 1 года – 6 человек;

от 1 года до 5 лет – 2 человека;

от 5 до 10 лет – 3 человека;

свыше 10 лет – 1 человек.

Страховая сумма гражданской ответственности на каждого водителя составляет 100 тыс. руб.

Тарифные ставки, зависящие от стажа водителя следующие (в % от страховой суммы):

До 1 года – 5,6%; от 1 до 5 лет – 3,4%; от 5 до 10 лет – 2,8%; свыше 10 лет – 2,2%.

Задание 17.

В результате ДТП нанесен вред нескольким пешеходам:

Первому – на сумму 55 тыс. руб.;

Второму – на сумму 15 тыс. руб.;

Третьему – на сумму 45 тыс. руб.

В договоре добровольного страхования ответственности предусмотрен лимит ответственности страховщика на один страховой случай в сумме 80 тыс. рублей.

Определите, какую сумму выплатит страховщик каждому потерпевшему.

Задание 18.

При добровольном страховании условиями договора гражданской ответственности владельца автомашины предусмотрен лимит ответственности на один страховой случай – 100 тыс. руб. и лимит ответственности на весь срок договора – 200 тыс. руб.

В период действия договора произошло три страховых случая:

Ущерб по первому составил 80 тыс. руб.;

По второму – 120 тыс. руб.;

По третьему – 50 тыс. руб.

Определить страховые возмещения, выплаченные страховщиком по каждому страховому случаю.

Список литература

1. Основная литература:

1. Финансы : учебник и практикум для вузов / Н. И. Берзон [и др.]. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 498 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01172-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/449778
2. Финансы : учебник и практикум для вузов / Л. А. Чалдаева [и др.] ; под редакцией Л. А. Чалдаевой. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 439 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9586-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/450194

2. Дополнительная литература.

1. Мавлютов, Р. Р. Финансы : учебник / Р. Р. Мавлютов. — Волгоград : Волгоградское научное издательство, 2015. — 268 с. — ISBN 978-5-00072-151-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/44381.html
2. Цику, Б. Х. Финансы организаций : учебное пособие / Б. Х. Цику, С. О. Кушу. — Краснодар : Южный институт менеджмента, 2011. — 168 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/10310.html

3. Интернет-ресурсы

ЭБС «Лань» – Режим доступа: http://e.lanbook.com/;

ЭБС «Юрайт» – Режим доступа: http://www.biblio-online.ru/;

ЭБС «ZNANIUM.COM» - Режим доступа: http://znanium.com;

ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/;

ЭБС «Троицкий мост» - Режим доступа: http://www.trmost.ru/lib-main.shtml?all_books;

ЭБ ИЦ «Академия» - Режим доступа: http://www.academia-moscow.ru/

ЭБ РГАТУ - Режим доступа : http://bibl.rgatu.ru/web

ТКАЧ Т.С.

Сопротивление Материалов

(практикум для бакалавриата)

Рязань 2024

Методическое указание разработано в соответствии с Государственным образовательным стандартом и рабочей программой дисциплины «Сопротивление материалов»: предназначен для студентов автодорожного факультета по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.
ПК-5. Организации работы на транспортно-логистическом объекте

Рассматриваются задачи, наиболее часто встречающиеся при проектировании различных элементов деталей машин и механизмов на прочность, жесткость и устойчивость.

Также приведены варианты заданий и примеры их решения.

Иллюстраций: 44 шт.; таблиц: 14 шт.

Содержание.

Стр.

Введение……2

1. Расчет статически неопределимого бруса по допускаемому напряжению.....3

Пример №1.....5

2. **Расчет статически определимой шарнирно-стержневой системы**.... ..8

Пример №2.....12

3. **Расчет статически неопределимой стержневой системы**.....16

Пример №3.....19

4. **Геометрические характеристики плоских сечений**.....22

Пример №4.....24

5. **Кручение вала**.....28

Пример №5.....30

6. **Напряженно-деформированное состояние в точке**.....34

Пример №6.....36

7. **Изгиб балки с различной жесткостью по длине**.....39

Пример №7.....41

8. **Изгиб статически неопределимой балки**.....43

Пример №8.....45

9. **Изгиб консольной балки**.....49

Пример №9.....53

10. **Определение деформации при изгибе**.....55

Пример №10.....58

11. **Изгиб с кручением**.....61

Пример №11.....64

12. **Сложное сопротивление (изгиб с кручением)**.....67

Пример №12.....70

13. **Сложное сопротивление. Расчет двухступенчатого редуктора**.....74

Пример №13.....77

14. **Устойчивость. Метод исследовательного приближения**.....81

Пример №14.....84

15. **Динамика. Ударные нагрузки**.....88

Пример №15.....90

Используемая литература.....93

Введение

«Сопротивление материалов» — наука о прочности, жесткости и устойчивости отдельных элементов конструкций (сооружений и машин).

Инженеру любой специальности часто приходится производить расчеты на прочность. Неправильный расчет самой незначительной на первый взгляд конструкции может повлечь за собой очень тяжелые последствия — привести к разрушению конструкции в целом. При проведении расчетов на прочность необходимо стремиться к сочетанию надежности работы конструкции с ее дешевизной, добиваться наибольшей прочности при наименьшем расходе материала.

1. Расчет статически неопределимого бруса по допускаемому напряжению.

Задание:

1. Выразить значение продольной силы на каждом из участков.

2. Определить внешнюю нагрузку из допускаемого значения напряжения из условия $\sigma_{MAX} \le [\sigma]$.

Приняв: $[\sigma]_{Сталь}$=160 *МПа*; $E_{Сталь}$= $2 \cdot 10^5$ *МПа*;

$[\sigma]_{Медь}$=100 *МПа*; $E_{Медь}$= $1 \cdot 10^5$ *МПа*;

$[\sigma]^{+}_{чугун}$=40 *МПа*; $[\sigma]^{-}_{чугун}$=80 *МПа*; $E_{чугун}$= $1{,}2 \cdot 10^5$ *МПа*.

3. Построить эпюры внутренних усилий (***N***), нормальных напряжений (***σ***) и перемещений (***U***).

Таблица 1 – Исходные данные для задачи.

Номер строки	l_1, *м*	l_2, *м*	l_3, *м*	***A***, $см^2$	Отношение сил $P_1:P_2$
1	1	2	1	4	2:1
2	4	1	1	2	3:2
3	3	2	1	1,5	1,5:2
4	2	1	5	0,6	2:3
5	2	2	3	0,8	4:1,2
6	3	1	2	3,2	1,2:5
7	4	1	1	3,6	5:6
8	1	4	2	4,2	1:4
9	5	1	1,2	7,1	4:3
10	1,5	2	3	8	3:1

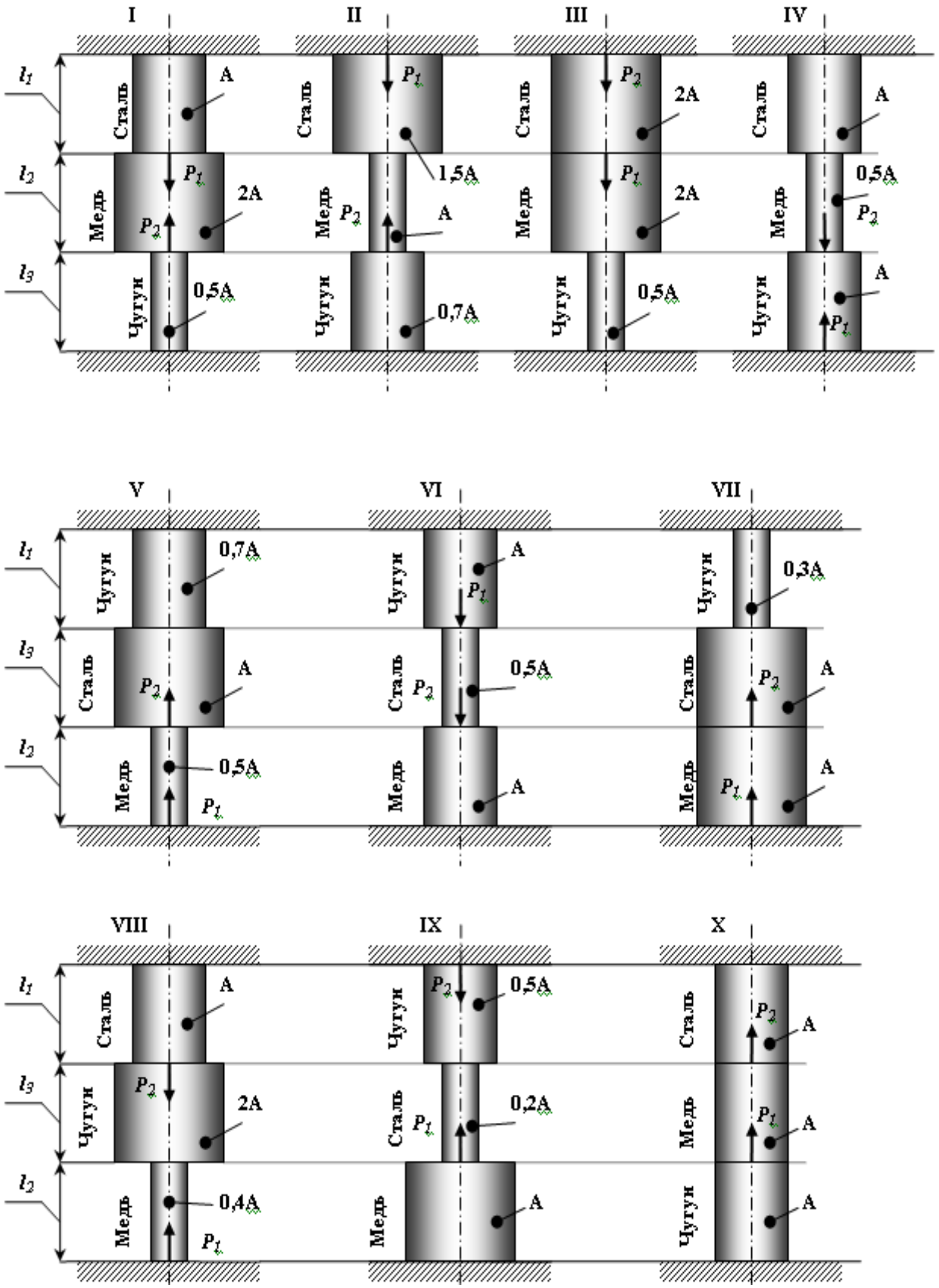


Рисунок 1.1 – Статически неопределимый брус (варианты 1...10).

Пример № 1.

Дано:

Схема 10, l_1=1*м*; l_2=1*м*; l_3=2*м*; A=2 *см*^{2}; P_1:P_2= 3:1.

Решение:

1. Выразить значение продольной силы на каждом из участков.

Данный вид деформации относится к одноосному напряженному состоянию. В жесткой заделке сверху и снизу бруса возникает по три опорных реакции (две из них равны «**0**»): $R_X = R_{X_1} = 0$; $M = M_1 = 0$.

Используя уравнения статики определяем значение опорных реакций R_Y и R_{Y1}: $$\sum F(y) = R_Y - P_2 - P_1 + R_{Y_1} = 0,$$

т.к. из данного уравнения нельзя выразить две неизвестные опорные реакции, то составляем дополнительное уравнение *совместности* деформации:

$$\Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 = 0.$$

Мысленно одну из заделок и, используя метод сечения, выражаем значение продольных сил (внутреннего силового фактора):

Сечение 1-1: $0 \le y_1 \le l_3$

$\sum F(y) = R_Y - P_2 - N_1 = 0$, откуда $N_1 = R_Y - P_2$.

Сечение 2-2: $0 \le y_2 \le l_2$

$\sum F(y) = R_Y - P_2 - N_2 = 0$, откуда $N_2 = R_Y - P_2$.

Сечение 3-3: $0 \le y_3 \le l_1$

$\sum F(y) = R_Y - P_2 - P_1 - N_3 = 0$, откуда $N_3 = R_Y - P_2 - P_1$.

Используя отношение сил: $\frac{P_1}{P_2} = \frac{3}{1} \Rightarrow P_1 = 3 \cdot P_2$, выражаем N_3:

$$N_3 = R_Y - P_2 - 3 \cdot P_2 = R_Y - 4 \cdot P_2 .$$

2. Определить внешнюю нагрузку из допускаемого значения напряжения.

При центральном растяжении-сжатии напряжение определяется по формуле: $\sigma = \frac{N}{A} \le [\sigma]$.

Определяем значения напряжения на каждом из участков:

Участок 1: $\sigma = \frac{N_1}{A} = \frac{R_Y - P_2}{A}$.

Участок 2: $\sigma = \frac{N_2}{A} = \frac{R_Y - P_2}{A}$.

Участок 3: $\sigma = \frac{N_3}{A} = \frac{R_Y - 4 \cdot P_2}{A}$.

Величина напряжения на каждом из участков не должна превышать допускаемого значения напряжения, которое зависит от материала, из которого он изготовлен.

Абсолютное удлинение каждого участка зависит от его жесткости, тогда:

$$\frac{\sigma_1 \cdot l_3}{E_{\times óãóí}} + \frac{\sigma_2 \cdot l_2}{E_{ìåäü}} + \frac{\sigma_3 \cdot l_1}{E_{Ñòàëü}} = 0,$$

$$\frac{(R_Y - P_2) \cdot 2}{1{,}2 \cdot 10^5} + \frac{(R_Y - P_2) \cdot 1}{1 \cdot 10^5} + \frac{(R_Y - 4 \cdot P_2) \cdot 1}{1{,}2 \cdot 10^5} = 0.$$

$$1{,}66 \cdot R_Y - 1{,}66 \cdot P_2 + R_Y - P_2 + 0{,}5 \cdot R_Y - 2 \cdot P_2 = 0,$$

$$1{,}66 \cdot R_Y + R_Y + 0{,}5 \cdot R_Y = 1{,}66 \cdot P_2 + P_2 + 2 \cdot P_2,$$

$$3{,}166 \cdot R_Y = 4{,}661 \cdot P_2,$$

$$R_Y = 1{,}4718 \cdot P_2 .$$

Выразим напряжения через неизвестную силу ***P₂***:

$$\sigma_1 = \frac{1{,}4718 \cdot Ð_2 - Ð_2}{2 \cdot 10^{-4}} = \frac{0{,}4718 \cdot Ð_2}{2 \cdot 10^{-4}} = 40,$$

$$\sigma_2 = \frac{0{,}4718 \cdot Р_2}{2 \cdot 10^{-4}} = 40,$$

$$\sigma_3 = \frac{1{,}4718 \cdot Р_2 - 4 \cdot Р_2}{2 \cdot 10^{-4}} = \frac{-2{,}5282 \cdot Р_2}{2 \cdot 10^{-4}} = -160.$$

Из всех уравнений выражаем силу ***P₂***:

$Р_2 = 169{,}56337 \cdot 10^{-4}$ ÌÍ ,

$Р_2 = 423{,}9084 \cdot 10^{-4}$ ÌÍ ,

$Р_2 = 126{,}57 \cdot 10^{-4}$ ÌÍ .

Допускаемое значение силы ***P₂***: $[Р_2] = \min P_2$, тогда

$Р_2 = 126{,}57 \cdot 10^{-4}$ ÌÍ .

3. Построить эпюры внутренних усилий, нормальных напряжений и перемещений.

$$R_Y = 126{,}57 \cdot 10^{-4} \cdot 1{,}4718 = 186{,}286 \cdot 10^{-4} МН.$$

Продольная сила равна:

$$N_1 = (186{,}286 - 126{,}57) \cdot 10^{-4} = 59{,}716 \cdot 10^{-4} МН,$$

$$N_2 = 59{,}716 \cdot 10^{-4} МН,$$

$$N_3 = (186{,}286 - 4 \cdot 126{,}57) \cdot 10^{-4} = -319{,}994 \cdot 10^{-4} МН.$$

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A} = \frac{59{,}716 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 10^{-4}} = 29{,}858 ÌÏà ,$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{A} = \frac{59{,}716 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 10^{-4}} = 29{,}858 ÌÏà ,$$

$$\sigma_3 = \frac{N_3}{A} = -\frac{319{,}994 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 10^{-4}} = -159{,}997 ÌÏà .$$

Используя формулу $U_{i+1} = U_0 + \Delta l_i$ определяем перемещение каждой границы:

- ***участок BC***: $\Delta l_{BC} = \dfrac{\sigma_1 \cdot l_3}{E_{\text{×óãóí}}} = \dfrac{29{,}858 \cdot 2}{1{,}2 \cdot 10^5} = 49{,}763 \cdot 10^{-5}$ ì ;

- ***участок CD***: $\Delta l_{CD} = \dfrac{\sigma_2 \cdot l_2}{E_{\text{Ìåäü}}} = \dfrac{29{,}858 \cdot 2}{1 \cdot 10^5} = 29{,}858 \cdot 10^{-5}$ ì ;

- участок DE: $\Delta l_{DE} = \dfrac{\sigma_2 \cdot l_2}{E_{\text{Ñòàëü}}} = \dfrac{-159{,}997 \cdot 2}{2 \cdot 10^5} = -79{,}99 \cdot 10^{-5}$ ì .

Таким образом, $\Delta l_{BC} + \Delta l_{CD} + \Delta l_{DE} = (49{,}763 + 29{,}858 - 79{,}99) \cdot 10^{-5} = 0$.

Строим эпюры (рис. 1.2).

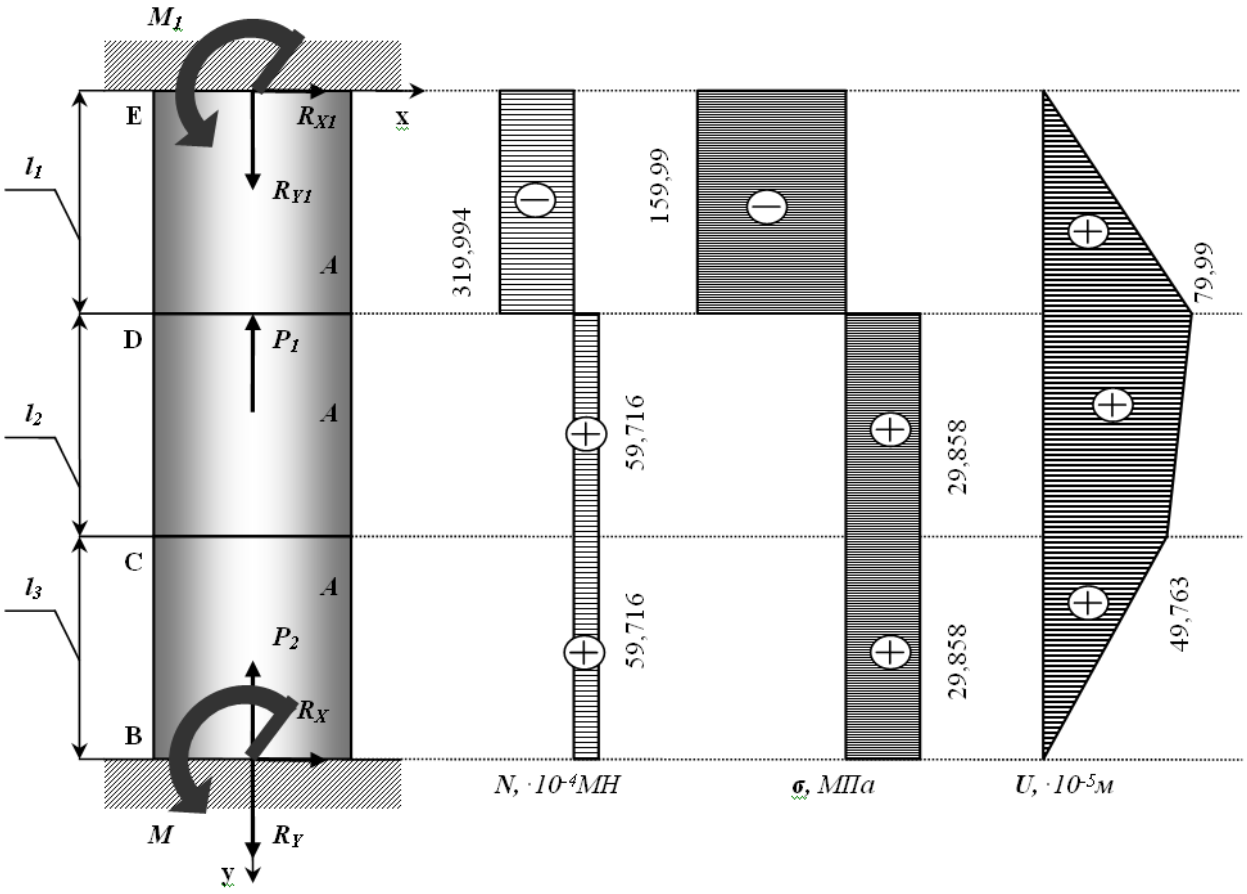


Рисунок 1.2 – Статически неопределимый брус.

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается принцип Сен- Венана?

2. Как вычисляется нормальное напряжение в поперечном сечении растянутого стержня?
3. Что называется абсолютный продольной и поперечной деформациями? Как определяется относительная продольная и поперечная деформация?
4. Сформулируете закон Гука и напишите его математическое выражение?
5. Что называется коэффициентом Пуассона и какие он имеет значения?
6. Изложите методику определения перемещений для общего случая растяжения и сжатия?
7. Какие системы называаются статически неопределимыми? Каков порядок их решения?

2. Расчет статически определимой шарнирно-стержневой системы.

Абсолютно жесткий брус опирается шарнирно неподвижную опору и прикреплен к двум стержням при помощи шарниров (рис. 2.1).

Требуется:

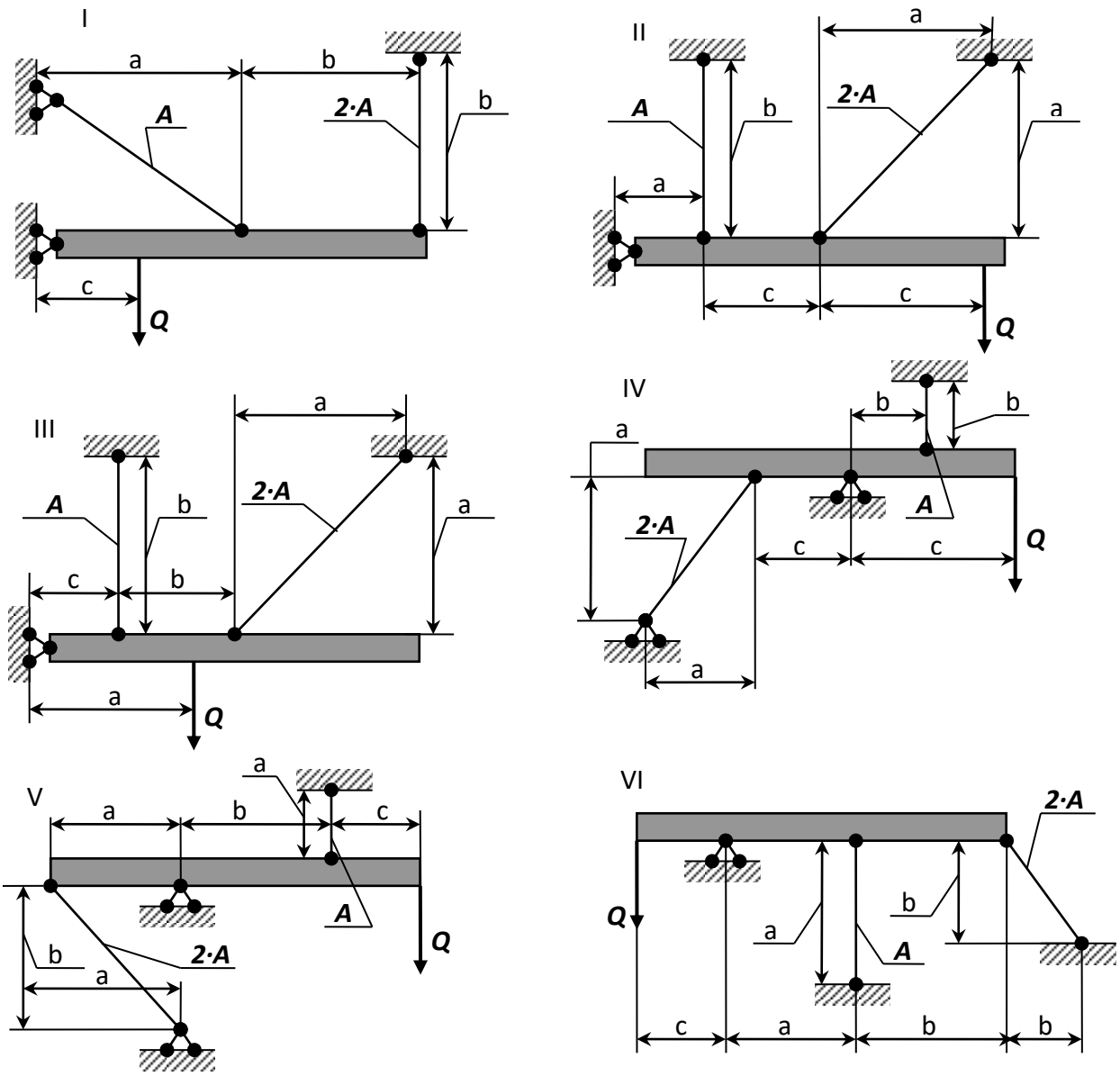
1) найти усилия и напряжения в стержнях, выразив их через силу ***Q***;

2) найти допускаемую нагрузку $Q_{доп}$, приравняв большее из напряжений в двух стержнях допускаемому напряжению [σ]=160 *МПа*;

3) найти предельную грузоподъемность системы $Q_m^к$ и допускаемую нагрузку $Q_{доп}$, если предел текучести σ_m = 240 *МПа* и коэффициент запаса прочности k =1,5;

4) сравнить величины $Q_{доп}$, полученные при расчете по допускаемым напряжениям (см. пункт 2) и допускаемым нагрузкам (см. пункт 3).

Данные взять из табл.2.



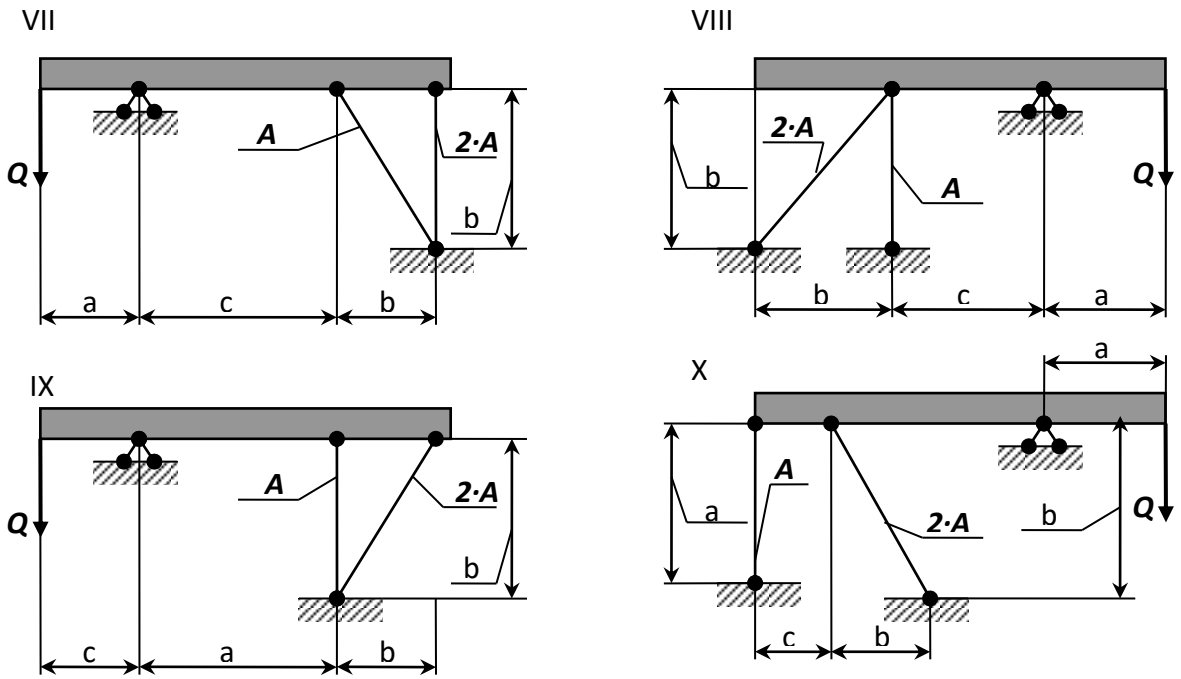


Рисунок 2.1 – Стержневые системы (по варианту).

Указания: Для определения двух неизвестных усилий в стержнях следует составить одно уравнение статики и одно уравнение совместности деформаций.

Для ответа на третий вопрос задачи следует иметь в виду, что в одном из стержней напряжение больше, чем в другом; условно назовем этот стержень первым. При увеличении нагрузки напряжение в первом стержне достигнет предела текучести ранее, чем во втором. Когда это произойдет, напряжение в первом стержне не будет некоторое время расти даже при увеличении нагрузки, система станет как бы статически определимой, нагруженной силой ***Q*** (пока еще неизвестной) и усилием в первом стержне:

$$N_1 = \sigma_{\grave{O}} \cdot F_1 \qquad (2.1)$$

При дальнейшем увеличении нагрузки напряжение и во втором стержне достигнет предела текучести:

$$N_2 = \sigma_{\grave{O}} \cdot F_2 \qquad (2.2)$$

Написав уравнение статики и подставив в него значения усилий (2.1) и (2.2), найдем из этого уравнения предельную грузоподъемность Q_m^{κ}.

Таблица 2 Данные для задачи №2.

№ строки	Схема по рис. 2.1	***A***, *см²*	***a***	***b***	***c***
			м		
1	I	11	2,1	2,1	1,1
2	II	12	2,2	2,2	1,2
3	III	13	2,3	2,3	1,3
4	IV	14	2,4	2,4	1,4
5	V	15	2,5	2,5	1,5
6	VI	16	2,6	2,6	1,6
7	VII	17	2,7	2,7	1,7
8	VIII	18	2,8	2,8	1,8
9	IX	19	2,9	2,9	1,9
0	X	20	3,0	3,0	2,0

Пример № 2

Дано:

Схема 10;

$$À = 11ñì^{2}; a = 2{,}6ì\ ; b = 3ì\ ; c = 2ì\ ; k = 1{,}5;$$

$$\sigma_{ò} = 235{,}44ÌÏa \quad ; [\sigma] = 156{,}96ÌÏa$$

Решение:

*1. Определение величин усилий в тягах и реакций в опоре **C**.*

Для определения величин усилий в тягах в зависимости от ***Q*** применим метод сечений. Сделав сечение по всем тягам и, приложив в местах сечения усилия N_1 и N_2, возникающие в тягах, рассмотрим равновесие оставшейся

части, нагруженной продольными усилиями в тягах N_1 и N_2, реакциями опоры **C** (R_C и H_C) и силой Q (рис. 2.2). Составим уравнение равновесия статики для оставшейся части, получим:

$$\sum z = 0;\ N_2 \cdot \cos 45^0 - H_C = 0\ ; \qquad (2.1)$$

$$\sum ó = 0;\ R_C - Q - N_1 - N_2 \cdot \cos 45^0 = 0\ ; \qquad (2.2)$$

$$\sum m_C(\bar{F}_K) = 0;\ Q \cdot a - N_1 \cdot (b+c) - N_2 \cdot \sin 45^0 \cdot b = 0\ . \qquad (2.3)$$

Из уравнений равновесия видно, что система статически неопределима, так как три уравнения равновесия содержат в своем составе четыре неизвестных. Поэтому, для решения задачи необходимо составить дополнительное уравнение совместности деформаций, раскрывающее статическую неопределимость системы. Для составления дополнительного уравнения рассмотрим, деформированное состояние системы (рис. 2.2-в) имея в виду, что брус абсолютно жесткий и поэтому после деформации тяг остается прямолинейным. Это дополнительное уравнение получим,

рассматривая **ΔCAA'** и Δ**CBB'**. Эти треугольники подобны, поэтому:

$$\frac{AA'}{b+c} = \frac{BB'}{b}\ ,$$

где $AA' = \Delta l_1$ — удлинение первой тяги.

Для определения абсолютного удлинения стержня №2 используем *диаграмму Виллио*: Продолжаем первоначальное направление стержня и из конечного положения **B'** восстанавливаем перпендикуляр $\hat{A}O = \Delta l_2$.

Отрезок $\hat{A}O = \Delta l_2$ — представляет собой удлинение стержня **FB**. Вследствие малости удлинения стержней (по сравнению с их длиной) можно считать, что угол α практически не меняется и дуга может быть заменена перпендикуляром, опущенным из узла **B'** на новое направление стержня.

Тогда из прямоугольного треугольника **ΔBB'O** получим соотношение:

$$BB' = \frac{BO}{\cos\alpha} = \frac{\Delta l_2}{\cos\alpha}\ .$$

Тогда запишем уравнение совместности деформаций в виде:

$$\frac{\Delta l_2}{b \cdot \cos\alpha} = \frac{\Delta l_1}{b + c}. \qquad (2.4)$$

Выразив деформации тяг по формуле определения абсолютного удлинения, получим:

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 \cdot l_1}{E \cdot A} = \frac{N_1 \cdot a}{E \cdot A} = \frac{N_1 \cdot 2{,}6}{E \cdot 11 \cdot 10^{-4}} = 2363{,}64 \cdot \frac{N_1}{E};$$

$$\Delta l_2 = \frac{N_2 \cdot l_2}{E \cdot 2 \cdot A} = \frac{N_2 \cdot b}{\cos 45^0 \cdot E \cdot 2 \cdot A} = \frac{N_2 \cdot 3}{E \cdot 0{,}707 \cdot 2 \cdot 11 \cdot 10^{-4}} = 1928{,}76 \frac{N_2}{E}.$$

Подставляя эти уравнения в выражение (2.4), получим:

$$\frac{1928{,}76 \cdot N_2}{E \cdot 3 \cdot 0{,}707} = \frac{2363{,}64 \cdot N_1}{E \cdot (3+2)},$$

отсюда: $N_1 = 1{,}92 \cdot N_2$.

Подставив найденное выражение в уравнение (2.3), получим:

$$Q \cdot a - N_1 \cdot (b + c) - N_2 \cdot \sin 45^0 \cdot b = 0$$

$$2{,}6 \cdot Q - 1{,}92 \cdot (3+2) \cdot N_2 - 3 \cdot 0{,}707 \cdot N_2 = 0$$

отсюда: $N_2 = 0{,}22 \cdot Q$;

тогда $N_1 = 0{,}425 \cdot Q$;

Опорную реакцию ***R_C*** определяем из уравнения (2.2):

$$R_c - Q - N_1 - N_2 \cdot \cos 45^0 = 0$$
$$R_c - Q - 0{,}425 \cdot Q - 0{,}22 \cdot Q \cdot 0707 = 0 \Rightarrow R_c = 1{,}58 \cdot Q$$

После определения величин усилий в тягах ***N₁*** и ***N₂*** и реакции ***R_C*** необходимо проверить правильность их вычисления. Для этого составим уравнение равновесия статики:

$$\sum m_0(\vec{F}_\kappa) = 0; \;\; Q \cdot (a+b) - R_{\tilde{N}} \cdot b - N_1 \cdot c = 0$$

$$Q \cdot (2{,}6+3) - 1{,}58 \cdot Q \cdot 3 - 0{,}425 \cdot Q \cdot 2 = 0 \text{ – } \underline{\textbf{верно}}.$$

<u>2. Определим напряжения в стержнях.</u>

Определим нормальные напряжения, возникающие в тягах, учитывая то, что тяги работают на растяжение:

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{\grave{A}} = \frac{0{,}425 \cdot Q}{11 \cdot 10^{-4}} = 386{,}4 \cdot Q;$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{2 \cdot \grave{A}} = \frac{0{,}22 \cdot Q}{2 \cdot 11 \cdot 10^{-4}} = 100 \cdot Q.$$

Полученные величины напряжении показывают, что в тяге 1 напряжение достигнет предела текучести раньше, чем в тяге 2, т.к. $\sigma_1 > \sigma_2$. Поэтому, приравняв напряжение $\boldsymbol{\sigma_1}$ к допускаемому напряжению, получим:

$$386{,}4 \cdot Q = 156{,}96 \cdot 10^6 \Rightarrow Q_{\partial on} = 406{,}2\kappa H \ .$$

3. Определение предельной грузоподъемности $\boldsymbol{Q_T}$ *(по методу разрушающих нагрузок).*

При исчерпании несущей способности всех тяг напряжения в них достигнут предела текучести $\boldsymbol{\sigma_m}$. В этом случае предельные усилия, которые возникнут в тягах, будут равны:

$$N_{1np} = \grave{A} \cdot \sigma_{\grave{O}} = 11 \cdot 10^{-4} \cdot 235{,}44 \cdot 10^6 = 258{,}98\hat{e}H$$

$$N_{2np} = 2 \cdot \grave{A} \cdot \sigma_{\grave{O}} = 2 \cdot 11 \cdot 10^{-4} \cdot 235{,}44 \cdot 10^6 = 517{,}97\hat{e}H$$

Предельную величину внешней нагрузки, соответствующую исчерпанию несущей способности, найдем, из уравнения (2.3), подставив в него предельные значения $\boldsymbol{N_{1np}}$ и $\boldsymbol{N_{2np}}$:

$$Q \cdot a - N_{1np} \cdot (b + c) - N_{2np} \cdot \sin 45^0 \cdot b = 0$$

$$Q \cdot 2{,}6 - 258{,}98 \cdot (3 + 2) - 517{,}97 \cdot 0{,}707 \cdot 3 = 0 \Rightarrow Q_{\partial on} = 920{,}58\kappa H$$

Грузоподъемность конструкции из расчета по методу разрушающих нагрузок получим путем, деления значения $Q_{\partial on} = 920{,}58\kappa H$ на коэффициент запаса $k = 1{,}5$:

$$Q_T^K = \frac{920{,}58}{1{,}5} = 613{,}72\kappa H \ .$$

Сравнивая полученные значения грузоподъемностей, видим, что грузоподъемность из расчета по методу разрушающих нагрузок больше грузоподъемности из расчета по методу допускаемых напряжений на:

$$\frac{613,72-406,2}{406,2}\cdot 100\% = 51,1\%,$$

что говорит о скрытых возможностях грузоподъемности статически неопределимых систем, за счет перераспределения внутренних усилий при переходе в пластическое состояние.

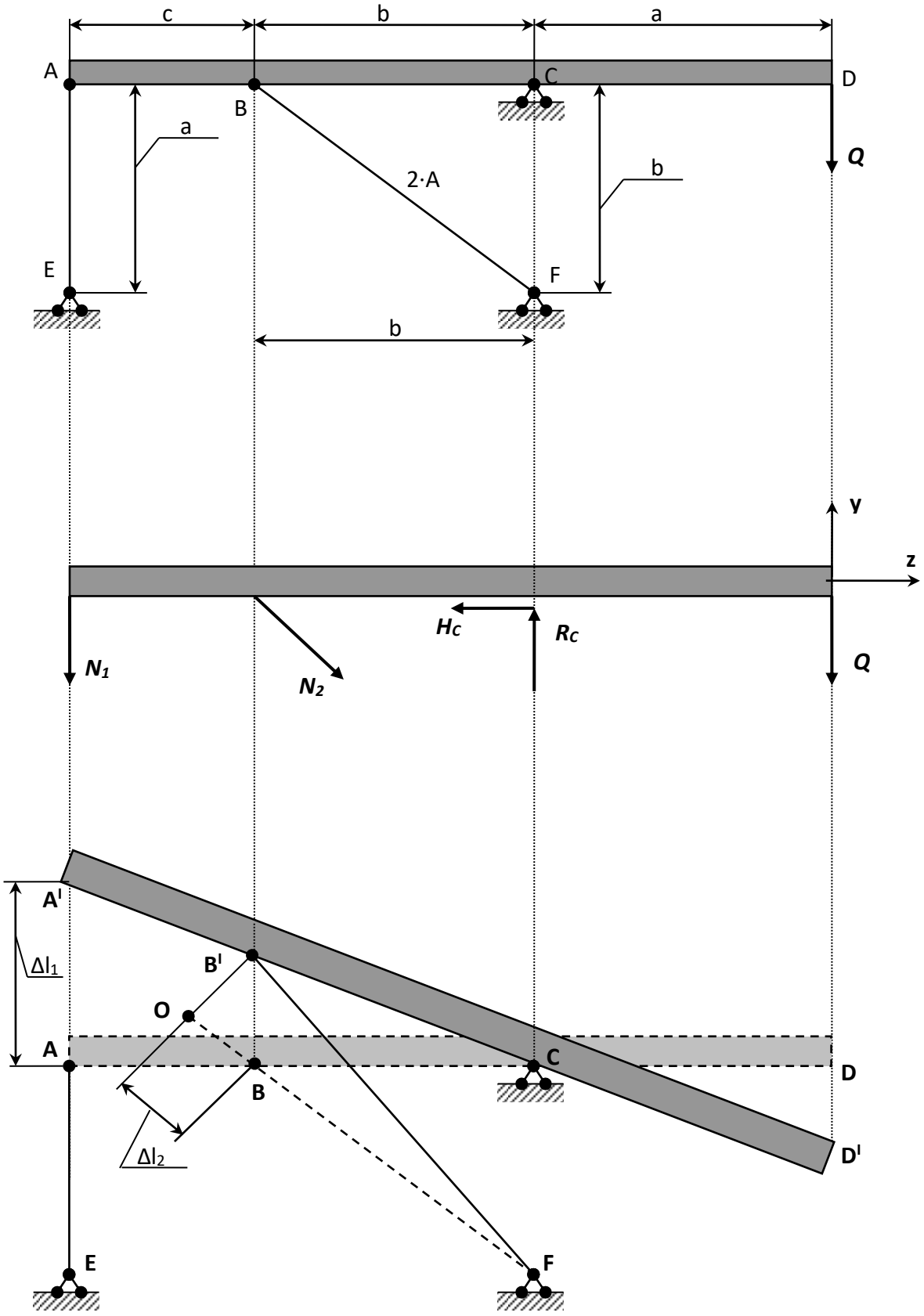


Рисунок 2.2 – Балка, содержащая жесткий элемент.

3. Расчет статически неопределимой стержневой системы.

Задание:

1. Для стержневой системы составить все уравнения, необходимые для нахождения усилий.

2. Определить площадь поперечного сечения стержней из расчета на прочность по допускаемому напряжению, при условии σ_T=240 *МПа*, ***k***=1,2.

Примечание:

- горизонтальный брус считать недеформируемым его весом пренебречь;

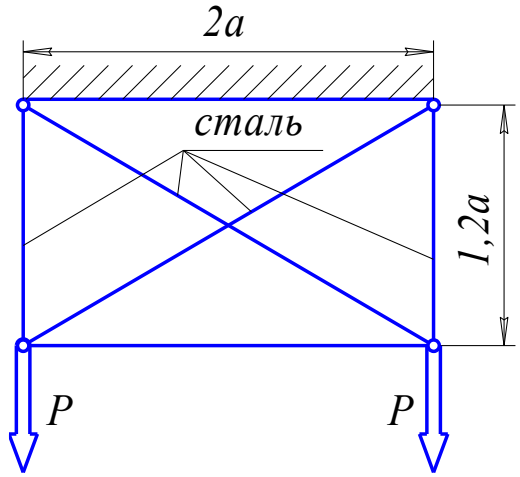
- дано отношение площадей;

- нагрузка ***P***, размер ***a*** заданы в табл. 2;

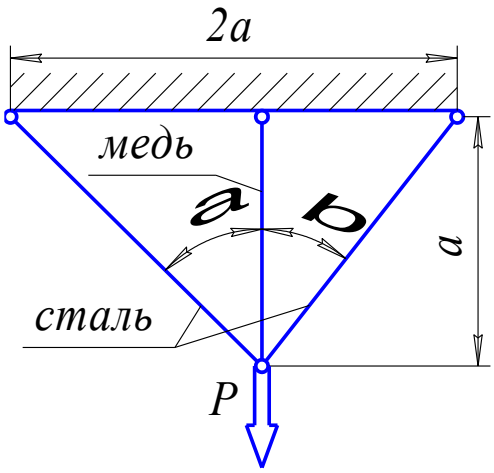
- $E_{Сталь}$= $2\cdot10^5$ *МПа*; $E_{Чугун}$= $2\cdot10^5$ *МПа*; $E_{Медь}$= $2\cdot10^5$ *МПа*.

Таблица 3 – Исходные данные для задачи.

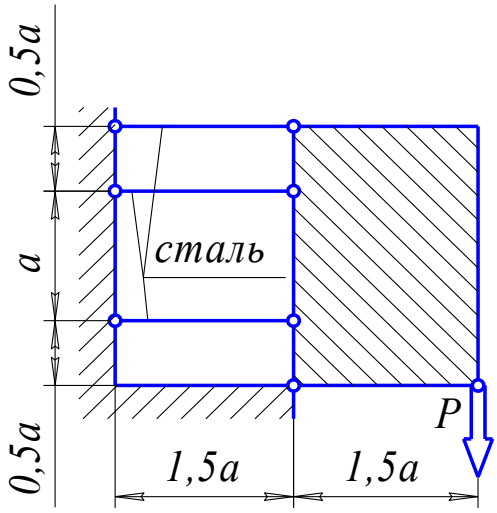
№ варианта	***P***, *кН*	***a***, *м*	***α***, *град*	***β***, *град*	$A_1:A_2:A_3:A_4$
1	**20**	**1,0**	**20**	**45**	**1:3:4:1**
2	**15**	**2,0**	**30**	**20**	**1:2:2:5**
3	**7**	**3,0**	**45**	**50**	**1:3:1:3**
4	**8,5**	**1,0**	**60**	**60**	**3:2:1:1**
5	**20**	**4,0**	**90**	**20**	**2:3:2:4**
6	**100**	**5,0**	**30**	**30**	**2:5:1:5**
7	**120**	**0,5**	**50**	**30**	**1,5:2:1,5:3**
8	**160**	**0,7**	**60**	**45**	**2:4:1,5:7**
9	**200**	**0,3**	**45**	**60**	**1,3:2:5:6**
10	**15**	**2,0**	**90**	**60**	**2:2:2:1**



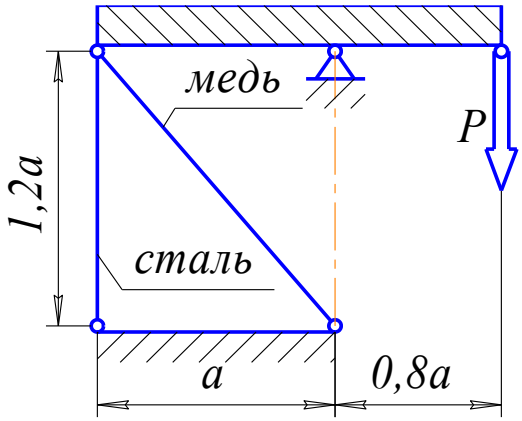
Вариант 1



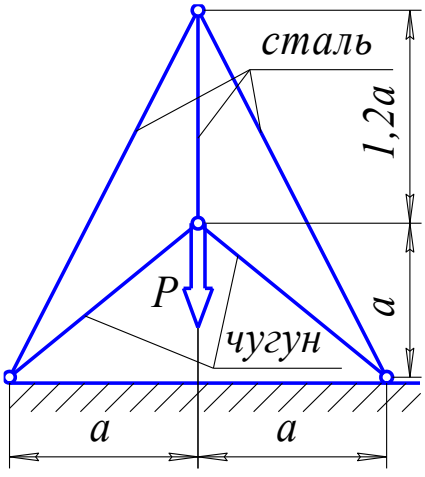
Вариант 2



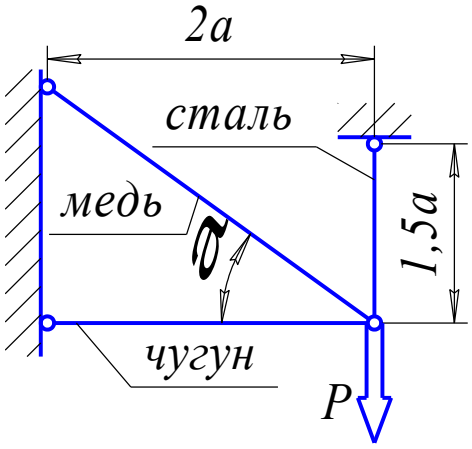
Вариант 3



Вариант 4

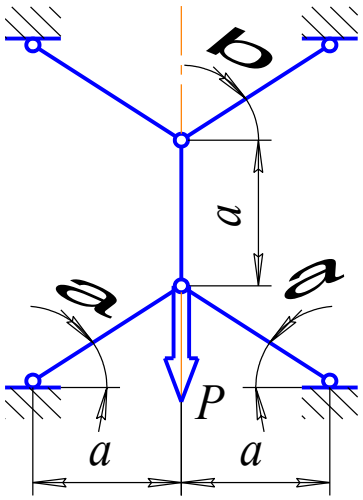


Вариант 5

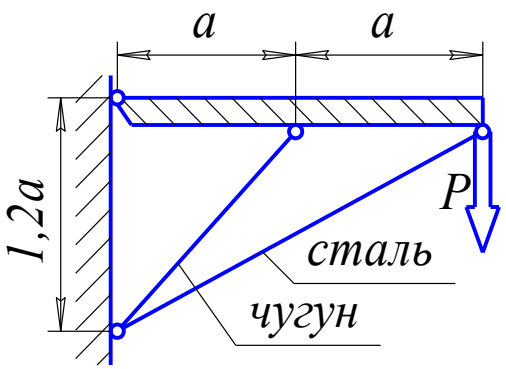


Вариант 6

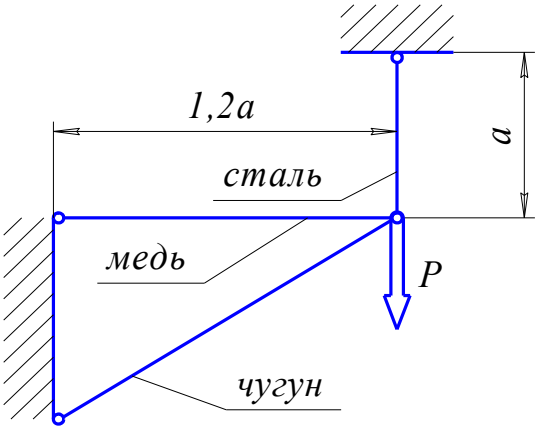
Рисунок 3.1 – Стержневые системы (варианты 1...6).



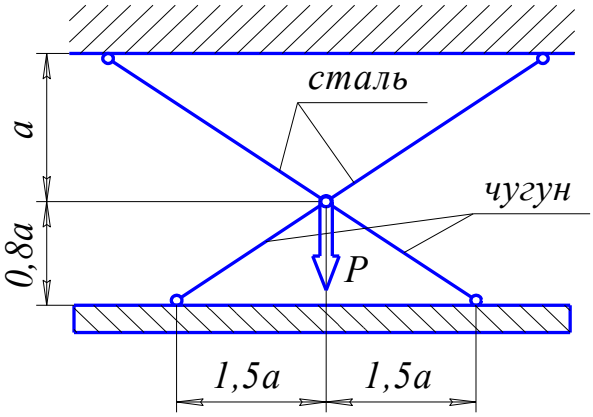
Вариант 7



Вариант 8



Вариант 9



Вариант 10

Рисунок 3.2 – Стержневые системы (варианты 7...10).

Пример №3.

Дано:

P=40 *кН*; ***A₁:A₂:A₃:A₄***= 2:1:3:1;

Решение:

Усилия, возникающие в стержнях обозначим ***N₁***; ***N₂***; ***N₃***; ***N₄***. Действие этих усилий, а также внешней нагрузки на горизонтальный брус изобразим на диаграмме усилий (рис. 3.3-б). Из рассмотрения этой диаграммы можно составить *3 уравнения равновесия*. Суммируя проекции всех сил на горизонтальную ось, получим *первое уравнение*:

$$N_3 \cdot \sin\alpha = 0 .$$

Так как $\sin\alpha = \frac{a}{\sqrt{a^2 + l^2}} \neq 0$, то из этого уравнения следует, что ***N₃≠0***.

Второе уравнение: проекция всех сил на вертикальную ось:

$$N_1 + N_2 + N_4 - P = 0 .$$

Третье уравнение получим, вычисляя сумму моментов всех сил относительно какой либо точки, например, точки приложения силы ***P***:

$$N_1 \cdot à - 2 \cdot N_4 \cdot a = 0 .$$

Полученные три уравнения статики относительно четырех усилий свидетельствуют о том, что данная система является один раз статически неопределимой. Для получения уравнения совместности деформации рассмотрим перемещение горизонтального бруса при деформации стержней. Под действием внешней нагрузки брус смещается как жесткое целое. Уравнения первого, второго и четвертого стержней обозначим, соответственно, ***l₁***; ***l₂***; ***l₄*** и изобразим эти уравнения на диаграмме перемещений (рис. 3.3-в).

Установим геометрическую связь между удлинениями. Из подобия этих треугольников следует:

$$\frac{\Delta l_1 - \Delta l_2}{a} = \frac{\Delta l_2 - \Delta l_4}{2 \cdot a} \text{ или } 2 \cdot \Delta l_1 - 3 \cdot \Delta l_2 + \Delta l_4 = 0 .$$

Выразим деформации через усилия:

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 \cdot l}{E \cdot A_1};$$

$$\Delta l_2 = \frac{N_2 \cdot l}{E \cdot A_2} + \frac{N_2 \cdot l}{2 \cdot E \cdot A_2};$$

$$\Delta l_4 = \frac{2 \cdot N_4 \cdot l}{E \cdot A_4} .$$

Из отношения $A_1:A_2:A_3:A_4$= 2:1:3:1 следует, что:

$\frac{A_1}{A_2} = 2$ или $A_2 = \frac{A_1}{2}$;

$\frac{A_1}{A_4} = 2$ или $A_4 = \frac{A_1}{2}$.

$$\Delta l_2 = \frac{2 \cdot N_2 \cdot l}{E \cdot A_1} + \frac{N_2 \cdot l}{E \cdot A_1}, \ \Delta l_4 = \frac{4 \cdot N_4 \cdot l}{E \cdot A_1}, \ \Delta l_1 = \frac{N_1 \cdot l}{E \cdot A_1},$$

$$2 \cdot N_1 - 9 \cdot N_2 + 4 \cdot N_4 = 0 .$$

Замыкающее уравнение и уравнения статики позволяют выразить усилия в стержнях:

$$\begin{cases} N_1 - 4{,}5 \cdot N_2 + 2 \cdot N_4 = 0 \\ N_1 + N_2 + N_4 - P = 0 \\ N_1 = 2 \cdot N_4 \end{cases},$$

$$\begin{cases} N_1 - 4{,}5 \cdot N_2 + 2 \cdot N_4 = 0 \\ + \\ 4{,}5 \cdot N_1 + 4{,}5 \cdot N_2 + 4{,}5 \cdot N_4 - 4{,}5 \cdot P = 0 \end{cases},$$

таким образом $5{,}5 \cdot N_1 + 6{,}5 \cdot N_4 - 4{,}5 \cdot P = 0$,

так как $N_1 = 2 \cdot N_4$, то $11 \cdot N_4 + 6{,}5 \cdot N_4 - 4{,}5 \cdot P = 0$,

или $N_4 = 10{,}286 кН$, $N_1 = 20{,}871 кН$.

$N_2 = P - N_4 - N_1$ или $N_2 = 9{,}143 кН$.

Из расчета на прочность определяем площадь сечения стержней:

$$A \geq \frac{|N|}{[\sigma]},$$

где [σ] – допускаемое напряжение, определяется $[\sigma] = \frac{\sigma_T}{k} = 200 МПа$.

$$A_1 \geq \frac{N_1}{[\sigma]} = \frac{20{,}571 \cdot 10^{-3}}{200} = 0{,}1028 \cdot 10^{-3} м^2 = 1{,}03 см^2,$$

$A_2 = 0{,}515 см^2$, $A_3 = 1{,}545 см^2$, $A_4 = 0{,}515 см^2$.

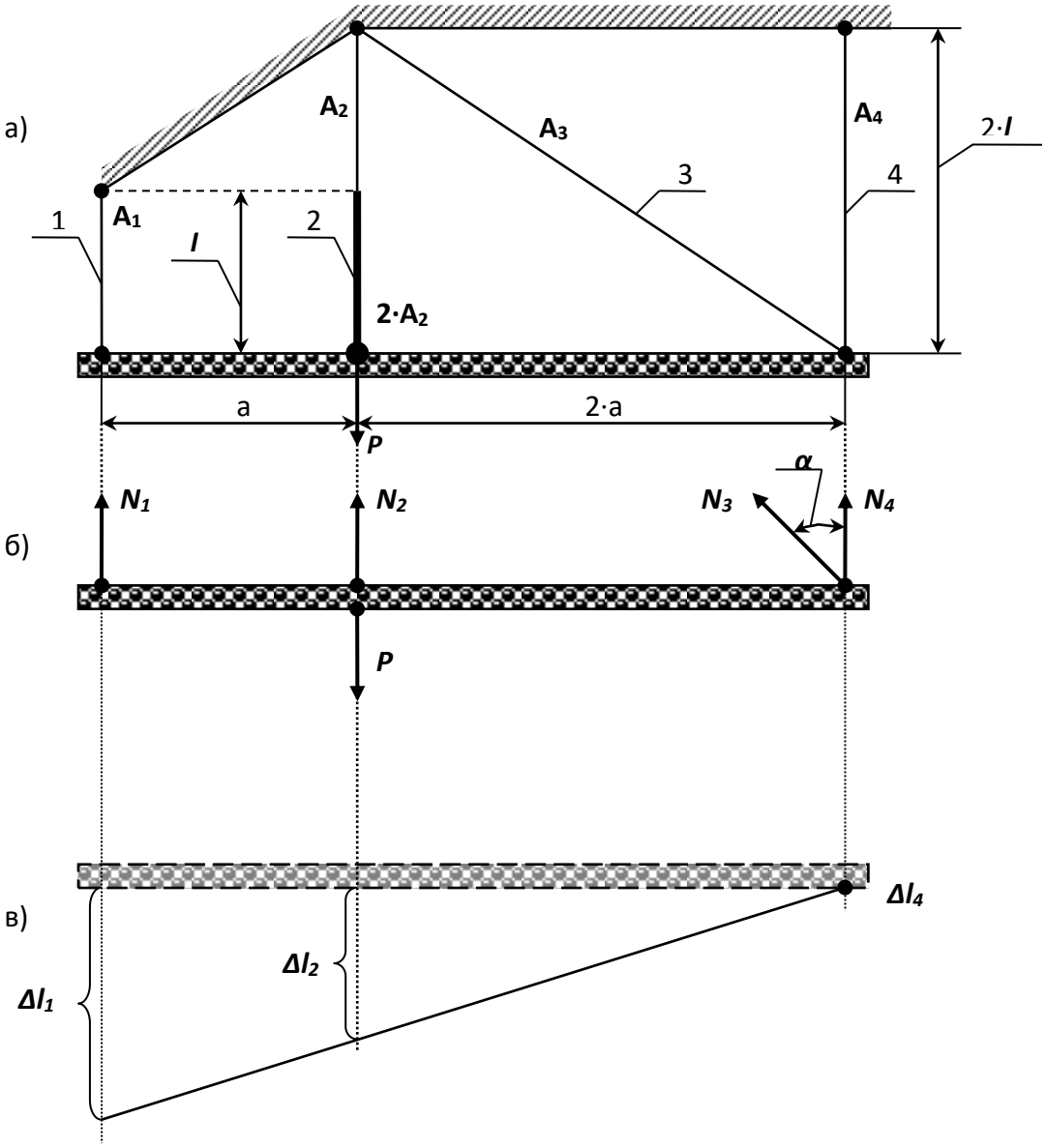


Рисунок 3.3 – Стержневая система.

Контрольные вопросы

1. Какие характерные точки и участки имеет диаграмма растяжения низкоуглеродистой стали?
2. Какие величины характеризуют прочность и пластичность?
3. Что такое наклеп?
4. Что называется условным пределом текучести и для каких материалов он определяется?
5. Как определяется работа, затраченная на разрыв образца?
6. Как изменяются механические свойства стали с повышением и понижением температуры?
7. Какие методы применяются для расчета строительных конструкций, узлов и деталей машин и механизмов?
8. Как записывается условие прочности растянутого стержня по методу предельных состояний?
9. В чем разница между методом допускаемых напряжений и разрушающих нагрузок?

4. Геометрические характеристики плоских сечений.

Для заданного в табл. 4 поперечного сечения, состоящего из швеллера и равнобокого уголка или из двутавра и равнобокого уголка, или из швеллера и двутавра (рис. 4.1 – 4.2), требуется:

1) определить положение центра тяжести;

2) найти величины осевых (экваториальных) и центробежного моментов инерции относительно центральных осей (z_C и y_C);

3) определить направление главных центральных осей *(**U** и **V**);*

4) найти величины моментов инерции относительно главных центральных осей;

5) вычертить сечение в масштабе **1:1** (на миллиметровочной бумаге) и указать на нем все размеры в числах и все оси.

При расчете все необходимые данные следует брать из таблиц сортамента и, ни в коем случае, не заменять части профилей прямоугольниками.

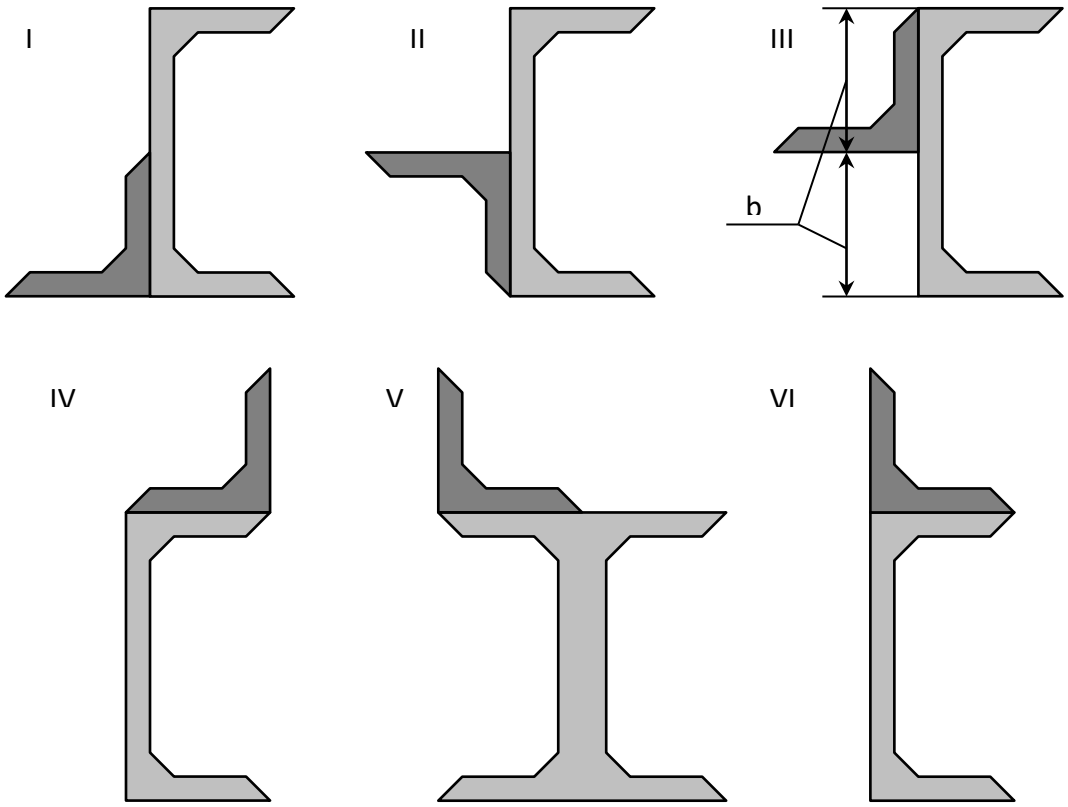


Рисунок 4.1 – Составное сечение (варианты 1...6).

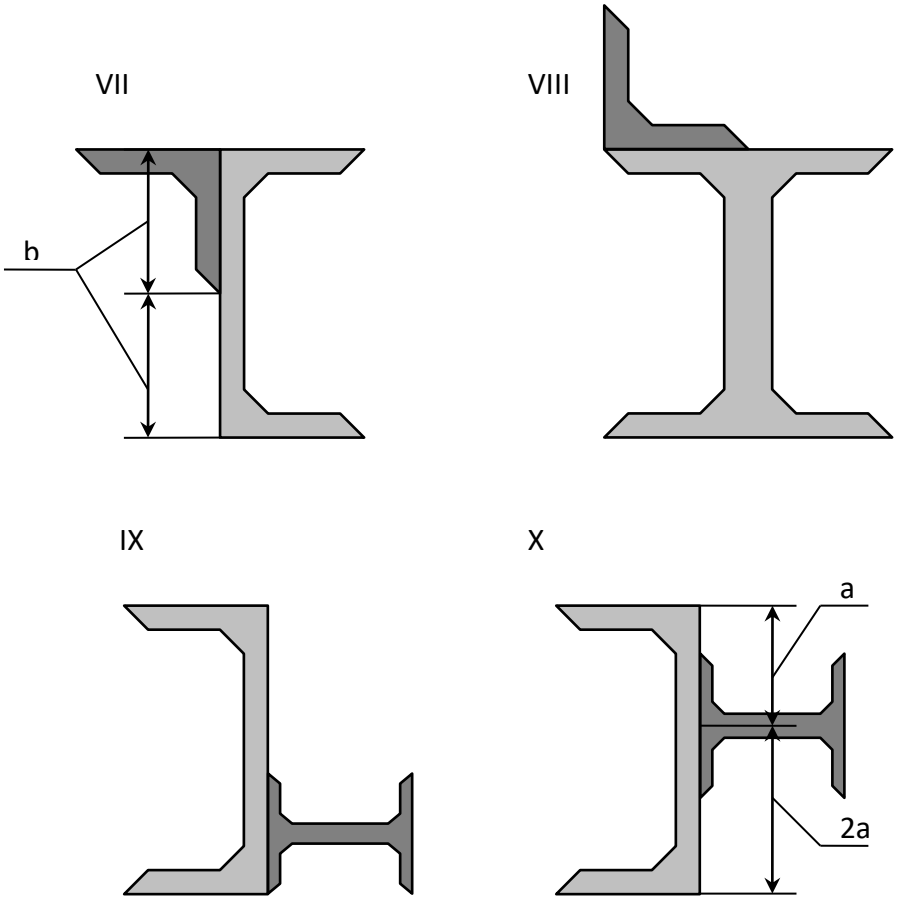


Рисунок 4.2 - Составное сечение (варианты 7…10).

Таблица 4 – Данные для элементов составного сечения.

№ строки	Тип сечения по рис. 4.1-4.2	Швеллер	Равнобокий уголок	Двутавр
1	I	14	80•80•8	12
2	II	16	80•30•6 90•90•8	14
3	III	18	90•90•7	16
4	IV	20	90•90•6	18
5	V	22	100•100•8	20а
6	VI	24	100•100•10	20
7	VII	27	100•100•12	22а

Пример №4

Дано:

Схема 10; швеллер № 24; двутавр № 24.

Решение:

Из сортамента выписываем, все необходимые геометрические характеристики для профилей, входящих в составное сечение:

Двутавр № 24 (ГОСТ 8239-72): $h_{дв}$= 0,24 *м*; $b_{дв}$= 0,115 *м*;

$A_{дв}$= 34,8·10^{-4} *м*^{2}; $J_{Xдв}$= 3460·10^{-8} *м*^{4}; $J_{Yдв}$= 198·10^{-8} *м*^{4}.

Швеллер №24 (ГОСТ 8240-72) : $h_{шв}$= 0,24 *м*; $b_{шв}$= 0,09 *м*;

$A_{шв}$= 30,6·10^{-4} *м*^{2}; $J_{Xдв}$= 2900·10^{-8} *м*^{4}; $J_{Yдв}$= 208·10^{-8} *м*^{4}; $Z_{Oшв}$= 0,0242 *м*.

1. Определение общей площади составного сечения.

Общая площадь составного сечения определяется по формуле:

$$A = A_{дв} + A_{шв} = 34{,}8 \cdot 10^{-4} + 30{,}6 \cdot 10^{-4} = 65{,}4 \cdot 10^{-4}\ м^2.$$

2. Определение центра тяжести составного сечения.

В качестве вспомогательных осей для определения положения центра тяжести примем горизонтальную и вертикальную оси $X_{шв}$ и $Y_{шв}$, проходящие через центр тяжести швеллера. Статические моменты площади всего сечения относительно этих осей будут равны:

$$S_{Xдв} = A_{дв} \cdot \left(0{,}5 \cdot h_{шв} - \frac{h_{шв}}{3}\right) = 34{,}8 \cdot 10^{-4} \cdot \left(0{,}5 \cdot 0{,}24 - \frac{0{,}24}{3}\right) = 13{,}92 \cdot 10^{-5}\ м^3;$$

$$S_{Yдв} = A_{дв} \cdot \left(Zo_{шв} + 0{,}5 \cdot h_{дв}\right) = 34{,}8 \cdot 10^{-4} \cdot \left(0{,}0242 + 0{,}5 \cdot 0{,}24\right) = 50{,}18 \cdot 10^{-5}\ м^3.$$

Координаты центра тяжести вычисляем, по формулам:

$$Y_C = \frac{S_{X\ddot{a}\hat{a}}}{\grave{A}} = \frac{13{,}92 \cdot 10^{-5}}{65{,}4 \cdot 10^{-4}} = 0{,}021\grave{i}\ .$$

3. Определение осевых и центробежного моментов инерции сечения относительно осей, проходящих через центр тяжести составного сечения.

Для определения указанных моментов инерции составного сечения воспользуемся формулами, выражающими зависимость между моментами инерции относительно параллельных осей:

$$J_{\tilde{O}_{\tilde{N}}} = J_{Y\ddot{a}\hat{a}} + \grave{A}_{\ddot{a}\hat{a}} \cdot a^2_{\ddot{a}\hat{a}} + J_{X\o\hat{a}} + \grave{A}_{\o\hat{a}} \cdot a^2_{\o\hat{a}}; \qquad (4.1)$$

$$J_{Y_C} = J_{X\ddot{a}\hat{a}} + \grave{A}_{\ddot{a}\hat{a}} \cdot c^2_{\ddot{a}\hat{a}} + J_{Y\o\hat{a}} + \grave{A}_{\o\hat{a}} \cdot c^2_{\o\hat{a}}; \qquad (4.2)$$

$$J_{X_C Y_C} = J^{\ddot{a}\hat{a}}_{XY} + \grave{A}_{\ddot{a}\hat{a}} \cdot a_{\ddot{a}\hat{a}} \cdot \tilde{n}_{\ddot{a}\hat{a}} + J^{\o\hat{a}}_{XY} + \grave{A}_{\o\hat{a}} \cdot a_{\o\hat{a}} \cdot c_{\o\hat{a}}. \qquad (4.3)$$

В этих формулах расстояние между осями, проходящими через центр тяжести составного сечения, и осями, проходящими через центры тяжести каждой составной части фигуры $\boldsymbol{a_{шв}}$ и $\boldsymbol{c_{дв}}$ (рис. 4.3) в рассматриваемом случае будут равны:

$$a_{\o\hat{a}} = -y_{\tilde{N}} = -0{,}021\grave{i}\ ;\quad \tilde{n}_{\o\hat{a}} = -x_{\tilde{N}} = -0{,}077\grave{i}\ ;$$

$$a_{\ddot{a}\hat{a}} = 0{,}5 \cdot h_{\o\hat{a}} - \frac{h_{\o\hat{a}}}{3} - \left|y_{\tilde{N}}\right| = 0{,}5 \cdot 0{,}24 - \frac{0{,}24}{3} - 0{,}021 = 0{,}019\grave{i}\ ;$$

$$c_{\ddot{a}\hat{a}} = Z_{\hat{I}\o\hat{a}} + 0{,}5 \cdot h_{\ddot{a}\hat{a}} - \left|x_{\tilde{N}}\right| = 0{,}0242 + 0{,}5 \cdot 0{,}24 - 0{,}077 = 0{,}067\grave{i}\ .$$

Подставив числовые значения величин в формулы (4.1) и (4.2), получим:

$$J_{X_C} = J_{Y\ddot{a}\hat{a}} + \grave{A}_{\ddot{a}\hat{a}} \cdot a^2_{\ddot{a}\hat{a}} + J_{X\o\hat{a}} + \grave{A}_{\o\hat{a}} \cdot a^2_{\o\hat{a}};$$

$$J_{X_C} = 198 \cdot 10^{-8} + 34{,}8 \cdot 10^{-8} \cdot (0{,}019)^2 + 2900 \cdot 10^{-8} + 30{,}6 \cdot 10^{-4} \cdot (-0{,}021)^2 = 33{,}59 \cdot 10^{-6}\grave{i}^{\ 4};$$

$$J_{Y_C} = J_{X\ddot{a}\hat{a}} + \grave{A}_{\ddot{a}\hat{a}} \cdot c^2_{\ddot{a}\hat{a}} + J_{Y\o\hat{a}} + \grave{A}_{\o\hat{a}} \cdot c^2_{\o\hat{a}};$$

$$J_{Y_C} = 3460 \cdot 10^{-8} + 34{,}8 \cdot 10^{-4} \cdot (0{,}067)^2 + 208 \cdot 10^{-4} \cdot (-0{,}077)^2 = 70{,}44 \cdot 10^{-6}\grave{i}^{\ 4}.$$

При вычислении центробежного момента инерции составного сечения следует иметь в виду, что $J_{XY}^{äâ}$ и $J_{XY}^{øâ}$ равны нулю, так как швеллер и двутавр имеют оси симметрии. Тогда:

$$J_{X_CY_C} = J_{XY}^{äâ} + À_{äâ} \cdot a_{äâ} \cdot c_{äâ} + J_{XY}^{øâ} + À_{øâ} \cdot a_{øâ} \cdot c_{øâ};$$

$$J_{X_CY_C} = 0 + 34{,}8 \cdot 10^{-4} \cdot (0{,}019) \cdot (0{,}067) + 0 + 30{,}6 \cdot 10^{-4} \cdot (-0{,}021) \cdot (-0{,}077) = 9{,}38 \cdot 10^{-6}\ ì^4.$$

4. Определение положения главных центральных осей инерции составного сечения.

Угол наклона главных осей инерции, проходящих через центр тяжести составного сечения, к центральным осям, инерции X_C и Y_C определим по формуле:

$$tg2\alpha = -\frac{2 \cdot J_{X_CY_C}}{J_{X_C} - J_{Y_Ñ}} = -\frac{2 \cdot 9{,}38 \cdot 10^{-6}}{33{,}59 \cdot 10^{-6} - 70{,}44 \cdot 10^{-6}} = 0{,}509 \Rightarrow 2\alpha \approx 26^0 58' \Rightarrow \alpha \approx 13^0 29'.$$

Так как угол получился положительным, то для отыскания положения главной оси максимального момента инерции **U** следует ось Y_C, осевой момент инерции относительно которой имеет наибольшее значение, повернуть на угол α против хода часовой стрелки. Вторая ось минимального момента инерции **V** будет перпендикулярна оси **U**.

5. Нахождение главных моментов инерции составного сечения и проведение проверок правильности их вычисления.

Величины главных центральных моментов инерции составного сечения вычисляем, по формуле:

$$J_{MAX.\min} = \frac{J_{X_C} + J_{Y_C}}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{J_{X_C} - J_{Y_C}}{2}\right)^2 + J_{X_C Y_C}^2};$$

$$J_{MAX} = \left[\frac{33{,}59 + 70{,}44}{2} + \sqrt{\left(\frac{33{,}59 - 70{,}44}{2}\right)^2 + 9{,}38^2}\right] \cdot 10^{-6} = (52{,}015 + 20{,}675) \cdot 10^{-6} = 72{,}69 \cdot 10^{-6} \text{ì}^4;$$

$$J_{\min} = (52{,}015 - 20{,}675) \cdot 10^{-6} = 31{,}34 \cdot 10^{-6} \text{ì}^4$$

Для контроля правильности вычисления величины моментов инерции составного сечения производим проверки.

1-ая проверка: $J_{MAX} + J_{\min} = J_{X_C} + J_{Y_C} = const$

$72{,}69 \cdot 10^{-6} + 31{,}34 \cdot 10^{-6} = 33{,}59 \cdot 10^{-6} + 70{,}44 \cdot 10^{-6} = 104{,}03 \cdot 10^{-6}$ *м*^{4} – *const* –верно

2-ая проверка: $J_{MAX} > J_{Y_C} > J_{X_C} > 0$

$72{,}69 \cdot 10^{-6} > 70{,}44 \cdot 10^{-6} > 33{,}59 \cdot 10^{-6} > 0 -$ верно.

Проверки удовлетворяются, что говорит о правильности вычисления моментов инерции составного сечения.

6. Определение радиусов эллипса инерции ***i_{MAX}*** *и* ***i_{min}***.

Используя формулы $i_{MAX} = \sqrt[2]{\frac{J_{MAX}}{A}}$ и $i_{\min} = \sqrt[2]{\frac{J_{\min}}{A}}$,

определяем значения радиусов инерции сечения и откладываем его по осям **U** и **V**:

$$i_{MAX} = \sqrt[2]{\frac{72{,}69 \cdot 10^{-6}}{65{,}4 \cdot 10^{-4}}} = 0{,}105\text{ì} = 10{,}5\tilde{n}\text{ì},$$

$$i_{\min} = \sqrt[2]{\frac{31{,}34 \cdot 10^{-6}}{65{,}4 \cdot 10^{-4}}} = 0{,}069\text{ì} = 6{,}9\tilde{n}\text{ì}.$$

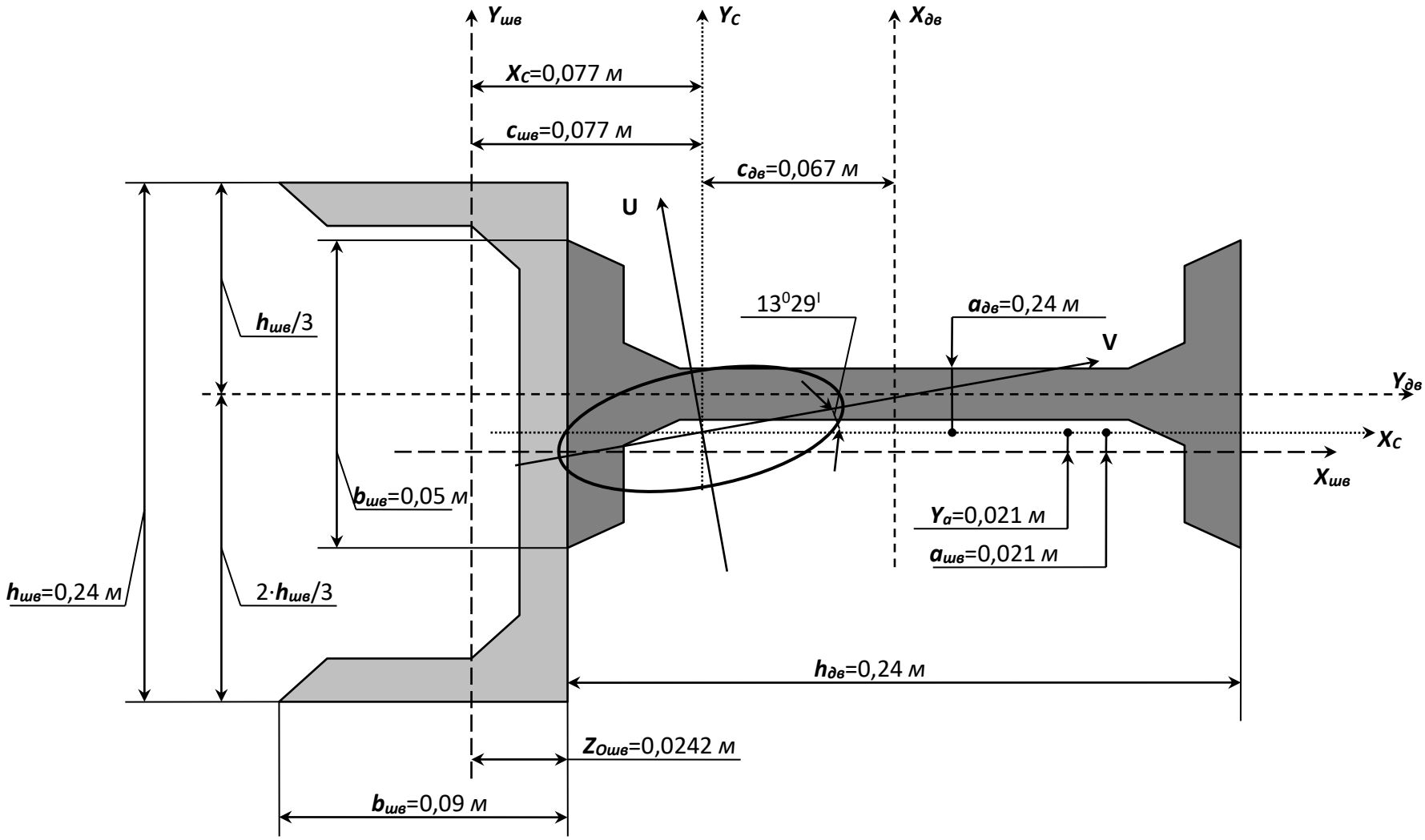


Рисунок 4.3 – Плоское сечение.

Контрольные вопросы

1.Что называется статическим моментом сечения относительно оси?

2.Какова размерность статического момента?

3.Чему равен статический момент относительно центральной оси?

4. По каким формулам определяются координаты центра тяжести?

5.Что называется осевым, полярным и центробежным моментом инерции?

6.Чему равна сумма осевых моментов инерции сечения относительно взаимно перпендикулярных осей?

7.Чему равны осевые моменты инерции круга, кольца относительно центральной оси?

8. Чему равны осевые моменты инерции прямоугольника и равнобедренного треугольника относительно центральной оси, параллельной их основанию?

9. Какие оси называются главными и какие- главными центральными?

10. Относительно каких центральных осей осевые моменты инерции имеют наибольшее значение?

11. Как определяется положение главных осей?

5. Кручение вала.

К стальному валу приложены три известных момента: M_1, M_2, M_3 (рис.5.1 – 5.2).

Требуется:

1) установить, при каком значении момента X угол поворота правого концевого сечения вала равен нулю;

2) для найденного значения X построить эпюру крутящих моментов;

3) при заданном значении $[\tau]$ определить диаметр вала из расчета на прочность и округлить его величину до ближайшей большей, соответственно равной: 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100 *мм*;

4) построить эпюру углов закручивания;

5) найти наибольший относительный угол закручивания (на 1 пог. м).

Данные взять из табл. 5.

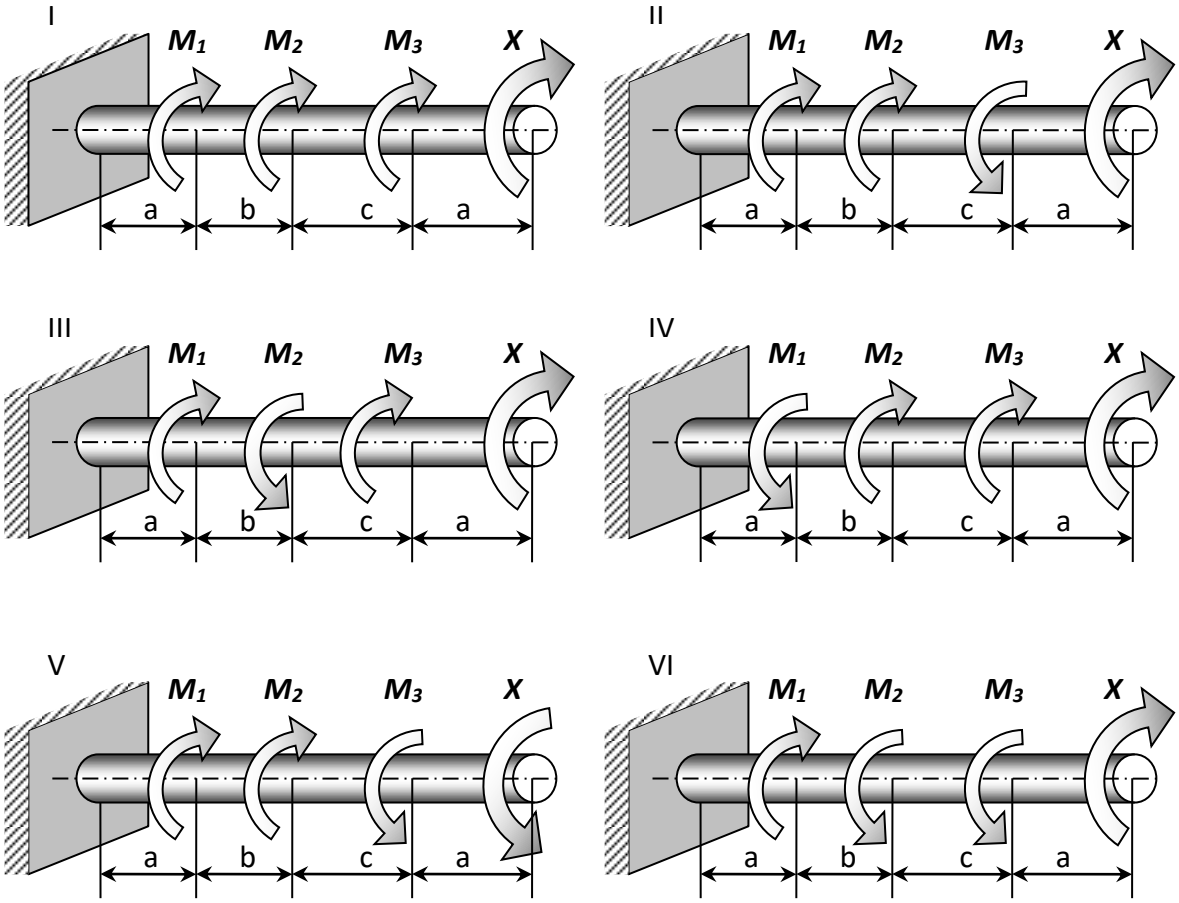


Рисунок 5.1 – Расчетные схемы (варианты 1...6).

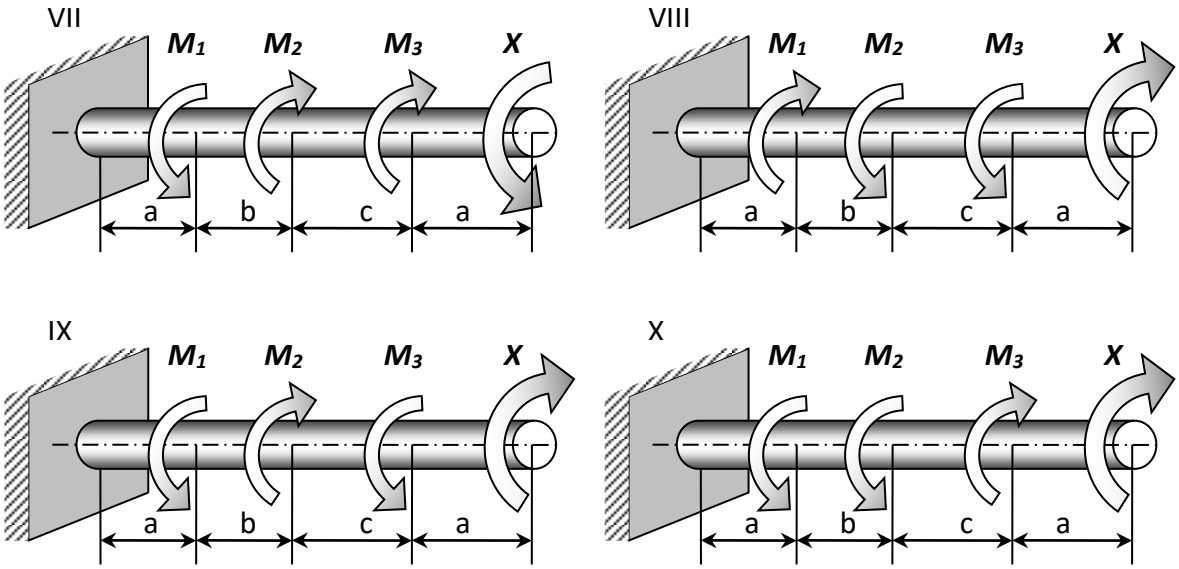


Рисунок 5.2 - Расчетные схемы (варианты 7...10).

Таблица 5 – Данные для задачи №4.

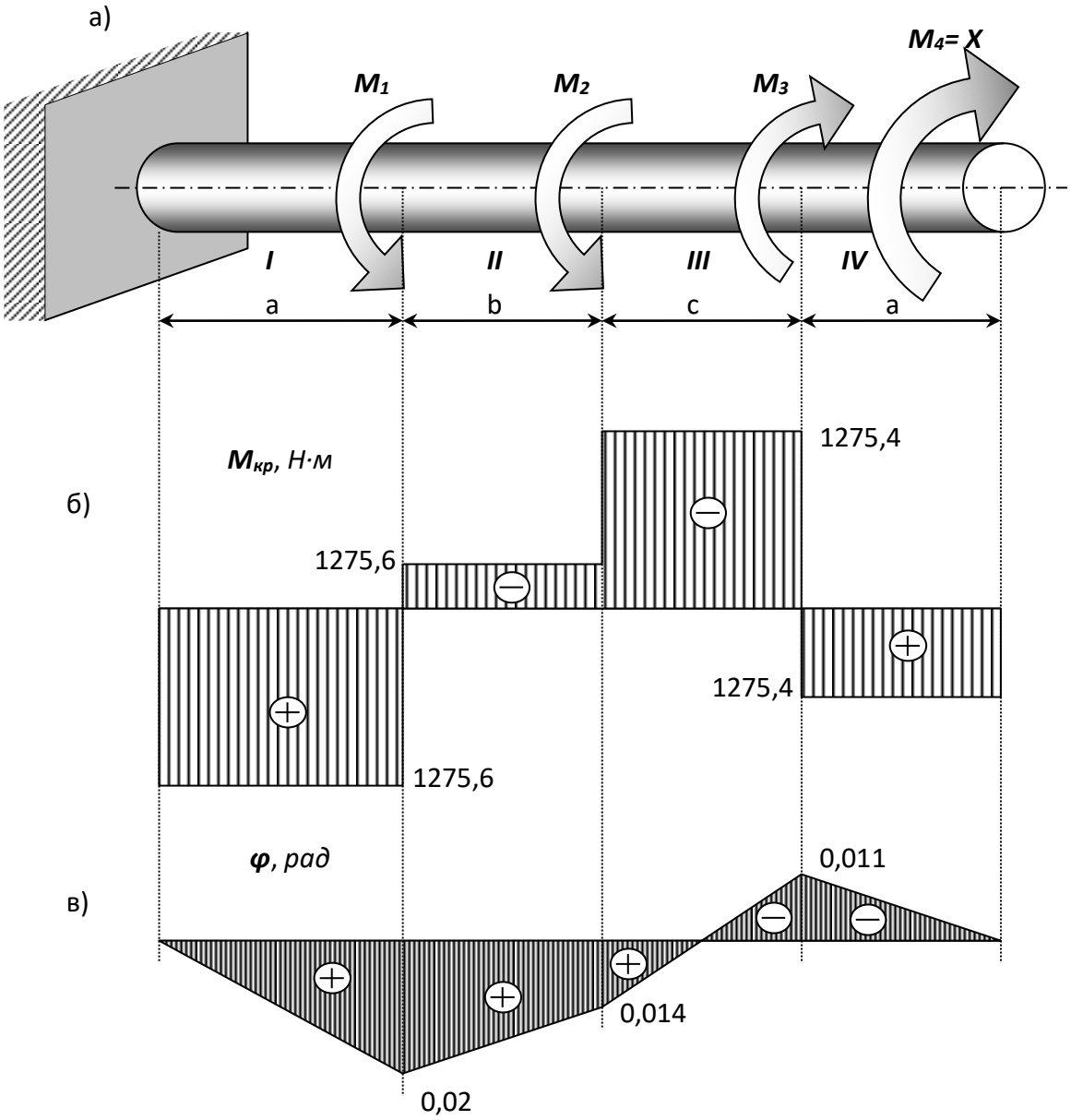
№ строки	Схема по рис. 2.1 – 2.2	Расстояния, *м*			Моменты, *кгс-м*			[τ], *кгс/см²*
		a	***b***	***c***	M_1	M_2	M_3	
1	I	1,1	1,1	1,1	110	110	110	350
2	II	1,2	1,2	1,2	120	120	120	400
3	III	1,3	1,3	1,3	130	130	130	450
4	IV	1,4	1,4	1,4	140	140	140	500
5	V	1,5	1,5	1,5	150	150	150	550
6	VI	1,6	1,6	1,6	160	60	160	600
7	VII	1,7	1,7	1,7	170	70	170	650
8	VIII	1,8	1,8	1,8	180	80	180	700
9	IX	1,9	1,9	1,9	190	90	190	750
10	X	2,0	2,0	2,0	200	100	200	800

ЗАДАЧА №5

Дано:

Схема 10; $\boldsymbol{a}$= 1,6 *м*; $\boldsymbol{b}$=2 *м*; $\boldsymbol{c}$ =2 *м*; $\boldsymbol{M_1}$ = 1570 *Н·м*; $\boldsymbol{M_2}$ = 981 *Н·м*; $\boldsymbol{M_3}$ = 1962 *Н·м*; [$\boldsymbol{\tau}$] = 34,34 *МПа.*

Решение:



а) расчетная схема б) **эпюра $M_{кр}$**, *Н·м*; **в) эпюра φ**, *рад*

Рисунок 5.3 – Расчет вала на прочность.

1. Установим, при каком значении момента X угол поворота правого концевого сечения вала равен «0».

Определим по методу сечений крутящий момент в сечении ***IV***.

Крутящий момент в любом, поперечном сечении определяется как алгебраическая сумма скручивающих внешних моментов, действующих по одну сторону от рассматриваемого сечения. Знак момента принимается

положительным, если крутящий момент, приложенный к сечению, при взгляде на него со стороны внешней нормали, вращает сечение по ходу часовой стрелки.

Рассмотрим сечение ***IV*** и равновесие правой отсеченной части:

4 участок: $\sum M_{пр} = M_{4êð} - X = 0;\ M_{4êð} = X;$

3 участок: $\sum M_{пр} = M_{3êð} - X - M_3 = 0;\ M_{3êð} = X + M_3;$

2 участок: $\sum M_{пр} = M_{2êð} - X - M_3 + M_2 = 0;\ M_{2êð} = X + M_3 - M_2;$

1 участок: $\sum M_{пр} = M_{1êð} - X - M_3 + M_2 + M_1 = 0;\ M_{1êð} = X + M_3 - M_2 - M_1/$

При нахождении угла закручивания на любом участке пользуемся формулой:

$$\varphi_i = \varphi_{i-1пр} + \frac{M_{кpi} \cdot x_i}{G \cdot L_p}.$$

Определим угол закручивания стержня на конце правого участка:

$$\varphi_{4пр} = \frac{M_{1êð} \cdot a}{G \cdot J_ð} + \frac{M_{2êð} \cdot b}{G \cdot J_ð} + \frac{M_{3êð} \cdot c}{G \cdot J_ð} + \frac{M_{4êð} \cdot a}{G \cdot J_ð}$$

Так как $\varphi_{4кр}$ по условию задачи равен «***0***», то $(G \cdot J_ð \neq 0)$:

$$Ì_{1êð} \cdot à + Ì_{2êð} \cdot b + Ì_{3êð} \cdot ñ + Ì_{4êð} \cdot à = 0;$$

$$(Õ + Ì_3 - Ì_2 - Ì_1) \cdot à + (Õ + Ì_3 - Ì_2) \cdot b + (Õ + Ì_3) \cdot ñ + Õ \cdot à = 0$$

$$Õ = -\frac{a \cdot (M_3 - M_2 - M_1) + b \cdot (M_3 - M_2) + M_3 \cdot c}{2a + b + c} =$$

$$-\frac{1{,}6 \cdot (1962 - 981 - 1570) + 2 \cdot (1962 - 981) + 1962 \cdot 2}{2 \cdot 1{,}6 + 2 + 2} = -686{,}6H \cdot ì$$

Знак «—» говорит о том, что момент ***X*** направлен противоположно показанному на рисунке. Для найденного значения ***X*** построим эпюру крутящих моментов (рис.5.3-б).

4 участок: $\sum M_{пр} = M_{4кр} + M_4 = 0;\ M_{4кр} = -M_4 = -686{,}6Нм;$

3 участок: $\sum M_{пр} = M_{3кр} + M_4 - M_3 = 0;\ M_{3кр} = -M_4 + M_3 = 1275{,}4Нм;$

2 участок: $\sum M_{пр} = M_{2кр} + M_4 - M_3 + M_2 = 0;\ M_{2кр} = -M_4 + M_3 - M_2 = 294{,}4Нм$

1 участок: $\sum M_{пр} = M_{1кр} + M_4 - M_3 + M_2 + M_1 = 0;$

$$M_{1кр} = -M_4 + M_3 - M_2 - M_1 = -1275{,}6 Нм .$$

2. При заданном значении [τ] определим диаметр вала из расчета на прочность.

Округлим его до ближайшего значения 30; 35; 40; 45; 50; 60; 70; 80; 90; 100*мм*.

Условие прочности при расчете деталей на кручение имеет вид:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_p} \le [\tau] . \qquad (5.1)$$

Так как, полярный момент сопротивления для круглого сечения:

$$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16}, \qquad (5.2)$$

то, подставляя выражение (2.2) в (2.1) , получим $d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_{кр}}{\pi \cdot [\tau]}}$. (2.3)

Из эпюры крутящих моментов видно, что максимальный крутящий момент: $M_{1êð} = 1275{,}6 H \cdot ì$.

Диаметр стержня (вала) определим по формуле (5.3), приняв его по всей длине одинаковым: $d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 1275{,}6}{3{,}14 \cdot 34{,}34 \cdot 10^6}} = 0{,}057 м = 57 мм$

В соответствии с приведенным рядом принимает: ***d***= 60 *мм*.

3. Построим, эпюру углов закручивания.

Для этого определим: $J_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32} = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}06^4}{32} = 12{,}72 \cdot 10^{-7} ì^4$.

Так как, крутящие моменты на всех участках постоянны, то эпюры углов закручивания будут прямолинейны. Определим углы закручивания в соответствии с формулой (5.1), при левом, конце защемленном, то есть $\varphi_A = 0$:

$$\varphi_{1np} = \frac{M_{1êð} \cdot a}{G \cdot J_p} = -\frac{1275{,}6 \cdot 1{,}6}{8 \cdot 10^{10} \cdot 12{,}72 \cdot 10^{7}} = -0{,}02\,ðàä;$$

$$\varphi_{2np} = \varphi_{1np} + \frac{M_{2êð} \cdot b}{G \cdot J_p} = -0{,}02 + \frac{294{,}4 \cdot 2}{101736} = -0{,}014\,ðàä;$$

$$\varphi_{3np} = \varphi_{2np} + \frac{M_{3êð} \cdot c}{G \cdot J_p} = -0{,}014 + \frac{1275{,}4 \cdot 2}{101736} = 0{,}011 ðàä;$$

$$\varphi_{4np} = \varphi_{3np} + \frac{M_{4êð} \cdot a}{G \cdot J_p} = 0{,}011 - \frac{686{,}6 \cdot 1{,}6}{101736} = 0.$$

4. Как видно из эпюры углов закручивания (рис. 5.3-в) наибольший относительный угол закручивания (на 1 *м*) будет на I-ом участке и III-ем участке:

$$\varphi_{\max} = \frac{\varphi_{1np} - 0}{a} = \frac{-0{,}02 - 0}{1{,}6} = 0{,}0125 \frac{рад}{м}.$$

Контрольные вопросы

1.Что такое чистый сдвиг?

2. Как записывается закон Гука при чистом сдвиге? Какие константы упругости вы знаете для изотропного материала и как они взаимосвязаны?

3.Из каких гипотез о кручении следует линейный закон распределения касательного напряжения в круглом поперечном сечении?

4.Что такое момент сопротивления сечения при кручении? В чем состоит условие прочности?

5.Как в общем случаи определяются углы закручивания?

6. Как найти диаметр вала , удовлетворяющего условиям прочности и жесткости?

6. Напряженно-деформированное состояние в точке.

Задание:

Для напряженного состояния (рис. 6.1 - 6.2) (напряжения даны в *МПа*).

Определить:

1) значения главных напряжений;

2) положение площадки, по которой действуют главные напряжения;

3) максимальные касательные напряжения;

4) главные деформации и относительное изменение объема.

Примечание:

Принять $\boldsymbol{E}$=200 *ГПа*, $\boldsymbol{\mu}$=0,3.

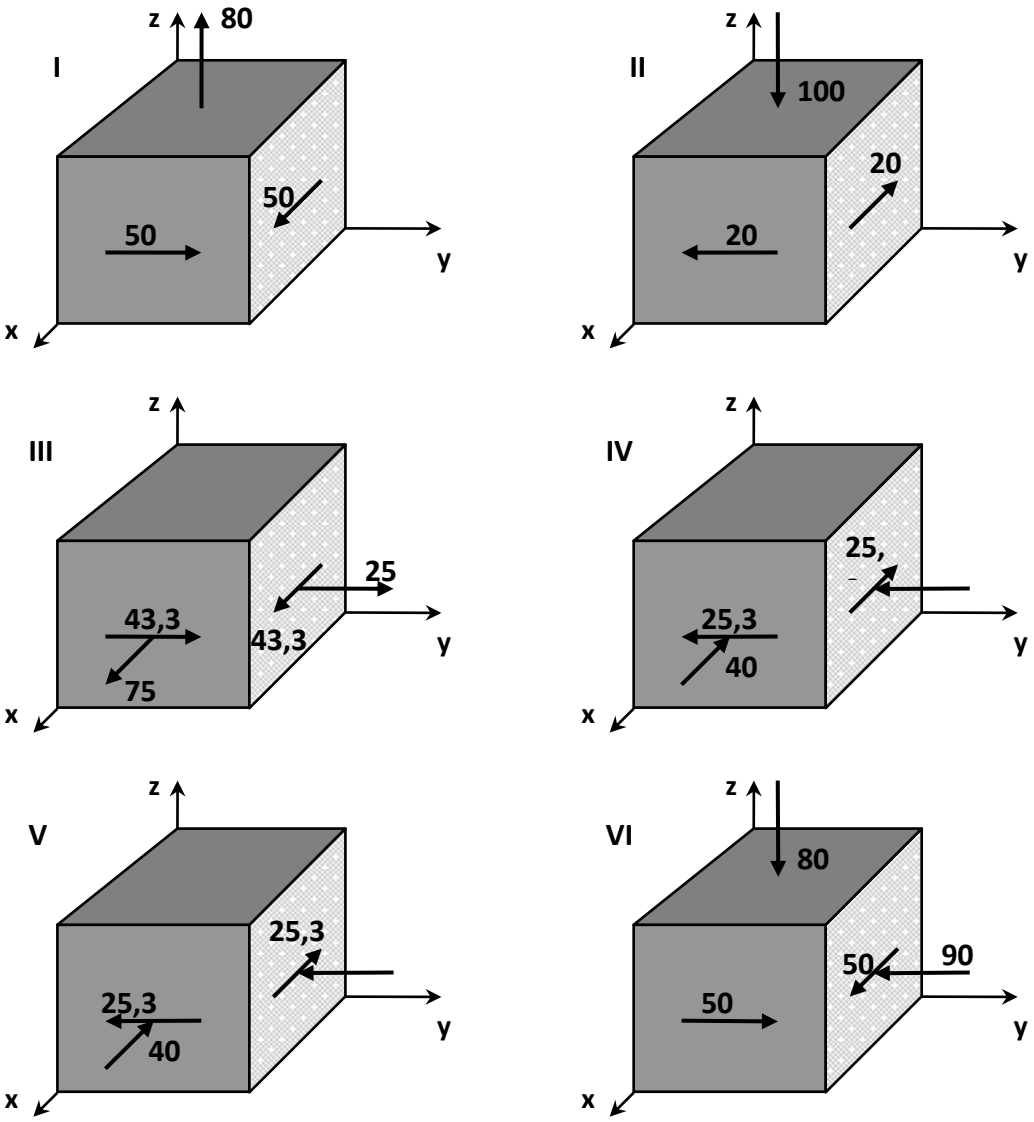


Рисунок 6.1 – Напряженное состояние (варианты 1...6).

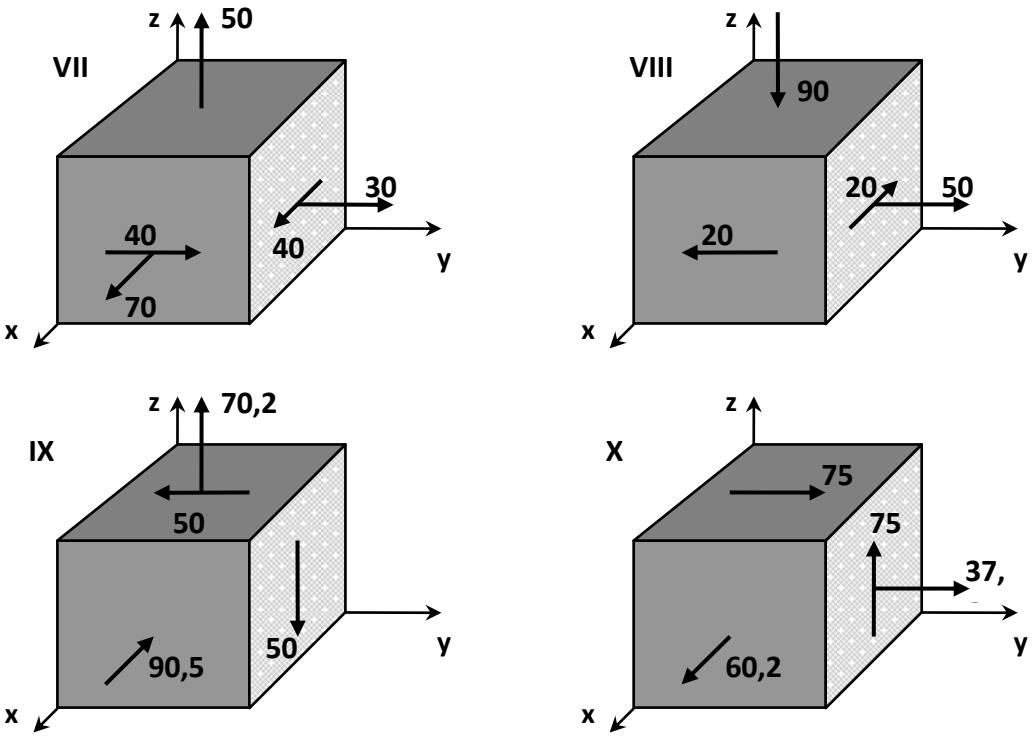


Рисунок 6.2 – Напряженное состояние (варианты 7...10).

Пример №6.

Дано:

P= 10 *МПа*; ***E***= 200 *ГПа*; ***μ***= 0,3.

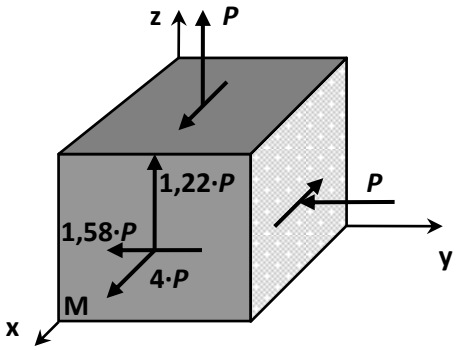


Рисунок 6.3 – Схема напряженного состояния.

Решение:

Согласно правилу знаков, для напряжений вычисляем значения компонент тензора напряжений:

$$\sigma_{\tilde{O}} = 3 \cdot Ð; \quad \sigma_Y = -Ð; \quad \sigma_Z = Ð;$$

$$\tau_{\tilde{O}Y} = -1{,}58 \cdot Ð; \quad \tau_{YZ} = 0; \quad \tau_Z = 1{,}22Ð.$$

Тензор напряжений записывается в виде:

$$\overline{\sigma} = \begin{bmatrix} 3 \cdot Ð & -1{,}58 \cdot Ð & 1{,}22 \cdot Ð \\ -1{,}58 \cdot Ð & -Ð & 0 \\ 1{,}22 \cdot Ð & 0 & Ð \end{bmatrix}.$$

Подставляя эти значения в:

$$\begin{vmatrix} \sigma_X - \sigma & \tau_{XY} & \tau_{XZ} \\ \tau_{YX} & \sigma_Y - \sigma & \tau_{YZ} \\ \tau_{ZX} & \tau_{ZY} & \sigma_Z - \sigma \end{vmatrix} = 0,$$

получаем характеристическое уравнение для определения главных напряжений:

$$\sigma^3 - 3 \cdot P \cdot \sigma^2 - 5 \cdot P^2 \cdot \sigma + 4 \cdot P^3 = 0 .$$

Разлагая левую часть этого уравнения на множители, получим:

$$(\sigma - 4 \cdot P) \cdot (\sigma^2 + P \cdot \sigma - P^2) = 0 ,$$

находим корни характеристического уравнения и, учитывая, что $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma$, определяем значения главных напряжений: $\sigma_1 = 4 \cdot Ð; \sigma_2 = 0{,}62 \cdot Ð;\ \sigma_3 = -1{,}62 \cdot Ð$.

Определим положение первой главной площадки, на которой действует напряжение $\sigma_1 = 3 \cdot Ð$.

Для этого рассмотрим два первых уравнения системы:

$$\left.\begin{aligned} (\sigma_X - \sigma_i) \cdot l_i + \tau_{XY} \cdot m_i + \tau_{XZ} \cdot h_i = 0 \\ \tau_{YX} \cdot l_i + (\sigma_Y - \sigma_i) \cdot m_i + \tau_{YZ} \cdot m_i = 0 \end{aligned}\right\} \quad 6.1 ,$$

$$\tau_{ZX} \cdot l_i + \tau_{ZY} \cdot m_i + (\sigma_Z - \sigma_i) \cdot m_i = 0$$

подставив в них $\sigma_i = \sigma_1 (i = 1)$, компоненты тензора напряжений на исходных площадках и условие нормировки, связывающие направляющие косинусы:

$$-l_1 - 1{,}58 \cdot m_1 - 1{,}22 \cdot n_1 = 0 ,$$

$$-1{,}58 \cdot l_1 - 5 \cdot m_1 = 0 ,$$

$$l_1^2 + m_1^2 + n_1^2 = 0 .$$

Решение этой системы определяет положение первой главной площадки с напряжением $\sigma_i = 4 \cdot Ð$:

$$l_1 = \cos \alpha_1 = 0{,}887 \quad (\alpha_1 = 27^0 30') ;$$

$$m_1 = \cos \beta_1 = -0{,}280 \quad (\beta_1 = 73^0 46') ;$$

$$n_1 = \cos \gamma_1 = -0{,}361 \quad (\gamma_1 = 68^0 50') .$$

Положение второй и третьей главных площадок определяется аналогично. При этом в систему уравнений (6.1) подставляются напряжения $\sigma_i = \sigma_2$ и $\sigma_i = \sigma_3$ соответственно.

Экстремальные касательные напряжения определяются по формуле:

$$\tau_{MAX} = \frac{1}{2} \cdot (\sigma_1 - \sigma_3),$$

$$\tau_{MAX} = \frac{(\sigma_1 - \sigma_3)}{2} = \frac{(4 \cdot P + 1{,}62 \cdot P)}{2} = 2{,}81 \cdot P.$$

Главные деформации – по уравнениям обобщенного закона Гука:

$$\varepsilon_X = \frac{1}{E} \cdot \left(\sigma_X - \mu \cdot \left(\sigma_Y + \sigma_Z\right)\right),$$

$$\varepsilon_Y = \frac{1}{E} \cdot \left(\sigma_Y - \mu \cdot \left(\sigma_X + \sigma_Z\right)\right),$$

$$\varepsilon_Z = \frac{1}{E} \cdot \left(\sigma_Z - \mu \cdot \left(\sigma_X + \sigma_Y\right)\right);$$

$$\gamma_{XY} = \frac{1}{G} \cdot \tau_{XY}, \qquad \gamma_{YZ} = \frac{1}{G} \cdot \tau_{YZ}; \qquad \gamma_{XZ} = \frac{1}{G} \cdot \tau_{XZ};$$

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{E} \cdot \left(4 \cdot P - \mu \cdot \left(0{,}62 \cdot P - 1{,}62 \cdot P\right)\right) = \frac{P \cdot \left(4 + \mu\right)}{E} = 0{,}215 \cdot 10^{-3},$$

$$\varepsilon_2 = \frac{1}{E} \cdot \left(0{,}62 \cdot P - \mu \cdot \left(4 \cdot P - 1{,}62 \cdot P\right)\right) = \frac{P \cdot \left(0{,}62 - 2{,}38 \cdot \mu\right)}{E} = -0{,}0047 \cdot 10^{-3}$$

$$\varepsilon_3 = \frac{1}{E} \cdot \left(-1{,}62 \cdot P - \mu \cdot \left(4 \cdot P + 0{,}62 \cdot P\right)\right) = \frac{-\left(1{,}62 + 4{,}62 \cdot \mu\right)}{E} = -0{,}15 \cdot 10^{-3}.$$

Относительное изменение объема вычисляем по формуле:

$$\theta = \frac{\Delta V}{V} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 = (0{,}215 + 0{,}067 - 0{,}15) \cdot 10^{-3} = 0{,}06 \cdot 10^{-3}.$$

Контрольные вопросы

1.Что такое напряженное состояние в точке?

2. Дайте понятие о главных напряжениях и трех напряженных состояниях?

3.Как расположены площадки с максимальным касательным напряжение и как они выражаются через главное напряжение?

4. Опишите порядок определения экстремальных напряжений в точке и их направлений в случае плоского напряженного состояния?

5. Что такое инварианты напряженного состояния? Как определяются экстремальные напряжения в точке в случае объемного напряженного состояния?

6. Что такое деформированное состояние в точке?

7. Как связаны относительные линейные и объемная деформация в точке?

7. Изгиб балки с различной жесткостью по длине.

Для балки, изображенной на рис. 7.1 требуется:

1) найти величину изгибающего момента на левой опоре (в долях $q \cdot l^2$);

2) построить эпюры ***Q*** и ***M;***

3) построить эпюру прогибов, вычислив две ординаты консоли.

Данные взять из табл. 7.

Таблица 7 – Исходные данные (по варианту).

№ строки	**Схема по рис. 7.1**	***в***	***k***
1	I	0,1	1,5
2	II	0,2	2
3	III	0,3	3
4	IV	0,4	4
5	V	0,5	5
6	VI	0,6	6
7	VII	0,7	7
8	VIII	0,8	8
9	IX	0,9	9
10	X	1,0	10

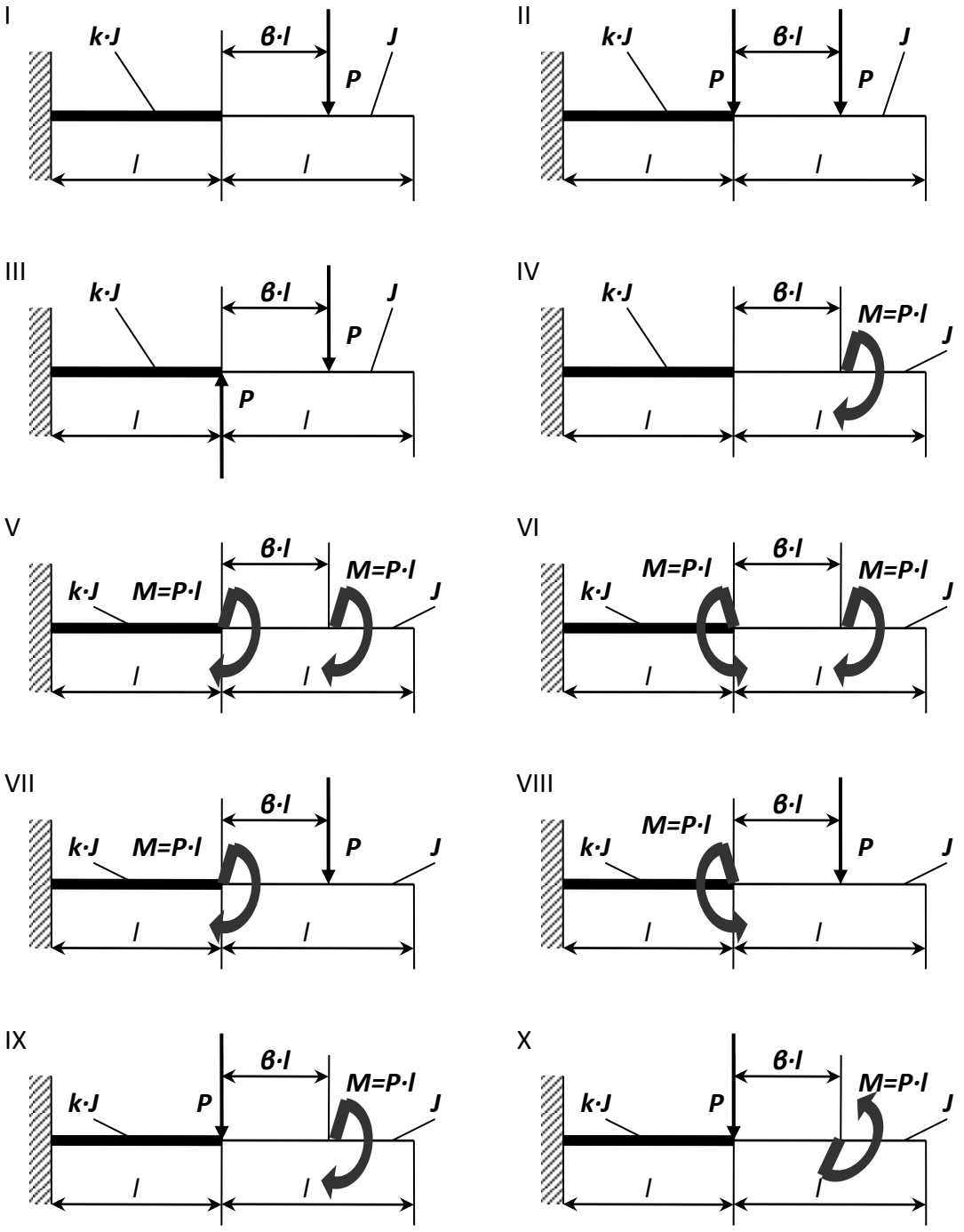


Рисунок 7.1 – Схема балки (по вариантам).

Пример №7.

Дано:

Схема 7, ***в***=1; ***k***=10.

Решение:

*1. Нахождение величины изгибающего момента на левой опоре (в долях **q·l**).*

Данный вид деформации относится к плосконапряженному состоянию. Поэтому для определения опорных реакций используются три уравнения статики:

$\sum F(y)=0;\ \sum F(x)=0;\ \sum m(i)=0.$

$$\sum m(A)=M_A-M-P\cdot(l+\beta\cdot l)=0,$$

$$M_A=M+P\cdot(l+\beta\cdot l)=P\cdot l+2\cdot P\cdot l=3\cdot P\cdot l;$$

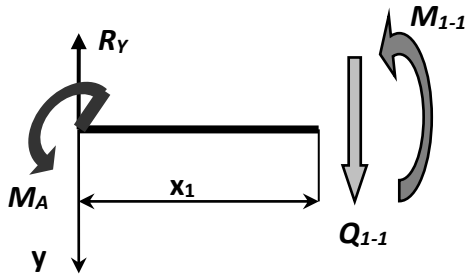
$$\sum F(y)=-R_Y+P=0\Rightarrow\quad R_Y=P;$$

$$\sum F(x)=R_X=0.$$

2. Построение эпюр Q и M.

Используя метод сечения и правило знака определяем значение поперечной силы (***Q***) и изгибающего момента (***M***).

Сечение 1-1: $0\le\tilde{o}_1\le l$;



$$\sum F(y)=Q_{1-1}-R_Y=0,$$

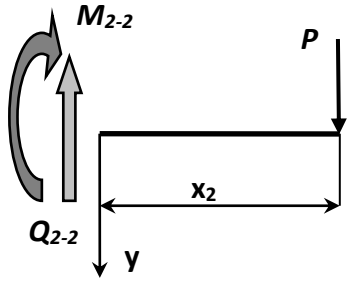
$$Q_{1-1}(0)=R_Y=P,$$

$$\sum m_{1-1}=M_{1-1}+M_A-R_Y\cdot x_1=0,$$

$$M_{1-1}(0) = R_Y \cdot x_1 - M_A = -M_A = -3 \cdot P \cdot l,$$

$$M_{1-1}(l) = P \cdot l - 3 \cdot P \cdot l = -2 \cdot P \cdot l.$$

Сечение 2-2: $0 \le \tilde{o}_2 \le l$;



$$\sum F(y) = P - Q_{2-2} = 0,$$

$$Q_{2-2}(0) = P,$$

$$\sum m_{2-2} = -M_{2-2} - P \cdot x_2 = 0,$$

$$M_{2-2} = -P \cdot x_2,$$

$$M_{2-2}(0) = 0,\ M_{2-2}(l) = -P \cdot l.$$

По найденным значениям строим эпюры (рис. 7.2).

3. Построение эпюры прогибов и вычисление двух ординат в консоли.

Используем уравнение начальных параметров.

Кинематические начальные параметры: $J \cdot E \cdot y_0 = 0$ и $J \cdot E \cdot \varphi_0 = 0$.

Статические начальные параметры: $Q_0 = R_Y = P$ и $M_O = M_A = -3 \cdot P \cdot l$.

Определим прогиб в точке **B**:

$$J \cdot E \cdot y_{\hat{A}} = J \cdot E \cdot y_O + J \cdot E \cdot \varphi_O \cdot l - \frac{M_O \cdot l^2}{2!} - \frac{Q_O \cdot l^3}{3!},$$

$$J \cdot E \cdot y_{\hat{A}} = \frac{3 \cdot P \cdot l \cdot l^2}{2} + \frac{P \cdot l \cdot l^3}{6} = \frac{9 \cdot P \cdot l^3 + P \cdot l^3}{6} = \frac{10}{6} \cdot P \cdot l^3.$$

Определим прогиб в точке **C**:

$$J \cdot E \cdot y_C = J \cdot E \cdot y_O + J \cdot E \cdot \varphi_O \cdot 2 \cdot l - \frac{M_O \cdot (2 \cdot l)^2}{2!} - \frac{Q_O \cdot (3 \cdot l)^3}{3!} + \frac{M \cdot l^2}{2!},$$

$$J \cdot E \cdot y_C = \frac{3 \cdot P \cdot l \cdot 4 \cdot l^2}{2} + \frac{P \cdot 8 \cdot l^3}{3} + \frac{P \cdot l \cdot l^2}{2} =$$

$$= \frac{12 \cdot P \cdot l^3}{2} + \frac{8 \cdot P \cdot l^3}{6} + \frac{P \cdot l^3}{2} = \frac{36 \cdot P \cdot l^3 + 8 \cdot P \cdot l^3 + 3 \cdot P \cdot l^3}{6} = \frac{47}{6} \cdot P \cdot l^3 .$$

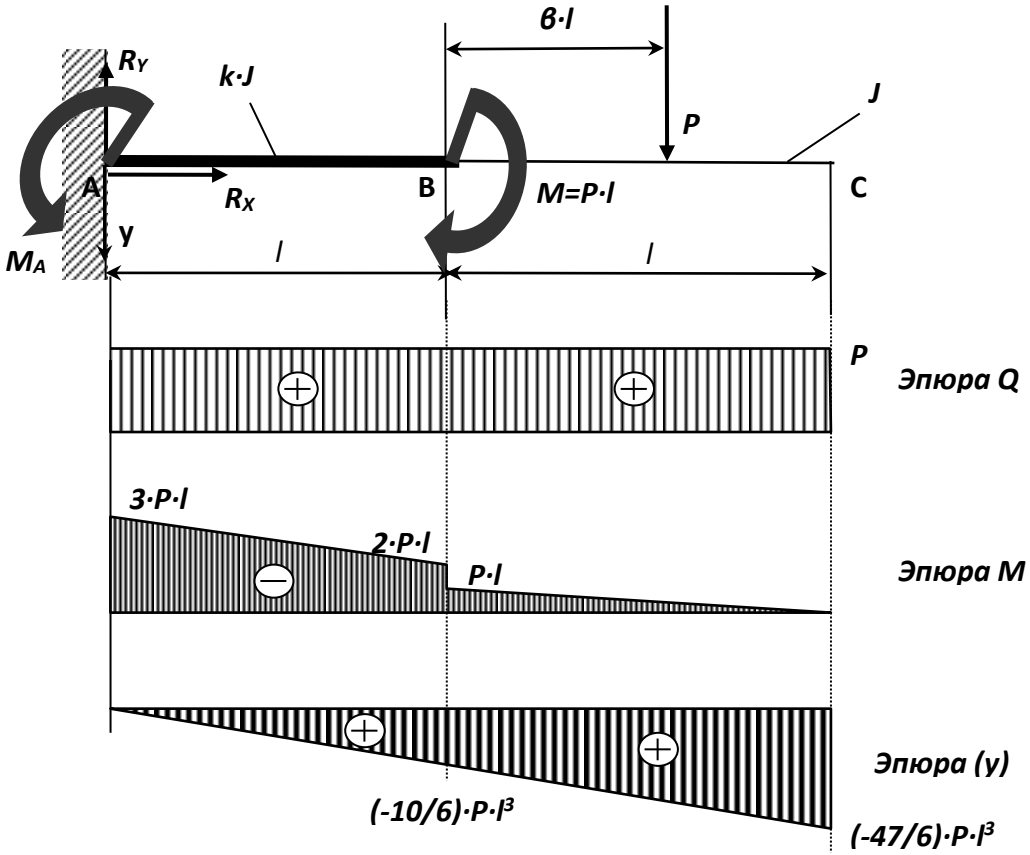


Рисунок 7.2 – Консольная балка с различной жесткостью по длине.

Контрольные вопросы.

1.Что дает использование гипотезы плоских сечений и гипотезы о ненадавливании волокон при выводе формулы нормальных напряжений при изгибе?

2. Что такое главные центральные оси сечения и главные плоскости изгиба? 3. Чем различаются изгиб в главной и неглавной плоскостях?

4.Какая геометрическая характеристика сечения определяет прочность по нормальным напряжениям при изгибе?

5.Как находится опасная точка в сечении при плоском изгибе, косом изгибе и в общем случаи?

7. Какие характерные стадии работы проходит балка из пластичного материала при возрастании нагрузки от нуля до предельного значения?

8. Почему эпюра нормальных напряжений при изгибе кривого стержня нелинейная по высоте сечения? Где расположены точки с наибольшим нормальным напряжением?

8. Изгиб статически неопределимой балки.

Для балки, изображенной на рис. 8.1 требуется:

1) найти величину изгибающего момента на левой опоре (в долях $q \cdot l^2$);

2) построить эпюры ***Q*** и ***M***;

3) построить эпюру прогибов, вычислив три ординаты в пролете и две на консоли. Данные взять из табл. 8.

Таблица 8. – Данные для задачи.

№ строки	Схема по рис. 8.1	α	β
1	I	0,1	0,1
2	II	0,2	0,2
3	III	0,3	0,3
4	IV	0,4	0,4
5	V	0,5	0,5
6	VI	0,6	0,6
7	VII	0,7	0,7
8	VIII	0,8	0,8
9	IX	0,9	0,9
10	X	1,0	1,0

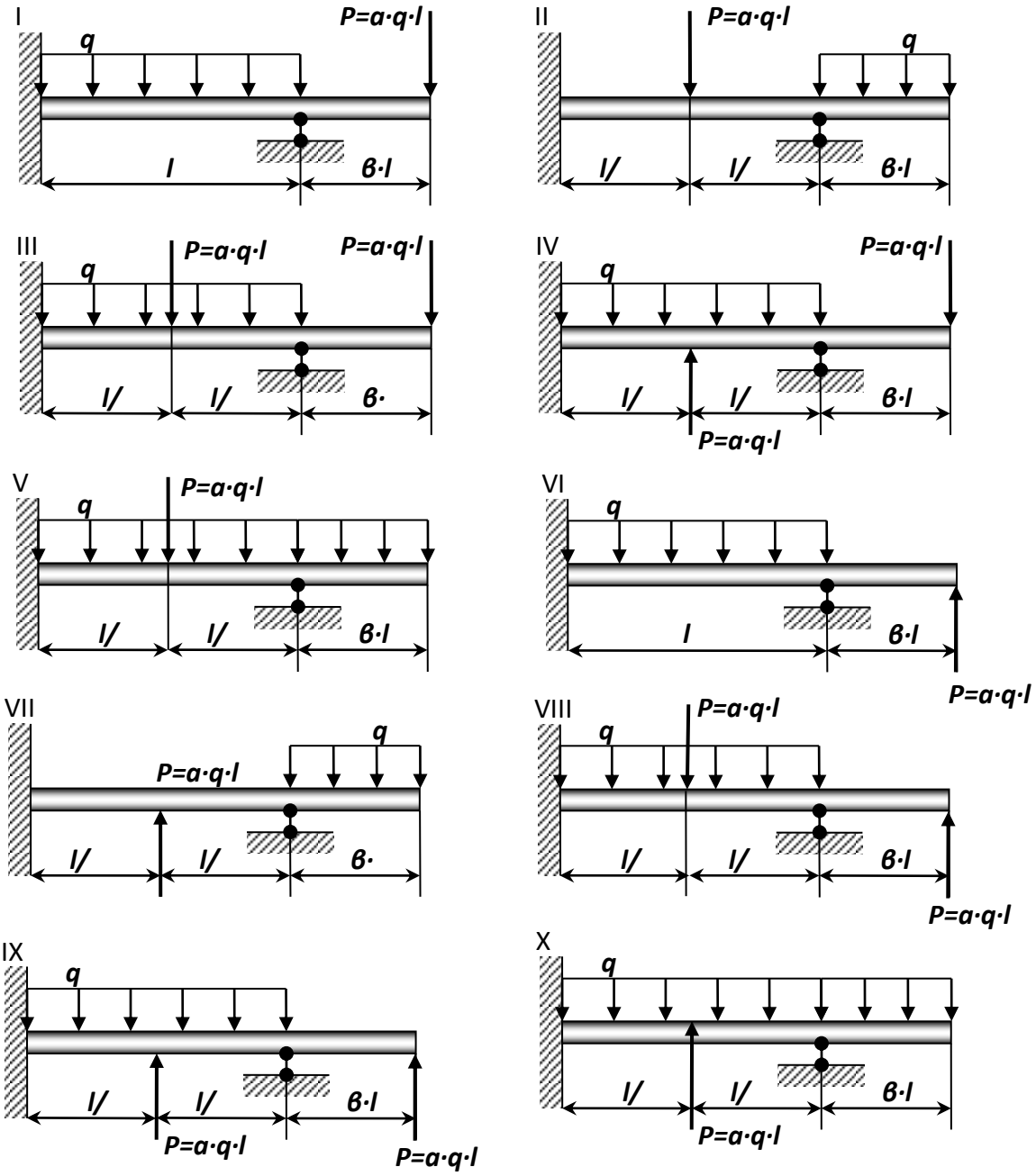


Рисунок 8.1 – Схема нагружения балки (по варианту).

Указания: Для ответа на первый вопрос нужно выбрать основную систему в виде свободно лежащей на двух опорах балки и составить уравнение деформаций, выражающее ту мысль, что суммарный угол поворота на левой опоре от заданной нагрузки и от опорного момента равен нулю. Для ответа на третий вопрос целесообразнее всего использовать метод начальных параметров, так как два начальных параметра (***y_0*** и ***Θ_0***) известны, а два других (***Mo*** и ***Qo***) будут найдены в процессе выполнения первых двух пунктов контрольной работы.

При построении эпюры прогибов надо учесть, что упругая линия балки обращена выпуклостью вниз там, где изгибающий момент положительный, и

выпуклостью вверх там, где он отрицательный. Нулевым точкам эпюры М соответствуют точки перегиба упругой линии.

Пример №8.

Дано:

Схема 5, $\alpha = 0{,}6;\ \ \beta = 0{,}5$.

Решение:

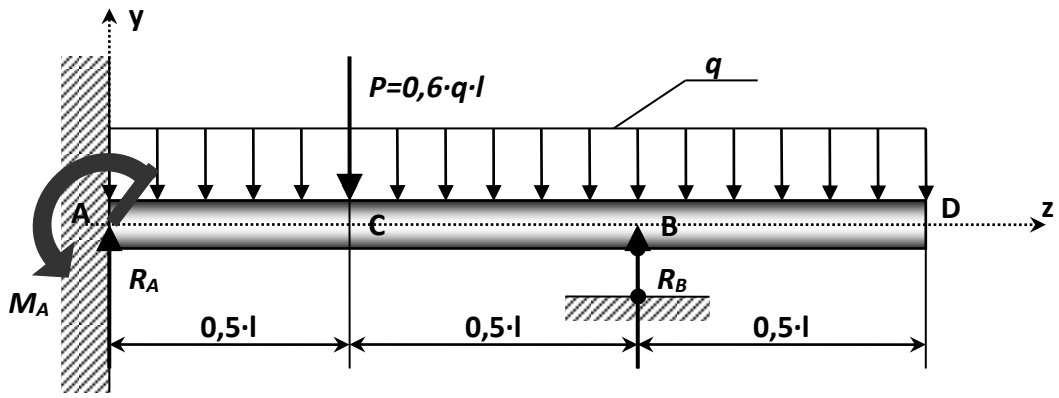


Рисунок 8.2 – Статически неопределимая балка.

1. Определение изгибающего момента на левой опоре (в долях ***q·l²****) и опорной реакции* R_A *(в долях* ***q·l****).*

Для этого составим два уравнения:

- уравнение статики, в виде суммы моментов всех сил относительно правой опоры (точки **B**);

- уравнение по методу начальных параметров, выражающее ту мысль, что прогиб на правой опоре равен нулю.

$$\sum m_B = \frac{q\cdot(0{,}5\cdot l)^2}{2} - \frac{q\cdot l^2}{2} - \frac{P\cdot l}{2} + R_A\cdot l - M_A = 0.$$

Преобразуя, получаем: $M_A = R_A \cdot l - 0{,}675 \cdot q \cdot l^2 = 0$ (8.1)

Составим, универсальное уравнение упругой линии балки:

$$EJy(z) = EJy_0 + EJ\theta_0 z - \frac{M_A \cdot z^2}{2} + \frac{R_A \cdot z^3}{6} - \frac{q \cdot z^4}{24} - \frac{P \cdot (z-0{,}5l)^3}{6}\Bigg|_{z>0,5l} + \frac{R_B \cdot (z-l)^3}{6}\Bigg|_{z>l}$$

Так как начало координат выбрано на опоре **А**, то начальными параметрами будут силовые факторы, прогиб и угол поворота, возникающие в жесткой заделке, то есть: $\theta_A = 0$ и $y_0 = y_A = 0$, тогда:

$$EJy(z) = -\frac{M_A \cdot z^2}{2} + \frac{R_A \cdot z^3}{6} - \frac{q \cdot z^4}{24} - \frac{P \cdot (z-0{,}5l)^3}{6}\Bigg|_{z>0,5l} + \frac{R_B \cdot (z-l)^3}{6}\Bigg|_{z>l}$$

Запишем полученное выражение для прогиба на правой опоре, то есть, когда ***y(z)=0*** и ***z=l***:

$$-\frac{M_A \cdot l^2}{2} + \frac{R_A \cdot l^3}{6} - \frac{q \cdot l^4}{24} - \frac{0{,}6 \cdot 0{,}5^3 \cdot q \cdot l^4}{6} = 0;$$

$$-0{,}5 \cdot M_A \cdot l^2 + 0{,}0542 \cdot q \cdot l^4 = 0. \quad (8.2)$$

Решая систему уравнений (8.1) и (8.2) находим:

$$R_A = 0{,}85 \cdot q \cdot l; \quad M_A = 0{,}175 \cdot q \cdot l^2.$$

*2. Построение эпюр **Q** и **M** по участкам.*

1 участок (**АС**): $0 \le z_1 \le 0{,}5 \cdot l$

$$M_1 = -M_A + R_A \cdot z_1 - \frac{q \cdot z_1^2}{2}; \qquad Q_1 = R_A - q \cdot z_1;$$

При $z_1 = 0$: $M_1 = -M_A = -0{,}175 \cdot q \cdot l^2; \qquad Q_1 = R_A = 0{,}85 \cdot q \cdot l.$

ПРИ $z_1 = 0{,}5 \cdot l$: $M_1 = 0{,}125 \cdot q \cdot l^2; \qquad Q_1 = 0{,}35 \cdot q \cdot l.$

2 участок (**СВ**): $0{,}5 \cdot l \le z_2 \le l$

$$M_2 = -M_A + R_A \cdot z_2 - \frac{q \cdot z_2^2}{2} - P \cdot (z_2 - 0{,}5 \cdot l); \quad Q_2 = R_A - q \cdot z_2 - P;$$

При $z_2 = 0{,}5 \cdot l$: $M_2 = 0{,}125 \cdot q \cdot l^2$; $Q_2 = -0{,}25 \cdot q \cdot l.$

При $z_2 = l$: $M_2 = -0{,}125 \cdot q \cdot l^2$; $Q_2 = -0{,}75 \cdot q \cdot l.$

3 участок (**DB**): $0 \le z_3 \le 0{,}5 \cdot l.$

Координату будем отсчитывать от правого конца балки:

$$M_3 = -\frac{q \cdot z_3^2}{2}; \qquad Q_3 + q \cdot z_3;$$

При $z_3 = 0;$ $M_3 = 0;$ $Q_3 = 0.$

При $z_3 = 0{,}5 \cdot l$: $M_3 = -0{,}125 \cdot q \cdot l^2$; $Q_3 = 0{,}5 \cdot q \cdot l.$

По полученным значениям, строим эпюры ***Q*** и ***M***. Из эпюры ***Q*** определяем неизвестное ранее значение $R_B = 1{,}279 \cdot q \cdot l$.

3. Построение эпюры прогибов.

Для чего вычислим три ординаты в пролете и две на консоли. Составим универсальное уравнение упругой линии балки:

$$EJy(z) = -\frac{M_A \cdot z^2}{2} + \frac{R_A \cdot z^3}{6} - \frac{q \cdot z^4}{24} - \frac{P \cdot (z - 0{,}5 \cdot l)^3}{6}\Bigg|_{z>0{,}5l} + \frac{R_B \cdot (z - l)^3}{6}\Bigg|_{z>l}.$$

При $z = 0{,}25 \cdot l$: $EJy(z) = -3{,}42 \cdot 10^{-3} \cdot q \cdot l^4.$

При $z = 0{,}5 \cdot l$: $EJy(z) = -6{,}77 \cdot 10^{-3} \cdot q \cdot l^4.$

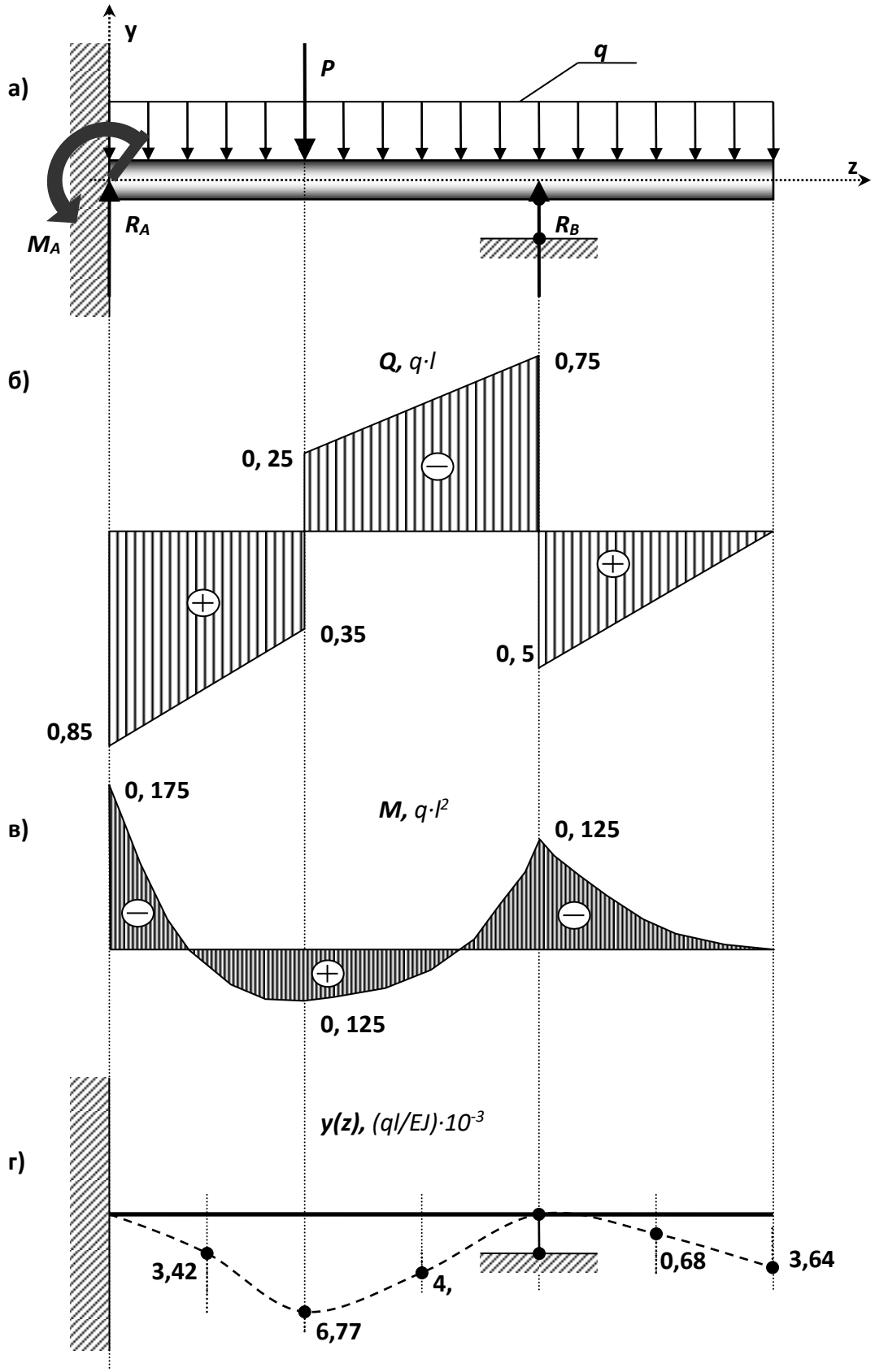
При $z = 0{,}75 \cdot l$: $EIy(z) = -4{,}2 \cdot 10^{-3} \cdot q \cdot l^4.$

При $z = l$: $EIy(z) = 0.$

При $z = 1{,}25 \cdot l$: $EIy(z) = -0{,}68 \cdot 10^{-3} \cdot q \cdot l^4.$

При $z = 1{,}5 \cdot l$: $EIy(z) = -3{,}64 \cdot 10^{-3} \cdot q \cdot l^4.$

При построении эпюры прогибов видно, что упругая линия балки обращена выпуклостью вниз там, где момент положителен и выпуклостью вверх там, где он отрицательный. Нулевым, точкам эпюры M_X соответствуют точки перегиба упругой линии.



а) схема нагружения; б) эпюра Q, ($q \cdot l$); в) эпюра M, ($q \cdot l^2$);

г) эпюра y(z), $(ql/EJ) \cdot 10^{-3}$

Контрольные вопросы

1. Как связаны функции прогибов, углов поворота сечений и углов наклона касательных к оси балки?

2.Что называется статически определимой и статически неопределимой системами?

3.Что такое геометрически неизменяемая и геометрически изменяемая стержневые системы?

4.Что такое основная система метода сил?

5.В чем заключается выбор основной системы?

6.Какой физический смысл уравнений деформаций(канонических уравнений метода сил)?

7.Как определяются внутренние усилия в статически неопределимых системах?

8.Чем определяется предельное состояние изгибаемой системы?

9.Что такое предельная нагрузка и как она определяется?

9. Изгиб консольной балки.

Для заданной схемы консольной балки (рис. 9.1-9.3) требуется написать выражения ***Q*** и ***M*** для каждого участка в общем виде, построить эпюры ***Q*** и ***M***, найти M_{MAX} и подобрать для схемы деревянную балку круглого поперечного сечения при $[\sigma] = 80$ *кгс/см*^{2}. Данные взять из табл. 9.

Таблица 9. – Исходные данные (по вариантам).

№ строки	Схема по рис. 9.1 – 9.3	l_1, *м*	Расстояния в долях пролета $\frac{a_1}{a}$	$\frac{a_2}{a}$	$\frac{a_3}{a}$	***M***, *тс·м*	Сосредоточенная сила ***P***, *тс*	***q***, *тс/м*
1	I	1,1	1	9	1	1,0	1.0	1,0
2	II	1,2	2	8	2	2,0	2.0	2,0
3	III	1,3	3	7	3	0,3	0,3	0,3
4	IV	1,4	4	6	4	0,4	0,4	0,4
5	V	1,5	5	5	5	0,5	0,5	0,5
6	VI	1,6	6	6	1	0,6	0.6	0,6
7	VII	1,7	7	7	2	0,7	0,7	0,7
8	VIII	1,8	8	8	3	0,8	0,8	0,8
9	IX	1,9	9	9	4	0,9	0,9	0,9
0	X	2,0	10	10	5	1,0	1,0	1,0

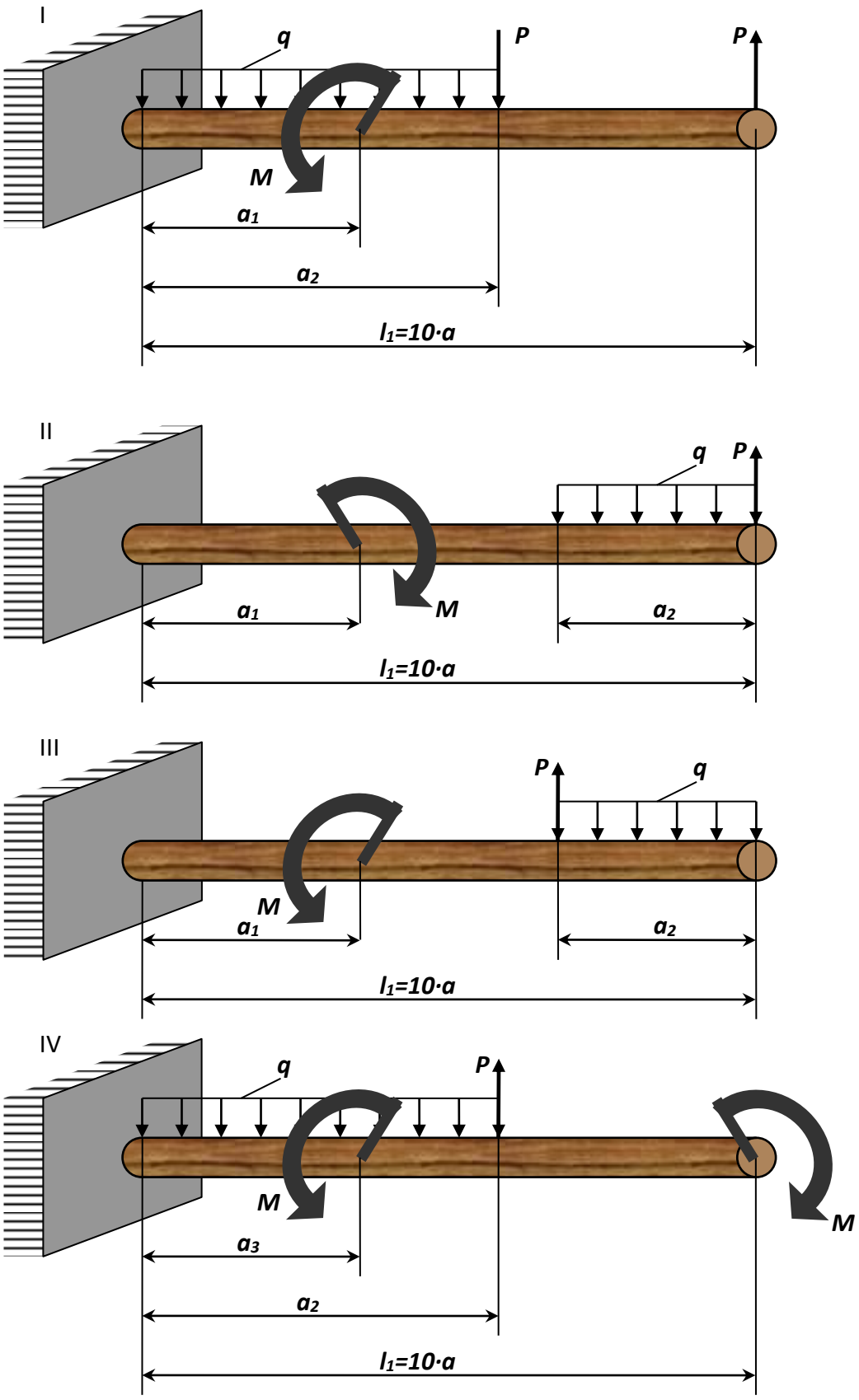


Рисунок 9.1 – Консольная балка (варианты 1...4).

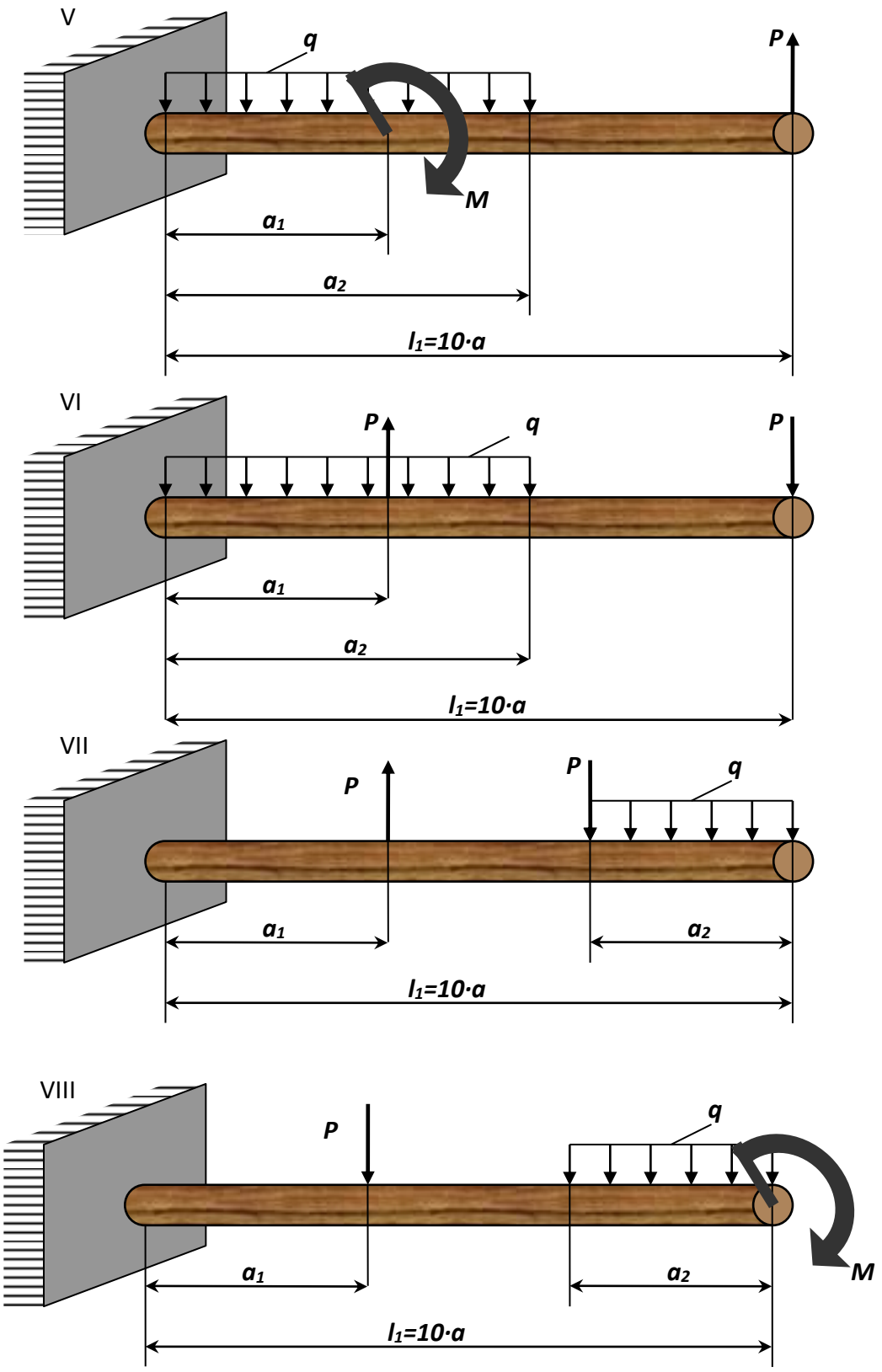


Рисунок 9.2 - Консольная балка (варианты 5...8).

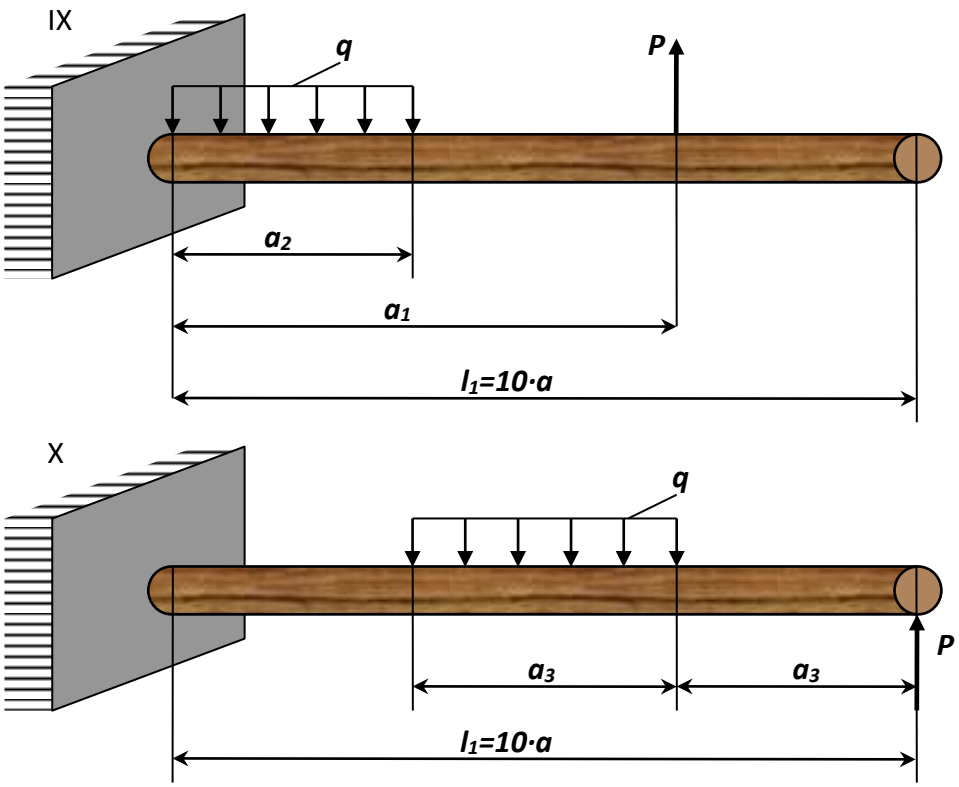


Рисунок 9.3 - Консольная балка (варианты 9...10).

Пример №9.

Дано:

Схема 10, l_1=2*м*; a_3=1*м*; ***P***=9,81 *кН*; ***q***=9,81 *кН/м;* [***σ***]=7,85 *МПа*.

Решение:

1. Определение опорных реакций.

Опорные реакции определим из условий равновесия статики:

$$\sum Y = 0; \quad -R_A + P - q \cdot a_3 = 0 \Rightarrow R_A = P - q \cdot a_3 = 9{,}81 - 9{,}81 = 0;$$

$$M_A - P \cdot l_1 + \frac{q \cdot a_3^2}{2} = 0 \Rightarrow M_A = P \cdot l_1 - \frac{q \cdot a_3^2}{2} = 9{,}81 \cdot 2 - \frac{9{,}81 \cdot 1^2}{2} = 14{,}72 \hat{e} H \hat{i} \ .$$

Проверка:

$$\sum M_B = M_A - \frac{q \cdot a_3^2}{2} - P \cdot a_3 - R_A \cdot a_3 = 14{,}72 - \frac{9{,}81 \cdot 1^2}{2} - 9{,}81 \cdot 1 - 0 = 0$$ - **верно**.

*2. Определение изгибающих моментов **M** и поперечных сил **Q**.*

Для составления аналитических выражений ***M*** и ***Q*** следует определить количество расчетных участков балки. В нашем случае балка имеет два расчетных участка: **BC**, **CA**. Границами участков при этом считаются точки приложения внешних сил (нагрузок), в том, числе и опорных реакций. Аналитические выражения ***M*** и ***Q*** составляем, по участкам, используя метод сечений. В целях упрощения выражений ***M*** и ***Q*** координату будем исчислять от правого конца балки.

1 участок (**BC**): $0 \le x_1 \le 1 м$

$$M_1 = P \cdot x_1; \qquad Q_1 = -P;$$

При $x_1 = 0$: $M_1 = 0$; $Q_1 = -9{,}81 кН$.

При $x_1 = 1м$: $M_1 = 9{,}81 кНм$; $Q_1 = -9{,}81 кН$.

2 участок (**СА**): $1м \le x_2 \le 2м$;

$$M_2 = P \cdot x_2 - \frac{q \cdot (x_2 - 1)^2}{2}; \quad Q_2 = q \cdot (x_2 - 1) - P.$$

При $x_2 = 1м$: $M_2 = 9{,}81 кНм$; $Q_2 = -9{,}81 кН$.

При $x_2 = 2м$: $M_2 = 14{,}72 кНм$; $Q_2 = 0$.

3. Построение эпюр M и Q.

По числовым значениям ординат ***M*** и ***Q***, полученных для характерных: точек, строим в масштабе эпюру изгибающих моментов ***M*** и поперечных сил ***Q***. При этом следует иметь в виду, что положительные ординаты эпюры ***Q*** откладываются вниз, а отрицательные вверх. Ординаты эпюры ***M*** откладываются со стороны растянутого волокна, т. е. отрицательные значения вверх, а положительные вниз.

4. Подбор поперечного сечения круглой деревянной балки.

В нашем случае опасным сечением, балки является сечение, где:

$$M_{max} = 14{,}72 кН \cdot м .$$

Сечение балки подбираем, из условия прочности:

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W} \le [\sigma], \text{ где } [\sigma] = 7{,}85 МПа,$$

откуда момент сопротивления:

$$W = \frac{M_{max}}{[\sigma]} = \frac{14{,}72 \cdot 10^3}{7{,}85 \cdot 10^6} = 1{,}88 \cdot 10^{-3} м^3.$$

Так как момент сопротивления крупного сечения:

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32},$$

то, приравнивая это значение к найденной величине, определим:

$$\frac{\pi \cdot d^3}{32} = 1{,}88 \cdot 10^{-3}$$ отсюда:

$$d = \sqrt[3]{\frac{1{,}88 \cdot 10^{-3} \cdot 32}{3{,}14}} = 0{,}267 м = 267 мм \cdot$$

Согласно СТ СЭВ 229-75 принимаем ***d***=280*мм*.

Контрольные вопросы

1.Какие перемещения вычисляются при изгибе?

2.Почему метод определения перемещений называется энергетическим методом?

3.Чему равна потенциальная энергия деформации стержня при изгибе?

4. Какова цель двухэтажного нагружения балки при выводе интеграла Мора?

5.В каком порядке производится определения линейных и угловых деформаций по формуле О. Мора?

6.В чем физический смысл интеграла О.Мора?

7. В чем геометрический смысл интеграла О.Мора?

8.Поясните величины, входящие в формулу Т.Симпсона?

10. Определение деформации при изгибе.

Для заданной схемы балки, шарнирно опертой на две опоры (рис. 10.1-10.3), требуется написать выражения ***Q*** и ***M*** для каждого участка в общем виде, построить эпюры ***Q*** и ***M***, найти M_{MAX} и подобрать стальную балку двутаврового поперечного сечения при [***σ***]=1600 *кгс/см*^{2}. Данные взять из табл. 10.

Таблица 10. – Исходные данные для задачи.

№ строки	Схема по рис. 10.1 – 10.3	l_2, м	Расстояния в долях пролета $\frac{a_1}{a}$	$\frac{a_2}{a}$	$\frac{a_3}{a}$	M, тс·м	Сосредоточенная сила P, тс	q, тс/м
1	I	6	1	9	1	1,0	1.0	1,0
2	II	7	2	8	2	2,0	2.0	2,0
3	III	3	3	7	3	0,3	0,3	0,3
4	IV	4	4	6	4	0,4	0,4	0,4
5	V	5	5	5	5	0,5	0,5	0,5
6	VI	6	6	6	1	0,6	0.6	0,6
7	VII	7	7	7	2	0,7	0,7	0,7
8	VIII	8	8	8	3	0,8	0,8	0,8
9	IX	9	9	9	4	0,9	0,9	0,9
10	X	10	10	10	5	1,0	1,0	1,0

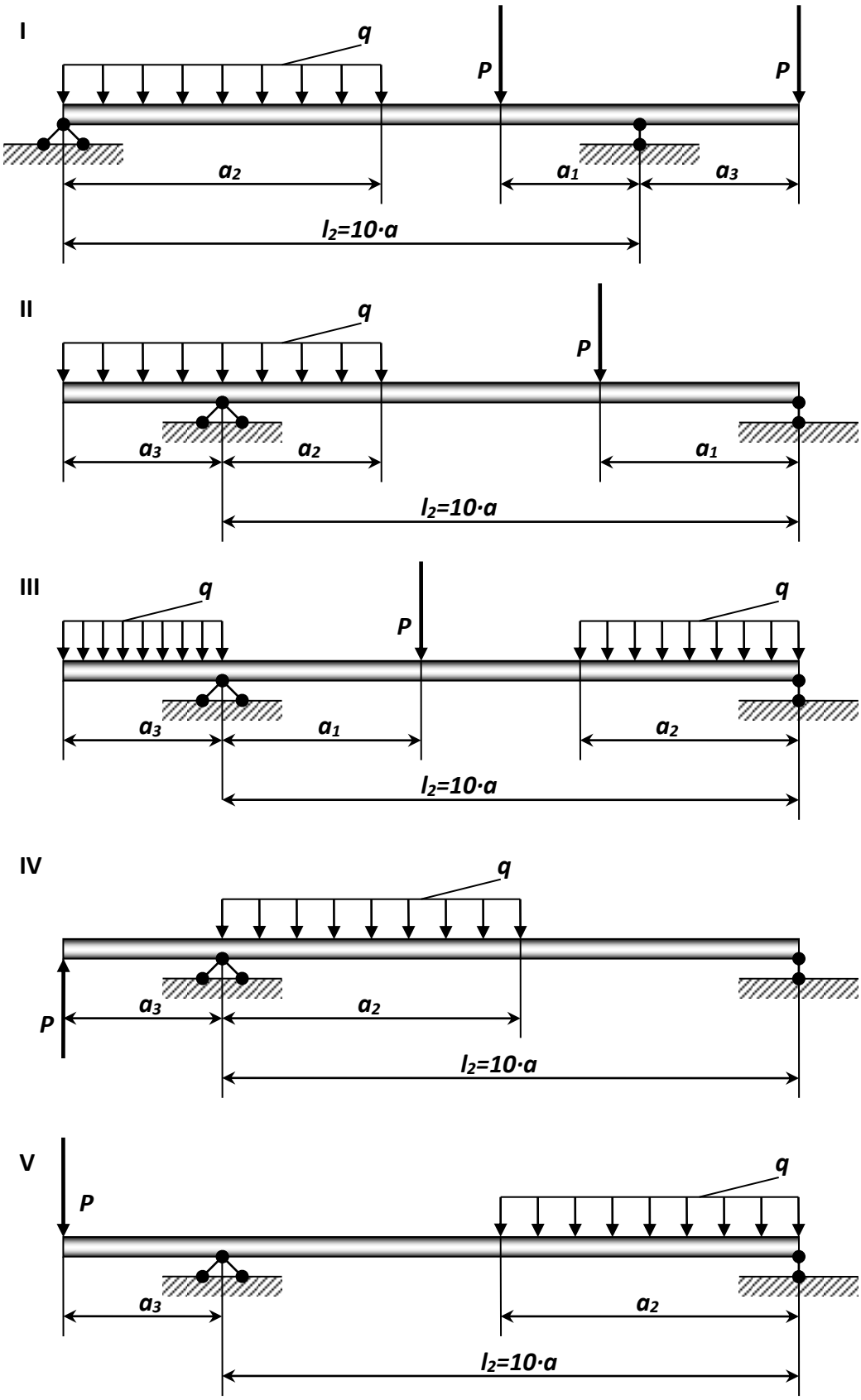


Рисунок 10.1 – Двухопорная бплка (варианты 1…5).

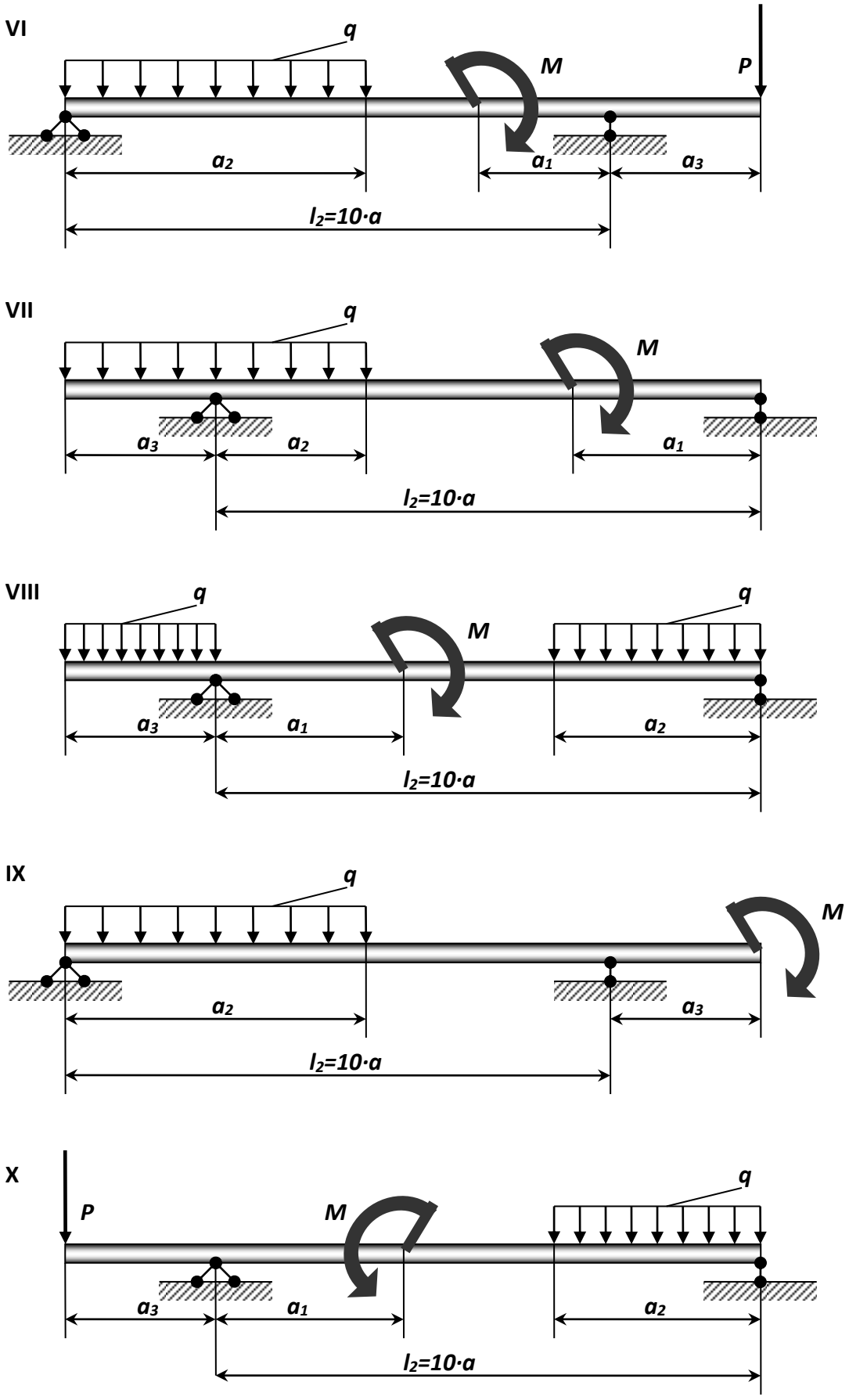


Рисунок 10.2 - Двухопорная бплка (варианты 6…10).

Пример №10.

Дано:

Схема 10, l_2=10*м*; a_2=10*м*; a_3=5*м*; P=9,81 *кН*; q=9,81 *кН/м;*

M=5,89 *кН·м;* [σ]=156,96 *МПа*.

Решение:

1. Определение опорных реакций.

Реакции опор определим из условий равновесия статики:

$$\sum M_A = 0; \qquad -P \cdot a_3 - M + \frac{q \cdot a_2^2}{2} - R_B \cdot l_2 = 0,$$

$$R_B = \frac{1}{l_2} \cdot \left[-P \cdot a_3 + \frac{q \cdot a_2^2}{2} \right] = \frac{1}{10} \cdot \left[-99{,}81 \cdot 5 - 5{,}89 + \frac{9{,}81 \cdot 10^3}{2} \right] = 43{,}56 \hat{e} H.$$

$$\sum M_B = 0; \qquad -\frac{q \cdot a_2^2}{2} - M + R_A \cdot l_2 - P \cdot (l_2 + a_3) = 0,$$

$$R_A = \frac{1}{l_2} \cdot \left[\frac{q \cdot a_2^2}{2} + M + P \cdot (l_2 + a_3) \right] = \frac{1}{10} \cdot \left(\frac{9{,}81 \cdot 10^2}{2} + 5{,}89 + 9{,}81 \cdot (10 + 5) \right) = 64{,}35 \hat{e} H.$$

Проверка:

$$\sum Y = R_A + R_B - P - q \cdot a_2 = 64{,}35 + 43{,}56 - 9{,}81 - 9{,}81 \cdot 10 = 0 - \hat{a} \mathring{a} \eth \hat{i} \ .$$

*2. Определение изгибающих моментов **M** и **Q** по участкам.*

Балка имеет три участка: **CA**, **AD** и **DB**.

1 участок (**CA**): $0 \le x_1 \le 5 м$

$$M_1 = -P \cdot x_1; \qquad Q_1 = -P;$$

При $x_1 = 0$: $M_1 = 0;$ $\qquad Q_1 = -9{,}81 \hat{e} H.$

При $x_1 = 5$: $M_1 = -49 кНм;\ Q_1 = -9{,}81 êН.$

2 участок (**BD**): $0 \le x_2 \le 5 м$.

Координату отсчитываем от правого конца балки:

$$M_2 = -\frac{q \cdot x_2^2}{2} + R_B \cdot x_2;\ Q_2 = -R_B + q \cdot x_2.$$

При $x_2 = 0$: $M_2 = 0;$ $Q_2 = -43{,}56 êН.$

При $x_2 = 5 ì$: $M_2 = 95{,}18 кНм;$ $Q_2 = 5{,}49 êН.$

Как видно, поперечная сила Q_2 на участке **BD** принимает в некотором сечении нулевое значение и меняет знак при переходе через него. Поэтому, в сечении, где: $Q_2 = \frac{dM_2}{dX_2} = 0$,

будет возникать экстремальное значение изгибающего момента.

Для определения его найдем величину x_{20}, при котором Q_2=0

$$q \cdot x_{20} - R_B = 0 \Rightarrow x_{20} = \frac{R_B}{q} = \frac{43{,}56}{9{,}81} = 4{,}44;$$

тогда: $M_{3_{MAX}} = \frac{9{,}81 \cdot 4{,}44^2}{2} + 43{,}56 \cdot 4{,}44 = 96{,}7 êН$.

4 участок (**ED**): $5 м \le x_3 \le 10 м$

$$M_3 = R_B \cdot x_3 - \frac{q \cdot x_3^2}{2} + M;\ Q_3 = -R_B + q \cdot x_3.$$

При $x_3 = 5 ì$: $M_3 = 101{,}07 êН \cdot ì$; $Q_3 = 5{,}49 êН.$

При $x_3 = 10 ì$: $Ì_3 = -49 êÍ \cdot ì$; $Q_3 = 54{,}54 êН.$

По полученным значениям строим эпюры ***Q*** и ***M***.

3. Подбор поперечного сечения стальной балки.

Расчетным (опасным) сечением в балке будет сечение, где возникает максимальный изгибающий момент. В нашем, случае $M_{ìàõ} = 101{,}07 êН \cdot ì$

Сечение балки подбираем из условия прочности:

$$\sigma = \frac{M_{ìàõ}}{W_x} \le [\sigma] ,$$

отсюда: $$W_õ = \frac{M_{ìàõ}}{[\sigma]} = \frac{101{,}07 \cdot 10^3}{156{,}96 \cdot 10^6} = 644 \cdot 10^{-6}\, ì^{\ 3}.$$

По сортименту (ГОСТ 8239 – 72) принимаем **двутавр №33**, имеющий $W_õ = 597 ñì^{\ 3}$.

Максимальное напряжение в балке

$$\sigma = \frac{M_{ìàõ}}{W_õ} = \frac{10107 \cdot 10^3}{597 \cdot 10^{-6}} = 169{,}3 MÏa \ > 156{,}96 ÌÏa \quad .$$

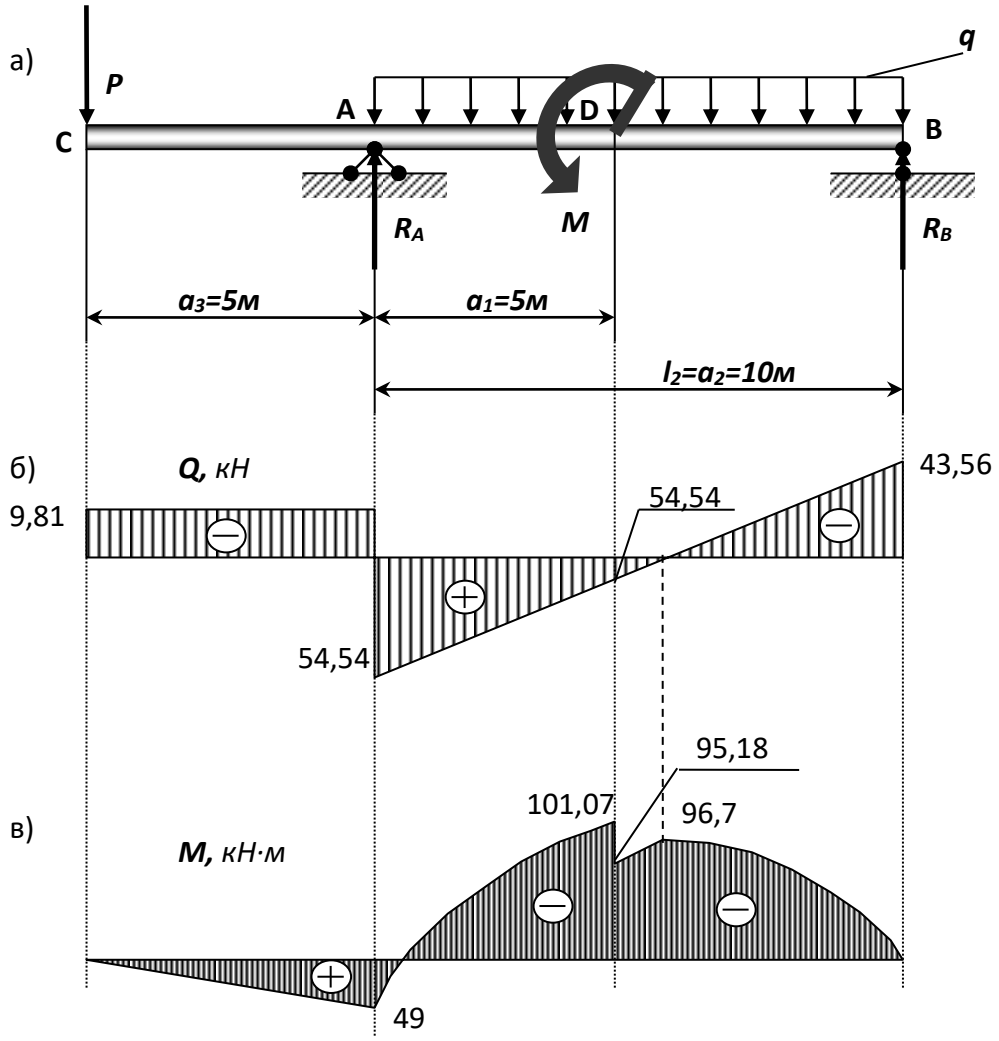
Перенапряжение: $\frac{169{,}3 - 156{,}96}{156{,}96} \cdot 100\% = 7{,}9\% > 5\%,$ что не допустимо.

Если взять **двутавр №36** имеющий $W_õ = 743 ñì^{\ 3}$, то максимальное напряжение в балке: $\sigma = \frac{Ì_{\ ìàõ}}{W_X} = \frac{101{,}07 \cdot 10^3}{743 \cdot 10^{-6}} = 136 ÌÏà \quad < 156, ÌÏà \quad .$

$\frac{156{,}96 - 136}{156{,}96} \cdot 100\% = 13{,}4\% > 5\%$ - что недопустимо.

Окончательно, исходя из надежности конструкции,

выбираем **двутавр №36**.



а) схема нагружения; **б) эпюра *Q***, *кН*; **в) эпюра *M***, *кН·м*

Контрольные вопросы

1.Какие внутренние силовые факторы возникают в сечении балки при чистом и поперечном изгибах?

2.Какие напряжения возникают в поперечном сечении балки при чистом изгибе? При поперечном изгибе?

3.Напишите формулу для определения нормального напряжения при изгибе в любой точке поперечного сечения?

4.Почему при поперечном изгибе в продольных сечениях балки возникают касательные напряжения?

5. В какой точке поперечного сечения касательное напряжения при поперечном изгибе максимальны?

6. При каком поперечном сечении балка выдерживает наибольшую нагрузку?

11. Изгиб с кручением.

Шкив с диаметром D_1 и с углом наклона ветвей ремня к горизонту α_1 делает n оборотов в минуту и передает мощность N (*кВт*). Два других шкива имеют одинаковый диаметр D_2 и одинаковые углы наклона ветвей ремня к горизонту α_1 и каждый из них передает мощность $N/2$ (рис. 11.1-11.2).

Требуется:

1) определить моменты, приложенные к шкивам, по заданным величинам N и n;

2) построить эпюру крутящих моментов $M_{кр}$;

3) определить окружные усилия t_1 и t_2, действующие на шкивы, по найденным моментам и заданным диаметрам шкивов D_1 и D_2;

4) определить давления на вал, принимая их равными трем окружным усилиям;

5) определить силы, изгибающие вал в горизонтальной и вертикальной плоскостях (вес шкивов и вала не учитывать);

6) построить эпюры изгибающих моментов от горизонтальных сил $M_{ГОР}$ и от вертикальных сил $M_{ВЕРТ}$;

7) построить эпюру суммарных изгибающих моментов, пользуясь формулой $\grave{I}_{\grave{E}\zeta\tilde{A}} = \sqrt{\grave{I}^{\ 2}_{\hat{A}\hat{I}\eth} + \grave{I}^{\ 2}_{\hat{A}\hat{A}\eth\grave{O}}}$ (для каждого поперечного сечения вала имеется своя плоскость действия суммарного изгибающего момента, но для круглого сечения можно совместить плоскости $M_{изг}$ для всех поперечных сечений и построить суммарную эпюру в плоскости чертежа; при построении эпюры надо учесть, что для некоторых участков вала она не будет прямолинейной);

8) при помощи эпюр $M_{кр}$ (см. п. 2) и $M_{изг}$ (см. п. 7) найти опасное сечение и определить величину максимального расчетного момента (по третьей теории прочности);

9) подобрать диаметр вала ***d*** при [***σ***] = 700 *кгс/см*^{2} и округлить его величину (см. задачу 5).

Данные взять из табл. 11.

Таблица 11. – Данные для задачи.

№ строки	Схема по рис. 11.1-11.2	***N***, *кВт*	***n***, *об/мин*	**a**	**b**	**c**	***D₁***	***D₂***	***α₁***	***α₂***
				м						
1	I	10	100	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	10°	10°
2	II	20	200	1,2	1,2	1,2	1.2	1.2	20°	20°
3	III	30	300	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	30°	30°
4	IV	40	400	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	40°	40°
5	V	50	500	1.5	1.5	1.5	1,5	1,5	50°	50°
6	VI	60	600	1,6	1,6	1,6	0,6	0,6	60°	60°
7	VII	70	700	1,7	1,7	1,7	0,7	0,7	70°	70°
8	VIII	80	800	1,8	1,8	1,8	0,8	0,8	80°	80°
9	IX	90	900	1,9	1,9	1,9	0.9	0.9	90°	90°
0	X	100	1000	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0°	0°

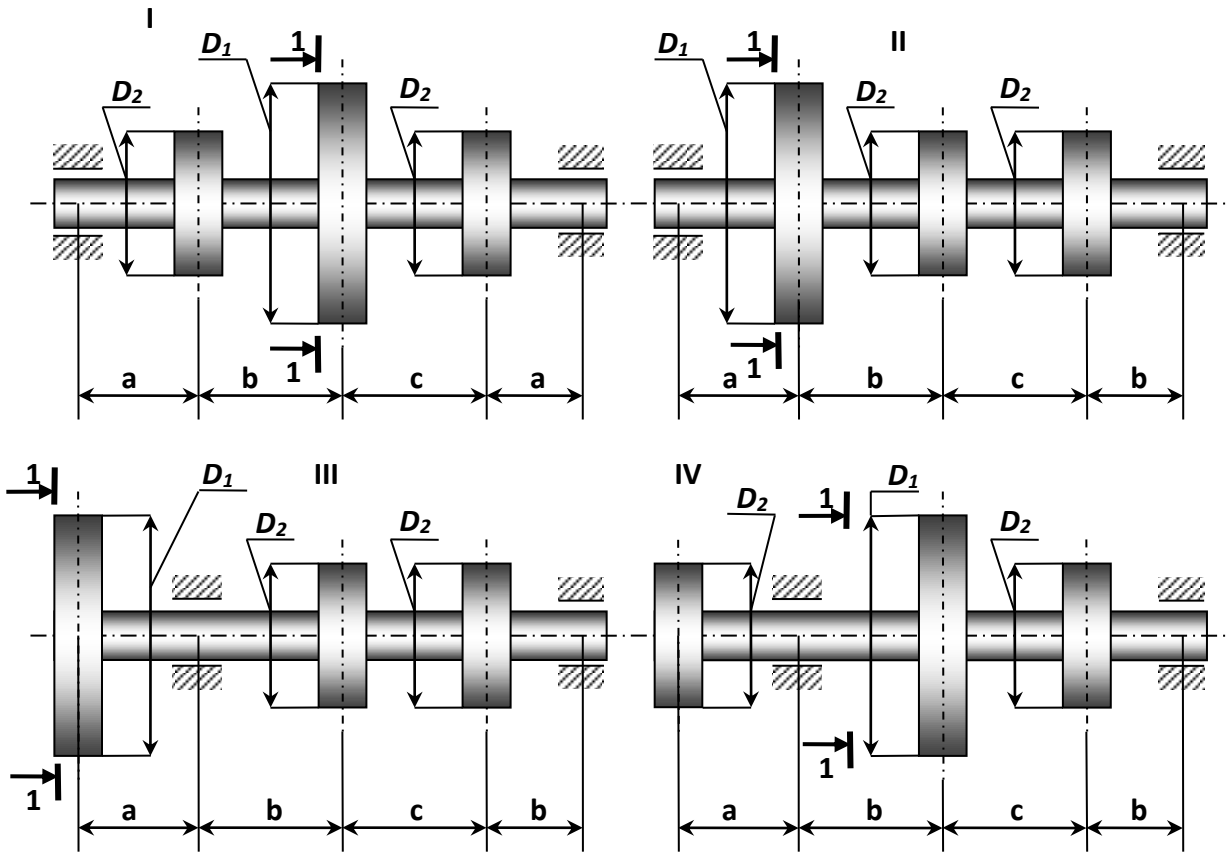


Рисунок 11.1 – Расчетная схема (варианты 1...4).

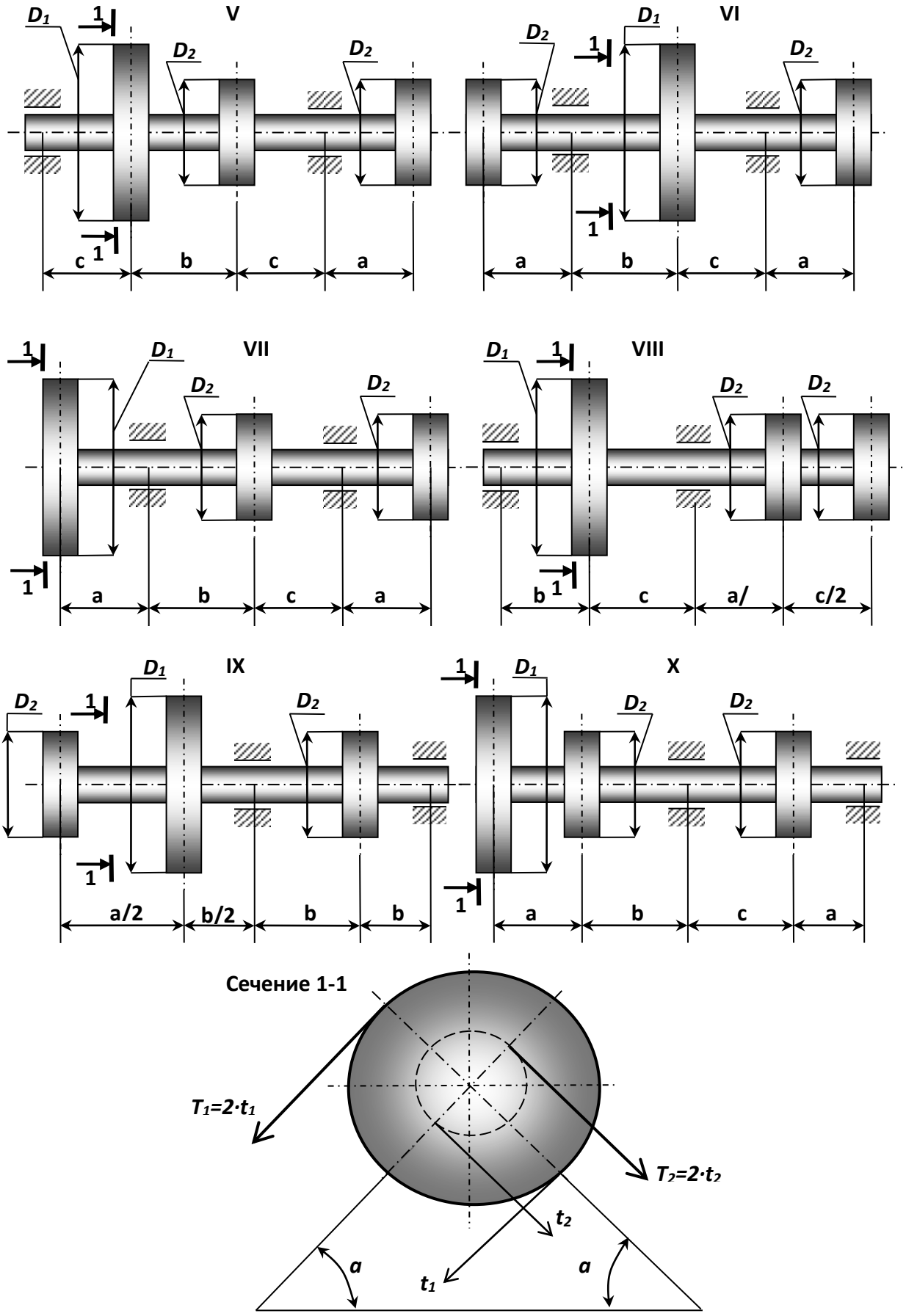


Рисунок 11.2 - Расчетная схема (варианты 1...4).

Пример №11.

Дано:

Схема 5; ***N***= 50 *кВт*; ***n***= 500 *об/мин*; ***a***=1.6 *м*; ***b***=1,5 *м*; ***c***=1.5 *м*; D_1= 1,5*м*; D_2= 1,5 *м*; $\alpha_1=50^0$; $\alpha_2=50^0$; [σ]=700 *кгс/см*^{2}=68,7 *МПа*.

Решение:

1. Вал подвергается изгибу, а часть его, расположенная между шкивами, и скручиванию.

Крутящий момент ведущего вала **В**:

$$M_B = 9{,}55 \cdot \frac{N}{n} = 9{,}55 \cdot \frac{50}{500} = 0{,}955 \hat{e}H \cdot \grave{i} \quad .$$

Через шкивы M_C и M_E передаются крутящие моменты:

$$M_{\tilde{N}} = M_E = \frac{M_B}{2} = \frac{0{,}955}{2} = 0{,}4775 \hat{e}H \cdot \grave{i} \quad .$$

Эпюра крутящих моментов построена на рис. 11.3-б.

2. Для вращающего шкив момента имеем:

$$M_B = \frac{1}{2} \cdot D_1 \cdot t_1;$$

отсюда: $$t_1 = \frac{2 \cdot M_B}{D_1} = \frac{2 \cdot 0{,}955}{1{,}5} = 1{,}27 \kappa H \quad .$$

Для второго и третьего шкива аналогично:

$$M_{\tilde{N}} = M_E = \frac{1}{2} \cdot D_2 \cdot t_2;$$

отсюда: $$t_2 = \frac{2 \cdot M_c}{D_2} = \frac{2 \cdot 0{,}4775}{1{,}5} = 0{,}637 кН \ .$$

Таким образом, в сечениях, где посажены шкивы, вал нагружен наклонными силами:

$$R_B = 3 \cdot t_1 = 3 \cdot 1{,}27 = 3{,}81 кН ;$$

$$R_{\tilde{N}} = R_E = 3 \cdot t_2 = 3 \cdot 0{,}637 \hat{e} H \ .$$

Для вычисления наибольшего изгибающего момента определим сначала изгибающие моменты в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Для этого расположим, силы R_B, R_C, и R_E на вертикальные и горизонтальные составляющие. Тогда вертикальная нагрузка от первого шкива:

$$P'_B = R_B \cdot \sin 50^0 = 3{,}81 \cdot 0{,}766 = 2{,}92 кН \ .$$

От второго и третьего шкива:

$$P'_c = P'_E = R_c \cdot \sin 50^0 = 1{,}91 \cdot 0{,}766 = 1{,}46 кН \ .$$

Горизонтальная нагрузка от первого шкива равна:

$$P''_B = R_B \cdot \cos 50^0 = 3{,}81 \cdot 0{,}643 = 2{,}45 кН \ ,$$

от второго и третьего шкива:

$$P''_c = P''_E = R_c \cdot \cos 50^0 = 1{,}91 \cdot 0{,}643 = 1{,}23 кН \ .$$

Для нагрузок P'_B, $P'_{\tilde{N}}$, P'_E, действующих в вертикальной плоскости, определим, обычным, путем, реакции: $R'_A = 1{,}91 \hat{e} H$, $R'_D = 3{,}93 кН$ и строим эпюру изгибающих моментов $M_{изг}=M_Y$ (рис. 11.3-г).

Нагрузки P''_B и $P''_{\tilde{N}}$, P''_E направлены в противоположные стороны. От нагрузок P''_B, P''_c, P''_E действующих в горизонтальной плоскости, определим, опорные реакции: $R''_A = 1{,}66 кН$, $R''_D = 1{,}67 кН$ и строим, эпюру изгибающих моментов $M_{\grave{E}\zeta\tilde{A}} = M_{\tilde{O}}$ (рис. 8.3-е).

Результирующий момент достигает наибольшего значения в сечении **В**:

$$M_B = \sqrt{(M'_B)^2 + (M''_B)^2} = \sqrt{2{,}9^2 + 2{,}49^2} = 3{,}82 \hat{e}H \cdot \grave{i} \ ;$$

$$M_{\tilde{N}} = \sqrt{(M'_c)^2 + (M''_c)^2} = \sqrt{1{,}4^2 + 1{,}31^2} = 1{,}92 \hat{e}H \cdot \grave{i} \ ;$$

$$M_D = \sqrt{(M'_D)^2 + (M''_D)^2} = \sqrt{2{,}4^2 + 1{,}97^2} = 3{,}1 \hat{e}H \cdot \grave{i} \ .$$

Таким образом, опасным сечением, является сечение **В**. Эпюра результирующего изгибающего момента представлена на рис. 11.3-и. Расчетный момент по третьей теории прочности равен:

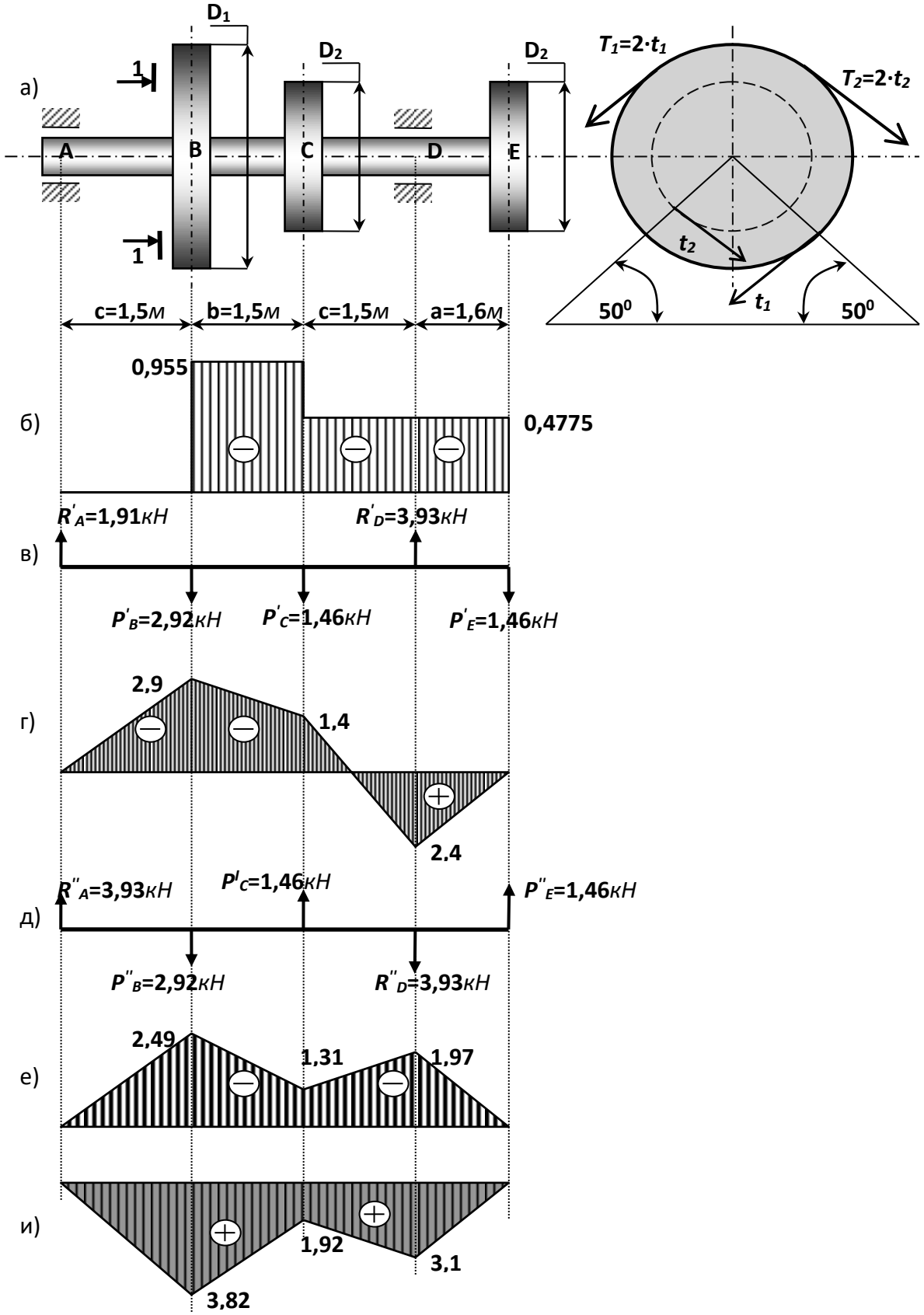
$$M_{np}^{\ III} = \sqrt{M_{\grave{e}\c\tilde{a}}^{\ 2} + M_{\hat{e}\eth}^{2}} = \sqrt{3{,}82^2 + 0{,}955^2} = 3{,}94 \hat{e}H \cdot \grave{i} \ .$$

Необходимый диаметр вала находим по формуле:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{\textit{расч}}}{\pi \cdot [\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 3{,}94 \cdot 10^3}{3{,}14 \cdot 68{,}7 \cdot 10^6}} = 0{,}084 м = 84 мм \ .$$

Округляем и получаем, диаметр ***d*** = 80 *мм*.

Ответ: 8 *см*.



а) схема нагружения; б) эпюра $M_{КР}$ (кН·м); в) вертикальная плоскость; г) эпюра M_Y (кН·м); д) горизонтальная плоскость; е) эпюра M_X (кН·м); и) эпюра результирующего момента (кН·м)

Контрольные вопросы

1. Какие внутренние силовые факторы возникают при изгибе с кручением?

2.Правила построения эпюры крутящего момента?

3.Правила построения суммарного изгибающего момента?

4.Напишите третью теорию прочности.

12. Сложное сопротивление (изгиб с кручением).

Для вала зубчатой передачи (редуктора) (рис. 12.1- 12.2) требуется:

1) Построить эпюру крутящих моментов ***T***.

2) Построить эпюры изгибающих моментов в вертикальной M_Y и горизонтальной M_X плоскостях.

3) Из расчета на прочность подобрать требуемый диаметр вала.

Примечание:

- расчет выполнить по гипотезе наибольших касательных напряжений;

- принять $F_r=0,37 \cdot F_t$ и $F_a=0,14 \cdot F_t$;

- напряжение сжатия от осевой силы не учитывается;

- необходимые величины представлены в табл. 12.

Таблица 12 - Исходные данные для задачи.

№ строки	***N***, *кВт*	***n***, *мин$^{-1}$*	***a***, *м*	***d***, *м*	[***σ***], *МПа*
1	**3**	**750**	**0,2**	**0,1**	**110**

2	**5**	**970**	**0,3**	**0,2**	**120**
3	**7**	**1000**	**0,4**	**0,3**	**130**
4	**9**	**1400**	**0,4**	**0,25**	**140**
5	**2**	**750**	**0,3**	**0,4**	**115**
6	**4**	**970**	**0,4**	**0,3**	**125**
7	**6**	**1000**	**0,2**	**0,25**	**135**
8	**8**	**1400**	**0,15**	**0,15**	**111**
9	**3**	**970**	**0,2**	**0,1**	**122**
10	**5**	**750**	**0,3**	**0,2**	**133**

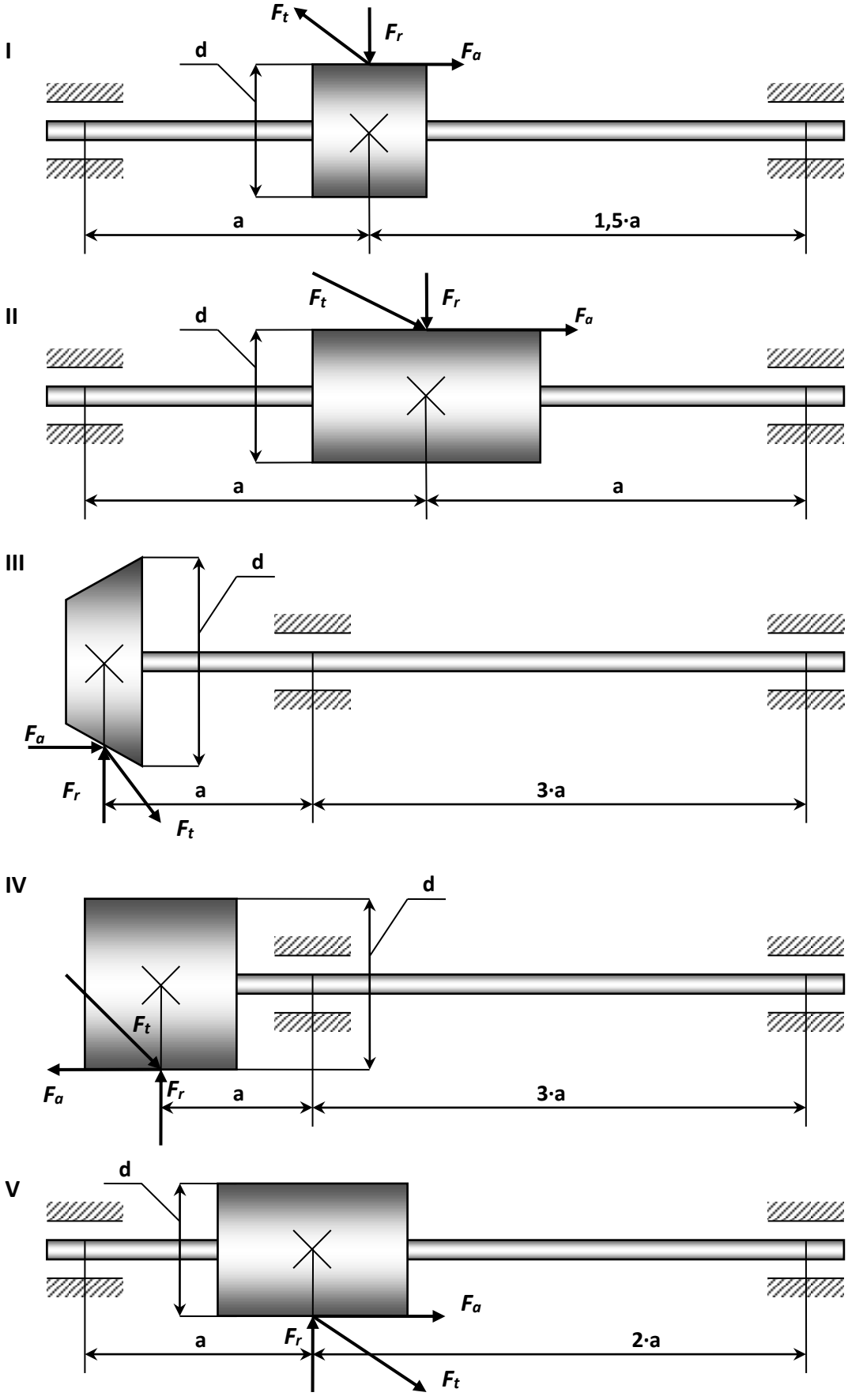


Рисунок 12.1 – Расчетные схемы (варианты 1...5).

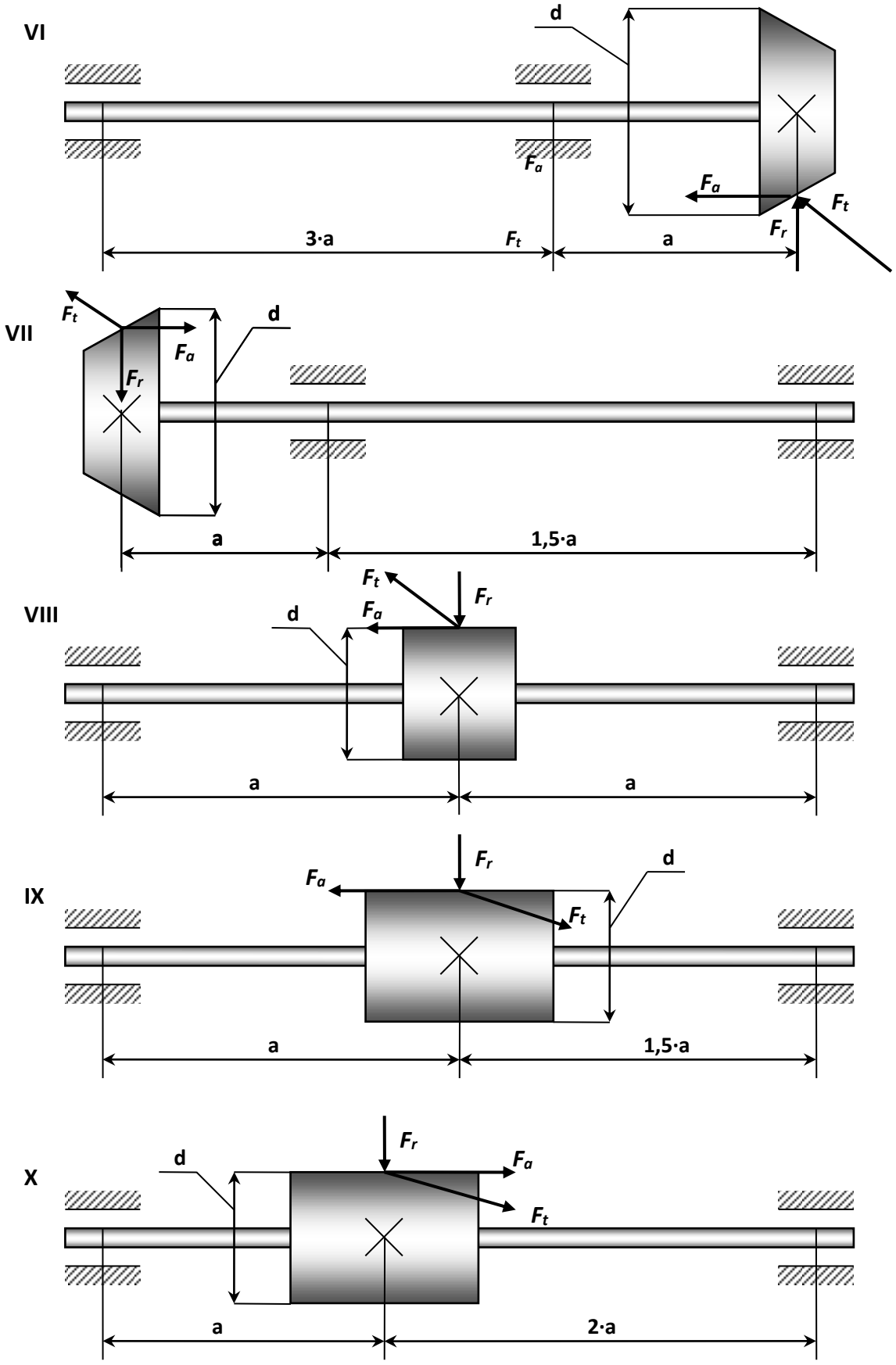


Рисунок 12.2 – Расчетные схемы (варианты 6...10).

Пример №12.

Дано:

Схема 10; ***N***= 4 *кВт*; ***n***= 970 *мин*$^{-1}$; ***a***= 0,2 *м*; ***d***= 0,1 *м*; [***σ***]= 120 *МПа*.,

где ***N*** – мощность, передаваемая на вал;

n – число оборотов вала;

F_t – окружное усилие;

F_r – радиальное усилие;

F_a – осевое усилие.

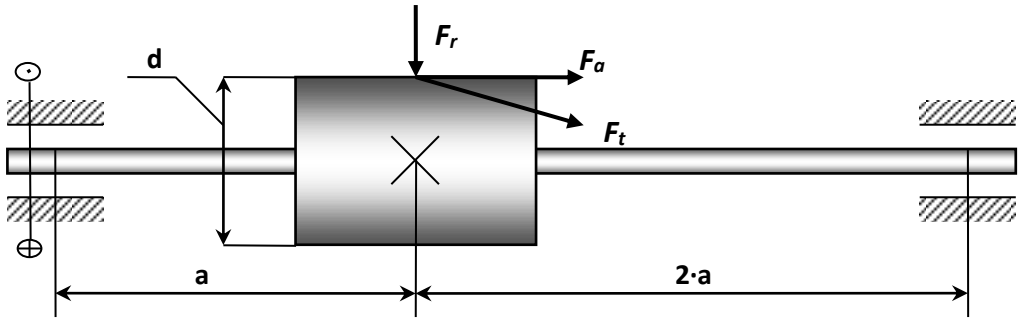


Рисунок 12.3 – Расчетная схема (вариант 10).

Решение:

1. Определяем крутящий момент, передаваемый на вал, и строим эпюру крутящих моментов (рис. 12.4 – б).

$$T = \frac{30 \cdot N}{\pi \cdot n} = 9{,}56 \cdot \frac{4 \cdot 10^3}{970} = 39{,}6 \text{Í} \cdot \text{ì} \ .$$

2. Вычисляем усилия F_t, F_r, F_a, m_U.

$$T = F_t \cdot \frac{1}{2} \cdot d \ .$$

Окружное усилие: $F_t = \cdot \frac{2 \cdot T}{d} = \frac{2 \cdot 39{,}6}{0{,}1} = 792H$.

Радиальное усилие: $F_r = 0{,}37 \cdot F_t = 0{,}37 \cdot 792 = 284H$.

Осевое усилие: $F_{à} = 0{,}14 \cdot F_t = 0{,}14 \cdot 792 = 111H$.

Изгибающий момент, создаваемый осевым усилием (действующий в вертикальной плоскости): $m_U = F_a \cdot \frac{d}{2} = 111 \cdot \frac{0{,}1}{2} = 5{,}6H$.

3. Находим опорные реакции в вертикальной плоскости и строим эпюру изгибающих моментов.

$$\sum m_A = 0;\ -F_r \cdot a + R_B \cdot 3 \cdot a - m_U = 0,$$

$$R_B = \frac{F_r \cdot a + m_U}{3 \cdot a} = \frac{284 \cdot 0{,}2 + 5{,}6}{3 \cdot 0{,}2} = 104H \ .$$

$$\sum m_B = 0;\ F_r \cdot 2 \cdot a - R_A \cdot 3 \cdot a - m_U = 0,$$

$$R = \frac{F_r \cdot a - m_U}{3 \cdot a} = \frac{284 \cdot 2 \cdot 0{,}2 - 5{,}6}{3 \cdot 0{,}2} = 180H \ .$$

Проверка:

$$\sum y = 0;\ R_A + R_B - F_r = 0;$$

$$180 + 104 - 284 = 0;\ 0 = 0.$$

Выражение изгибающих моментов:

Сечение 1-1 $(0 \le x_1 \le a)$: $Ì_{1-1} = R_A \cdot x_1$,

при $õ_1 = 0$: $Ì_{1-1} = 0$,

при $õ_1 = à$: $Ì_{1-1} = R_A \cdot à = 180 \cdot 0{,}2 = 36Í \cdot ì$.

Сечение 2-2 $(0 \le x_1 \le 2 \cdot a)$: $\grave{I}_{2-2} = R_{\hat{A}} \cdot x_2$,

при $\tilde{o}_2 = 0$: $\grave{I}_{2-2} = 0$,

при $\tilde{o}_2 = 2 \cdot \grave{a}$: $\grave{I}_{2-2} = R_{\hat{A}} \cdot 2 \cdot \grave{a} = 180 \cdot 2 \cdot 0{,}2 = 41{,}6\acute{I} \cdot \grave{i}$.

По полученным данным строим эпюру изгибающих моментов в вертикальной плоскости (рис. 12.4 – в).

4. Находим опорные реакции в горизонтальной плоскости и строим эпюру изгибающих моментов.

$$\sum m_A = 0;\ -F_r \cdot a + R^1_{\hat{A}} \cdot 3 \cdot a = 0,$$

$$R^1_{\hat{A}} = \frac{F_r \cdot a}{3 \cdot a} = \frac{F_t}{3} = \frac{792}{3} = 264H .$$

$$\sum m_B = 0;\ F_r \cdot 2 \cdot a - R^1_A \cdot 3 \cdot a = 0,$$

$$R^1_A = \frac{F_r \cdot a}{3 \cdot a} = \frac{2}{3} F_t = \frac{2}{3} \cdot 792 = 528H .$$

Проверка:

$$\sum y = 0;\ R^1_A + R^1_B - F_r = 0;$$

$$528 + 264 - 792 = 0;\ 0 = 0.$$

Находим значение изгибающих моментов во всех характерных сечениях:

Сечение 1-1 $(0 \le x_1 \le a)$: $\grave{I}_{1-1} = R^1_{\hat{A}} \cdot x_1$,

при $\tilde{o}_1 = 0$: $\grave{I}_{1-1} = 0$,

при $\tilde{o}_1 = \grave{a}$: $\grave{I}_{1-1} = R^1_{\hat{A}} \cdot \grave{a} = 528 \cdot 0{,}2 = 105{,}6\acute{I} \cdot \grave{i}$.

Сечение 2-2 $(0 \le x_2 \le 2 \cdot a)$: $\grave{I}_{2-2} = R^1_{\hat{A}} \cdot x_2$,

при $\tilde{o}_2 = 0$: $\grave{I}_{2-2} = 0$,

при $\tilde{o}_2 = 2 \cdot \grave{a}$: $\grave{I}_{2-2} = R^1_{\hat{A}} \cdot 2 \cdot \grave{a} = 264 \cdot 2 \cdot 0{,}2 = 105{,}6\acute{I} \cdot \grave{i}$.

По полученным данным строим эпюру изгибающих моментов в горизонтальной плоскости (рис. 12.4 – г).

*5. Вычисляем в опасном сечении (наиболее опасным является сечение **С**) расчетный момент по третьей гипотезе прочности.*

$$\grave{I}_{Ð} = \sqrt{\grave{O}^2 + \grave{I}_{\hat{A}}^2 + \grave{I}_r^2} = \sqrt{39{,}6^2 + 41{,}6^2 + 105{,}6^2} = 116{,}3\acute{I} \cdot \grave{i}\ .$$

Из условия прочности производим подбор требуемого диаметра вала:

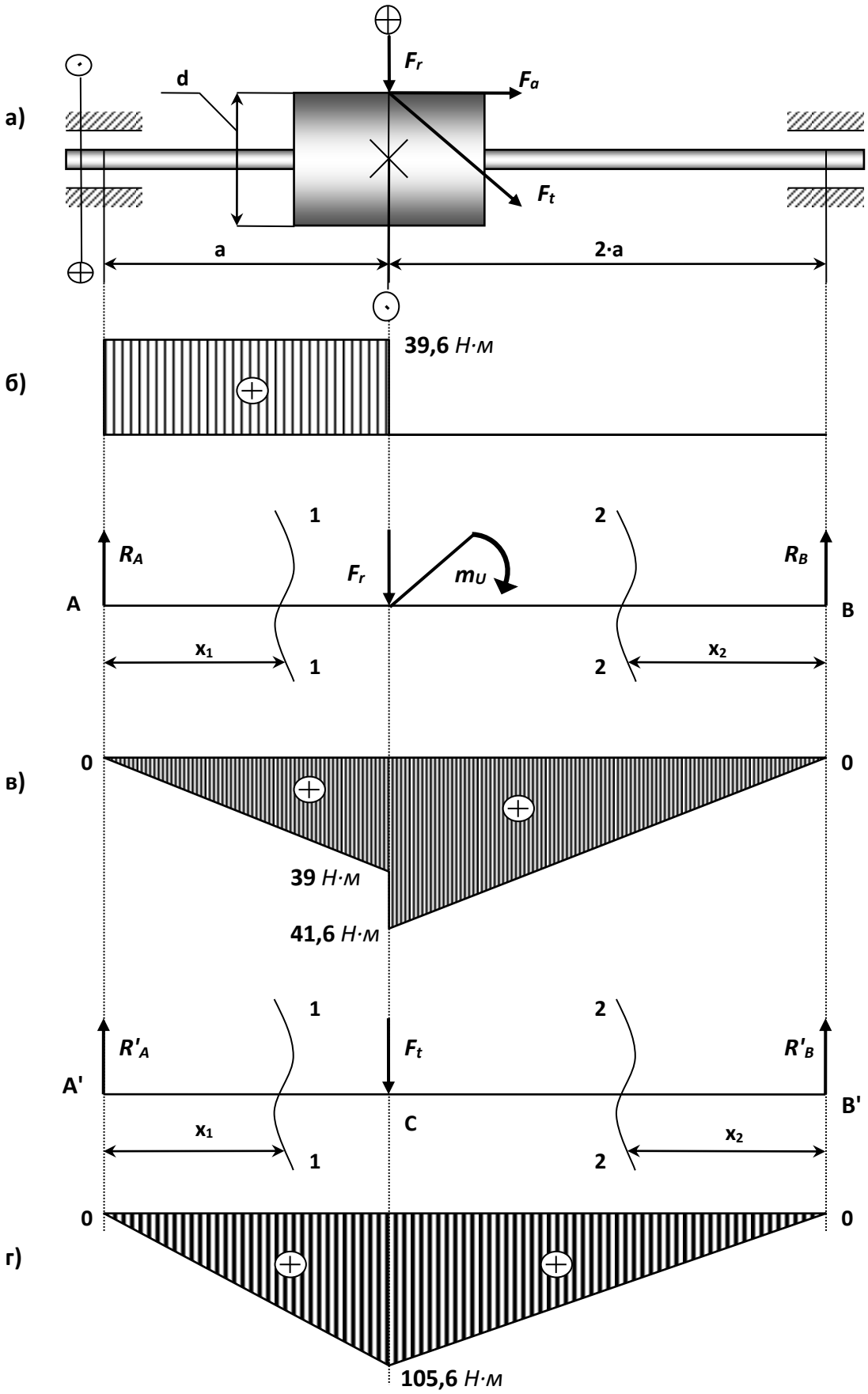
$$\sigma_Ð = \frac{\grave{I}_Ð}{W_U} \le [\sigma],$$

где $W_U \approx 0{,}1 \cdot d^3$,

$[\sigma] = 120\,\acute{I}/\grave{i}\grave{i}^2 = 120 \cdot 10^6\,\acute{I}/\grave{i}^2$.

Таким образом:

$d \ge \sqrt[3]{\frac{M_P}{0{,}1 \cdot [\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{116{,}3}{0{,}1 \cdot 120 \cdot 10^6}} = 2{,}18 \cdot 10^{-2}\,\grave{i}$. Принимаем ***d***= 0,22 *м*.



а) расчетная схема; б) эпюра *T*, *Н·м*; в) эпюра M_B, *Н·м*; г) эпюра M_r, *Н·м*

13. Сложное сопротивление.

Расчет двухступенчатого редуктора.

Для промежуточного вала двухступенчатого редуктора (рис. 13.1 - 13.2) требуется:

1) Построить эпюру изгибающих моментов в вертикальной M_Y и горизонтальной M_X плоскостях.

3) Из расчета на прочность определить требуемые диаметры d_1 и d_2 вала под серединами зубчатых колес.

Примечание:

- расчет выполнить по гипотезе наибольших касательных напряжений;

- принять $F_r=0,37 \cdot F_t$, $F_a=0,14 \cdot F_t$ и $[\sigma]$=140 $Н/мм^2$;

- напряжение сжатия от осевой силы не учитывается;

- необходимые величины представлены в табл. 13.

Таблица 13 - Исходные данные для задачи.

№ варианта	N, *кВт*	ω, *рад/с*	a, *м*	d_1, *м*	d_2, *м*
1	**8**	**20**	**0,2**	**0,1**	**0,15**
2	**9**	**25**	**0,15**	**0,15**	**0,2**
3	**7**	**30**	**0,2**	**0,15**	**0,25**
4	**6**	**35**	**0,25**	**0,2**	**0,3**
5	**5**	**40**	**0,15**	**0,1**	**0,2**
6	**4**	**45**	**0,3**	**0,15**	**0,2**
7	**3**	**30**	**0,25**	**0,2**	**0,3**
8	**2**	**25**	**0,35**	**0,25**	**0,35**
9	**7**	**45**	**0,2**	**0,3**	**0,35**
10	**6**	**20**	**0,25**	**0,3**	**0,4**

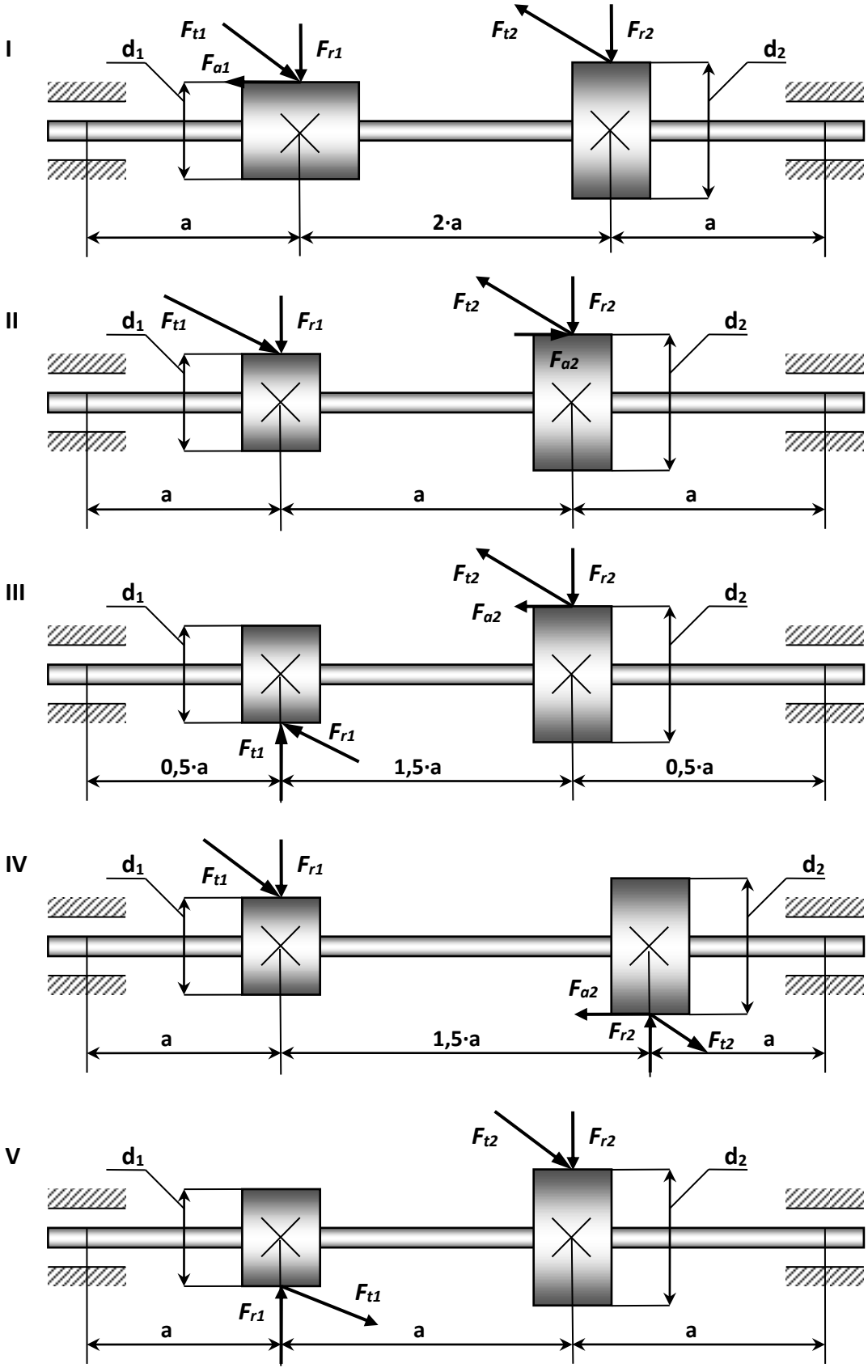


Рисунок 13.1 – Расчетные схемы (варианты 1...5).

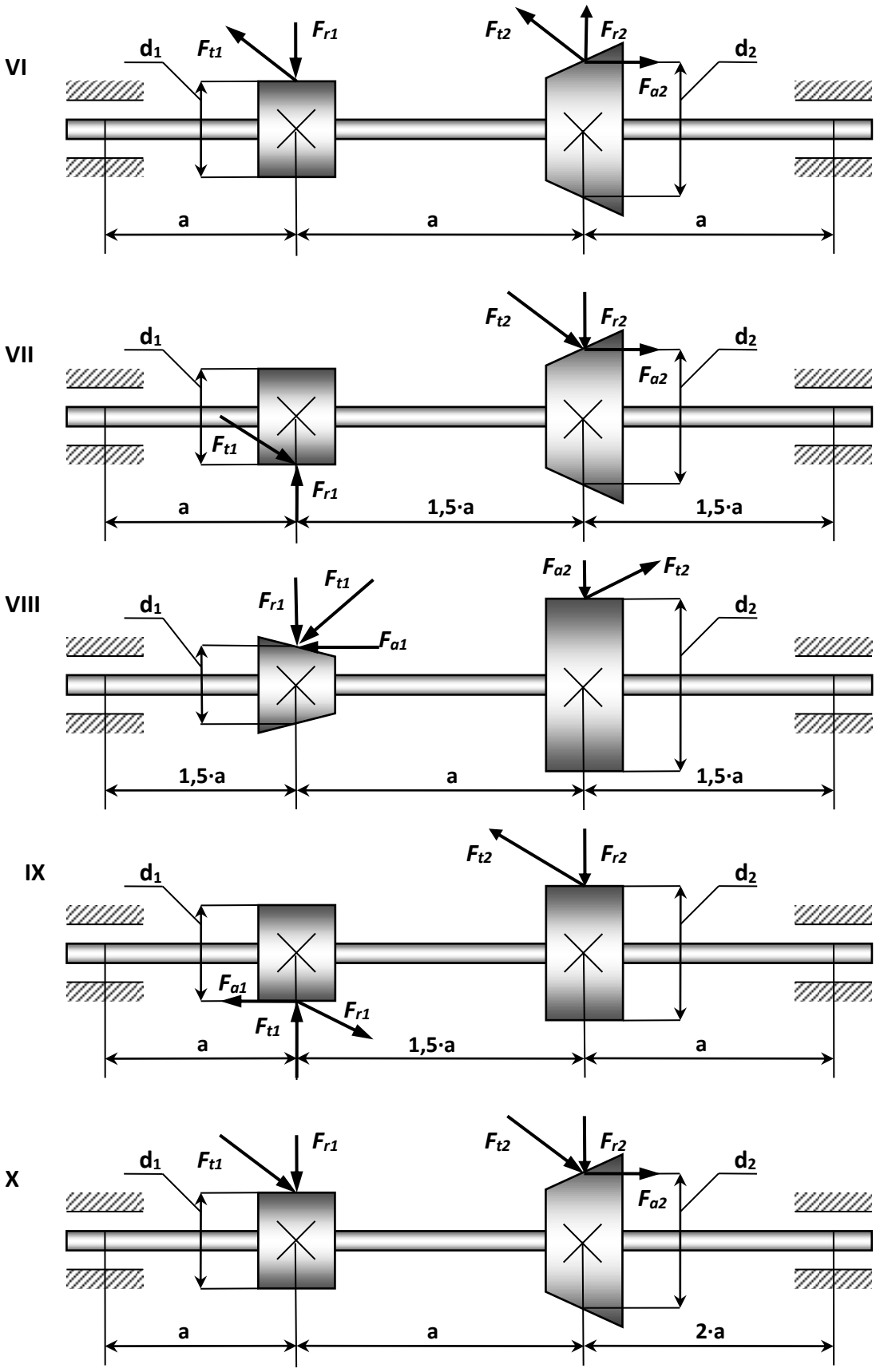


Рисунок 13.2 – Расчетные схемы (варианты 6...10).

Пример №13.

Дано:

Схема 10; ***N***= 8 *кВт*; ***ω***= 40 *рад/с*; ***a***= 0,2 *м*; ***d₁***= 0,1 *м*; ***d₂***= 0,15 *м*;

[***σ***]= 140 *Н/мм²*,

где ***N*** – мощность, передаваемая на вал;

ω – угловая скорость;

F_t – окружное усилие;

F_r – радиальное усилие;

F_a – осевое усилие.

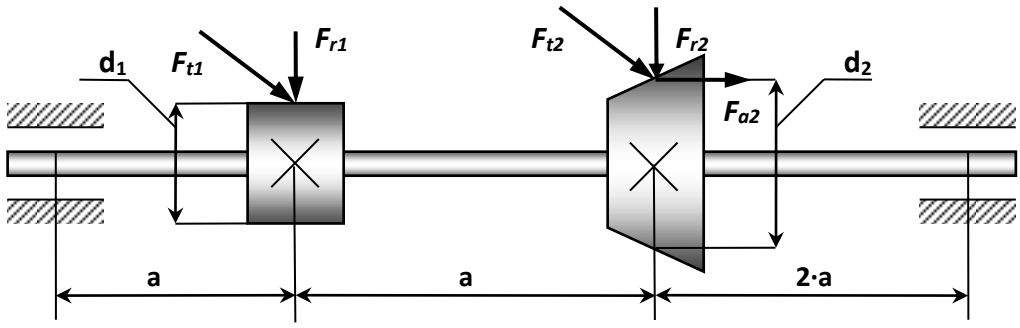


Рисунок 13.3 – Расчетная схема.

Решение:

1. Определяем крутящий момент, передаваемый на вал, и строим эпюру крутящих моментов (рис. 13.4 – г).

$$T = \frac{N}{\omega} = \frac{8 \cdot 10^3}{40} = 200 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$T_{1-1} = 0$; $T_{2-2} = T = 200Í \cdot ì$; $T_{3-3} = 0$.

2. Вычисляем усилия, действующие на колесах 1 и 2.

$$T = F_t \cdot \frac{1}{2} \cdot d$$

Окружные усилия: $F_{t1} = \cdot \frac{2 \cdot T}{d_1} = \frac{2 \cdot 200}{0{,}1} = 4000H$,

$$F_{t2} = \cdot \frac{2 \cdot T}{d_2} = \frac{2 \cdot 200}{0{,}15} = 2667H.$$

Радиальные усилия: $F_{r1} = 0{,}37 \cdot F_{t1} = 0{,}37 \cdot 4000 = 1480H$,

$$F_{r2} = 0{,}37 \cdot F_{t2} = 0{,}37 \cdot 2667 = 1067H.$$

Осевое усилие: $F_{à2} = 0{,}14 \cdot F_{t2} = 0{,}14 \cdot 2667 = 373{,}4H$.

Изгибающий момент, создаваемый осевым усилием (действующий в вертикальной плоскости): $m_U = F_{a2} \cdot \frac{d_2}{2} = 373{,}4 \cdot \frac{0{,}15}{2} = 28H$.

3. Находим опорные реакции в вертикальной плоскости и строим эпюру изгибающих моментов.

$$\sum m_A = 0;\ -F_{r1} \cdot a - F_{r2} \cdot 2 \cdot a - m_U + R_B \cdot 4 \cdot a = 0,$$

$$R_B = \frac{F_{r1} \cdot a + + F_{r2} \cdot 2 \cdot a + m_U}{4 \cdot a} = \frac{1480 \cdot 3 \cdot 0{,}2 + 1067 \cdot 0{,}2 + 28}{4 \cdot 0{,}2} = 938{,}5H.$$

$$\sum m_B = 0;\ F_{r1} \cdot 3 \cdot a + F_{r2} \cdot 2 \cdot a - R_A \cdot 4 \cdot a - m_U = 0,$$

$$R = \frac{F_{r1} \cdot 3 \cdot a + F_{r2} \cdot 2 \cdot a - m_U}{4 \cdot a} = \frac{1480 \cdot 3 \cdot 0{,}2 + 1067 \cdot 2 \cdot 0{,}2 - 28}{4 \cdot 0{,}2} = 1608{,}5H.$$

Проверка:

$$\sum y = 0;\ R_A + R_B - F_{r1} - F_{r2} = 0;$$

$$1608{,}5 + 938{,}5 - 1480 - 1067 = 0;\ 0 = 0.$$

Выражение изгибающих моментов:

Сечение 1-1 $(0 \le x_1 \le a)$: $\grave{I}_{1-1} = R_A \cdot x_1$,

при $\tilde{o}_1 = 0$: $\grave{I}_{1-1} = 0$,

при $\tilde{o}_1 = \grave{a}$: $\grave{I}_{1-1} = R_A \cdot \grave{a} = 1608{,}5 \cdot 0{,}2 = 321{,}7\acute{I} \cdot \grave{i}$.

Сечение 2-2 $(0 \le x_1 \le 2 \cdot a)$: $\grave{I}_{2-2} = R_A \cdot (a + x_2) - F_{r1} \cdot x_2$,

при $\tilde{o}_2 = 0$: $\grave{I}_{2-2} = R_A \cdot \grave{a} = 321{,}7\acute{I} \cdot \grave{i}$,

при $\tilde{o}_2 = 2 \cdot \grave{a}$:

$\grave{I}_{2-2} = R_A \cdot 2 \cdot \grave{a} - F_{r1} \cdot a = 1608{,}5 \cdot 2 \cdot 0{,}2 - 1480 \cdot 0{,}2 = 347{,}4\acute{I} \cdot \grave{i}$.

Сечение 3-3 $(0 \le x_3 \le 2 \cdot a)$: $\grave{I}_{3-3} = R_B \cdot x_3$,

при $\tilde{o}_3 = 0$: $\grave{I}_{3-3} = 0$,

при $\tilde{o}_3 = 2 \cdot \grave{a}$: $\grave{I}_{3-3} = R_B \cdot 2 \cdot \grave{a} = 938{,}5 \cdot 2 \cdot 0{,}2 = 375{,}4\acute{I} \cdot \grave{i}$.

По полученным данным строим эпюру изгибающих моментов в вертикальной плоскости (рис. 13.4 – б).

4. Находим опорные реакции в горизонтальной плоскости и строим эпюру изгибающих моментов.

$$\sum m_A = 0;\ -F_{t1} \cdot a - F_{t2} \cdot 2 \cdot a + R^1_{\hat{A}} \cdot 4 \cdot a = 0,$$

$$R^1_{\hat{A}} = \frac{F_{t1} \cdot a + F_{t2} \cdot 2 \cdot a}{4 \cdot a} = \frac{4000 \cdot 0{,}2 + 2667 \cdot 2 \cdot 0{,}2}{4 \cdot 0{,}2} = 2333{,}35H .$$

$$\sum m_B = 0;\ F_{t1} \cdot 3 \cdot a + F_{t2} \cdot 2 \cdot a - R^1_A \cdot 4 \cdot a = 0,$$

$$R^1_A = \frac{F_{t1} \cdot 3 \cdot a + F_{t2} \cdot 2 \cdot a}{4 \cdot a} = \frac{4000 \cdot 3 \cdot 0{,}2 + 2667 \cdot 2 \cdot 0{,}2}{4 \cdot 0{,}2} = 4333{,}35H .$$

Проверка:

$$\sum y = 0;\ R^1_A + R^1_B - F_{t1} - F_{t2} = 0;$$

$$4333{,}35 + 2333{,}35 - 4000 - 2666{,}7 = 0;\ 0 = 0.$$

Находим значение изгибающих моментов во всех характерных сечениях:

Сечение 1-1 $(0 \le x_1 \le a)$: $\grave{I}_{1-1} = R^1_{\grave{A}} \cdot x_1$,

при $\tilde{o}_1 = 0$: $\grave{I}_{1-1} = 0$,

при $\tilde{o}_1 = \grave{a}$: $\grave{I}_{1-1} = R^1_{\grave{A}} \cdot \grave{a} = 4333{,}4 \cdot 0{,}2 = 666{,}7 \acute{I} \cdot \grave{i}$.

Сечение 2-2 $(0 \le x_2 \le a)$: $\grave{I}_{2-2} = R^1_A \cdot (a + x_2) - F_{t2} \cdot x_2$,

при $\tilde{o}_2 = 0$: $\grave{I}_{2-2} = 866{,}7 \acute{I} \cdot \grave{i}$,

при $\tilde{o}_2 = \grave{a}$:

$\grave{I}_{2-2} = R^1_A \cdot 2 \cdot \grave{a} - F_{t2} \cdot a = 4333{,}4 \cdot 2 \cdot 0{,}2 - 4000 \cdot 0{,}2 = 933{,}3 \acute{I} \cdot \grave{i}$.

Сечение 3-3 $(0 \le x_3 \le 2 \cdot a)$: $\grave{I}_{3-3} = R^1_B \cdot x_3$,

при $\tilde{o}_3 = 0$: $\grave{I}_{3-3} = 0$,

при $\tilde{o}_3 = 2 \cdot \grave{a}$: $\grave{I}_{3-3} = R^1_B \cdot 2 \cdot \grave{a} = 2333{,}4 \cdot 2 \cdot 0{,}2 = 933{,}3 \acute{I} \cdot \grave{i}$.

По полученным данным строим эпюру изгибающих моментов в горизонтальной плоскости (рис. 13.4 – в).

5. Определяем диаметры вала под серединами зубчатых колес в сечениях C и D.

Расчетный момент по третьей гипотезе прочности:

$$\grave{I}_{\text{ÐÑ}} = \sqrt{\grave{O}^2_{\hat{E}} + \grave{I}^{\ 2}_{\hat{A}} + \grave{I}^{\ 2}_{r}} = \sqrt{200^2 + 375{,}4^2 + 933{,}3^2} = 1{,}025 \cdot 10^3 \acute{I} \cdot \grave{i} ,$$

$$\grave{I}_{\text{ÐD}} = \sqrt{\grave{O}^2_{\hat{E}} + \grave{I}^{\ 2}_{\hat{A}D} + \grave{I}^{\ 2}_{rD}} = \sqrt{321{,}7^2 + 866{,}6^2 + 200^2} = 965 \acute{I} \cdot \grave{i} .$$

6. Из расчета на прочность производим подбор требуемых диаметров валов по серединам зубчатых колес.

$$\sigma_{\text{Ð}} = \frac{\grave{I}_{\text{Ð}}}{W_U} \le [\sigma],$$

где $W_U \approx 0{,}1 \cdot d^3$,

$[\sigma] = 140 \acute{I} / \grave{i}\grave{i}^{\ 2} = 140 \cdot 10^6 \acute{I} / \grave{i}^{\ 2}$.

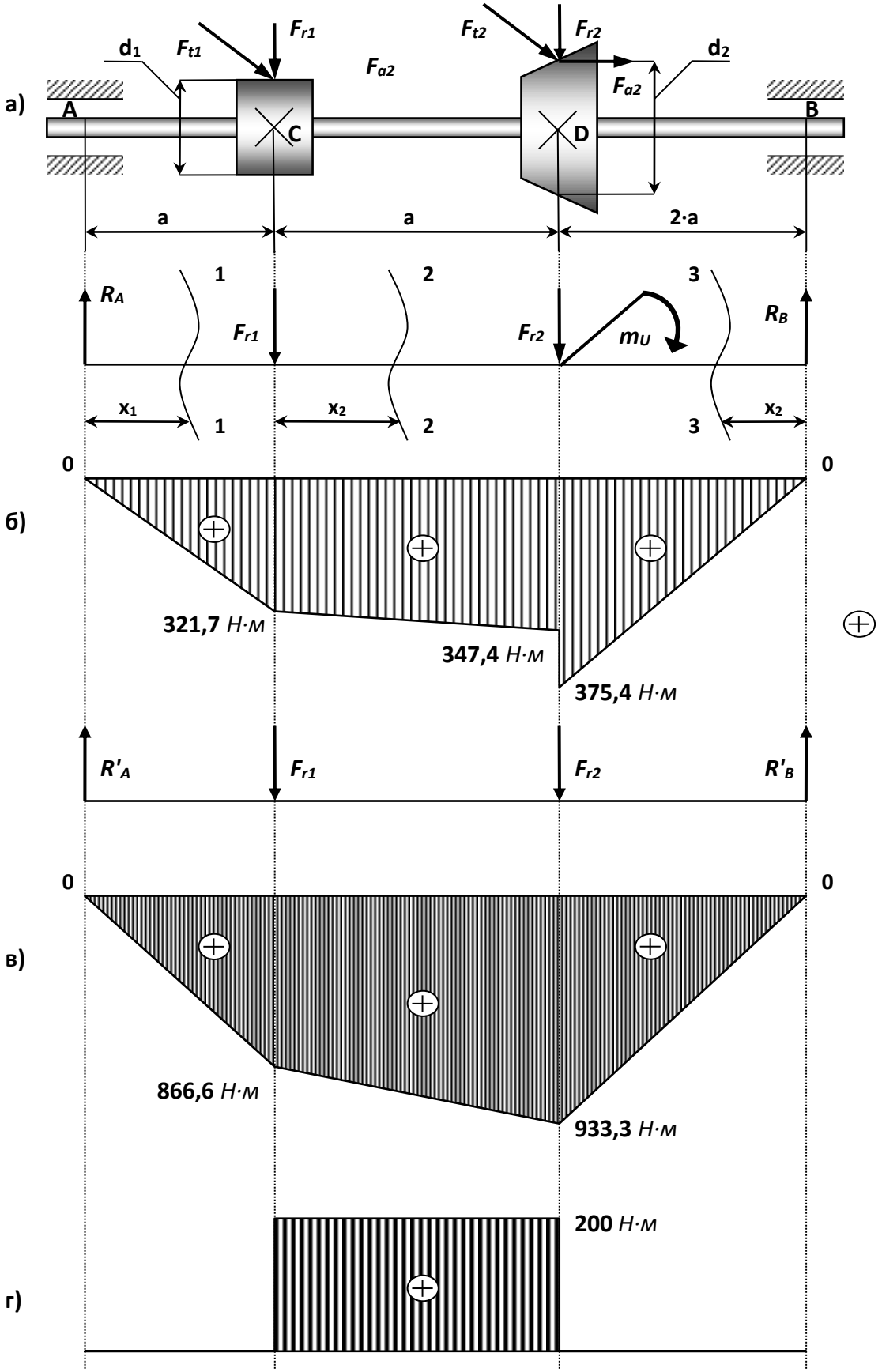
Таким образом:

$$d_{âàë1} \geq \sqrt[3]{\frac{M_{PÑ}}{0{,}1 \cdot [\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{965}{0{,}1 \cdot 140 \cdot 10^6}} = \sqrt[3]{69 \cdot 10^{-6}} = 4{,}1 \cdot 10^{-2}\,ì \ ,$$

$$d_{âàë2} \geq \sqrt[3]{\frac{M_{PD}}{0{,}1 \cdot [\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{1025}{0{,}1 \cdot 140 \cdot 10^6}} = \sqrt[3]{73{,}1 \cdot 10^{-6}} = 4{,}18 \cdot 10^{-2}\,ì \ .$$

Принимаем: ***d*** ***вал1*** = 0,42 *м,*

d ***вал2*** = 0,42 *м*.



а) расчетная схема; б) эпюра M_B, Н·м; в) эпюра M_r, Н·м; г) эпюра T, Н·м

Контрольные вопросы:

1.Что такое главные центральные оси сечения и главные плоскости изгиба?

2.Чем различается изгиб в главной и неглавной плоскостях?

3.Какая геометрическая характеристика сечения определяет прочность по нормальным напряжениям при изгибе?

4.Как находится опасная точка в сечении при плоском изгибе, косом изгибе и в общем случаи?

5.Каким свойством обладают точки, принадлежащие ядру сечения, и как оно строится?

6.Какая нагрузка называется радиальной, а какая тангенциальной?

7. Расчет стержня по третий теории прочности?

14. Устойчивость.

Метод исследовательного приближения.

Стальной стержень длиной L сжимается силой ***F.***

Требуется:

1) найти размеры поперечного сечения при допускаемом напряжении на простое сжатие [$\boldsymbol{\sigma}$]=1600 *кгс/см*^{2} (расчет производить последовательными приближениями, предварительно задавшись величиной коэффициента $\boldsymbol{\varphi}$=0,5);

2) найти величину критической силы и коэффициент запаса устойчивости. Данные взять из табл. 14.

Таблица 14 - Значения необходимых параметров для расчетов.

№ строки	Вариант схемы	***F***, *кН*	***L***, *м*	Схема закрепления концов стержня	Форма сечения стержня
1	I	10	2,1	а)	1
2	II	20	2,2		6
3	III	30	2,3	б)	2
4	IV	40	2,4		7

5 6	V VI	50 60	2,5 2,6	в)	3 8
7 8	VII VIII	70 80	2,7 2,8	г)	4 9
9 10	IX X	90 100	2,9 2,0	д)	5 10

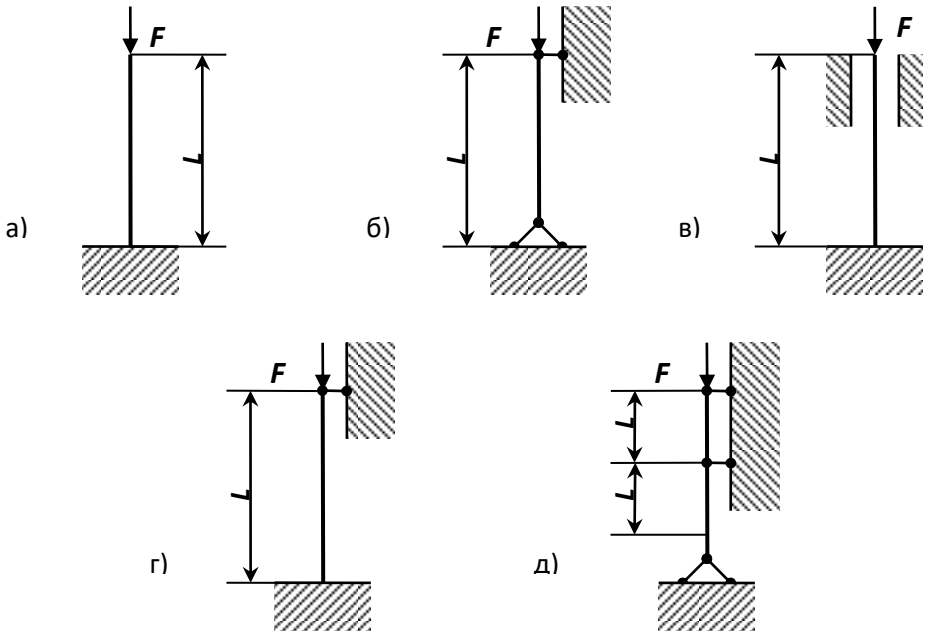


Рисунок 14.1- Схема закрепления концов стержня в зависимости от варианта.

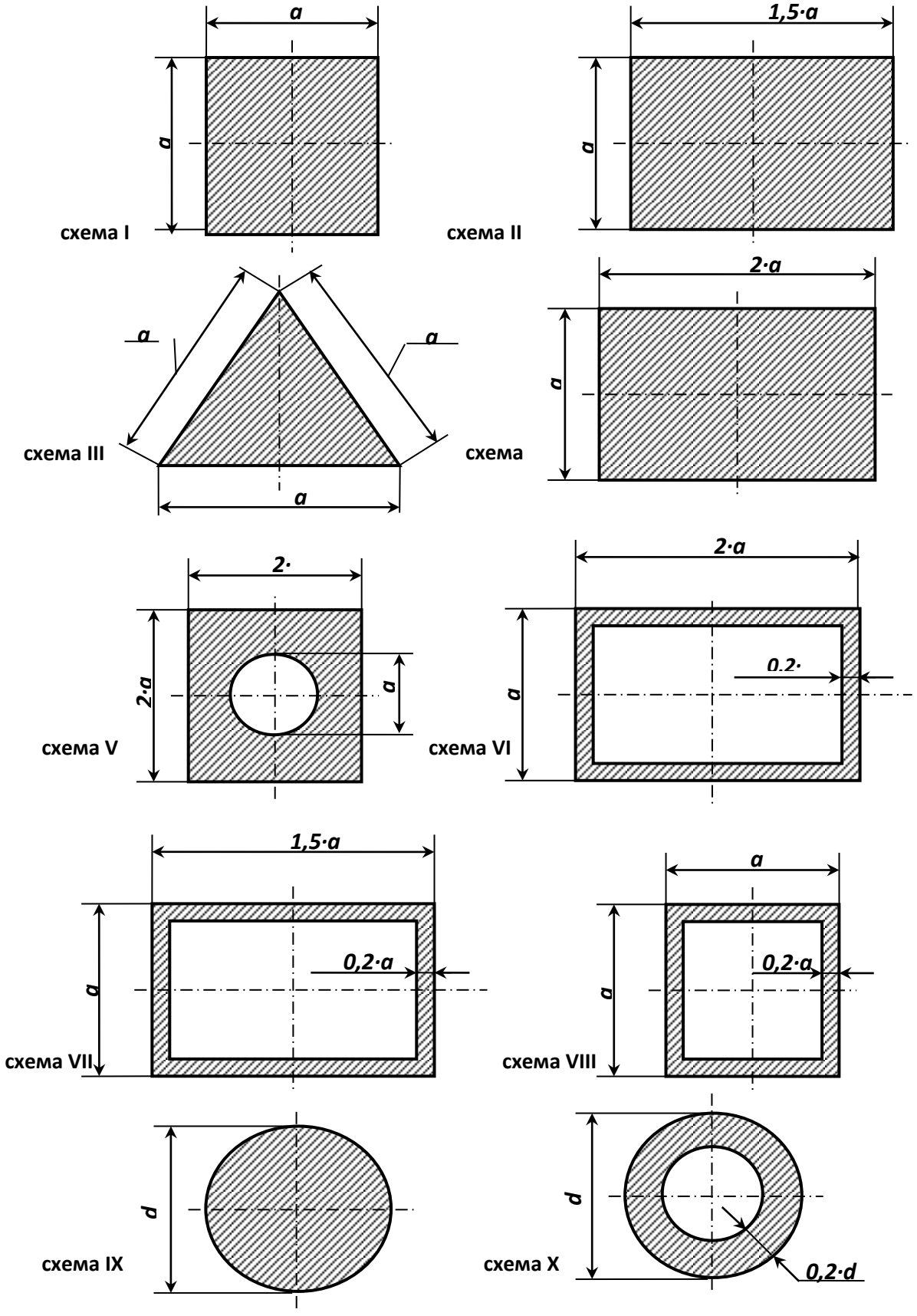


Рисунок 14.2-Форма сечения стержня (по варианту).

Пример №14.

Дано:

Форма сечения стержня 10; ***F*** = 588,6 *кН*; ***L*** = 2*м*; [***σ***] = 156,96 *МПа.*

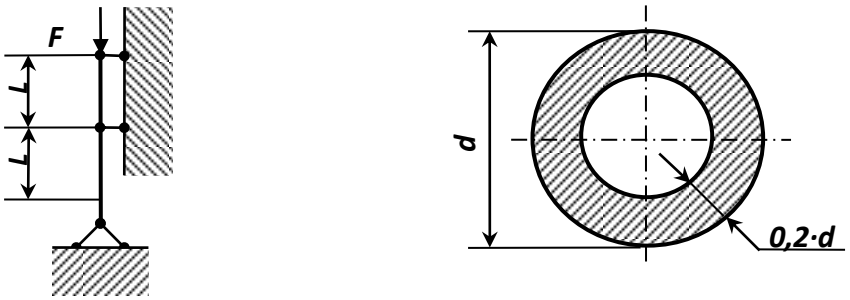


Рисунок 14.3 – Схема закрепления и форма сечения стержня.

Решение:

Условие устойчивости колонны имеет вид: $\sigma_y = \frac{F}{\varphi \cdot A} \le [\sigma]$,

где ***F*** - продольная сжимающая сила, *кН*;

A- площадь поперечного сечения, $м^2$;

φ - коэффициент продольного изгиба, зависящий от материала стержня и его гибкости.

Так как в формуле две неизвестные величины ***φ*** и ***A***, то подбор сечения проводим способом последовательного приближения.

1. Приближение 1.

Для первого приближения принимаем ***φ*** = 0,5. Тогда требуемая

площадь сечения: $\grave{A}_{\grave{o}\eth} = \dfrac{F}{\varphi \cdot [\sigma]} = \dfrac{588{,}6 \cdot 10^3}{0{,}5 \cdot 156{,}96 \cdot 10^6} = 7{,}5 \cdot 10^{-3}\, \grave{i}^{\ 2}$.

Определим ***d***: $A = \dfrac{\pi \cdot d^2}{4} - \dfrac{\pi \cdot (0{,}6d)^2}{4} = 0{,}16 \cdot \pi d^2$;

отсюда: $d = \sqrt{\dfrac{A}{0{,}16 \cdot \pi}} = \sqrt{\dfrac{7{,}5 \cdot 10^{-3}}{0{,}503}} = 0{,}122 м$.

Определим основные геометрические характеристики поперечного сечения и гибкость стойки:

$$J_X = J_Y = \frac{\pi \cdot (0{,}5 \cdot d)^4}{4} - \frac{\pi \cdot (0{,}5 \cdot 0{,}6 \cdot d)^4}{4} = 0{,}0136 \cdot \pi \cdot d^4 = 9{,}46 \cdot 10^{-6}\, \grave{i}^{\ 4};$$

$$i_{\min} = i_X = i_Y = \sqrt{\frac{J_X}{A}}; \qquad \lambda = \frac{\mu \cdot L}{i_{\min}}.$$

где ***μ***- коэффициент приведения длины стойки, зависящий от способа закрепления ее концов, (для схемы на рис. 14.3 принимаем ***μ***=0,5).

Получаем: $\lambda = \dfrac{0{,}5 \cdot (2+2)}{0{,}035} = 57{,}14$.

Для зависимости ***φ*** от ***λ*** этому значению гибкости соответствует следующее значение:

При ***λ*** =50; ***φ*** = 0,89;

При ***λ*** = 60; ***φ*** = 0,86;

поэтому при ***λ*** = 57,14: $\varphi_1 = 0{,}89 - \dfrac{(0{,}89 - 0{,}86}{10} \cdot 7{,}14 = 0{,}868$.

Проверяем условие устойчивости:

$$\sigma = \frac{F}{\varphi_1 \cdot \grave{A}} = \frac{588{,}6 \cdot 10^3}{0{,}868 \cdot 7{,}5 \cdot 10^{-3}} = 90{,}4 \grave{I}\ddot{I}\grave{a} \quad < 156{,}96 \grave{I}\ddot{I}\grave{a}.$$

Получено: недонапряжение.

2. Приближение 2.

Для второго приближения принимаем:

$$\varphi_2 = \frac{\varphi_1 + \varphi}{2} = \frac{0{,}868 + 0{,}5}{2} = 0{,}684;$$

$$À_{ðð} = \frac{F}{\varphi_2 \cdot [\sigma]} = \frac{588{,}6 \cdot 10^3}{0{,}684 \cdot 156{,}96 \cdot 10^6} = 5{,}48 \cdot 10^{-3} ì^2.$$

Определим диаметр: $d = \sqrt{\frac{5{,}48 \cdot 10^{-3}}{0{,}503}} = 0{,}1м$.

$$J_x = 0{,}0427 \cdot d^4 = 4{,}27 \cdot 10^{-6} ì^4 \Rightarrow i_{\min} = \sqrt{\frac{J_x}{À}} = \sqrt{\frac{4{,}27 \cdot 10^{-5}}{5{,}48 \cdot 10^{-3}}} = 0{,}028ì.$$

Получаем: $\lambda = \frac{0{,}5 \cdot (2+2)}{0{,}028} = 71{,}43$.

При **λ** = 70 **φ** = 0,81;

При **λ** = 80 **φ** = 0,75;

поэтому при **λ** = 71,43: $\varphi_3 = 0{,}81 - \frac{(0{,}81 - 0{,}75)}{10} \cdot 1{,}43 = 0{,}8$.

Проверяем условие прочности:

$$\sigma = \frac{F}{\varphi_3 \cdot À} = 134{,}3ÌÏà \quad < 156{,}96ÌÏà.$$

Получено: недонапряжение.

$\frac{[\sigma] - \sigma}{[\sigma]} \cdot 100\% = \frac{156{,}96 - 134{,}3}{156{,}96} \cdot 100 = 14{,}4\% > 5\%$ - что не допустимо.

3. Приближение 3.

Для третьего приближения принимаем:

$$\varphi_4 = \frac{\varphi_3 + \varphi_2}{2} = \frac{0{,}8 + 0{,}684}{2} = 0{,}742;$$

$$À_{òð} = \frac{F}{\varphi_4 \cdot [\sigma]} = \frac{588{,}6 \cdot 10^3}{0{,}742 \cdot 156{,}96 \cdot 10^6} = 5 \cdot 10^{-3} ì^2 .$$

Определим диаметр: $d = \sqrt{\frac{5 \cdot 10^{-3}}{0{,}503}} = 0{,}1м$.

$$J_x = 0{,}0427 \cdot d^4 = 4{,}27 \cdot 10^{-6} ì^4 \Rightarrow i_{\min} = \sqrt{\frac{J_x}{À}} = \sqrt{\frac{4{,}27 \cdot 10^{-5}}{5 \cdot 10^{-3}}} = 0{,}029ì .$$

Получаем: $\lambda = \frac{0{,}5 \cdot (2+2)}{0{,}029} = 68{,}97$.

При **λ** = 60 **φ** = 0,86;

При **λ** = 70 **φ** = 0,81;

поэтому при **λ** =68,97: $\varphi_5 = 0{,}86 - \frac{(0{,}86 - 0{,}81)}{10} \cdot 8{,}97 = 0{,}815$

$$\sigma = \frac{F}{\varphi_5 \cdot À} = \frac{588{,}6 \cdot 10^3}{0{,}815 \cdot 5 \cdot 10^{-3}} = 144{,}4ÌÏà \quad < 156{,}96ÌÏà .$$

Получено: недонапряжение.

$\frac{[\sigma] - \sigma}{[\sigma]} \cdot 100\% = \frac{156{,}96 - 144{,}4}{156{,}96} \cdot 100 = 8\% > 5\%$ - что не допустимо.

4. Приближение 4.

Для четвертого приближения принимаем:

$$\varphi_6 = \frac{\varphi_5 + \varphi_4}{2} = \frac{0{,}815 + 0{,}742}{2} = 0{,}778 ,$$

$$À_{òð} = \frac{F}{\varphi_6 \cdot [\sigma]} = \frac{588{,}6 \cdot 10^3}{0{,}778 \cdot 156{,}96 \cdot 10^6} = 4{,}82 \cdot 10^{-3} ì^2 .$$

Определим диаметр: $d = \sqrt{\frac{4{,}82 \cdot 10^{-3}}{0{,}503}} = 0{,}098м$.

$$J_x = 0{,}0427 \cdot d^4 = 3{,}92 \cdot 10^{-6}\,\text{ì}^4 \Rightarrow i_{\min} = \sqrt{\frac{J_x}{\text{À}}} = \sqrt{\frac{3{,}92 \cdot 10^{-5}}{4{,}82 \cdot 10^{-3}}} = 0{,}028\text{ì} \ .$$

Получаем: $\lambda = \dfrac{0{,}5 \cdot (2+2)}{0{,}028} = 71{,}43$.

При $\boldsymbol{\lambda}$ = 70 $\boldsymbol{\varphi}$ = 0,81;

При $\boldsymbol{\lambda}$ = 80 $\boldsymbol{\varphi}$ = 0,75;

поэтому при $\boldsymbol{\lambda}$ =71,43: $\varphi_7 = 0{,}81 - \dfrac{(0{,}81 - 0{,}75)}{10} \cdot 1{,}43 = 0{,}8$.

$$\sigma = \frac{F}{\varphi_7 \cdot \text{À}} = \frac{588{,}6 \cdot 10^3}{0{,}8 \cdot 4{,}82 \cdot 10^{-3}} = 152{,}6\text{ÌÏà} \quad < 156{,}96\text{ÌÏà} \ .$$

Получено: недонапряжение.

$\dfrac{[\sigma] - \sigma}{[\sigma]} \cdot 100\% = \dfrac{156{,}96 - 152{,}6}{156{,}96} \cdot 100 = 2{,}8\% < 5\%$ - что допустимо.

Окончательно принимаем, сечение с диаметром, $\boldsymbol{d}$ = 0,098*м* = 98*мм.*

5. Определение критической силы.

Так как $\lambda < \lambda_{пред}$, то применим формулу Ф. С. Ясинского (71,43 < 100, для стали **Ст.3** $\lambda_{пред}$=100) для критических по устойчивости напряжений:

$$\sigma_{кр} = a - b \cdot \lambda \ ,$$

где $\boldsymbol{a}$, $\boldsymbol{b}$ - постоянные, зависящие от материала, (так для стали Ст.3 $a = 3{,}1 \cdot 10^5 \dfrac{кН}{м^2}$;

$b = 11{,}4 \cdot 10^2 \dfrac{кН}{м^2}$).

$$\sigma_{êð} = 310000 - 1140 \cdot 71643 = 228570 \frac{\hat{e}\text{Í}}{\text{ì}^2} = 228{,}57 \frac{\text{ÌÍ}}{\text{ì}^2};$$

$$F_{êð} = \text{À} \cdot \sigma_{êð} = 4{,}82 \cdot 10^{-3} \cdot 228{,}57 \cdot 10^6 = 1101{,}7\hat{e}\text{Í} \ .$$

Коэффициент запаса устойчивости:

$$n_{уст} = \frac{\sigma_{кр}}{\sigma_{доп}},$$

где $\sigma_{доп} = \varphi \cdot [\sigma] \Rightarrow \sigma_{доп} = 0{,}8 \cdot 160 = 128 МПа$.

Тогда: $$n_{уст} = \frac{228{,}57}{128} = 1{,}79.$$

Контрольные вопросы

1.Дайте определение устойчивой и неустойчивой форм упругого равновесия стержня?

2.В чем заключается явление потери устойчивости сжатого стержня?

3.Как определить критическую нагрузку для сжатого прямолинейного стержня? Какие факторы влияют на ее величину?

4.Что такое гибкость стержня?

5.Во всех ли случаях формула Л. Эйлера дает правильный результат?

6.По какой формуле определяется критическое напряжение в стержне если его гибкость меньше предельной гибкости?

7. В чем заключается расчет стержня на устойчивость?

15. Динамика. Ударные нагрузки.

На двутавровую балку, свободно лежащую на двух жестких опорах (рис. 15.1), с высоты ***h*** падает груз ***F***.

Требуется:

1) найти наибольшее нормальное напряжение в балке;

2) решить аналогичную задачу при условии, что правая опора заменена пружиной, податливость которой (т.е. осадка от груза весом 1 *mc*) равна ***α***;

3) сравнить полученные результаты.

Данные взять из табл. 15.

Указание:

При наличии упомянутой в п. 2 пружины $\Delta_{\tilde{N}\grave{O}} = \Delta_{\acute{A}} + \beta \cdot \Delta_{\ddot{I}\dot{D}}$,

где $\Delta_{Б}$ — прогиб балки, лежащей на жестких опорах, в том сечении, где приложена сила ***F*** (при статическом действии этой силы);

$\Delta_{ПР}$ — осадка пружины от реакции, возникающей от силы ***F***;

в — коэффициент, устанавливающий зависимость между осадкой пружины и перемещением точки приложения силы ***F,*** вызванным поворотом всей балки вокруг центра шарнира левой опоры как жесткого целого (коэффициент ***в*** находится из подобия треугольников).

Таблица 15 – Исходные данные для задачи.

№ строки	Схема по рис. 15	№ двутавра	***L***, *м*	***F***, *кгс*	***h***, *см*	***α***, *см/тс*
1	I	20	2,1	110	11	21
2	II	20 а	2,2	120	12	22
3	III	24	2,3	30	3	23
4	IV	24 а	2,4	40	4	24
5	V	27	2,5	50	5	25
6	VI	27а	2,6	60	6	26
7	VII	30	2,7	70	7	27
8	VIII	30а	2,8	80	8	28
9	IX	33	2,9	90	9	29
0	X	36	3,0	100	10	30

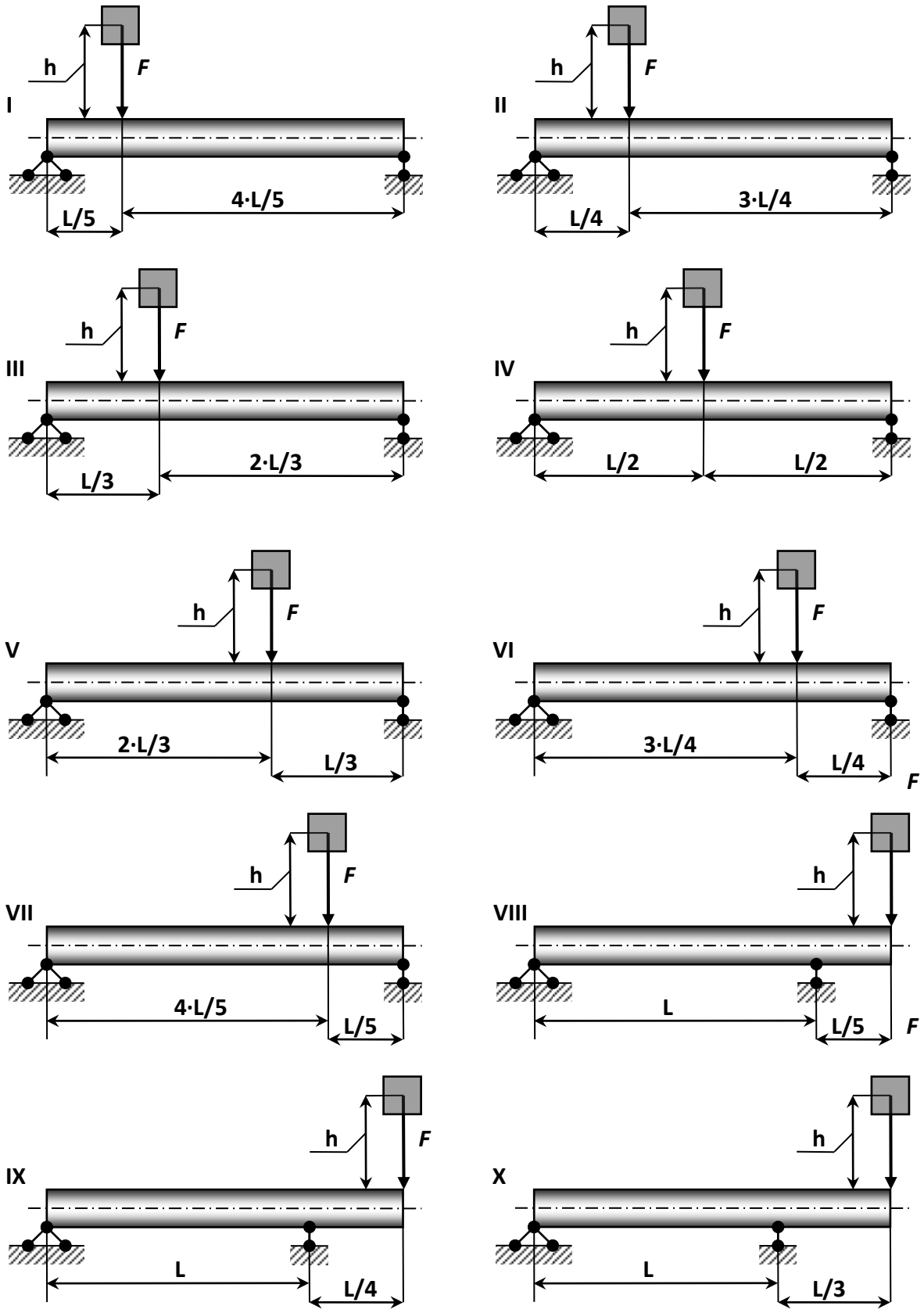


Рисунок 15.2 – Расчетная схема (по вариантам).

Пример №15.

Дано:

Схема 5; двутавр № 27 ;***L***=2,5*м*; ***F***=588,6*Н*; ***h***=5*см*; ***α***=25,5 *м/кН*; ***E***=2,1·10^{11}*Па*.

Решение:

I. Балка имеет обе опоры жесткие.

1. Определение статического прогиба в сечении С.

Пользуясь уравнениями равновесия, найдем, опорные реакции балки **АВ**:

$$R_A = \frac{F \cdot \frac{L}{3}}{l} = \frac{F}{3} = \frac{588,6}{3} = 196,2H;$$

$$R_B = \frac{F \cdot \frac{2 \cdot L}{3}}{L} = \frac{2 \cdot F}{3} = \frac{2 \cdot 588,6}{3} = 392,4H\ .$$

Проверка: $\sum Y = 0,$ т.е. $R_A + R_B - F = 0 \Rightarrow 196,2 + 392,4 - 588,6 = 0 - \hat{a}\mathring{a}\eth\hat{i}$ ..

Для определения статического прогиба в точке **С** воспользуемся методом начальных параметров:

$$E \cdot J_X \cdot Y_{\tilde{N}}^{\tilde{n}\grave{o}} = E \cdot J_X \cdot Y_0 + E \cdot J_X \cdot \varphi_0 \cdot L + \frac{M_0 \cdot z^2}{2} + \frac{Q_0 \cdot z^3}{6},$$

где ***Y₀***=0, ***M₀***=0; $Q_0 = R_A = 196,2H$.

Угол поворота вначале координат ***φ₀*** определим путем, составления, уравнения прогибов для сечения **В**, где прогиб так же равен нулю:

$$E \cdot J_X \cdot Y_{\tilde{N}}^{\tilde{n}\grave{o}} = E \cdot J_X \cdot Y_0 + E \cdot J_X \cdot \varphi_0 \cdot L + \frac{R_A \cdot L^3}{6} - \frac{F \cdot (L - \frac{2 \cdot L}{3})^3}{6} = 0$$

Так как, Y_0 и Y_B^{cm} равны нулю, то решив это уравнение найдем:

$$\varphi_0 = \left(\frac{F \cdot L^3}{162} - \frac{R_A \cdot L^3}{6} \right) \cdot \frac{1}{E \cdot J_X \cdot L} = -\frac{181{,}7}{E \cdot J_X}.$$

Подставив значение φ_0 в уравнение прогиба, получаем:

$$Y_{\tilde{N}}^{\tilde{n}\grave{o}} = \frac{181{,}7}{E \cdot J_X} \cdot \frac{2 \cdot L}{3} + \frac{1962}{6 \cdot E \cdot J_X} \cdot \left(\frac{2 \cdot L}{3} \right)^3 = \frac{151{,}4}{2{,}1 \cdot 10^{11} \cdot 5010 \cdot 10^{-8}} = -1{,}44 \cdot 10^{-5}\, \grave{\imath}\ .$$

2. Определение коэффициента динамичности по приближенной и точной формулам.

а) По точной формуле: $K_{\ddot{A}} = 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot h}{Y_{\tilde{N}}^{\tilde{n}\grave{o}}}} = 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 0{,}05}{1{,}44 \cdot 10^{-5}}} = 84{,}36$;

б) по приближенной формуле: $K_{\ddot{A}} = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{Y_{\tilde{N}}^{\tilde{n}\grave{o}}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0{,}05}{1{,}44 \cdot 10^{-5}}} = 83{,}33$.

Следует отметить, что коэффициент динамичности по точной формуле отличается, от коэффициента динамичности по приближенной формуле на 1,22 %.

3. Вычисление наибольшего нормального напряжения и прогиба при ударе.

При определении динамических напряжений вначале следует найти статические напряжения. Максимальный изгибающий момент от нагрузки ***F***, приложенной в точке **C** статически, определяется по формуле:

$$M_{\tilde{N}} = \frac{F \cdot \left(\frac{2 \cdot L}{3} \right) \cdot \left(\frac{L}{3} \right)}{L} = \frac{2 \cdot F \cdot L}{9} = \frac{2 \cdot 588{,}6 \cdot 2{,}5}{9} = 327 H \cdot \grave{\imath}\ .$$

По полученному значению изгибающего момента строим эпюру ***M***.

Статическое напряжение в точке **C**: $\sigma_{\tilde{N}}^{\tilde{n}\grave{o}} = \pm \frac{\grave{I}_{\tilde{N}}}{W_{\tilde{N}}} = \frac{327}{371 \cdot 10^{-6}} = \pm 0{,}88 \grave{I}\ddot{I}\grave{a}$.

Динамическое напряжение в точке **C** при ударе:

$$\sigma_{\tilde{N}}^{\ddot{A}} = K_{\ddot{A}} \cdot \sigma_{\tilde{N}}^{\tilde{n}\grave{o}} = 84{,}36 \cdot 0{,}88 = 74{,}24 M\ddot{I}a \ .$$

Динамический прогиб в точке C:

$$Y_{\tilde{N}}^{\ddot{A}} = K_{\ddot{A}} \cdot Y_{\tilde{N}}^{\tilde{n}\grave{o}} = 84{,}36 \cdot 1{,}44 \cdot 10^{-5} = 1{,}22 \cdot 10^{-3} \grave{i} \ .$$

II. В балке правая опора упругая.

1) Определение коэффициента динамичности, при замене правой жесткой опоры пружиной.

Осадка правой опоры под действием, силы ***F***:

$$Y_B^{упр} = \alpha \cdot R_B = 25{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}3924 = 10 \cdot 10^{-3} м .$$

Величина полного статического перемещения в точке **C**:

$$Y_{\tilde{N}}^{i\hat{i}\hat{e}\acute{i}} = Y_{\tilde{N}}^{\tilde{n}\grave{o}} + Y_{\tilde{N}}^{\acute{o}\ddot{i}\eth} = Y_{\tilde{N}}^{\tilde{n}\grave{o}} + Y_B^{\acute{o}\ddot{i}\eth} \cdot \frac{2}{3} = 1{,}44 \cdot 10^{-5} + \frac{2 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{3} = 6{,}69 \cdot 10^{-3} \grave{i} \ ,$$

где $Y_{\tilde{N}}^{\tilde{n}\grave{o}}$ - статический прогиб от силы ***F***;

$Y_{\tilde{N}}^{\acute{o}\ddot{i}\eth}$ - перемещение в точке **C** при осадке пружины.

Значение коэффициента динамичности при полном перемещении точки **C**:

$$K'_{Д} = 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 0{,}05}{6{,}69 \cdot 10^{-3}}} = 4{,}99 \cdot$$

2) Определение наибольших напряжений при упругой правой опоре (из пружины).

$$\sigma_{\tilde{N}}^{\ddot{A}'} = K'_{\ddot{A}} \cdot \sigma_{\tilde{N}}^{\tilde{n}\grave{o}} = 4{,}99 \cdot 0{,}88 = M\ddot{I}a \ .$$

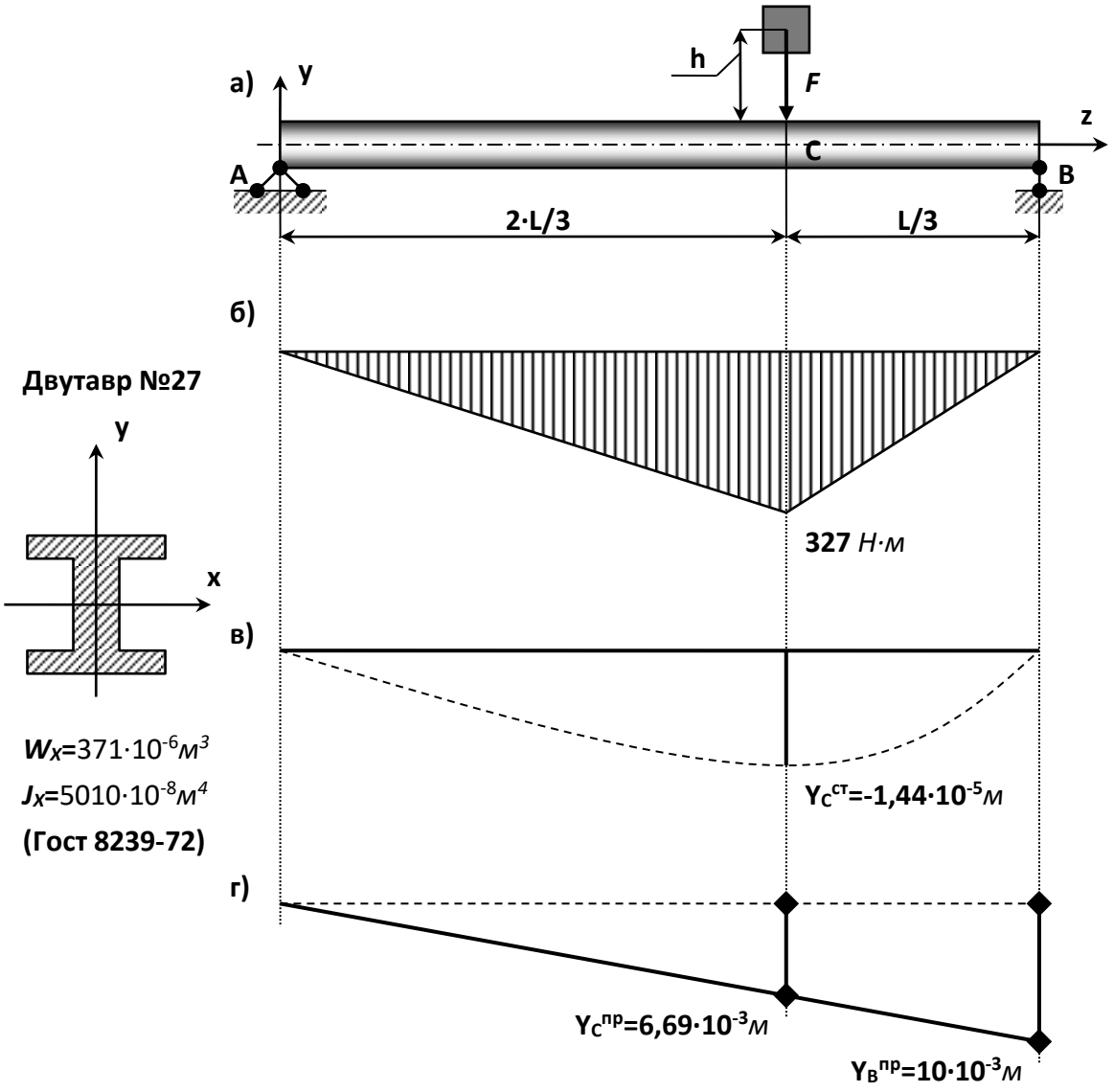
3) Сравнение динамических напряжений при балке на жестких опорах и при замене правой опоры пружиной.

- для жестких опор: $\sigma_C^{Д} = 74{,}24 МПа$;

- для упругих опоры: $\sigma'^{\ddot{A}}_{\tilde{N}} = 4{,}4 M\ddot{I}a$.

Отношение напряжений: $\frac{\sigma_{\tilde{N}}^{\ddot{A}}}{\sigma'^{\ddot{A}}_{\tilde{N}}} = \frac{74{,}24}{4{,}4} = 16{,}89$.

Таким образом, замена жесткой опоры в балке пружиной снизит динамическое напряжение в опасной точке в 16,89 раза, с чем бесспорно необходимо считаться.



а) схема нагружения; б) эпюра *М*, *кН·м*; в) эпюра прогиба на жесткой опоре В;

г)эпюра прогиба на упругой опоре В

Контрольные вопросы

1. Объясните особенности динамического нагружения по сравнению со статическим.
2. Что такое динамический коэффициент и чему он равен при подъеме груза с постоянным ускорением?
3. Что такое удар? Какие допущения используются при определении динамического коэффициента при вертикальном ударе?
4. Запишите формулу для динамического коэффициента при ударе. Объясните влияние на него величины и массы ударяемого груза.
5. Как увеличивается распределенная масса стержня с помощью коэффициента приведения и из каких соображений он определяется?
6. Что такое волны деформаций и с какой скоростью они распределяются в стержне при растяжении- сжатии?
7.

Используемая литература.

1. Ахметзянов М.Х., Лазарев И.Б. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ 2-е изд., пер. и доп. (Электронный ресурс): Учебник для бакалавров М.: ЮРАЙТ, 2015-Режим доступа:/ http://www.biblio-online.ru/

2. Кривошапко С.Н. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ. (Электронный ресурс): Учебник и практикум для прикладного бакалавриата М.: ЮРАЙТ, 2015-Режим доступа:/ http://www.biblio-online.ru/

3. Эрдеди, Н. А. Сопротивление материалов [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по немашиностроительным направлениям подготовки / Н. А. Эрдеди, А. А. Эрдеди. - М. : КНОРУС, 2012. - 160 с. - (Для бакалавров).

4. Ахметзянов, М. Х. Сопротивление материалов. Учебник для бакалавров [Текст] : учебник для студентов, обучающихся по направлению "Строительство" / М. Х. Ахметзянов, И. Б. Лазарев. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2013. - 300 с. - (Бакалавр. Базовый курс).

5. Кривошапко, С. Н. Сопротивление материалов: лекции, семинары, расчетно-графические работы. Учебник для бакалавров [Текст] : учебник для студентов инженерно-технических направлений и специальностей / С. Н. Кривошапко. - М. : Юрайт, 2013. - 413 с. - (Бакалавр. Базовый курс).

6. Сопротивление материалов [Текст] : учебник для студентов вузов / А. Г. Схиртладзе [и др.]. - М. : Академия, 2012. - 416 с. - (Бакалавриат).

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для практических занятий по дисциплине **«Гидравлика»**

Рязань 2024 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Методические указания составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) – 23.03.01 Технология транспортных процессов, утвержденного 07 августа 2020 г. № 911

(дата утверждения ФГОС ВПО)

Разработчик доцент, кафедры «Строительство инженерных сооружений и механика»

(должность, кафедра)



_____ О.П. Гаврилина

(подпись)

Рассмотрена и утверждена на заседание кафедры «_20_» ____марта____2024 г.
Протокол № _8___

Заведующий кафедрой «Строительство инженерных сооружений и механика»

(кафедра)



_____ С.Н. Борычев

(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ (СИ)		4
1.	**ГИДРОСТАТИКА**	5
1.1	Давление в покоящейся жидкости	5
1.2	Относительный покой (равновесие) жидкости	6
1.3	гидростатического давления жидкости на горизонтальную плоскую поверхность	7
1.4	Сила давления жидкости на криволинейные поверхности	10
1.5	Простейшие гидравлические машины	12
1.6	Плавание тел и их остойчивость	13
1.7	Указания к решению задач по гидростатике	14
2.	**ОСНОВЫ ГИДРОДИНАМИКИ И ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ**	15
2.1	Гидравлические элементы потока	15
2.2	Уравнение Д. Бернулли. Определение потерь удельной энергии в потоке	16
2.3	Гидравлический расчет коротких трубопроводов	21
2.4	Истечение из отверстий и насадков при постоянном напоре	22
2.5	Истечение из отверстий и насадков при переменном напоре	24
2.6	Указания к решению задач по гидродинамике	25
3	**ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ДЛИННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ**	26
3.1	Расчет простых длинных трубопроводов	26
3.2	Расчет экономически наивыгоднейшего диаметра трубопровода	30
3.3	Гидравлический расчет длинных трубопроводов при последовательном и параллельном соединении труб	32
3.4	Расчет распределительных водопроводных сетей	34
Литература		39

МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ (СИ).

1 января 1963 г. Государственным стандартом 9867-61 в нашей стране введена как предпочтительная международная система единиц измерения (сокращенное обозначения в русском написании СИ, в латинском SI). В стандарт включены 6 основных, 2 дополнительных и 27 важнейших производных единиц СИ.

В гидравлических расчётах из шести основных единиц измерения, перечисленных в ГОСТ 9867-61, используются три, а именно:

Длина – единица измерения метр (м);

Масса – единица измерения килограмм (кг);

Время – единица измерения секунда (с).

Из дополнительных единиц измерения в гидравлических расчётах употребляется для измерения углов радиан (рад). Из числа производных единиц в гидравлических расчётах используются следующие:

№№ п/п	Наименование	Единица измерения
1	Площадь	1 м²
2	Объём	1 м³
3	Скорость	1 м/с
4	Ускорение	1 м/с²
5	Угловая скорость	1 рад/с
6	Сила	1 Н (ньютон)
7	Давление, напряжение	1 н/м²
8	Модуль упругости, модуль объёмного сжатия	1 кг/м²
9	Плотность	1 кг/м³
10	Удельный вес (объемный вес)	1 н/м³
11	Динамическая вязкость	1 н·с/м²
12	Кинетическая вязкость	1 м²/с
13	Работа, энергия	1 Дж (1 Джоуль = Iн·Iм)
14	Мощность	1 Вт (1 Ватт = 1 Дж/с)

1.ГИДРОСТАТИКА

1.1 Давление в покоящейся жидкости

Гидростатическим давлением в данной точке покоящейся жидкости называется напряжение сжатия в ней, равное:

$$P = \lim_{\Delta\omega \to 0} \frac{\Delta P}{\Delta \omega} \qquad (1\text{-}1)$$

где: Δω – элементарная площадка, содержащая данную точку;

ΔP – нормальная сжимающая сила, действующая на эту площадку.

Гидростатическое давление (ГСД) в точке всегда направлено по внутренней нормали, по всем направлениям одинаково по своей величине и зависит от положения точки в покоящейся жидкости.

Единицей измерения ГСД в СИ является Паскаль (Па): Формула единицы измерения Па.

Для измерения давления используют ещё техническую атмосферу: Вывод единицы 1 ат.

При решении большинства задач, связанных с определением ГСД, в покоящейся жидкости используется основное уравнение гидростатики: Формула (1-2)

где: ρ – плотность жидкости;

Z – геометрическая высота, т.е. расстояние от произвольной горизонтальной плоскости сравнения до рассматриваемой точки покоящейся жидкости;

P – ГСД в этой точке.

Гидростатическое давление в точке определяется по формуле: Формула (1-3).

где: P_0 – внешнее давление на свободной поверхности;

h – глубина погружения точки;

ρgh – вес столба жидкости высотой h с площадью поперечного сечения равен единице;

γ – удельный вес жидкости.

Размерность гидростатического давления:

[P] = н/м² (ньютон на квадратный метр).

Соответственно удельный вес имеет размерность:

[γ] = [ρg] = н/м³ (ньютон на кубический метр).

Удельный вес обыкновенной чистой воды отличается от удельного веса дистиллированной воды при 4°C и в расчётах может приниматься:

$$\gamma = 1000 \text{ кг/м}^3 = 9{,}81 \cdot 10^3 \text{ н/м}^3 = 9810 \text{ н/м}^3$$

Для других жидкостей, наиболее часто встречающихся в расчётах плотность ρ равна:

ртуть – 13600 кг/м³;

бензин – 750 кг/м³;

нефть – 900 кг/м³;

глицерин – 1250 кг/м³.

Гидростатическое давление может быть условно выражено высотой столба жидкости P/γ.

В целом давление на открытой поверхности (в открытом резервуаре, в водоёме, в канале и др.) часто равно атмосферному, т.е. $P_0 = P_{ат.}$

Величина давления $P_{ат} = 1$ кгс/см² = 98100 н/м² называется технической атмосферой.

Давление, равное одной технической атмосфере, эквивалентно давлению столба воды высотой 10 м, т.е. Вывод давления одной техн. атмосферы.

Гидростатическое давление, определяемое по формуле (1-3) называется полным или абсолютным давлением.

Избыток абсолютного давления над атмосферным называется избыточным или манометрическим давлением $P_{ман}$: Формула (1-4)

Недостаток абсолютного давления до атмосферного называется вакуумметрическим давлением: Формула (1-5)

Отношение манометрического давления к $\rho g = \gamma$ называется пьезометрической высотой, а вакуума к ρg – вакуумметрической высотой: Формулы (1-6) и (1-7).

Сумма членов (полный гидростатический напор и гидростатический напор без учёта атмосферного давления)

Графическое изображение величины и направления гидростатического давления, действующего на любую точку поверхности, называют эпюрой гидростатического давления.

1.2 Относительный покой (равновесие) жидкости

Здесь рассматриваются случаи относительного покоя жидкости, находящейся в сосуде, при движении в горизонтальном и вертикальном направлениях, с постоянным ускорением ±a и вращающемся цилиндрическом сосуде вокруг вертикальной оси с постоянной угловой скоростью ω_0.

Уравнения свободной поверхности при $P = P_{ат}$ и начале координат,(как показано на рис. 1-1,) соответственно имеет следующий вид:

$$Z_{CB} - Z_0 = h' = -\frac{a}{gx}; \qquad \text{(I-8)}$$

$$Z_{CB} - Z_0 = h' = 0; \qquad \text{(I-9)}$$

$$Z_{CB} - Z_0 = h' = \frac{\omega_0^2 \cdot r}{2g}; \qquad \text{(I-10).}$$

где: $Z_{св}$ – текущая координата свободной поверхности жидкости в сосуде;

Z_0 – начальная глубина жидкости в сосуде для первых двух случаев или координатная параболоида вращения;

h′ − высота параболоида вращения.

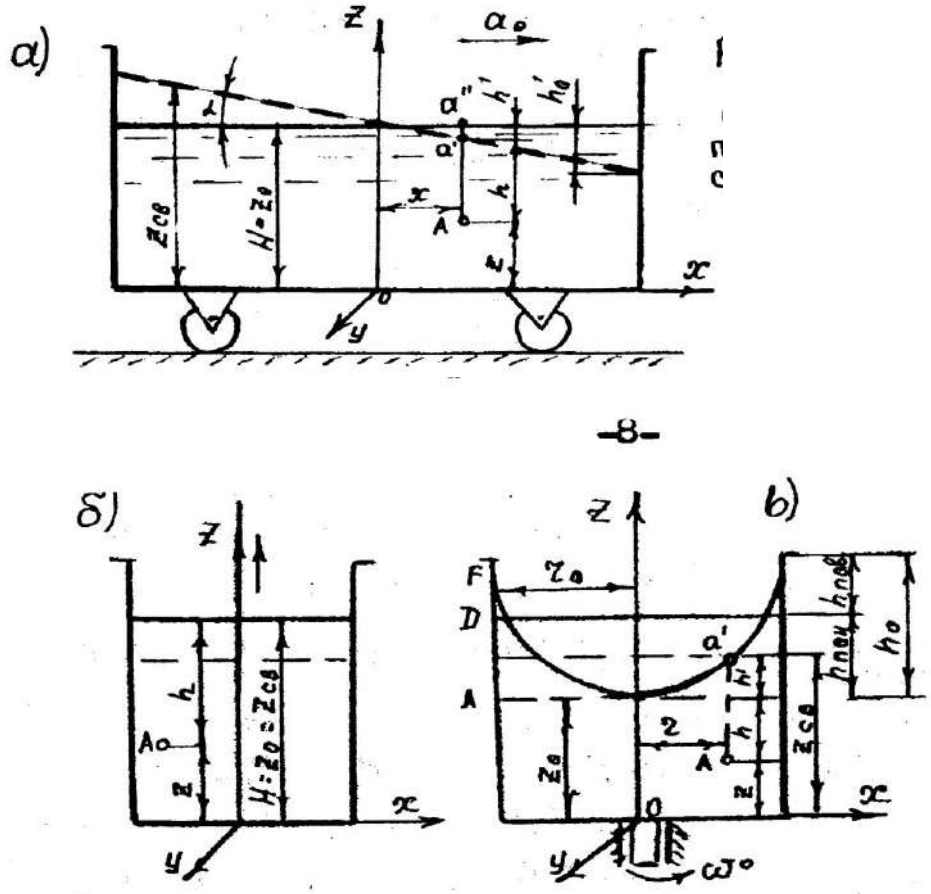


Рисунок 1-1 (а,б,в)

Свободная поверхность жидкости для указанных выше случаев представляет собой соответственно наклонную к оси x под углом α = arctg a/g и горизонтальную плоскости, а также параболоид вращения. Для случая вращения жидкости в цилиндрическом сосуде из равенства объёмов следует, что $W_{ABCD} = W_{ABEF} = W_{EBFA}$, откуда легко выражается зависимость:

$$h_{ПОВ} = h_{ПОН} = 0{,}5h_0^{/}, \qquad \text{(I-11)}$$

где: $h_0^{/}$ - высота параболоиды вращения, соответствующая радиусу сосуда r_0.

Для первого и третьего случаев (см. рис. 1-1а,в) давление в точке рассматриваемого объёма жидкости определяется по уравнению (1-3), т.е. распределяется по гидростатическому закону, а глубину погружения точки под свободную поверхность жидкости рекомендуется определять по зависимости:

$$h = Z_0 - Z \pm h^{/}, \qquad \text{(I-12).}$$

Для случаев вращения жидкости в цилиндрическом сосуде величина h′ принимается всегда с положительным знаком. При вертикальном перемещении сосуда с жидкостью с постоянным ускорением ±a давление в точке рассматриваемого объёма определяется по уравнению:

$$P = P_0 + \rho(g \pm a)h, \qquad \text{(I-13)}$$

где знак вертикального ускорения зависит от его направления.

1.3. Сила гидростатического давления жидкости на горизонтальную плоскую поверхность.

Сила давления жидкости на горизонтальную поверхность определяется по формуле:

$$P_{ПОЛН} = (P_0 + \gamma h)\omega, \qquad \text{(I-14)}$$

где: $P_{ПОЛН}$ – сила давления с учётом внешнего давления;

h – глубина данной горизонтальной поверхности;

ω - площадь горизонтальной поверхности, на которую действует давление.

Сила манометрического давления при условии, что внешнее давление в уравнении (1-14) равно атмосферному $P_o=P_{ат}$, определяется по уравнению

$$P = \gamma h \omega . \qquad \text{(I-15)}$$

4. Сила гидростатического давления и центр давления на плоские произвольно ориентированные стенки.

Сила давления жидкости на горизонтальную поверхность равна:

$$P_{ПОЛН} = (P_0 + \rho g h)\omega , \qquad \text{(I-16)}$$

Сила избыточного, т.е. манометрического давления, при условии, что $P_o=P_{ат}$, определяется по уравнению

$$P = \rho g h \omega .$$

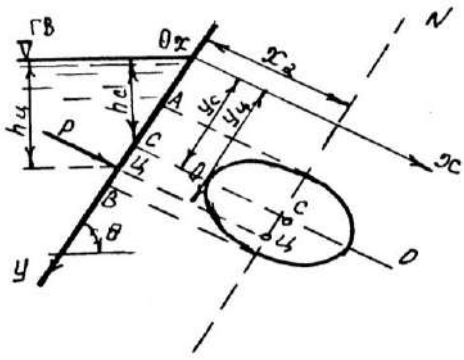
Центр давления проходит через центр тяжести эпюры давления, которая в рассматриваемом случае будет иметь вид прямоугольника или иначе говоря будет находиться в центре тяжести горизонтальной поверхности, испытывающей давление жидкости.

5. Сила и центр давления на плоские поверхности произвольно ориентированные.

Сила и центр давления на плоские стенки могут быть вычислены аналитическим и графоаналитическим способом.

I. Аналитический способ. Полная сила давления на плоскую поверхность АВСД (рис. 1-2из лекций), произвольно ориентированную вычисляется по формуле:

$$P = (P_0 + \rho g h_{Ц})\omega , \qquad \text{(I-17)}$$



где: ω - площадь смоченной части поверхности;

$h_ц$ – глубина погружения центра тяжести смоченной площади;

ρg = γ -удельный вес жидкости.

Сила манометрического (избыточного) давления при $P_o = P_{ат}$ находится по формуле:

$$P = \rho g h_{Ц} \cdot \omega , \qquad \text{(I-18)}$$

Центр давления (точка приложения равнодействующих сил манометрического давления) на плоскую поверхность АВСД симметричной относительно оси АС (рис. 1-2) определяется по формуле:

$$Y_{Ц} = \frac{J}{\omega Y_C} , \qquad \text{(I-19)}$$

или по формуле:

$$Y_{Ц} = Y_C + \frac{J_0}{\omega Y_C} , \qquad \text{(I-20)}$$

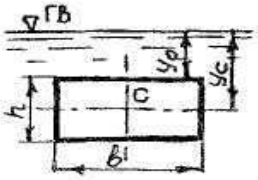
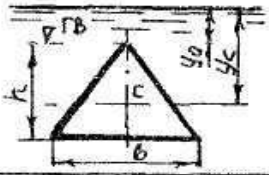
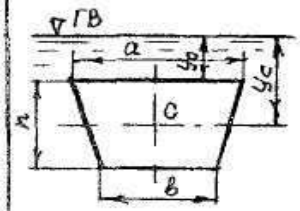
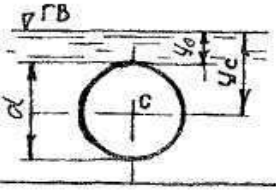
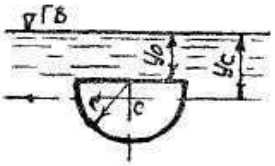
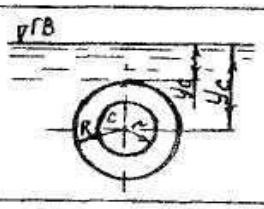
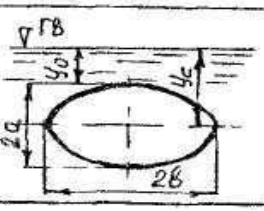
Как видно из формулы (1-20), центр давления расположен всегда ниже центра тяжести на величину L.

Для облегчения расчётов в таблице 1 приведены значения моментов инерции I_o (относительно горизонтальной оси, проходящей через центр тяжести С), координаты центра тяжести Y_c, центра давления $Y_ц = Y_c + e$ и площади ω наиболее распространённых плоских фигур.

При угле наклона стенки к горизонту $\Theta = 90^o$, $Y_c = h_c$ и $Y_ц = h_ц$. В таблице 1 формулы для определения I_o, Y_c, ω, e приведены для вертикальных стенок ($\Theta = 90^o$).

Таблица I.1

Моменты инерции $\boldsymbol{J_0}$ (относительно горизонтальной оси, проходящей через центр тяжести С), координаты центра тяжести $\boldsymbol{Y_c}$, центра давления $\boldsymbol{Y_Ц = Y_C + e}$ и площади $\boldsymbol{\omega}$ нескольких плоских фигур

Вид фигуры, обозначения	J_0	y_c	ω	e при $y_0=0$
	$\frac{bh^3}{12}$	$y_0+\frac{h}{2}$	bh	$\frac{h}{6}$
	$\frac{bh^3}{36}$	$y_0+\frac{2}{3}h$	$\frac{bh}{2}$	$\frac{h}{12}$
	$\frac{h^3(a^2+4ab+b^2)}{36(a+b)}$	$y_0+\frac{h(a+b)}{3(a+b)}$	$\frac{h(a+b)}{2}$	$\frac{h}{6}\times\frac{a^2+4ab+b^2}{(a+b)(a+2b)}$
	$\frac{\pi d^4}{64}$	$y_0+\frac{d}{2}$	$\frac{\pi d^2}{4}$	$\frac{d}{8}$
	$\frac{9\pi^2-64}{72\pi}r^4$	$y_0+\frac{4r}{3\pi}$	$\frac{\pi r^2}{2}$	$\frac{1}{6}r$
	$\frac{\pi(R^4-r^4)}{4}$	y_0+R	$\pi(R^2-r^2)$	$\frac{R^2+r}{4R}$
	$\frac{\pi a b}{4}$	y_0+a	$\pi\cdot a b$	$\frac{a}{4}$

II. Графоаналитический способ. Для определения силы давления на плоскую стенку этим способом надо построить эпюру гидростатического давления. Сила давления будет равна площади эпюры F, умноженной на ширину стенки b:

$$P=F\cdot b, \qquad \text{(I-21)}.$$

Формула (1-21) справедлива для стенок, у которых ширина их не изменяется (b = const) с изменением глубины h. Если формулу (1-21) подставить вместо F (площадь эпюры полного гидростатического давления), то получим полную силу $P_{полн}$. Для нахождения центра давления нужно определить центр тяжести эпюры, из полученного центра провести линию, перпендикулярную к рассматриваемой поверхности до пересечения с ней и измерить расстояние от этой точки до свободной поверхности, что и даст расстояние от центра давления, т.е. координату центра давления. Разница результатов расчетов аналитическим и графоаналитическим способами не должна превышать более 5%.

При устройстве больших резервуаров, затворов, с целью уменьшения материалоёмкости, увеличения жесткости, устраивают ригеля (горизонтальные балки) или фермы. Расположение их определяется гидравлическим расчётом из условия равной нагруженности.

Распределение ригелей из равенства давления приходящегося на каждый ригель (рис. 1-3)

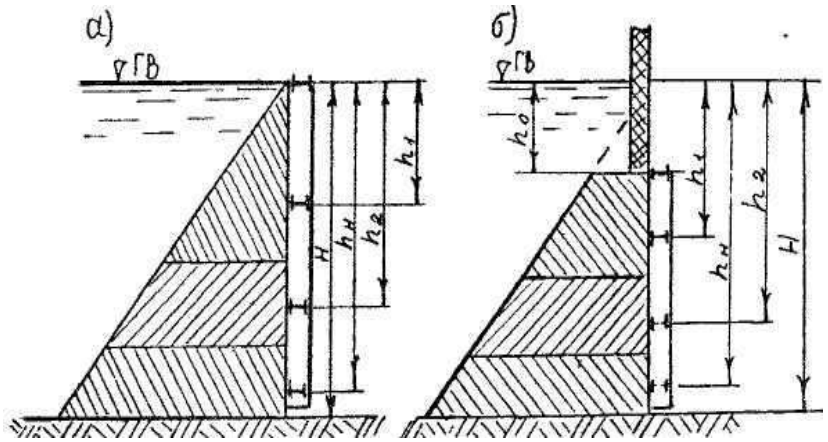


Рисунок I-3.Эпюра давления.

К размещению ригелей в плоских щитах:

а) верх щита совпадает со свободной поверхностью;

б) верх щита находится на глубине h_0 от свободной поверхности

определяется по формуле:

$$\frac{h_i}{H}=\frac{3}{2}\cdot\frac{1}{\sqrt{n+m}}\left[(i+m)^{1,5}-(i+m-1)^{1,5}\right], \qquad \text{(I-22)}$$

где: $\frac{n}{m}=\left(\frac{H}{h_0}\right)^2-1$; n – число ригелей;

i – порядковый номер;

h_0 – расстояние первого ригеля от уровня воды.

1.4 Сила давления жидкости на криволинейные поверхности

В изучаемом курсе гидравлики рассматриваются криволинейные поверхности, которые имеют один центр кривизны (цилиндрические и сферические), т.к. только для таких поверхностей элементарные силы давления имеют одну точку пересечения и согласно законам механики твёрдого тела могут быть приведены к одной результирующей силе, величина которой и точка её

приложения (центр давления) могут быть определены аналитическими и графоаналитическими способами.

I. Аналитический способ. Результирующая сила гидростатического давления на криволинейную поверхность определяют по формуле

$$P = \sqrt{P_X^2 + P_Y^2 + P_Z^2}\,, \qquad \text{(I-23)}.$$

В случае цилиндрической криволинейной поверхности

$$P = \sqrt{P_X^2 + P_Z^2}\,, \qquad \text{(I-24)}$$

Горизонтальная составляющая P_x по направлению оси OX (рис. 1-4).

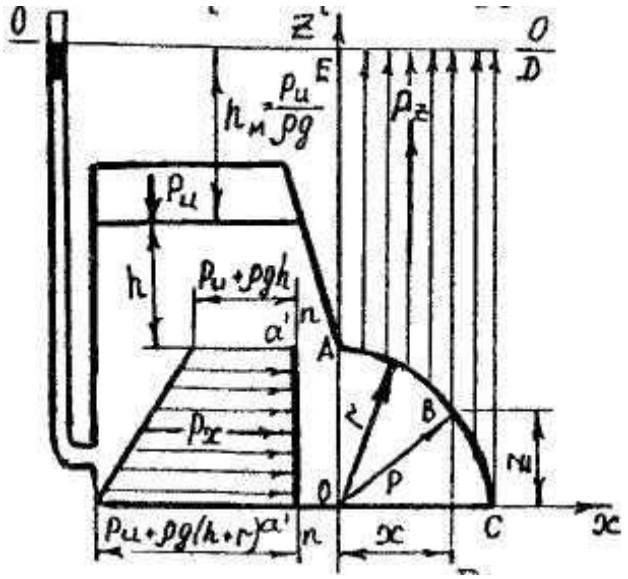


Рис. I-4.К расчету силы давления на криволинейную поверхность

$$P_X = \rho g h'_{M(ЦТ)} \cdot \omega_Z\,, \qquad \text{(I-25)}$$

Рисунок 1-4.

Вертикальная составляющая P_z силы давления P по направлению оси OZ.

$$P_Z = \rho g W\,, \qquad \text{(I-26)}.$$

Для цилиндрических поверхностей поверхностный объём тела давления:

$$W = \Omega_{т.д.} \cdot b\,, \qquad \text{(I-27)}$$

$$\Omega_{т.д.} = \Omega_{ABCDE};$$

Для сферических поверхностей объём тела давления равен объёму или части объёма сферы (в зависимости от степени заполнения сферы, т.е. уровня жидкости, создающего давление).

Направление результирующей силы давления на цилиндрическую криволинейную поверхность определяется по формулам:

$$Cos(P\hat{O}x) = \frac{p_X}{p}$$

$$Cos(P\hat{O}z) = \frac{p_z}{p} \qquad \text{(I-28)}$$

а координаты центра давления соответственно равны:

$$X = r \cdot Cos(P\hat{O}x)$$

$$Z = r \cdot Cos(P\hat{O}z) \quad , \qquad \text{(I-29)}$$

Рассматривая силу давления на цилиндрическую поверхность с вертикальной образующей, легко получить так называемую «котельную» формулу (Мариотта), которая устанавливает связь между диаметром трубы d и её толщиной δ стенок, давлением P в трубопроводе и напряжением σ в её стенках: $\sigma = \frac{Pd}{2\delta}$, (1-30).

II. Графоаналитический способ. Для определения результирующей силы давления жидкости на криволинейную поверхность необходимо построить эпюру манометрического давления горизонтальной составляющей силы давления и тела давления (см. рис. 1-4). Эпюра манометрического давления горизонтальной составляющей строится аналогично, как на плоскую поверхность, а правило построения поперечного сечения тела давления следует из определения объёма тела давления. Составляющая P_x результирующей силы P определяется как объём эпюры манометрического давления, а P_z – по формуле (1-26). При построении эпюр давления следует принимать одинаковые масштабы по осям координат. Масштаб давлений следует выбирать таким образом, чтобы отрезок на эпюре, выражающий давление в точке, был в случае однородной жидкости по величине равен высоте столба жидкости над точкой и выражался в линейном масштабе. Например, если линейный масштаб 1:100, т.е. 1 см соответствует 100 см или 1 м, то масштаб равен 1 см – 1 ρgk Па; при масштабе 1:50 соответственно будет иметь масштаб давлений 1 см – 0,5 ρgk Па и т.д.

Для нахождения точки приложения результирующей силы давления определяются центры тяжести эпюр манометрического давления горизонтальной составляющей и тела давления, т.е. эпюра вертикальной составляющей. Результирующая сила P проходит через точку пересечения составляющих P_x и P_z и через центр кривизны криволинейной поверхности, точка пересечения которой с криволинейной поверхностью является центром давления. Начало координат рекомендуется принимать в центре кривизны (см. рис. 1-4).

1.5 Простейшие гидравлические машины

В этом разделе рассматриваются задачи основанные на способности жидкости передавать изменение внешнего давления во все точки занятого ею пространства (закон Паскаля). На использовании этого свойства основан принцип действия многих гидравлических машин. В практике находят широкое применение такие простейшие гидравлические машины, как гидравлические домкраты, подъёмники, гидравлические прессы, мультипликаторы (повысители давления), гидравлические аккумуляторы и другие.

При расчёте простейших гидравлических машин используются закон равновесия жидкости, давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности, закон механики твёрдого тела.

1.6 Плавание тел и их остойчивость

На тело погруженное в покоящуюся жидкость, действует выталкивающая сила, называемая архимедовой силой P; она направлена вверх и равна весу вытесненной телом жидкости и проходит через центр тяжести объёма погруженной части тела W, называемой водоизмещением.

Условие плавания тела выражается равенством

$$P = G \qquad (1\text{-}31)$$

где: G – вес тела;

P – результирующая сила давления жидкости на погруженное в нее тело – архимедова сила.

Сила P находится по формуле

$$P = \rho g W \qquad (1\text{-}32)$$

Если вес тела G>P, тело тонет. При G = P, тело плавает в погруженном состоянии. Если G<P, тело находится в надводном плавании, находясь в определённом погружении. Глубина погружения наивысшей точки смоченной поверхности у называется осадкой тела (рис. 1-5а).

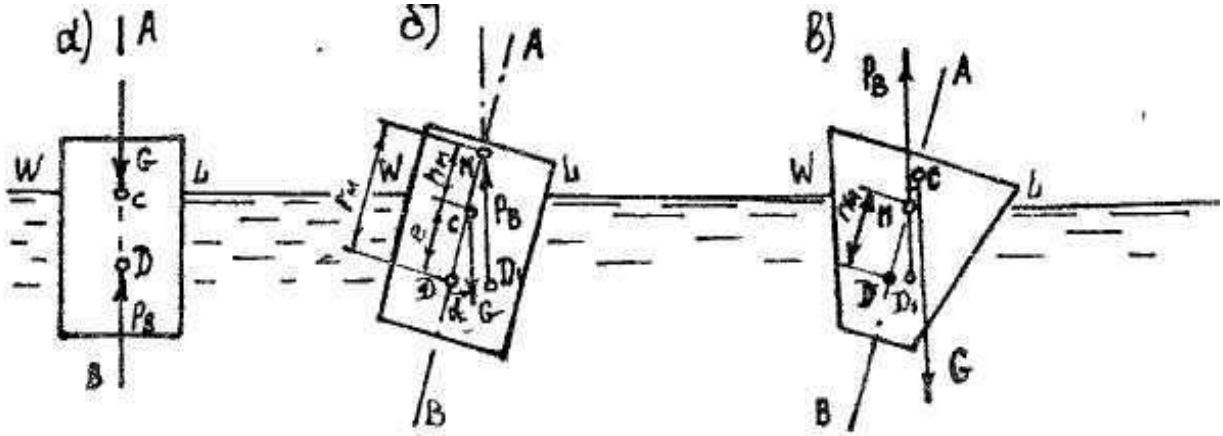


Рисунок I-5. К расчету плавания тел:

а) равновесное положение тела;

б) остойчивое положение;

в) неустойчивое положение.

Линия пересечения плоскости свободной поверхности жидкости с боковой поверхностью плавающего тела (в равновесном положении) называется ватерлинией. Площадь сечения тела плоскости свободной поверхности (в равновесном положении ограничена ватерлинией) называется площадью плоскости плавания.

Линия, проходящая через центр водоизмещения Д (или центр давления) при равновесии тела и центр тяжести плавающего тела С, называется осью плавания (рис. 1-5а).

Точка М пересечения оси плавания с вертикалью, проведённой через центр водоизмещения Д, при крене тела на угол α, называется метацентром (рис. 1-5*б*).

Расстояние от центра тяжести Д до центра водоизмещения С называется эксцентриситетом L; расстояние от точки С до метацентра М называется метацентрической высотой $h_м$, а $r_м$ – метацентрическим радиусом.

Метацентрический радиус может (для небольших кренов, до 15º) быть вычислен по формуле

$$r_M = \frac{J}{W}, \qquad \text{(I-33)}$$

Метацентрическая высота:

$$h_м = r_M - e = \frac{J}{W} - e, \qquad \text{(I-34)}$$

При расчёте связанным с плаванием тел, кроме условия плавания (1-31) тело (судно, баржа и т.д.) должно удовлетворять условию остойчивости. Плавающее тело будет остойчивым в том случае, если при крене сила тяжести G и архимедова сила P создают момент, стремящийся уничтожить крен и вернуть тело в исходное положение.

Если центр тяжести тела C лежит ниже центра водоизмещения, то плавание будет, безусловно, остойчивым.

Если центр тяжести тела C лежит выше центра водоизмещения Д, то плавание будет остойчивым только при выполнении условия $h_м > 0$ или $r_м > e$.

1.7 Указания к решению задач по гидростатике

При решении задач на определение давления в той или иной точке объёма жидкости, находящейся в состоянии покоя необходимо, прежде всего, выяснить силы и направления их, затем составить уравнения равновесия этих сил относительно плоскости сравнения.

При расчёте используется основное уравнение гидростатики (1-2) или (1-3). При решении задач необходимо твёрдо различать давления абсолютное, избыточное и вакуум, и знать связь между давлением, плотностью жидкости и высотой, соответствующей этому давлению (пьезометрической высотой).

При решении задач, связанных с определением сил давления надо не смешивать такие понятия как давление p и сила P, строго соблюдать размерности и учитывать свойства гидростатического давления.

В задачах, которых дано поршень или система поршней (простейшие гидравлические машины) используется закон Паскаля и уравнения равновесия всех сил действующих на систему в проекции на оси координат или уравнения моментов, или сочетание этих уравнений.

В задачах на относительный покой жидкости в общем случае следует учитывать действие двух массовых сил: силы тяжести и силы инерции, использовать основное свойство поверхностей уровня, в том числе свободной поверхности жидкости.

2. ОСНОВЫ ГИДРОДИНАМИКИ И ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ

2.1 Гидравлические элементы потока

1. Основы кинематики потока жидкости.

1.1 Основные определения.

Линия тока – это линия, касательная к которой в каждой точке в данный момент времени совпадает с направлением скорости в этой точке. Такая скорость (в точке) называется местной скоростью.

Элементарная струйка – это бесконечно малый объём жидкости вокруг линии тока.

Поток – это движущийся объём жидкости конечных размеров. Поток состоит из бесконечно большого количества элементарных струек.

Живое сечение потока – есть сечение ω, нормальное в каждой своей точке, соответствующей линии тока.

Смоченный периметр – есть периметр живого сечения русла, соприкасающегося со стенками русла.

Гидравлический радиус R – есть отношение площади живого сечения ω к смоченному периметру χ:

$$R = \frac{\omega}{\chi}, \qquad \text{(II-1)}.$$

Расход потока Q – есть объём жидкости, проходящей через живое сечение потока за единицу времени.

Средняя скорость ϑ в живом сечении – есть условная, одинаковая для всех точек сечения скорость, при которой расход потока будет такой же, как при действительных местных скоростях, различных для различных точек сечения. Расход и средняя скорость связаны между собой формулами:

$$Q = \vartheta\omega, \qquad \text{(II-2)}$$

$$\vartheta = \frac{Q}{\omega}, \qquad \text{(II-3)}$$

Средняя скорость в живом сечении может быть также определена из формулы:

$$\vartheta = \frac{\int_{\omega} U d\omega}{\omega}, \qquad \text{(II-4)}$$

или приближенно $\vartheta = \dfrac{\sum U \Delta\omega}{\omega}$, $\qquad$ (II$^{/}$-4)

Виды движения. Движение жидкости может быть неустановившимся и установившимся.

Неустановившееся движение – такое движение, при котором элементы потока (расход, скорость, глубина, давление и др.) изменяются по времени.

Установившееся движение – такое движение, при котором элементы потока не меняются по времени. Такое движение в свою очередь может быть равномерным или неравномерным.

Неравномерным называется движение, при котором элементы потока изменяются вдоль движения (по длине), оставаясь постоянным во времени.

Равномерным называется движение, при котором элементы потока (скорость, глубина, площадь живого сечения) вдоль движения не меняются.

Движение жидкости также может быть напорным и безнапорным.

Напорным называется движение, при котором поток по всему периметру живого сечения соприкасается со стенками русла и давление во всех точках сечения больше атмосферного.

При безнапорном движении поток имеет свободную поверхность, на которой давление равно атмосферному и лишь часть периметра живого сечения соприкасается со стенками русла.

Так как при установившемся движении расход в различных живых сечениях потока является величиной постоянной, то средние скорости и площади этих живых сечений связаны между собой уравнением неразрывности (сплошности) потока:

$$\vartheta_1\omega_1 = \vartheta_2\omega_2 = ... = \vartheta_n\omega_n = Q = const\,, \qquad \text{(II-5)}$$

2.2 Уравнение Д. Бернулли. Определение потерь удельной энергии в потоке.

Уравнение Бернулли выражает закон сохранения энергии для потока реальной жидкости и является основным уравнением динамики, которое для установившегося плавно изменяющегося потока реальной жидкости, составленное для двух расчётных сечений 1-1 и 2-2 относительно произвольной горизонтальной плоскости сравнения имеет вид:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 \vartheta_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2\ \vartheta_2^2}{2g} + h_{mp}\,, \quad \text{(II-6)}$$

где Z – геометрическая высота, т.е. расстояние от произвольной горизонтальной плоскости сравнения до рассматриваемой точки в сечении (рис. II-1). Индексы относятся к номерам сечений, проведённым нормально линиям тока;

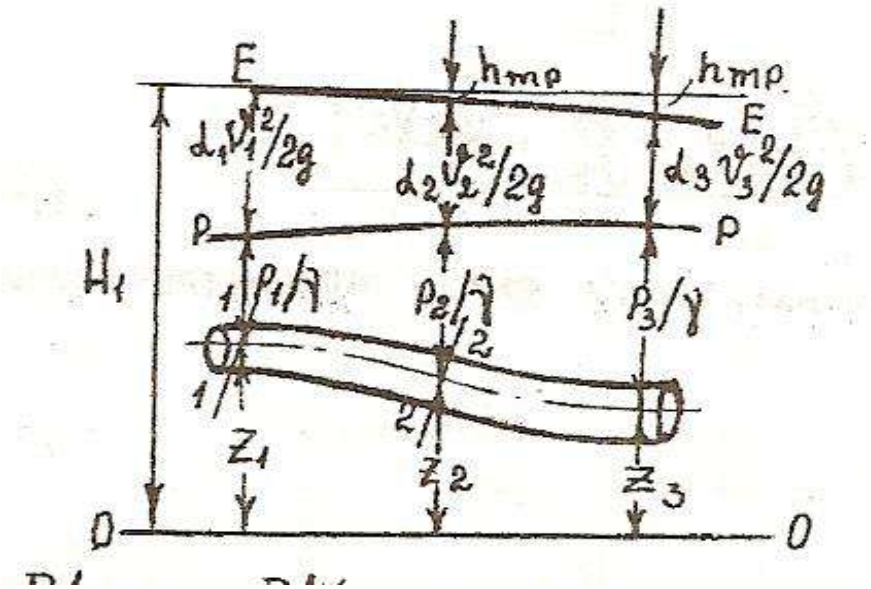


Рисунок 2-1.

Все члены уравнения (II-6) имеют линейную размерность.

Сумма трёх членов $(z + \frac{p}{\rho g} + \frac{\alpha \vartheta^2}{2g})$ называется гидродинамическим напором и обозначается H.

С энергетической точки зрения $(z + \frac{p}{\rho g} + \frac{\alpha \vartheta^2}{2g})$ выражает суммарную (потенциальную $(z + \frac{p}{\rho g})$ и кинетическую $\frac{\alpha \vartheta^2}{2g}$) удельную энергию потока, т.е. энергию, отнесённую к единице веса протекающей жидкости. $h_{тр}$ – такая часть удельной энергии, которая затрачивается на преодоление сопротивлений на участке между сечениями.

Средняя скорость V в сечении определяется из уравнения неразрывности (11-5). Коэффициент Кариолиса α при плавно изменяющемся движении принимают в практических расчётах равным 1,0…1,1 (в потоках с ламинарным режимом коэффициент α может достигать значительно больших значений вследствие резкой неравномерности распределения скоростей в сечении).

Уклон линии удельной энергии называется гидравлическим уклоном:

$$J = \frac{dH}{dl} = \frac{d(z + \frac{p}{\rho g} + \frac{\alpha \vartheta^2}{2g})}{dl}, \qquad \text{(II-7)}.$$

В случае изменения потерь напора по длине линейной зависимости, что имеет место, например в трубопроводах постоянного диаметра по длине, с постоянной шероховатостью, гидравлический уклон равен отношению потерь напора к длине, на которой эта потеря происходит:

$$J = \frac{h_{mp}}{l} = \frac{(z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 \vartheta_1^2}{2g}) - (z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 \vartheta_2^2}{2g})}{l}, \qquad \text{(II-8)}.$$

Пьезометрическим уклоном называется уклон пьезометрической линии:

$$J_n = \frac{d(z + \frac{p}{\rho g})}{dl}, \qquad \text{(II-9)}.$$

При равномерном движении, когда средняя скорость вдоль потока остаётся постоянной, гидравлический уклон равен пьезометрическому.

Режимы движения и расчёт потерь напора. Для применения уравнения Бернулли необходимо численно определить потери напора $h_{тр}$. Потери напора $h_{тр}$ существенно зависят от режима движения (турбулентный режим, ламинарный). Для выяснения режима движения необходимо вычислить безразмерное число Рейнольдса Re.

При движении жидкости в круглой напорной трубе диаметром d число Рейнольдса Re определяется по формуле

$$R_e = \frac{\vartheta d}{\nu}, \qquad \text{(II-10)}$$

Для безнапорных потоков

$$R_{e(R)} = \frac{\vartheta R}{\nu}, \qquad \text{(II-11)}$$

Число Рейнольдса соответствующее смене режимов движения называется критическим $Re_{кр}$

$$Re < Re_{кр} = \frac{\vartheta_{кр} d}{\nu} = 2320, \qquad \text{(II-12)}$$

или

$$Re < Re_{кр} = \frac{\vartheta_{кр} R}{\nu} = 580, \qquad \text{(II-13).}$$

В практике движение жидкости в основном турбулентное.

Для применения уравнения Бернулли в расчётах необходимо численно определить потери напора $h_{тр}$. Общие потери напора условно считают равными сумме потерь, вызываемым каждым сопротивлением в отдельности, т.е. применяют так называемый принцип наложения потерь напора. Условно считается, что каждый вид сопротивления проявляется независимо и полностью. Тогда общие потери напора будут равны

$$h_{тр} = \sum h_{дл} + \sum h_{мест}, \qquad \text{(II-14)}$$

Потери напора на преодоление местных сопротивлений определяются по формуле:

$$h_{мест} = \zeta_{мест} \frac{\vartheta^2}{2g}, \qquad \text{(II-15)}$$

Таблица 2

Коэффициенты местных сопротивлений наиболее часто встречающихся в расчётах для квадратичной области сопротивления.

t°	ν	t°	ν	t°	ν
1	0,017321	12	0,012396	26	0,008774
2	0,016740	13	0,012067	28	0,008394
3	0,016193	14	0,011756	30	0,008032
4	0,015676	15	0,011463	35	0,007251
5	0,015188	16	0,011177	40	0,006587
6	0,014726	17	0,010888	45	0,006029
7	0,014289	18	0,010617	50	0,005558
8	0,013873	19	0,010356	55	0,005147
9	0,013479	20	0,010105	60	0,004779
10	0,013101	22	0,009892		
11	0,012740	24	0,009186		

Вид сопротивления	$\zeta_{кв}$
Пробочный кран	0,4…1,5
Вентиль	2,5…6
Задвижка, полностью открытая	0,15
Вход из резервуара в трубу	0,5
Выход из трубы в резервуар	1
Вход в трубу с сеткой	6
Тоже, с обратным клапаном	10
Резкий поворот на угол 30°	0.155
Резкий поворот на угол 45°	0,318
Резкий поворот на угол 60°	0,555
Резкий поворот на угол 90°	1,19

Плавный поворот трубы на угол φ° при радиусе поворота $R_П$ = 1,5D	$0{,}45\ \frac{\varphi^0}{90^0}$
Плавный поворот трубы на угол φ° при радиусе поворота $R_П$ = 2,5D	$0{,}42\ \frac{\varphi^0}{90^0}$

В случае внезапного расширения трубопровода местные потери определяются по формуле:

$$h_{B.P.} = \frac{(\upsilon_1 - \upsilon_2)^2}{2g}, \qquad (11\text{-}16)$$

где, υ_1, υ_2 - средние скорости в сечениях, выбранных соответственно до и после расширения потока.

Формула (11-16) может быть представлена в другом виде:

$$h_{B.P.} = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1\right)^2 \cdot \frac{\upsilon_2^2}{2g} = \zeta''_{B.P.} \cdot \frac{\upsilon_2^2}{2g}, \qquad (11\text{-}17)$$

или

$$h_{B.P.} = \left(1 - \frac{\omega_1}{\omega_2}\right)^2 \cdot \frac{\upsilon_1^2}{2g} = \zeta'_{B.P.} \cdot \frac{\upsilon_1^2}{2g}, \qquad (11\text{-}18)$$

где ω_1, ω_2 - площади сечения трубы до и после внезапного расширения.

Как видно из приведенных уравнений, коэффициент местных сопротивлений $\zeta_{(мест)}$ может иметь различные значения в зависимости от того к какому сечению, а следовательно скоростному напору он отнесен. Поэтому в практических расчетах условимся относить коэффициент потерь к средней скорости в сечении за сопротивлением. Исключения составляют потери на выход из трубопровода в резервуар значительных размеров (υ_2=0), которые принимаются равными

$$h_{ВЫХ} = \zeta_{ВЫХ} \frac{\upsilon_1^2}{2g}, \qquad (11\text{-}19)$$

где, $\zeta_{ВЫХ}$ = 1.

Потери напора по длине вычисляются по формуле

$$h_\ell = \lambda \frac{\ell}{4R} \cdot \frac{\upsilon^2}{2g}, \qquad (11\text{-}20)$$

где λ - коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси);

ℓ - длина участка потока между рассматриваемыми сечениями;

R - гидравлический радиус.

Для круглых напорных труб формулу (11-20) удобнее представлять в следующем виде

$$h_\ell = \lambda \frac{\ell}{d} \cdot \frac{\upsilon^2}{2g}, \qquad (11\text{-}21)$$

где d - диаметр трубы.

Коэффициент λ является безразмерной величиной, зависящей от ряда характеристик – от диаметра и шероховатости трубы, вязкости и скорости движения жидкости. Влияние этих характеристик на величину проявляется по разному при различных режимах движения потока.

Так при ламинарном режиме движения жидкости (R_e < 2320 или R_e < 580) коэффициент λ определяется по формуле Пуазейля:

$$\lambda = \frac{64}{R_e} = \frac{16}{R_{eR}}; \qquad (11\text{-}22)$$

При турбулентном режиме движения жидкости в интервале чисел Рейнольдса, ограниченном значениями $2320 \le R_e \le 40 \frac{d}{\Delta_Э} = R_{егл}$, который называется зоной гидравлически гладких русел, коэффициент Дарси рекомендуется определять соответственно по формулам Блазиуса и Колбрука:

$$\lambda = \frac{0.3164}{R_e^{0.25}}, \qquad (11\text{-}23)$$

$$\lambda = \frac{1}{(1{,}8 \cdot \lg \frac{R_e}{7})^2}, \qquad (11\text{-}24)$$

где $\Delta_Э$ - абсолютная величина так называемой эквивалентной равномерно - зернистой шероховатости [I, с. 589… 590, 6, с.72 … 73].

Формула (11-23) дает результаты, хорошо совпадающие с опытными данными при $Re < 10^5$.

В интервале чисел Рейнольдса, ограниченном значениями

$Re = 40\frac{d}{\Delta_Э} < R_e < 500 \frac{d}{\Delta_Э}$, который называется переходной зоной, коэффициент Дарси рекомендуется определять по формуле Л.Д. Альтшуля [1, с. 75]

$$\lambda = 0{,}11(\frac{\Delta_Э}{d} + \frac{68}{R_e}), \qquad (11\text{-}25)$$

а, при Re > Re = 500 $\frac{d}{\Delta_Э}$, который называется квадратичной зоной - соответственно по формулам Б.Л. Шифринсона и Прандтля: [1, с.176]

$$\lambda = 0{,}11(\frac{\Delta_Э}{d})^{0.25,} \qquad (11\text{-}26)$$

$$\lambda = \frac{1}{(2\lg \frac{3.7d}{\Delta_Э})^2}. \qquad (11\text{-}27)$$

Формулу (11-26) рекомендуется применять при $\frac{\Delta_Э}{d} \le$ 0,007. Эквивалентная шероховатость $\Delta_Э$, мм, имеет следующие значения:

Стальные цельнотянутые трубы новые 0,02 … 0,05

Тоже, не новые (бывшие в эксплуатации)	0,15 … 0,3
Стальные сварные новые	0,04 … 0,1
Чугунные новые	0,25 … 1,0
Чугунные и стальные сварные не новые	0,8 … 1,5
Асбестоцементные новые	0,05 … 0,1
Тоже, не новые	0,6
Бетонные и железобетонные	0,3 … 0,8

2.3 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КОРОТКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

К гидравлически коротким относятся трубопроводы, длина которых превышает длину насадки ($l \approx 4d$), а потери напора на преодоление местных сопротивлений составляют не более 5 … 10 % от потерь по длине потока.

В расчетах коротких трубопроводов в зависимости от условий применения или назначения трубопровода могут быть известны напор Н и давление Р, при котором работает трубопровод, расход Q жидкости проходящей, по нему, его геометрические размеры (длина l и диаметр d) и материал трубопровода (эквивалентная шероховатость и коэффициент шероховатости $\Delta_э$) , физические свойства жидкости (плотность ρ и кинематический коэффициент вязкости v).

С учетом этого можно выделить три основных типа задач, встречающихся при гидравлическом расчете гидравлически коротких трубопроводов.

1-й тип. Известны ***Q, l,d,Δэ (n), ρ,v***, требуется найти неизвестный напор ***H*** или давление ***P***, при котором обеспечится пропуск заданного (известного) расхода ***Q***.

Расчет начинается с выбора двух сечений, в одно из которых должно входить неизвестное Н или Р, и плоскости отсчета , для которых записывается уравнение Бернулли и после подстановки исходных (известных) величин приводится к расчетному виду. Из него и определяется неизвестная (искомая) величина Н или Р. Потери напора или удельной энергии рассчитываются согласно методике, описанной в п.II.1.

2-й тип. Известны ***H*** или ***P***, ***l, d, Δэ (n), ρ,v,*** требуется определить расход ***Q***, который должен пропустить трубопровод.

Для данного типа задач также составляется уравнение Бернулли и приводится к расчетному виду. Так как в уравнении Бернулли в этом случае оказываются неизвестными средняя скорость потока и потери напора по длине, зависящие от коэффициента Дарси, то задачи подобного типа решаются обычно способом последовательного приближения. Сущность которого заключается в последовательном уточнении коэффициента Дарси, а следовательно и величины расхода. В первом приближении коэффициент Дарси рассчитывается по формулам, в которых он не зависит от скорости, т.е. по (11-26) или

(11-27). Затем по (11--15) и (11-20) или (11-21) определяются потери удельной энергии (напора), значения которых подставляются в расчетное уравнение Бернулли, откуда и вычисляют среднюю скорость. Затем по методике, описанной в п.II.2 рассчитываются режим движения жидкости и зона сопротивления, в зависимости от которых уточняется коэффициент Дарси. По уточненному значению коэффициента Дарси корректируется величина средней скорости и расхода. Количество приближений принимается из условия, чтобы расхождения между двумя последними величинами расхода не превышала 5% или величины, заданной по условию задачи. Для обеспечения решения задач подобного типа скорости в функции диаметра в первом приближении можно принимать по таблице IV.

Рекомендуемые предельные расходы скорости в водопроводных трубах.

Таблица IV

Показатели	Диаметр d, мм																	
	50	75	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1100
Рекомендуемая предельная скорость, м/с	0,75	0,75	0,76	0,82	0,85	0,95	1,02	1,05	1,1	1,15	1,2	1,25	1,3	1,35	1,4	1,45	1,50	1,55
Рекомендуемый предельный расход, л/с	1,5	3,3	6	10	15	30	50	74	106	145	190	245	365	520	705	920	1200	1475

3-й тип. Известны ***H*** или ***P***, ***Q, l, $\Delta_э$ (n), ρ,v***, требуется определить диаметр трубопровода ***d***.

Аналогично, как и при решении задач предыдущих типов, составляют уравнение Бернулли и приводят его к расчетному виду, т.е. относительно диаметра трубопровода. Решается оно или способом подбора, т.е. диаметр d находится методом последовательного приближения или графоаналитическим методом. Наиболее простым и надежным является графоаналитический, сущность которого заключается в следующем. Задаются стандартным диаметром трубопровода [5, с. 126], соизмеряя с величиной расхода или руководствуясь рекомендациями, приведенными в таблице IV, по заданному расходу принимают диаметр. Для принятого диаметра рассчитывается величина H или P аналогично как и для задач первого типа. Если полученный H или P окажется больше расчетного (известного из задания), то диаметр увеличивается, в противном случае уменьшается и снова вычисляется H и P. Таким образом задают 3 … 5 разных стандартных диаметров и для каждого значения d находят H или P. При этом величина найденного значения H или P должна находиться в интервале вычисленных значений. Затем на миллиметровой бумаге строится график ***H= f(d)*** или ***P= f(H),*** из которого по расчетному т.е. известному напору H или давлению P определяется искомый диаметр трубопровода , а за расчетный принимается ближайший больший стандартный диаметр.

2.4 ИСТЕЧЕНИЕ ИЗ ОТВЕРСТИЙ И НАСАДКОВ ПРИ ПОСТОЯННОМ НАПОРЕ.

В основу расчета истечения из отверстий и насадков при постоянном напоре принимается формула расхода

$$Q = \mu\omega\sqrt{2gH_0}\,, \qquad (11\text{-}27)$$

и скорости течения

$$\upsilon = \varphi\sqrt{2gH_0}\,, \qquad (11\text{-}28)$$

где $\mu = \varepsilon\varphi$ - коэффициент расхода;

$\varphi = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \sum\zeta}}$ - коэффициент скорости;

ζ - коэффициент сопротивления;

$\varepsilon = \frac{\omega}{\omega_C}$ - коэффициент сжатия;

ω - площадь отверстия;

ω_C - площадь сжатого сечения струи;

$Ho = H + \frac{\alpha\upsilon_0^2}{2g}$ - напор с учетом скорости υ_0 подхода жидкости к отверстию;

H - геометрический напор;

α - коэффициент Кориолиса.

Численные значения гидравлических коэффициентов для малых отверстий и насадков, размер которых по высоте меньше 0,1 Н приведены в таблице V.

Таблица V

Вид отверстия и насадок	φ	ε	μ	Примечание
Отверстие с острой кромкой	0,97	0,64	0,62	При полном совершении сжатия
Внешний цилиндрический насадок	0,82	1,0	0,82	При длине насадки l =(3 … 4) d
Внутренний цилиндрический насадок	0,71	1,0	0,71	-«-«-«-
Конически сходящийся насадок	0,96	0,48	0,94	При $\theta = 13^0$
Конически расходящийся насадок	0,45	1,0	0,45	При $\theta = 6^0$, коэффициент расхода отнесен к выходному сечению
Коноидальный насадок	0,97	1,0	0,97	-

Приведенные значения гидравлических коэффициентов относятся к воде при турбулентном движении больших числах Рейнольдса (Re > 10^5). При недостаточной длине (l < 3d или большом угле расширения насадки $\theta > 10^0$) может произойти срыв вакуума – отставание (отрыв) струи от стенок насадка – и насадок будет работать как отверстие с соответствующим коэффициентом расхода.

При истечении из отверстий сжатие струи считается совершенным, если отверстие от боковых стенок и днища сосуда, в котором оно устроено, находится на расстоянии не менее трех диаметров или линейных величин периметра отверстия. Для совершенного сжатия гидравлические коэффициенты принимаются из таблицы V.

При несовершенном сжатии, коэффициент расхода $\mu_{нес}$ больше чем μ при совершенном сжатии. Определяется он по эмпирической формуле [1, с.209].

$$\mu_{НЕС} = \mu\left[1 + 0{,}64\left(\frac{\omega}{\Omega}\right)^2\right], \qquad (11\text{-}29)$$

где Ω - смоченная площадь стенки, в которой сделано отверстие с площадью ω.

При неполном сжатии (когда отверстие вплотную расположено к одной или двум направляющим стенкам резервуара) коэффициент расхода определяется по эмпирической формуле:

$$\mu_{НЕС} = \mu\left(1 + C_0 \frac{\chi_н}{\chi}\right), \qquad (11\text{-}30)$$

где χ, $\chi_н$ - периметр соответственно всего отверстия и той его части, на которой нет сжатия;

Co - коэффициент, учитывающий форму отверстия: для круглого отверстия Co = 0,13, для прямоугольного – Co = 0,15 [1, с.209].

При истечении из затопленного отверстия или насадка, т.е. когда свободная поверхность жидкости за отверстием находится выше его центра, практические значения всех приведенных выше коэффициентов определяются так же, как и для незатопленного отверстия. Напор истечения при этом принимается как разность между отметками свободных поверхностей жидкости.

2.5 ИСТЕЧЕНИЕ ИЗ ОТВЕРСТИЙ И НАСАДКОВ ПРИ ПЕРЕМЕННОМ НАПОРЕ

Истечение в данном случае является движением неустановившемся, так как расход, скорость и напор изменяются во времени.

Расчет сводится к определению времени истечения.

Время t изменения напора от H_1 до H_2 в случае призматического резервуара и при наличии постоянного притока Q_a определяется формулой:

$$t = \frac{2\Omega}{\mu\omega\sqrt{2g}}\left(\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2} + \sqrt{H_a} \cdot \ln\frac{\sqrt{H_a} - \sqrt{H_1}}{\sqrt{H_a} - \sqrt{H_2}}\right), \qquad (11\text{-}30)$$

где: H_a - напор, при котором расход, проходящий через отверстие или насадок, т.е. расход истечения из резервуара, равен притоку, определяется по формуле расхода истечения

$$H_a = \frac{Q^2}{\mu^2\omega^2 2g}, \qquad (11\text{-}31)$$

Ω - площадь сечения резервуара.

При отсутствии притока ($Q_a = 0$ и следовательно Ha = 0) формула (11-30) примет вид:

$$t = \frac{2\Omega}{\mu\omega\sqrt{2g}}\left(\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}\right) \qquad (11\text{-}32)$$

Для случая полного опорожнения, т.е. $H_2 = 0$ получим:

$$t = \frac{2\Omega\sqrt{H_1}}{\mu\omega\sqrt{2g}} = \frac{2\Omega\sqrt{H_1}\sqrt{H_1}}{\mu\omega\sqrt{2g}\sqrt{H_1}} = \frac{2\Omega H_1}{\mu\omega\sqrt{2gH_1}} = \frac{2W}{Q} \qquad (11\text{-}33)$$

где: $W = \Omega H_1$ - объем жидкости в резервуаре при напоре H_1;

Q - расход истечения при начальном напоре H_1;

Время t изменения напора от H_1 до H_2 при перетекании жидкости в призматических резервуарах определяется формулой [1, с.238]:

$$t = \frac{2\Omega_1\Omega_2}{(\Omega_1 + \Omega_2)\mu\omega\sqrt{2g}}\left(\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}\right), \qquad (11\text{-}34)$$

где Ω_1, Ω_2 - площади поперечного сечения резервуаров.

Если истечение или перетекание жидкости происходит через короткие трубопроводы, то коэффициент расхода системы рассчитывается по зависимости

$$\mu = \left(\alpha + \sum\zeta\right)^{-\frac{1}{2}}, \qquad (11\text{-}35)$$

где $\sum\zeta$ - сумма коэффициентов сопротивлений (местные и по длине).

2.6 УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

Задачи данного раздела основаны на применении уравнения Бернулли для потока реальной жидкости. При применении уравнения Бернулли важно правильно выбрать сечения, для которых оно записывается и плоскость отсчета удельной энергии. Последняя выбирается, если это возможно, из условия, чтобы все члены уравнения Бернулли входили с одним знаком.

В качестве сечений рекомендуется:

- свободную поверхность жидкости в резервуаре, где, как правило, $\upsilon = \upsilon_0 = 0$; выход в атмосферу, где $P_{изб}=0$; $P_{абс}=P_{атм}$;
- сечение, где присоединен тот или иной манометр, вакуумметр, пьезометр;
- сечение, где трубопровод присоединен к источнику давления (например, насосу).

Другими словами сечения рекомендуется назначать с учетом, по возможности, сокращения числа переменных параметров, с другой стороны, с учетом искомых величин (параметров).

Уравнение Бернулли рекомендуется сначала записать в общем виде, а затем привести его к расчетному виду.

Задачи на истечение из отверстий и насадков можно решать без записи уравнения Бернулли, а использовать формулу (11-27).

При расчете напора для внешнего цилиндрического насадка необходимо его сравнивать с максимально допустимой величиной, при которой в насадке происходит срыв вакуума, и соответственно принимать значение коэффициента расхода.

При расчете истечения при переменном напоре (опорожнение или наполнение резервуара и др.) движение в каждый момент времени движение жидкости рассматривается как установившееся.

3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ДЛИННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ.

3. I. Расчет простых длинных трубопроводов

Гидравлически длинными напорными трубопроводами называются трубопроводы, в которых потери удельной энергии или потери напора на местные сопротивления менее 5 … 10% от потерь напора по длине.

При этом потери на местные сопротивления либо вовсе не учитывают (в силу малости), либо учитывают путем увеличения потерь напора по длине 5 … 10%. Длинным простым трубопроводом считается трубопровод, имеющий постоянный диаметр по длине и не имеющий ответвлений.

Движение в простом длинном напорном трубопроводе, работающем при постоянном напоре является установившемся и равномерным, т.е. с постоянной скоростью υ_0.

Расчетной формулой гидравлически длинного, простого напорного трубопровода является формула Дарси-Вейсбаха:

$$\upsilon = C\sqrt{RJ}\,, \qquad \text{(III-I)}$$

которая легко трансформируется в формулу Шези:

$$Q = \omega C\sqrt{RJ}\,, \qquad \text{(III- 2)}$$

где: Q - расход жидкости;

ω - площадь поперечного сечения трубопровода, считая по внутреннему диаметру d;

$$\omega = \frac{\pi d^2}{4};$$

$R = \frac{\omega}{\chi}$ - гидравлический радиус; для круглых труб $R = \frac{d}{4}$;

χ - смоченный периметр; для круглых труб $\chi = \pi d$;

$J = \frac{H}{l}$ - гидравлический уклон;

H - потери напора на преодоление сопротивлений по длине l;

C - коэффициент Шези, зависящий от R и шероховатости n внутренней поверхности трубопровода.

Для определения С предложен ряд формул.

Для расчета трубопроводов наиболее широко применяется формула Маннинга

$$C = \frac{1}{n}R^{\frac{1}{6}}$$

и формула И.И. Агроскина $C = \frac{1}{n} + 17{,}72 \cdot \lg R$.

В практических расчетах металлические трубопроводы можно разделить на две категории по характеристики шероховатости:

- новые стальные и чугунные трубы, для которых n = 0,0125:
- нормальные (бывшие в эксплуатации) стальные и чугунные трубы, для которых n = 0,014.

В формуле (III-2) произведение $\omega \cdot C\sqrt{R} = K$, л/с, называется расходной характеристикой или модулем расхода, имеющей размерность расхода. Численные значения K для стандартных диаметров, соответствующие квадратичной зоне сопротивления, приведены в таблице III-1.

С учетом изложенного формула (III-2) приобретает вид:

$$Q = K\sqrt{J} = K\sqrt{\frac{h_{дл}}{l}} \qquad \text{(III-3)}$$

Решив (III-3) относительно потерь напора по длине $h_{дл}$, получим

$$h_{дл} = \frac{Q^2 l}{K^2}, \qquad \text{(III-4)}$$

Обозначив $1000/К^2 = А$ (III-4) примет вид:

$$h_{дл} = A \cdot L \cdot Q^2, \qquad \text{(III-5)}$$

где: L - длина трубопровода, км;

A - удельное сопротивление трубопровода на километр длины.

Если движение воды в трубопроводах находится в доквадратичной зоне сопротивления, то в формулы (III-3), (III-4), (III-5) вводится поправочный коэффициент

$$\theta = \frac{\xi}{\xi_{КВ}} = \sqrt{\frac{\lambda_{КВ}}{\lambda}}$$

С учетом этого коэффициента расчетные формулы (III-3), (III-4), (III-5) примут вид:

$$Q = \theta_1 \cdot K_{КВ}\sqrt{J}\,, \qquad \text{(Ш-6)}$$

$$h_{дл} = \theta_2 Q^2 \cdot \frac{L}{K_{КВ}} = \theta_2 \cdot A \cdot L \cdot Q^2, \qquad \text{(Ш-7)}$$

где: $\theta_2 = \theta_1^{-2}$ - коэффициенты, учитывающие зону сопротивления.

Для водопроводных труб θ_1 и θ_2 приводятся в [I, табл. II, IV; 6, с.81] или в таблице III-2 в зависимости от средней скорости движения жидкости и материала трубопровода.

Поправочные коэффициенты θ_1 и θ_2 при различной скорости υ м/с.

Таблица III-2

Вид труб	Коэф-фициент	Скорость, υ м/с												
		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0
Новые стальные	θ_1	0,31	0,92	0,93	0,94	0,95	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,49	0,49
	θ_2	1,22	1,18	1,16	1,14	1,12	1,10	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04	1,03	1,02
Новые чугунные	θ_1	0,81	0,84	0,86	0,87	0,89	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,98	0,99
	θ_2	1,51	1,42	1,36	1,32	1,28	1,22	1,18	1,15	1,12	1,10	1,08	1,05	1,03
Нормаль-ные	θ_1	0,91	0,93	0,95	0,96	0,97	0,985	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	θ_2	1,20	1,15	1,115	1,085	1,06	1,03	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Таблица III-1

Значения расходных характеристик *К* для квадратичной области сопротивления

d, мм	, *дм*^{2} 10	Вес 1 *м* труб		Трубы нормальные			Трубы новые стальные и чугунные		
		кГ	*н* (ньютон)	*К, л/с*	$K^2/1\,000$	$1\,000/K^2$	*К, л/с*	$K^2/1\,000$	$1\,000/K^2$
50	1, 963	12	118	8, 313	0, 0691	14, 472	10, 10	0, 1020	9, 804
75	4, 418	17	167	24, 77	0, 6136	1, 6297	29, 70	0, 8821	1, 1337
100	7, 854	23, 0	226	53, 61	2, 874	0, 34795	63, 73	4, 061	0, 24624
125	12, 272	30, 0	294	97, 39	9, 485	0, 10543	115, 1	13, 248	0, 07548
150	17, 671	38, 0	373	158, 4	25, 091	0, 03985	186, 3	34, 708	0, 02881
200	31, 416	55, 0	539	340, 8	116, 15	0, 00861	398, 0	158, 40	0, 00631
250	49, 087	75, 0	735	616, 4	379, 9	0, 00263	716, 3	513, 09	0, 00195
300	70, 686	97, 0	951	999, 3	998, 6	0, 00100	1 157	1 339	$0, 74710^{-2}$
350	96, 212	116	1 140	1 503	2 259	$0,443\ 10^{-2}$	1 735	3 007	$0, 333\ 10^{-3}$
400	125, 664	142	1 392	2 140	4 580	$0,218\ 10^{-3}$	2 463	6 066	$0, 165\ 10^{-3}$
450	159, 043	171	1 680	2 920	8 526	$0,117\ 10^{-3}$	3 354	11 249	$0, 889\ 10^{-4}$
500	196, 350	202	1 980	3 857	14 876	$0,672\ 10^{-4}$	4 424	19 563	$0, 511\ 10^{-4}$
600	282, 743	273	2 680	6 239	38 925	$0,257\ 10^{-4}$	7 131	50 851	$0, 197\ 10^{-4}$
700	384, 845	354	3 470	9 362	87 647	$0,114\ 10^{-4}$	10 674	113 934	$0, 878\ 10^{-5}$
800	502, 655	399	3 920	13 301	176 917	$0,565\ 10^{-5}$	15 132	228 977	$0, 437\ 10^{-5}$
900	636, 173	446	4 370	18 129	328 661	$0,304\ 10^{-5}$	20 587	423 825	$0, 236\ 10^{-5}$
1 000	785, 398	548	5 370	23 911	571 736	$0,175\ 10^{-5}$	27 111	735 006	$0, 136\ 10^{-5}$
1 100	950, 334	661	6 480	30 709	943 043	$0,106\ 10^{-5}$	34 769	1 208 888	$0, 827\ 10^{-6}$
1 200	1130, 976	918	9 000	38 601	1 490 037	$0,671\ 10^{-6}$	43 650	1 905 323	$0, 525\ 10^{-6}$

Значение скорости υ при превышении которой наступает квадратичная область сопротивления, приводятся в [I, с.259; 5 с. 124] или в таблице III-3.

Таблица III-3

Скорость **υ**, при превышении которой наступает квадратичная область сопротивления

Вид труб	Скорость м/с при диаметре труб, мм								
	50	100	200	300	400	500	600	1000	1400
Новые стальные	2,8	3,2	3,5	3,7	3,8	3,9	4,0	4,2	4,4
Новые чугунные	2,5	2,8	3,1	3,3	3,4	3,5	3,6	3,8	4,0
Нормальные (бывшие в эксплуатации)	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3

Если расход распределяется по длине трубопровода (раздача воды из поливного трубопровода в поливные борозды, отводы в близкорасположенные дома из магистрального трубопровода, идущего вдоль улицы селения и др.), т.е. в виде так называемой непрерывной раздачи $Q_{н.р}$. потеря напора выражается формулой:

$$H = \frac{1}{3} \cdot \frac{Q_{H.P.}^2 \cdot \ell}{K^2} \qquad \text{(III-8)}$$

Если кроме непрерывной раздачи $Q_{н.р.}$ имеется расход $Q_т$, идущий транзитом до конца трубопровода, то в этом случае потери напора будут выражены так:

$$H = \frac{\left(Q_T + 0{,}55Q_{H.P}\right)^2 \cdot \ell}{K^2} = \frac{Q_{расч}^2 \cdot \ell}{K^2} \qquad \text{(III-9)}$$

Расчет длинных напорных трубопроводов сводится к определению одной из трех величин напора *H*, расхода *Q* или диаметра *d*, если две из них известны, т.е. существуют три типа задач.

1-й тип. Известны ***Q*** и ***d***, требуется определить напор ***H***.

В данном случае по известным Q и d рассчитываю скорость υ, а по таблице (III-3) в зависимости от диаметра d и материала трубопровода устанавливается $\upsilon_{кв.}$.

Если $\upsilon_{кв.} \le \upsilon$, то имеет место квадратичная зона сопротивления и $\theta_2 = 1$, а при $\upsilon_{кв.} > \upsilon$ имеет неквадратичное сопротивление и поправочный коэффициент θ_2 устанавливается по таблице (III-2) в зависимости от υ и материала трубопровода.

Затем по формуле (III-7) находят потери удельной энергии (напора) $h_{дл}$ или расчетный напор $H = h_{дл}$. Потери удельной энергии на местные сопротивления согласно определению гидравлически длинных трубопроводов принимаются $h_{мест.} = (0{,}05 \ldots 0{,}1)\, h_{дл.}$

2-й тип. Неизвестен расход ***Q***, заданы ***H*** и ***d,*** а также материал трубопровода.

При решении задач в данном случае предварительно принимают квадратичную зону сопротивления, т.е. $\theta_1 = 1$. По таблице (III-1)определяется расходная характеристика $К_{кв}$ и по формуле (III-6) находится расход Q_1. Остальные величины, входящие в формулу (III-6) известны. Затем по Q_1 определяем скорость υ, которая сопоставляется со скоростью $\upsilon_{кв.}$ и устанавливается зона сопротивления. Если зона сопротивления будет отличаться от

квадратичной, то по таблице (III-2) устанавливается поправочный коэффициент θ_1 и уточняется величина расхода.

Количество приближений принимается из условия, чтобы расхождение двумя последними величинами расхода не превышало 5%.

3-й тип. По условию задачи этого типа требуется найти диаметр ***d*** трубопровода, если известны ***Q, H*** и материал трубопровода.

При решении задач этого типа предварительно задаются квадратичной зоной сопротивления и, следовательно, $\theta = 1{,}0$. Затем из формулы (III-3) находится расходная характеристика $K_{кв}$ по которой и находят диаметр по таблице (III-2). Если окажется, что найденная расходная характеристика отличается от ее значения, рассчитанного для стандартного диаметра, то за расчетный принимается ближайший больший или меньший стандартные диаметры трубы. Однако такое решение задачи полностью не удовлетворяет поставленным требованиям. Действительно для первого случая, когда принимается больший стандартный диаметр, появляется избыток напора или давления, а во втором случае, наоборот, заданный напор Н оказывается недостаточным, т.е. при расчетном напоре Н или давлении Р по трубопроводу не обеспечивается подача заданного (расчетного) расхода. В этом случае для полного использования заданного Н или Р при минимальной массе трубопровода рекомендуется выполнять составным из большего и меньшего, ближайших к расчетному, стандартных диаметров.

Исходя из расчетного вида уравнения Бернулли длина участка большего стандартного диаметра трубы будет:

$$L_1 = (H - A_{КВ} \cdot L)/(A_{КВ1} - A_{КВ2}), \qquad \text{(III-10)}$$

где: H – расчетный (заданный) напор;

L – длина всего трубопровода, км;

$А_{кв.1}$ $А_{кв.2}$ - удельные сопротивления трубопровода, соответственно на первом и втором участках его.

Длина участка меньшего стандартного диаметра трубы будет

$$L_2 = \frac{(H - A_{КВ1} \cdot L)}{(A_{КВ2} - A_{КВ1})}, \qquad \text{(III-11)}$$

Для контроля проверяется условие $L_0 = L_1 + L_2$, которая должна равняться L.

3. 2. Расчет экономически наивыгоднейшего диаметра трубопровода.

Как видно из уравнений по определению потерь удельной энергии на гидравлические сопротивления по длине трубопровода, то последние обратно пропорциональны его диаметру в степени , близкой к пятой.

Поэтому, увеличивая диаметр трубы , существенно уменьшаются потери напора на преодоление гидравлических сопротивлений , а следовательно, уменьшается мощность насосно-силовой установки для создания рабочего напора (давления), при котором обеспечивается подача расчетного расхода и стоимость электроэнергии, предназначенной для создания этой мощности. И наоборот, с уменьшением диаметра трубопровода резко возрастает стоимость электроэнергии, затрачиваемой на преодоление гидравлических сопротивлений.

Очевидно, что строительная стоимость трубопровода и ежегодные эксплуатационные затраты на его содержание в первом случае, т.е. при большем диаметре, будут выше, чем во втором случае. Отсюда следует, что экономически

наивыгоднейшем диаметром трубопровода следует считать такой, при котором так называемые приведенные годовые затраты на строительство и эксплуатацию его, т.е. совокупные затраты, будут минимальными. Таким образом, экономически наивыгоднейший диаметр трубопровода определяется на основе технико-экономических расчетов. Методика расчета экономически наивыгоднейшего диаметра заключается в следующем:

Для принятого (заданного) материала трубопровода задаются рядом (минимум 5 … 7 значений) стандартных диаметров, соизмеряя их с величиной расхода. По описанной выше методике (см. III-1) для принятых диаметров определяется потеря напора в трубопроводе и мощность насосной установки:

$$N = \rho \cdot Q \cdot H /(1000 \cdot \eta_{H.Y}), \text{ кВт} \qquad \text{(III-12)}$$

где: Q – расчетный расход (подача) трубопровода, $м^3/с$;

H – напор или потери напора в трубопроводе, м;

$\eta_{H.Y}$ - коэффициент полезного действия насосной установки.

Расчет потерь напора и соответственно мощность насосной установки, производится или на расчетную длину, или на единицу длины, как правило 1 км трубопровода.

Далее определяется годовая стоимость (тыс. руб.) электроэнергии, затрачиваемой на работу насосной установки $S_{эл}$ по формуле

$$S_{эл} = N \cdot t \cdot \sigma / 1000, \qquad \text{(III-13)}$$

где: t - число часов работы насосной установки в году;

σ - тариф на электроэнергию для данного района (нормативная величина; руб. /кВт ч).

Полученные затраты $S_{эл}$ - называются эксплуатационными.

Для того же диаметра определяется строительная стоимость. Выражение для определения приближенной строительной стоимости (тыс. руб.) 1 км длины трубопровода, ориентировочно найденное из анализа сметной стоимости строительства, имеет следующий вид [I, с.271]

$$S_{ст} = в_0 + в \cdot d^{\alpha}, \qquad \text{(III-14)}$$

где: $в_0$ - постоянна (не зависящая от диаметра) часть строительной стоимости трубопровода , тыс. руб. ;

$в$ - нормативный коэффициент, зависящий от вида труб и условий строительства;

d - диаметр трубопровода, м;

α - показатель степени, зависящий от вида труб и не зависящий от условий строительства.

Значения коэффициентов для расчета строительной стоимости трубопроводов принимаются по таблице (III, 4) согласно [I, с.271]

Таблица III-4

Материал трубопровода	Коэффициенты			
	$в_0$ тыс. руб.	$в$	α	R от %
Стальные	6,9	53	1,40	4,6
Чугунные	8,4	107	1,60	3,3
Асбестоцементные	11,0	78	1,95	7,3
Пластмассовые	9,0	150	1,95	4,6

Приведенные годовые затраты на 1 км длины трубопровода определяются по зависимости [I, с.271] :

$$S = S_{э.н.} + \left(\frac{1}{T_{ОК}} + \frac{R_{ОТ}}{100} \right) \cdot S_{СТ}, \qquad \text{(III-15)}$$

где: $T_{ок}$ – нормативный срок окупаемости капиталовложений в строительство. Для трубопроводов, используемых в системах водоснабжения , $T_{ок}$ принимается 8 лет;

$R_{от}$ - сумма нормативных отчислений на текущий и капитальный ремонты, %% (см. табл. III-4).

Экономически наивыгоднейший диаметр трубопровода соответствует минимуму приведенных затрат.

Приближенно экономически наивыгоднейший диаметр трубопровода можно определить по зависимости:

$$d_э = K_э \, Q_{расч}^{\,0,43} \qquad \text{(III-16)}$$

где: $K_э$ - коэффициент, учитывающий материал трубопровода и экономические факторы, влияющие на строительство и эксплуатацию трубопровода;

$Q_{расч}$ - расчетный расход , $м^3/с$

Коэффициент принимается : для стальных трубопроводов $K_э$ = 0,72 … 0,88;
Асбестоцементный, чугунный $K_э$ = 0,84 … 0,85.

3. 3. Гидравлический расчет длинных трубопроводов при последовательном и параллельном соединении труб.

При последовательном соединении труб разных диаметров (рис. III- 1) напор H складывается из суммы потерь Hi на отдельных участках:

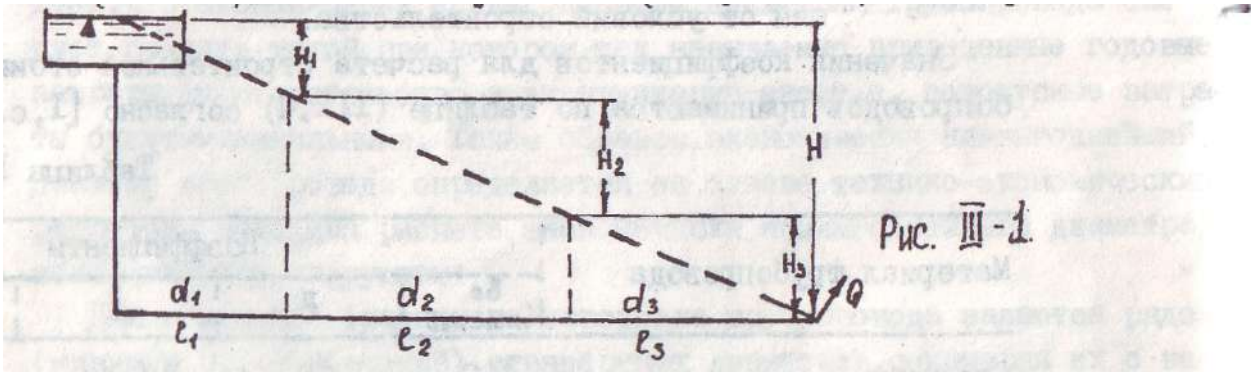


Рис. III-1.

$$H = H_1 + H_2 + \ldots + H_n = Hi, \qquad \text{(III-17)}$$

Но так как расход Q идет транзитом через все участки, то

$H_i = \dfrac{Q^2 \cdot \ell}{K_i^2}$ расход при последовательном соединении труб будет

$$Q = \sqrt{\frac{H}{\frac{\ell_i}{K_i^2}}} \quad , \qquad \text{(III-18)}$$

Если на отдельных участках расход переменный по пути, например за отделения, то при определении потерь напора на этом участке расход принимается расчетным и потери напора на этом участке определяются по формуле

$$H = \frac{Q_{расч}^2 \cdot \ell_i}{K_i^2}, \qquad \text{(III-19)}$$

где: $Q_{расч.} = Q_{тр} + 0{,}55\ Q_{р.}$ (здесь $Q_{тр}$ - расход проходящий транзитом через рассматриваемый участок; $Q_р$ - путевой расход на участке).

При параллельном соединении (рис. III- 2) длинных трубопроводов между точками M и N проходит несколько труб.

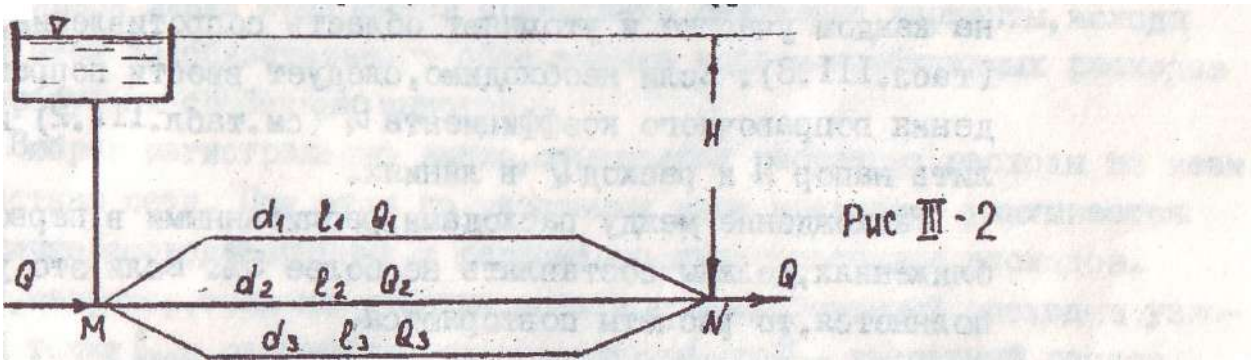


Рис III - 2

Заданы расход, длина, диаметр, материал трубопроводов и их расходные характеристики.

Особенностью расчета этих трубопроводов является то, что разность пьезометрических напоров в начале и в конце трубопроводов составляет напор H, одинаковый для всех труб. Другими словами на каждом трубопроводе движение жидкости происходит под действием одного и того же напора. Но в связи с тем, что длины труб разные, гидравлические уклоны этих труб будут разными

$$J_i = \frac{H}{\ell_i}, \qquad \text{(III-20)}$$

где i - номер участка трубы.

Расход, проходящий по любому участку, равен:

$$Q_i = K_i \sqrt{\frac{H}{\ell_i}}, \qquad \text{(III-21)}$$

Для всех ***n*** участков имеем n уравнений для определения Q в формуле (III-21). Согласно расчетной схемы (см. рис. III- 2) будем иметь три уравнения с четырьмя неизвестными Q_1, Q_2, Q_3 и H.

Для решения их составляется еще одно уравнение, им является уравнение баланса расходов:

$$Q_1 + Q_2 + \ldots + Q_n = Q_i \qquad \text{(III-22)}$$

В результате можем определить необходимый напор H и расход Q в каждой из параллельно соединенных линий.

Из (III-21) и (III-22) найдем

$$Q = \sqrt{H}\sum_{i=1}^{i=n} K_i / \sqrt{\ell_i} \ , \qquad \text{(III-23)}$$

или

$$H = Q^2 / \left(\sum_{i=1}^{i=n} \frac{K_i}{\sqrt{\ell_i}} \right)^2 \ , \qquad \text{(III-24)}$$

Определив H по формуле (III-21), находят расходы линий Q_i.

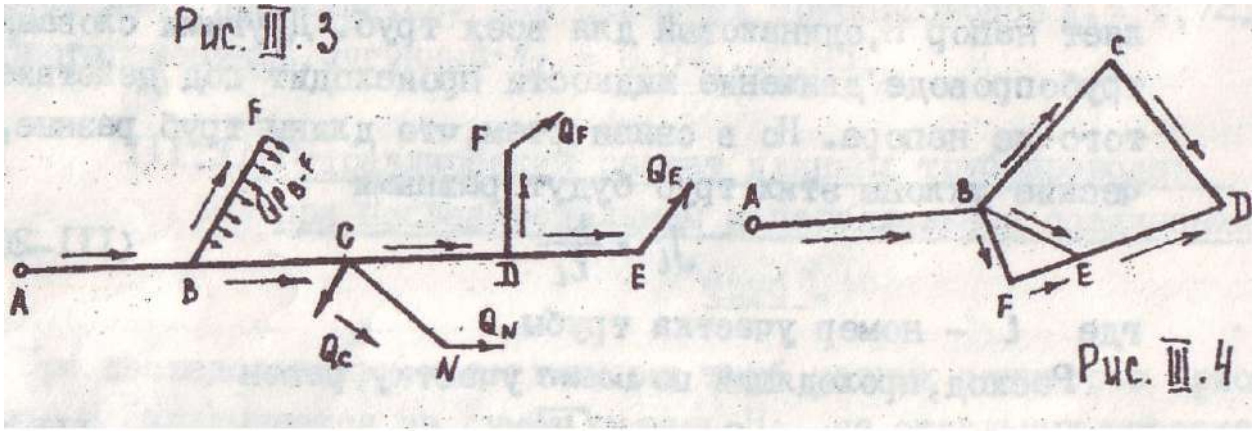
При расчетах сначала предполагают, что область сопротивления на всех участках квадратичная , т.е. $K_i = K_{кв}$.

С учетом этого предположения находят H и все Q_i, затем находят υ_i на каждом участке и уточняют область сопротивления, сравнивая υ_i и $\upsilon_{КВ}$ (табл. III.3). Если необходимо, следует ввести поправки, путем введения поправочного коэффициента θ_1^i (см. табл. III.2) и вновь определить напор H и расход Q в линиях.

Расхождение между расходами, рассчитанными в первом и втором приближениях, должны составлять не более 5% . Если это условие не выполняется, то расчеты повторяются.

3. 4. Расчет распределительных водопроводных сетей

Распределительные водопроводные сети бывают: разветвленные (тупиковые) (рис..3) и замкнутые или кольцевые (рис. III.4).



При расчете распределительных сетей могут встретиться следующие два случая:

1. Расчет новой сети, когда отсутствует заранее заданный напор в начальном пункте (например, отметка уровня воды в водонапорной башне).

2. Расчет сети с заданным напором в голове системы (старая сеть), что имеет место при подключении сети к уже имеющемуся водопроводному баку (башне) или существующему трубопроводу.

1-й случай. Исходными данными для расчета сети являются :
длины отдельных участков сети расхода в узловых точках сети и непрерывной раздачи, отметки заложения от трубопровода в узловых точках, материал трубопровода и свободные напоры $H_{св}$ равные разности отметок пьезометрической линии и от трубопровода в узловых точках системы. Величина $H_{св}$ зависит от объекта, который устанавливается на основании нормативных документов. При расчете сети обязательным является условие, чтобы фактические свободные напоры в узловых точках были больше или равнялись заданным, т.е. $H_{св} \geq H_{св}^{доп}$.

В начале расчета выбирается магистральная линия, которая должна соединять водопроводную башню с одним из конечных узлов. В качестве магистральной линии выбирается обычно линия, имеющая наибольшую длину, наибольший расход, наибольшую геодезическую отметку заложения от заложения конечной точки трубопровода. Иногда для выбора магистральной линии приходится сравнивать различные варианты, исходя при этом из обязательного обеспечения подачи необходимых расходов и требуемых свободных напоров.

Выбрав магистральную линию, определяют расчетные расходы по всем участкам сети. При этом по указанным выше правилам учитывается наличие сосредоточенных и равномерно распределенных расходов.
Так, например, если на участке есть и сосредоточенный расход в узловой точке $Q_{узл}$ и равномерно распределенный, то $Q_{н.р.}$ расчетный расход участка $Q_{расч.} = Q_{узл} + 0{,}55\ Q_{н.р.}$
Определив расходы участков магистральной линии, переходят к определению их диаметров d_i, которые находятся по экономическим соображениям. Предельные расходы и средние скорости для стальных труб, прокладываемых в центральных и западных районах Европейской части СНГ, приведены в таблице III. 5 [I].

Таблица III. 5

Диаметр трубопровода, мм	Рекомендуемая предельная скорость, м/с	Рекомендуемый предельный расход, л/с	Диаметр трубопровода, мм	Рекомендуемая предельная скорость, м/с	Рекомендуемый предельный расход, л/с
50	0,96	3,1	400	1,36	184
75	1,07	5,8	500	1,50	315
100	1,15	11,7	600	1,49	443
125	1,19	16,6	700	1,52	561
150	1,22	21,8	800	1,53	776
200	1,34	46,0	900	1,57	987
250	1,34	71,0	1000	1,68	1335
300	1,35	103,0	1200	1,59	1919
350	1,35	140,0			

Сравнивая расчетные расходы каждого участка магистральной линии с предельными расходами, назначают соответствующие диаметры труб.

По методике, описанной в III.1 (1-й тип) по уравнению (III –7) рассчитываются потери напора на каждом участке магистральной линии. По величинам свободных напоров в узловых точках и потерям напора определяются отметки пьезометрической линии в этих точках.

Расчет начинают с конца магистральной линии, т.е. узла *n*, в котором отметка пьезометрической линии будет

$$\nabla_n^n = \nabla_0^n + H_{св}^{доп}, \qquad \text{(III-25)}$$

где: ∇_o^n - отметка заложения от трубопровода в узле n;

∇_n^n - отметка пьезометрической линии в узле n.

Затем определяется отметка пьезометрической линии магистрали в узловой точке n – 1:

$$\nabla_n^{n=1} = \nabla_n^n + h_{тр.}^{n-1}, \qquad \text{(III-26)}$$

где $h_{тр}^{n-1}$ - потери напора на участке магистральной линии между узловыми точками n и n –1.

В такой последовательности определяются отметки пьезометрической линии для всех узловых точек магистральной линии.

Отметка пьезометрической линии водонапорной башни или напор насосной станции (установки) будет

$$\nabla_n^{\delta} = \nabla_n^n + \sum h_{тр.i}, \qquad \text{(III-27)}$$

а высота водонапорной башни или напор насосной станции (установки) будет

$$H_{\delta} = \nabla_n^{\delta} - \nabla_o^{\delta}, \qquad \text{(III-28)}$$

где: $h_{тр.i}$ - сумма потерь напора на всех участках магистральной линии;

∇_o^{δ} - отметка от трубопровода у водонапорной башни (насосной установки).

Затем проверяются свободные напоры для каждой узловой точки магистральной линии, и если в какой-либо точке он оказался меньше допустимого, необходимо внести коррективы, увеличив соответственно отметку пьезометрической линии в конце магистрали.

Завершив расчет магистральной линии, приступают к расчету ветвей, который сводится к определению диаметра каждой ветви при заданной ее длине, расчетном расходе и напоре. Последний определяется из условия

$$H_{вi} = \nabla_n^i - (\nabla_в^i + H_{св.}^{доп}), \qquad \text{(III-29)}$$

где: ∇_n^i - отметка пьезометрической линии в *i* - ом узле магистрали, от которого отходит ветвь;

$\nabla_в^i$ - отметка оси трубопровода в конце *i* - й ответви.

Методика определения диаметра трубопровода изложена в п. III.1. (3-й тип).

2-й случай. Для данного случая, кроме исходных данных, описанных в 1-м случае, известен общий напор магистральной линии, который определяется из условия:

$$H = H = \nabla_n^{\delta} - (\nabla_o^n + H_{св}^{доп}), \qquad \text{(III-30)}$$

В этом случае вначале определяется средний гидравлический уклон

$$J_{ср.} = \frac{H}{\sum_{i=1}^{i=n} \ell_i}, \qquad \text{(III-31)}$$

где $\sum_{i=1}^{i=n} \ell_i$ - суммарная длина магистральной линии.

По полученному значению $J_{ср.}$ и известных расходах Q_i на участках магистральной линии по формуле (III-3) вычисляют значения расходных характеристик K_i для каждого участка ее. По полученным значениям K_i находят соответствующий диаметр d_i (по табл. III-1) участка магистрали. При определении диаметра в редких случаях значение K_i соответствует стандартному диаметру. Чаще всего оказывается, что

$$K_1 < Ki < K_2, \qquad \text{(III-31)}$$

где: K_1 - расходная характеристика ближайшего меньшего диаметра d_1 стандартной трубы;

K_2 - тоже для ближайшего большего диаметра d_2 стандартной трубы.

Учитывая это, следует на одних участках магистральной линии принимать трубы с $d_1<d_i$, а на других с $d_2>d_i$, так, чтобы в общем итоге иметь вариант, при котором наилучшим образом используется напор Н. Такой подбор диаметров магистральной линии обеспечит ее минимальные затраты металла.

Расчет ветвей распеделительной сети, а следовательно и расчет напоров выпоняется аналогично как в 1-м случае.

Литература

1. Гидравлика : учебник и практикум для академического бакалавриата / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, А. Г. Коваленко, И. В. Кудинов ; под редакцией В. А. Кудинова. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 386 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01120-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://biblio-online.ru/bcode/432989

2.Замалаев З.Х. Основы гидравлики и теплотехники (учебное пособие для студ.ВПО, обучающих по программе Бакалавр – СПб.: Лань, 2014-352с.

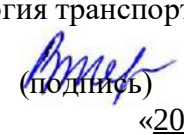
3.Пташкина-Гирина, О.С. Гидравлика и сельскохозяйственное водоснабжение [Электронный ресурс] / О.С. Пташкина-Гирина, О.С. Волкова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 212 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94744. — Загл. с экрана.

4.Гидравлика : учебник / А.П. Исаев, Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 420 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; режим доступа http://www.znanium.com]. — (высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/7680. - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/937454

5.Гидравлика : учеб. пособие / В.Ф. Юдаев. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 301 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/textbook_58eb3186a6c224.2782521. - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/967866

6.Кожевникова Н.Г. Практикум по гидравлике: Учебное пособие /Н.Г. Кожевникова, Н.П. Тогунова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун.-М., НИЦ ИНФРА-М, 2014.-248с. (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-009119-8.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

Утверждаю:
Председатель учебно-методической
комиссии по направлению подготовки
23.03.01 Технология транспортных процессов

В.В. Терентьев
(подпись) (Ф.И.О.)
«20» марта 2024 г

ФАКУЛЬТЕТ АВТОДОРОЖНЫЙ

КАФЕДРА «ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

по учебной дисциплине

ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Направление(я) подготовки (специальность):
23.03.01 Технология транспортных процессов

Направленность (Профиль): Организация перевозок на автомобильном транспорте

Квалификация выпускника бакалавр

Рязань, 2024

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Методические указания составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов, утвержденного 07.08.2020 года, №911

Разработчик доцент «Организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности»



_____ Андреев К.П. _____

(подпись) (Ф.И.О.)

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «20» марта 2024 г.,

протокол № 8

Заведующий кафедрой «Организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности»



_____ Терентьев В.В.

СЕМИНАРСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

1. НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРОЙ

План занятия

1.1. Научно-техническая информация

1.1.1. Характеристики библиотечных каталогов

1.1.2. Научные документы и издания

1.1.3. Универсальная десятичная классификация

1.2. Организация работы с научно-технической литературой

1.1. Научно-техническая информация

При проведении научных исследований одним из основных этапов является информационный поиск. Информационный поиск – это совокупность операций, направленных на отыскание документов, которые необходимы для разработки темы.

Информационный поиск может быть ручной (осуществляется по обычным библиографическим карточкам, картотекам) и автоматизированный (применение ЭВМ).

1.1.1. Характеристики библиотечных каталогов

Ручной поиск литературы по интересующей проблеме осуществляется на основе *библиотечных каталогов* (это указатели произведений печати, имеющихся в библиотеке), представляющих собой набор карточек, в которых содержатся сведения о книгах, журналах, статьях и т. д. В *карточку книги* вносятся ее автор, заглавие, вид издания, место издания, издательство, год издания, количество страниц. В *карточке журнальной статьи* указываются автор, заглавие, название журнала, год издания, том, номер выпуска, количество страниц. В *карточке газетной статьи* кроме автора и заглавия приводятся название газеты, год, число и месяц. В правом верхнем углу карточек обычно приводится индекс УДК и алфавитный индекс. Внизу или на обороте указывается отдел библиотеки, в котором находится данное издание

(чз, кх, анл, аул1, аул2 и др). При ссылке на документы и составлении перечня источников необходимо обращать внимание на знаки препинания между, элементами библиографического описания и применять их только так, как дано в карточке. В качестве примера рассмотрим следующую карточку:

658.512.2(075.8) П58	Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: Учеб. пособие. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с: ил.
аул, чз	

Читательские каталоги бывают трех видов: алфавитный систематический и алфавитно-предметный.

Алфавитный каталог называется так потому что его карточки расположены в алфавитном порядке фамилий авторов или заглавий произведений, если автор не указан. Благодаря этому все книги одного автора (индивидуального или коллективного) собраны в одном месте.

В *систематическом каталоге*. Карточки в нем расположены по отраслям знаний. Этот каталог позволяет подобрать литературу по определенным отраслям знаний, причем с его помощью можно постепенно сужать границы интересующих исследователя вопросов. Каталог позволяет также определить книги, имеющиеся в библиотеке по той или иной теме, или узнать автора и точное название книги, если известно только ее содержание. В систематическом каталоге библиографические сведения приведены в систему знаний на основе применения специальной библиотечной классификации. Наиболее широко используется Универсальная десятичная классификация (УДК). Используется также и отечественная Библиотечно-библиографическая классификация (ББК) в крупнейших универсальных библиотеках.

Ключом к систематическому каталогу является алфавитно-предметный каталог. В нем в алфавитном порядке перечисляются наименования отраслей знаний, отдельных вопросов и тем, по которым в отделах и подотделах систематического каталога собрана литература, имеющаяся в библиотеке.

При составлении собственной библиографии по проблеме необходимо внимательно просматривать списки литературы, находящиеся в конце книг, статей и т.д., или литературу, указанную в сносках в уже найденных литературных источниках.

1.1.2. Научные документы и издания

Характерной чертой развития современной науки является бурный поток новых научных данных, получаемых в результате исследований. Ежегодно в мире издается более 500 тысяч книг по различным вопросам. Еще больше издается журналов. Но, несмотря на это, огромное количество научно-технической информации остается неопубликованной.

Информация имеет свойство "стареть". Это объясняется появлением новой печатной и неопубликованной информации или снижением потребности в данной информации. По зарубежным данным интенсивность падения ценности информации ("старения") ориентировочно составляет 10% в день для газет, 10% в месяц для журналов и 10% в год для книг.

Таким образом, отыскать новое, передовое, научное в решении данной темы – сложная задача не только для одного научного работника, но и для большого коллектива.

Недостаточное использование мировой информации приводит к дублированию исследований. Количество повторно получаемых данных достигает в различных областях научно-технического творчества 60 и даже 80%. А это потери, которые в США, например, оцениваются многими миллиардами долларов ежегодно.

Каждый шаг на пути прогресса науки достигается все большим трудом, все более дорогой ценой. За последние четыре десятилетия увеличение в два-три раза количества новых научных данных сопровождалось в мире восьми-, десятикратным ростом объема печатной и рукописной информации, пятнадцати-, двадцатикратным увеличением численности людей науки и более чем стократным ростом ассигнований на науку и на освоение ее результатов.

В качестве носителей информации можно выделить следующие документы:

1) книги (учебники, монографии, брошюры). *Книги* относятся к наиболее распространенным первичным публикуемым документам. Книгами принято считать непериодические текстовые издания объемом свыше 48 страниц. *Брошюры* – непериодические текстовые издания объемом свыше четырех, но не более 48 страниц. Среди книг и брошюр важное научное значение имеют *монографии*, содержащие всестороннее исследование одной проблемы или темы и принадлежащие одному или нескольким авторам. Для учебных целей издаются учебники и учебные пособия (учебные издания). Это непериодические издания, содержащие систематизированные сведения научного и прикладного характера, изложенные в форме удобной для преподавания и изучения.

2) периодические издания (журналы, научные сборники, труды и т. п.). Периодические издания выходят через определенные промежутки времени, постоянным для каждого года числом номеров и являются наиболее оперативным источником научно-технической информации. Традиционными видами периодических изданий являются газеты и журналы. К периодическим относятся также продолжающиеся издания, выходящие через неопределенные промежутки времени, по мере накопления материала. Обычно это сборники научных трудов вузов, научных обществ, публикуемых без строгой периодичности под общим заглавием «Труды», «Ученые записки», «Известия» и др. Эти издания, как правило, состоят из ряда *статей*, в которых излагаются результаты, полученные по конкретному вопросу, имеющему определенное научное и практическое значение.

3) нормативные документы (стандарты, технические условия и т. п.). Нормативно-техническая документация, регламентирует научно-технический уровень и качество выпускаемой продукции (стандарты (ГОСТы, ОСТы), инструкции, типовые положения, методические указания и др.). Стандарт – нормативно-технический документ, устанавливающий комплекс норм, правил,

требований к объекту стандартизации и утвержденный компетентным органом. В зависимости от содержания стандарты включают: технические условия и требования; параметры и размеры; типы; конструкции; марки; сортаменты; правила приемки; методы контроля; правила эксплуатации и ремонта; типовые технологические процессы и т. п.

4) патентная информация (патенты, изобретения). Патентная документация, представляет собой совокупность документов, содержащих сведения об открытиях, изобретениях и других видах промышленной собственности, а также сведения об охране прав изобретателей. Патентная документация обладает высокой степенью достоверности, так как подвергается тщательной экспертизе на новизну и полезность, а также оперативностью и полнотой сведений. Патентная информация имеет юридическую и научно-техническую основу. Патентоведение занимается вопросами правовой охраны и защиты приоритета открытий и изобретений. Авторство охраняется законом. Результаты умственного труда, применяемые в промышленности, называют *промышленной собственностью.* Она разделяется на открытия, изобретения, полезные модели, промышленные образцы, товарные знаки, фирменные наименования. Полезная модель – это отличающееся относительной новизной решение технической задачи, относящееся к устройству и имеющее явно выраженные пространственные формы (объем, компоновку). Под промышленным образцом понимаются особенности внешнего вида промышленного изделия, которые выполнены промышленным путем, придают изделию художественные (эстетические) достоинства и обладают новизной или оригинальностью. Товарный знак – это помещаемые на товарах или употребляемые при их рекламе обозначения, отличающие данные товары от аналогичных товаров других предприятий.

Чтобы защитить определенный вид промышленной собственности, необходимо подать заявку в Федеральный институт промышленной собственности для получения патента. Патент предоставляет патентодателю исключительное право распоряжаться изобретением. Патент действует (15...18 лет).

Патентная информация как источник научно-технической информации обладает оперативностью (как правило, предшествует публикации других информационных материалов), достоверностью (данные проверяются государственной патентной экспертизой), полнотой сведений (излагается суть открытий или изобретений).

Основной научно-технической ценностью патентной информации являются описания изобретений, которые согласно патентному законодательству не могут содержать неправильных сведений и должны отличаться новизной. Поэтому правильное использование патентной информации дает возможность осуществлять новые разработки на уровне лучших мировых образцов с учетом имеющихся решений и основных тенденций развития техники. В связи с этим перед началом разработки научно-исследовательской темы (проблемы) необходимо предварительно провести патентные исследования.

5) отчеты о научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах.

6) диссертации и авторефераты;

7) информационные сообщения о проведенных научно-технических конференциях, симпозиумах, семинарах.

8) вторичные документы и издания (реферативные обзоры, библиографические каталоги, реферативные журналы, библиографические указатели и др.)

1.1.3. Универсальная десятичная классификация

Традиционным средством упорядочения документальных фондов являются библиотечно-библиографические (документные) классификации. Наибольшее распространение получила Универсальная десятичная классификация (УДК), которая используется в большинстве стран мира и юридически является собственностью Международной федерации по документации (МФД), отвечающий за дальнейшую разработку таблиц УДК, их

состояние и издание. В нашей стране УДК введена с 1963 г. в качестве единой системы классификации всех публикаций по точным, естественным наукам и технике. УДК является международной универсальной системой, позволяющей детально представить содержание документальных фондов и обеспечить оперативный поиск информации, обладает возможностью дальнейшего развития и совершенствования. Отличительными чертами УДК являются охват всех отраслей знаний, возможность неограниченного деления на подклассы, индексация арабскими цифрами, наличие развитой системы определителей и индексов. В настоящее время изданы полные, средние, отраслевые издания и рабочие схемы, а также методические пособия по классификации.

УДК состоит из основной и вспомогательных таблиц. *Основная таблица* содержит понятия и соответствующие им индексы, с помощью которых систематизируют человеческие знания. Первый ряд делений основной таблицы УДК имеет следующие классы:

0 – Общий отдел. Наука. Организация. Умственная деятельность. Знаки и символы. Документы и публикации;

1 – Философия;

2 – Религия;

3 – Экономика. Труд. Право;

4 – свободен;

5 – Математика. Естественные науки;

6 – Прикладные науки. Медицина. Техника;

7 – Искусство. Прикладное искусство. Фотография, Музыка;

8 – Языкознание. Филология. Художественная литература. Литературоведение;

9 – Краеведение, География. Биография. История.

Каждый из классов разделен на десять разделов которые, в свою очередь, подразделяются на десять; мелких подразделов и т. д. Для лучшей наглядности и удобства чтения всего индекса после каждых трех цифр, начиная слева, ставится точка (при чтении произносится, а отражается паузой).

Внутри каждого раздела применяется иерархическое построение от общего к частному с использованием того же десятичного кода. Детализация понятий осуществляется за счет удлинения индексов, при этом каждая последующая присоединяемая цифра не меняет значения и смысла предыдущих, а лишь уточняет их, обозначая более частное, узкое понятие. Например: 5 – Математика. Естественные науки; 53 – Физика; 536 – Термодинамика и т. д.

Наряду с основной таблицей в УДК имеются *вспомогательные таблицы* определителей, позволяющие проводить дальнейшую детализацию индексов. Эти определители отражают общие, повторяющиеся для многих предметов признаки. Определители делятся на специальные, используемые только в определенном разделе схемы и общие, применяющиеся во всех ее разделах.

Общие определители УДК отражают категории и признаки, применяемые во всей системе: время (кавычки), место (скобки), язык (знак равенства), материалы (дефис, нуль, три), лица (дефис, нуль, пять), расы и народы (скобки, равенство), форму и характер материала (скобки, нуль); точки зрения (точка, нуль, нуль). Примеры меры использования общих определителей: =20 (на английском языке); (083.74) (стандарты и другие нормативные документы); (47+57) (СССР); (-20) (англичане); «1982.08.22» (22 августа 1982 г.); 003.1 (экономическая точка зрения); 621.789.1—033.5 (стеклянная тара); 622—05 (горняки).

Основные символы специальных разделителей следующие: дефис – служит для обозначения элементов, составных частей, свойств и других признаков предметов, выраженных основными индексами УДК (например, в разделах 62/69 определители —1/—9 служат для выражения технологических характеристик и деталей машин, в разделах 82/89 – для обозначения литературных форм и жанров и т. д.); .0 (точка, нуль) – отражает аспект рассмотрения, деятельность, процессы, операции, машины и оборудование и т. д. (например, 621.7.019 Дефекты обработки. Дефекты изделий и их контроль); « (апостроф) – служит для создания комплексных понятий посредством слияния

составляющих элементов, используется в разделах химии и химической технологии, металлургии, геологии (например, 546.32 «267 Цианистый калий).

Для отражения отношений (связей) между понятиями используются знаки соединений, позволяющие объединять частные понятия и расширять новые понятия от частного к общему. Наиболее распространенные виды соединений индексов УДК: присоединение (+), произносится как «плюс» или «и» используется для объединения двух или более независимых друг от друга понятий (например, 629.76+629.73 Авиация и ракетная техника); распространение (/), произносится как «косая черта» или «от и до», используется для обобщения ряда последовательных индексов, не имеющих общего индекса (например, 622.332/.335 Уголь, включающий бурые угли, лигниты, каменные угли и антрацит); отношение (:), произносится как «двоеточие» или «отношение к», используется как для выражения отношения между двумя понятиями, так и для дальнейшего подразделения индексов основной таблицы (например, 31:63 Сельскохозяйственная статистика, где 31 – Статистика, а 63 – Сельское хозяйство).

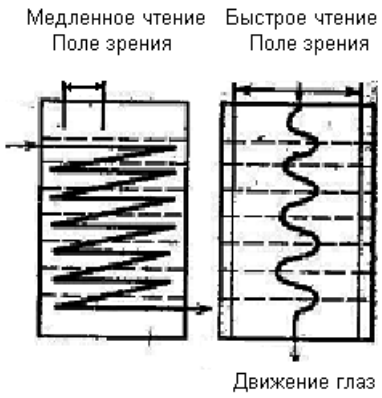
Для облегчения работы с таблицами УДК к ним прилагается алфавитно-предметный указатель, с помощью которого по понятиям можно определить их местонахождение в схеме. Понятия в указателе расположены в алфавитном порядке, справа от каждого понятия приведен соответствующий индекс.

1.2. Организация работы с научно-технической литературой

Важное значение для работы с литературой принадлежит организации *рабочего места*. Прежде всего рабочее место и инструмент, которым человек работает, должны быть привычны ему. Это сокращает до минимума время врабатываемости, появляется условный рефлекс на рабочее место. На рабочем месте не должны появляться какие-либо новые предметы (объекты), которые привлекают внимание к себе и отвлекают от работы. Желательно до начала работы продумать и оценить, что может потребоваться в процессе работы, чтобы потом не искать для себя повода прервать начатое дело.

При работе с литературными источниками необходимо уметь правильно читать, понимать и запоминать прочитанное. Ученые выявили четыре основных способа обработки информации при *чтении*. Это чтения: побуквенное, послоговое по словам (просматривается первый слог первого слова и первые буквы второго слова, остальная же часть слова угадывается), по понятиям (из текста выбираются только отдельные ключевые слова, а затем, синтезируется мысль, содержащаяся в одном или нескольких предложениях). Чтение по понятиям характерно для людей, имеющих определенные навыки большой запас знаний для понимания материала и хорошую память.

Для *понимания* сложного текста необходимо не только быть внимательным при чтении, иметь знания и уметь их применять, но и владеть определенными мыслительными приемами. Один из них заключается в необходимости воспринимать не отдельные слова, а предложения и даже целые группы предложений, т. е. абзацы. При этом используется так называемая антиципация – смысловая догадка. Быстро читающий человек обычно по нескольким буквам угадывает слово, по нескольким словам – фразу, по нескольким фразам – смысл целого абзаца. Необходимо стремиться именно так читать изучаемый материал.



6	*1*	*18*	*22*	*14*
12	*10*	*15*	*3*	*25*
2	*20*	*5*	*23*	*13*
16	*21*	*8*	*11*	*7*
9	*4*	*17*	*19*	*24*

Рис. 1.1. Средства повышения скорости чтения

При освоении методики быстрого чтения необходимо отучиться от проговаривания и овладеть приемами чтения, при которых восприятие текста происходит крупными информативными блоками. Этому способствует такая

техника чтения, при которой глаза читающего двигаются с небольшой скоростью вертикально сверху по воображаемой линии, проведенной по центру страницы без движений по строчке слева направо и обратно. При быстром чтении движение глаз более экономичное поскольку глаза проходят всю страницу текста по кратчайшему пути: прямой вертикальной линии (рис. 1.1).

Для того чтобы практически осуществить такой способ чтения, необходимо иметь хорошо развитое периферическое зрение. В качестве инструмента для упражнений, позволяющих расширить поле зрения, используют таблицы Шульте (рис. 1). При работе с таблицами ставится задача: концентрируя взгляд в центре таблицы, видеть ее всю целиком и назвать все цифры по порядку (от 1 до 25) за время не более 25 с. Такая тренировка с таблицами Шульте заключается в том, что «помогает мозгу» так изменить программу восприятия текста, чтобы в единицу времени воспринималось наибольшее количество смысловой информации.

Чтение информационного материала должно завершаться *запоминанием*, Это процесс памяти, в результате которого происходит закрепление нового путем связывания с уже приобретенным ранее. Характерной чертой запоминания является его избирательность. В соответствии с целями деятельности различают два вида запоминания: непроизвольное (ненамеренное) и произвольное (запоминание с помощью мнемических действий, целью которых является само запоминание). Важную роль в произвольном запоминании играют мотивы, побуждающие запоминать, и рациональные приемы запоминания.

Для произвольного запоминания важно, чтобы прочитанный материал был понят, понимание предопределяет интерес к деятельности, гарантирует эмоциональный подъем, что и способствует еще более глубокому запоминанию. Вместе с тем надо уметь концентрировать внимание на изучаемом материале. Наблюдательность и память жестко связаны. Воспитывая внимание, можно улучшить наблюдательность и память. Необходимо также сознательно поставить цель запоминания. Процесс запоминания требует

больших усилий от человека и без сформированной цели коэффициент полезного действия запоминания оказывается очень малым.

Запоминаемый материал следует логически осмыслить: составить план заучиваемого материала, разбить его на части, выделить в них опорные пункты, по которым легко ассоциируется все содержание данной части материала (запомнить – значит мыслить). При этих условиях материал приобретает четкую, расчлененную и упорядоченную форму и лучше запоминается.

В процессе запоминания целесообразно включать все анализаторы (все виды памяти) и использовать приемы «мнемотехники», суть которых состоит в создании всяких искусственно придуманных связей. Многие, например, знают фразу «каждый охотник желает знать, где сидит фазан», первые буквы которой помогают раскрыть последовательность цветов в спектре (красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый). Например, трудно механически запомнить число 149162536498481. Однако оно легко запоминается смысловым способом – это квадраты чисел от 1 до 9. Полезно также повторение запоминаемого материала.

Текст хранится в памяти определенное время. Постепенно он начинает забываться. Вначале после восприятия информации процесс забывания происходит наиболее быстро, со временем темп его замедляется. Так, в среднем через один день теряется около 23 – 25 % заученного, через 5 дней около 35 % и через 10 дней – 40 %.

При проработке нового материала полезно составлять *конспект*. Это сжатое изложение самого существенного в данном материале. Конспект должен быть кратким и точным в выражении мыслей автора своими словами. Иногда можно воспользоваться и словами автора, обязательно оформляя их как цитату. Максимально точно записываются: формулы, определения, схемы, трудные для понимания места, от которых зависит понимание главного, все новое, незнакомое, чем часто придется пользоваться и что трудно получить из других источников, а также цитаты, статистика.

СЕМИНАРСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

2. ОСОБЕННОСТИ ТВОРЧЕСКИХ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

План

2.1. Отличительные признаки творческих решений

2.2. Классификация научно-технических творческих решений

2.1. Отличительные признаки творческих решений

Творчество – мышление в его высшей форме, выходящее за пределы известного, а также деятельность рождающая нечто качественно новое. Творческая деятельность включает в себя постановку или выбор задачи, поиск условий и способа ее решения и в результате – создание нового.

Творчество может иметь место в любой сфере деятельности человека: научной, производственно-технической, художественной и т.д.

Рассмотрим отличительные признаки тех предметов, процессов, решений задач, идей или произведений искусства, которые принято называть творческими.

Прежде всего, необходимо указать на такое их качество, как *новизна* или *уникальность*. Это очевидное условие, не требующее пояснения.

Во-вторых, творческими называются вещи, которые либо полезны, как, например, различные промышленные изделия, либо имеют большую *ценность*, как, например, произведения искусства. И хотя идея, вещь, процесс или картина могут быть новыми или уникальными, но если они никогда не были и никогда не будут кому-нибудь полезны и к тому же ни для кого не представляют ценности, то их уже нельзя считать творческими. В отличие от них творческая вещь либо имеет определенное утилитарное назначение, либо прекрасна, либо обладает тем и другим качествами одновременно.

Третье качество вещей, процессов и решений, которые принято называть творческими, состоит в том, что они вносят *простоту* там, где раньше была сложность. Это качество часто называют *изяществом*. Новые простые решения

сложных задач изящны, и их можно назвать творческими. Новые, но сложные решения простых задач нельзя назвать творческими.

Для творческих решений характерно также создание *новых соотношений*. Прежде не связанные между собой элементы при объединении часто дают новый единственный в своем роде эффект, или решение. Эта черта не всегда признается за творческими решениями, но она встречается весьма часто.

Таким образом, любые вещи независимо от того, являются ли они материальными предметами, идеями, теориями, художественными произведениями и т.д., могут называться творческими в том случае, когда они обладают тремя основными признаками: 1) новизной и уникальностью, 2) полезностью или ценностью и 3) изяществом.

Научное творчество связано с познанием окружающего мира. *Научно-техническое* (или просто техническое) творчество имеет прикладные цели и направление на удовлетворение практических потребностей человека. Под ним понимают поиск и решение задач в области техники на основе использования достижений науки.

Обычная *техническая задача* превращается в *творческую* (изобретательскую) именно тогда, когда, пытаясь использовать известные способы, приемы, устройства, человек наталкивается на противоречие: выигрыш сопровождается проигрышем. Как правило, все технические объекты, независимо от их сложности, имеют не одно, а несколько технических противоречий (внутренних и внешних), которые тесно переплетены друг с другом. Реальный процесс технического творчества состоит в *раскрытии технических противоречий* (надо улучшить какой-либо параметр без ухудшения других), в осознании их теоретического и практического смысла, установлении условий и причин их возникновения, а затем в поиске и разработке методов для их разрешения.

Нетрудно создать новую машину, игнорируя технические противоречия. Но тогда машина окажется неработоспособной и нежизненной. Допустим,

необходимо сделать автомобиль комфортабельнее. Казалось бы, все очень просто: нужно, прежде всего, увеличить размеры кузова. Но с увеличением размеров кузова повысится стоимость, вес машины, возрастет сопротивление воздуха, расход топлива, снизится скорость... Когда технические противоречия видит конструктор, он стремится найти компромиссное решение. Так, например, для гоночного автомобиля комфорт не важен, можно пожертвовать комфортом, но выиграть в скорости. Для междугороднего автобуса комфортом жертвовать никак нельзя, зато избытком скорости вполне можно поступиться. Изобретатель, в отличие от конструктора, должен противоречие устранить: сделать так, чтобы выигрыш был, а проигрыша не было.

Изобретательские задачи часто путают с задачами техническими, инженерными, конструкторскими. Сделать автомобиль, имея готовые чертежи и расчеты – *задача техническая*. Рассчитать автомобиль или отдельные его элементы, пользуясь готовыми формулами – *задача инженерная*. Спроектировать удобный и дешевый автобус, найдя компромисс между «удобно» и «дешево» – *задача конструкторская*. При решении этих задач не приходится преодолевать противоречия. Задача становится изобретательской (творческой) только в том случае, если для ее решения необходимо преодолеть противоречие. Поэтому в наиболее распространенном случае процесс решения изобретательских задач можно рассматривать как выявление, анализ и разрешение технического противоречия.

Таким образом, процессе поиска новых технических решений приходится решать задачи (табл. 1), качественно отличающиеся друг от друга – это задачи *рутинные* (четко определенные) и *творческие*. При решении рутинных задач имеется заранее поставленная задача, указаны способы и примеры ее решения, результат решения однозначен (например, вычисление объема тела сложной формы, расчет вала на прочность, выбор технологического оборудования и т. п.).

При решении творческих задач, как правило, известна лишь проблемная ситуация, а задачу предстоит сформулировать, способ решения задачи не

указан, а выбирается самим исполнителем, обучающий пример отсутствует и результат решения, как правило, является неоднозначным. Цель творчества состоит в специфическом разрешении проблемной ситуации.

Таблица 2.1

Различия рутинных и творческих задач

Показатели сравнения задач	Тип задачи	
	рутинные	творческие
Постановка задачи	Имеется	Как правило, отсутствует
Метод (способ) решения	Как правило, указан	Не указан
Обучающий пример	Имеется	Отсутствует
Результат решения	Как правило, однозначен	Как правило, многозначен

Решение рутинных задач – объект повседневной деятельности инженерно-технических работников. Решением творческих задач занимается сравнительно небольшой круг производственников и научных работников.

Права на результаты творческой деятельности человека представляют собой *интеллектуальную собственность.* Классификация объектов интеллектуальной собственности приведена на рис. 2.1.

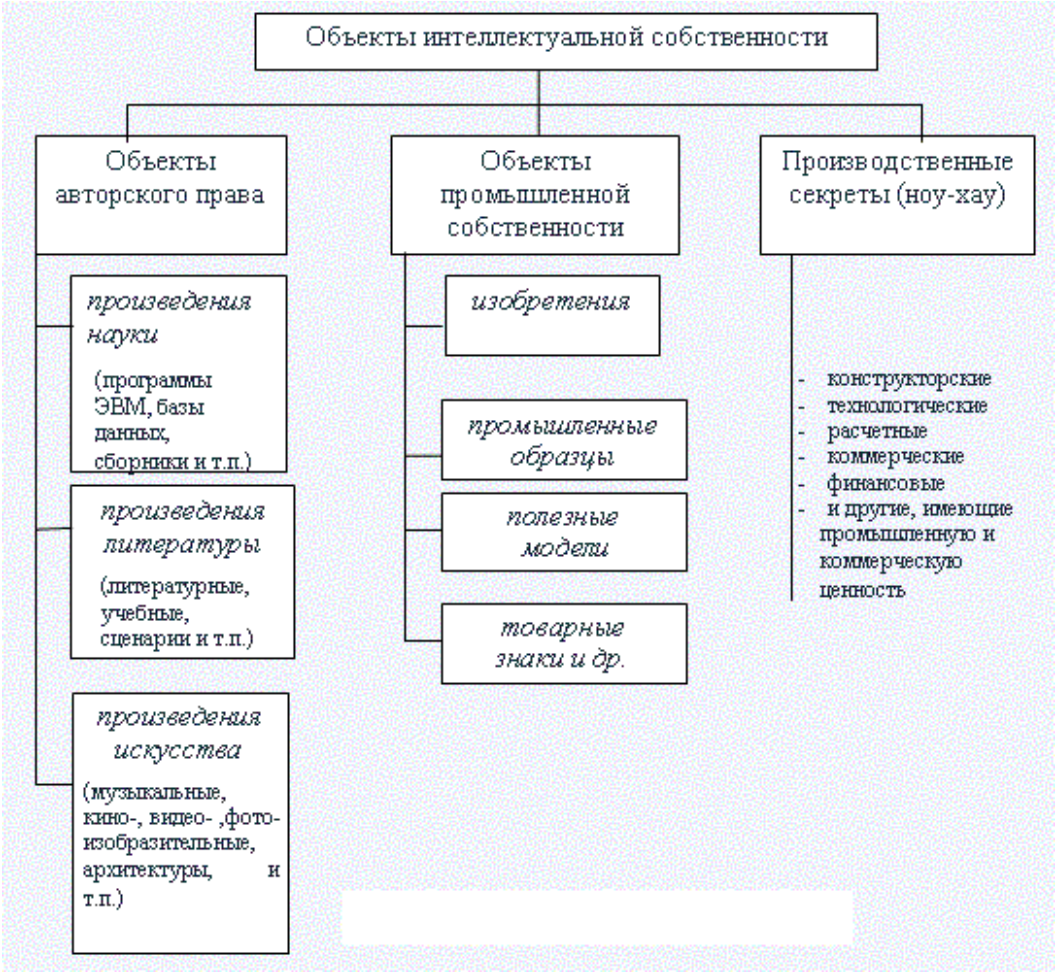


Рис. 2.1. Объекты интеллектуальной собственности

Так отношения, связанные с правами на произведения литературы и искусства, регулируются нормами *авторского права* , в силу которого охрана произведению предоставляется автоматически с момента его создания. Здесь основной критерий – форма созданного произведения, являющаяся единственной и неповторимой. Авторское право возникает в силу факта создания объекта, без какой-либо документации. С первого выпуска произведения на каждом экземпляре ставится знак авторского права. Он состоит из трех элементов: латинской буквы С в окружности – ©, имени (наименования) обладателя исключительных авторских прав и года первого опубликования произведения. Если объект разработан в порядке выполнения служебных обязанностей или по заданию работодателя, то имущественные права принадлежат работодателю. В этом случае между работодателем и

автором должен быть заключен договор о порядке и размерах авторского вознаграждения в случае использования разработанного объекта.

Отношения, возникающие в связи с созданием, охраной и использованием объектов интеллектуальной собственности, особенность которых определяется содержанием полученного результата, регулируется нормами *патентного права* . Это объекты промышленной собственности. Понятия *промышленной собственности* включает патенты на изобретения, полезные модели, промышленные образцы, товарные знаки, знаки обслуживания, фирменные наименования и указания происхождения или наименования места происхождения, а также пресечение недобросовестной конкуренции. Для получения охраны таких объектов требуются, как правило, их регистрация в установленном порядке, экспертиза, наличие правоудостоверяющего документа.

2.2. Классификация научно-технических творческих решений

Рассмотрим более подробно основные типы научно-технических творческих решений, к которым относятся:

- открытия,
- изобретения;
- полезные модели;
- рационализаторские предложения;
- промышленные образцы.

Открытие – установление неизвестных ранее объективно существующих закономерностей, свойств или явлений материального мира, вносящих коренные изменения в уровень познания. Данное определение не распространяется на открытия: географические, археологические палеонтологические, месторождений полезных ископаемых, в области общественных наук.

Изобретение – это техническое решение в любой области, относящееся к продукту или способу (процессу осуществления действий над материальным

объектом с помощью материальных средств). Объектами изобретений, относящиеся к продукту, являются: 1) новое устройство (например, станок, механизм, инструмент и другие); 2) новое вещество (сплав, смесь, раствор и другие); 3) новые штаммы микроорганизмов, культуры клеток растений и животных.

Изобретением называется прежде всего решение технической задачи. Согласно Патентному закону РФ изобретению предоставляется правовая охрана, если оно является новым, имеет изобретательский уровень и промышленно применимо.

Новизна технического решения (изобретения) имеется, если на дату подачи заявки на выдачу патента оно неизвестно из уровня техники неопределенному кругу лиц настолько, что специалисты не могли бы воспроизвести его. Под уровнем техники понимают совокупность любых технических сведений, ставших общедоступными в мире. Для признания охраноспособности изобретения требуется наличие мировой (абсолютной) новизны.

Изобретательский уровень изобретения имеется, если составляющие его новые признаки явным для специалиста образом не следуют из уровня техники.

Промышленная применимость изобретения считается доказанной, если техническое решение может быть использовано в промышленности, сельском хозяйстве, здравоохранении или в других отраслях деятельности.

Устройства (детали, приспособления, установки), которые обладают новизной и промышленной применимостью, но не обладают изобретательским уровнем согласно Патентному закону РФ подлежат правовой охране как *полезные модели*. Полезная модель - техническое решение, относящееся к устройству.

Рационализаторское предложение – это техническое, организационное либо управленческое предложение, являющееся новым и полезным для данного предприятия. В отличие от изобретений и полезных моделей, которые должны обладать мировой новизной, к рационализаторским предложениям

предъявляется требование местной новизны, т.е. новизны в пределах тех предприятий, которым они продаются. Исследование новизны заявленного рационализаторского предложения проводится лишь в масштабах конкретного предприятия, а не относительно мирового уровня техники.

Промышленный образец – художественно-конструкторское решение изделия промышленного или кустарно-ремесленного производства, определяющее его внешний вид.

Промышленные образцы могут быть объемными (модели), плоскостными (рисунки) или составлять их сочетание. Объемные промышленные образцы представляют собой композицию, в основе которой лежит объемно-пространственная структура, например художественно-конструкторские решения, определяющие внешний вид автомобиля, сельскохозяйственной машины, мотоцикла, подвесного лодочного мотора и т. д. Плоскостные промышленные образцы характеризуются двухмерным линейно-цвето-графическим соотношением элементов и фактически не обладают объемом (конфигурация, орнамент, сочетание цветов), например художественно-конструкторские решения, определяющие внешний вид ковра, ткани и т.д.

В соответствии с изложенным *техническим творчеством* можно считать деятельность, направленную на развитие объектов техники на уровне изобретений, полезных моделей и рационализаторских предложений.

По сложности решаемые изобретательские задачи и их решения – изобретения – принято делить на пять уровней от первого – простейшего, до пятого – наиболее сложного, основанного на использовании знаний из области новых открытий.

Таблица 2.2

Уровни сложности технических задач

Уровень сложности	Характеристика уровня
1	Изменение геометрической формы или соотношения основных

	размеров. Соответствующие решения направлены главным образом на улучшение отдельных технических и экономических характеристик объекта – уменьшение массы и габаритных размеров, создание дополнительных удобств в эксплуатации, снижение стоимости и т. д.
2	Изменение расположения основных и вспомогательных элементов, исключения или добавления новых элементов, их совмещения или разделения. Обычно решения этих задач направлены на повышение надежности устройства, уменьшение массы и габаритных размеров, улучшение условий труда и эксплуатации и т.д.
3	Качественные преобразования, изменяющие основу технического объекта, в результате изменения формы связи и взаимодействия основных и вспомогательных элементов
4	Качественные изменения технического объекта при сохранении принципа работы. Изменения реализуют путем внедрения нового технического решения, связанного с коренным изменением одного или нескольких основных элементов объекта. Как правило, соответствующие им технические предложения, если они касаются сложных технических объектов, приводят к существенным переменам в уже сложившихся отраслях техники.
5	Коренное изменение существующего объекта или появление совершенно нового технического объекта в результате внедрения нового технического предложения. Как правило, такое качественное изменение является результатом внедрения нового пионерского (не имеющего аналогов) технического решения, в котором используются открытия, физические эффекты или идей пионерских изобретений, взятые из других областей техники. При их решении и внедрении возникают существенные изменения в структурных схемах технических объектов и в промышленном производстве.

В течение всей человеческой истории ученые и изобретатели прошлого для создания нового, как правило, использовали малопроизводительный метод «проб и ошибок». При этом чем сложнее задача, чем выше ее творческий уровень, тем больше возможных вариантов ее решения, тем больше «проб» нужно совершить. В связи с этим творческие находки имели преимущественно случайный характер. От первой повозки с колесами до изобретения колеса со ступицей и спицами прошло около двух тысячелетий. Однако история человечества показывает, что в целом период реализации творческих идей имеет ярко выраженную тенденцию к сокращению. Действительно, если от

печатных досок до изобретения книгопечатания (1440) прошло «лишь» шесть веков и затем до создания печатной машинки четыре века, то, например, транзистор, изобретенный в 1948 г., был реализован в 1953 г.

Если использовать для решения изобретательских задач издавна известный метод проб и ошибок, то сложность решения задач можно оценить посредством количества необходимых проб. Известный советский теоретик в области изобретательства Г.С. Альтшуллер приводит следующие зависимости, выявленные им в результате анализа более 40000 патентов и авторских свидетельств

Таблица 2.3

Процентное соотношение уровней сложности технических задач

Уровень	Количество изобретений, %	Количество проб
1	32	<10
2	45	$10 – 10^2$
3	19	$10^2 – 10^3$
4	3,7	$10^3 – 10^4$
5	0,3	$>10^4$

Из таблицы следует, что около 77 % зарегистрированных изобретений представляют собой лишь новые конструкции, усовершенствования. Для их создания достаточны знания и навыки, которыми должен обладать каждый современный инженер. Качественное изменение техники обеспечивают технические решения 3-го – 5-го уровней, а они-то составляют меньше четверти общего количества изобретений.

На современном этапе развития человечества потребность в новых технических решениях высокого уровня существенно возросла и продолжает увеличиваться, что постоянно повышает требования к производительности, эффективности и качеству творческого труда.

2.3. Этапы творческого процесса

Можно выделить следующие этапы творческого процесса:

1. Подготовка: накопление знаний и совершенствование мастерства, формулировка задачи.

2. Концентрация усилий: упорная работа с целью получить решение.

3. Передышка: период умственного отдыха, когда изобретатель отвлекается от решаемой задачи.

4. Озарение: получение новой идеи или видоизменение уже известной, которая является искомым решением.

5. Доведение работы до конца: обобщение, оценка.

Эти этапы не обязательно должны идти в строгой последовательности. Периоды работы могут чередоваться с периодами передышки или периодами подготовки к работе (например, накопление знаний и мастерства). При этом озарение обычно следует за передышкой.

Если от творческой деятельности ждут результатов, то необходимо создать такие условия для решения задачи, чтобы сам процесс творчества протекал в наиболее благоприятной обстановке. Если кто-либо берется за решение задачи без должной подготовки или не выделяет времени на концентрацию усилий или на передышку, то вряд ли можно ожидать, что его деятельность окажется плодотворной. При планировании работы полезно иметь ввиду особенности творческого процесса и обеспечить его успешное протекание.

2.4. Особенности творческого процесса

Творчество представляет собой явление, относящееся прежде всего к конкретным субъектам и связанное с особенностями человеческой психики, закономерностями высшей нервной деятельности, умственного труда.

Можно выделить два основных подхода к механизму творческого процесса. Одни ученые считают, что мышление начинается там, где создалась проблемная ситуация, которая предполагает поиск решения в условиях неопределенности, дефицита информации. Другие утверждают, что определяющим механизмом творчества является не логика, а *интуиция*

«Посредством логики доказывают, посредством интуиции изобретают», – говорил А. Пуанкаре. Интуиция нередко помогает в поиске правильного решения, и представляет собой быстрое решение, полученное в результате длительного накопления знаний в данной области и, следовательно, длительной подготовки. Это, скорее, итог умственной деятельности, чем начало. Таким образом, интуиция приходит в качестве вознаграждения за труд ученого и поэтому сложному механизму творческого мышления присущи как интуиция, так и логика.

Как правило, более склонными к изобретательству являются люди, которые вынося суждение, в большей мере полагаются на свои чувства и интуицию, а не на размышления.

Специфический акт творчества – внезапное озарение (инсайт) – заключается в осознании чего-то, всплывшего из глубин подсознания, в схватывании элементов ситуации в тех связях и отношениях, которые гарантируют, решение задач.

Основной язык творческого мышления – это зрительные образы, чему история науки накопила немало свидетельств. При создании А. Эйнштейном теории относительности заметную роль сыграли образы часов и падающего лифта, в открытии Д. Кекуле формулы бензольного кольца – образ змеи, кусающей себя за хвост. И.П. Павлов опирался на образ телефонной станции как визуализированную модель нервной системы. Механизм творческого мышления, основанный на развитии зрительных образов, отводит формальной логике довольно скромную роль. Ее правила могут соблюдаться, но post factum, не в самом мышлении, а при обработке его результатов. Само же творческое мышление мало соблюдает правила формальной логики и именно поэтому является творческим, порождает новое знание. Поэтому существующие методы развития творческого мышления направлены на его раскрепощение, освобождение от скованности формальной логикой и другими стереотипами.

Поиск решения творческой задачи у заинтересованного и квалифицированного ученого всегда продолжается в подсознании, в результате

чего могут быть решены самые сложные задачи, причем сам процесс обработки информации при этом не осознается. В сознании отражается лишь результат (если он получен). Поэтому исследователю иногда кажется, что на него ниспослано озарение, что удачная мысль пришла неведомо откуда. Можно констатировать, что человек использует это явление каждый раз, когда он откладывает какое-нибудь дело, чтобы дать мыслям созреть, и, таким образом, рассчитывает на работу своего подсознания.

В качестве примера можно привести слова Дизеля: «Как зарождается идея? Возможно, иногда она возникает подобно вспышке молнии, но обыкновенно вырисовывается на фоне бесчисленных ошибок после кропотливых изысканий... всякий изобретатель работает в окружении огромного числа отвергнутых идей, проектов и экспериментов. Много надо их перепробовать, чтобы достичь хоть чего-нибудь. Очень немногие выдерживают до конца».

Одной из проблем творчества является его мотивационная структура. *Мотивации* (побуждения) связаны с потребностями, которые делятся на три группы: биологические, социальные и идеальные (познавательные). *Биологические* потребности (например, принцип экономии сил) лежат в основе житейской изобретательности и совершенствовании навыков, но могут приобрести и самодовлеющее значение, превратившись в лень. Среди *социальных* потребностей мотивами к творчеству могут быть стремление к материальному вознаграждению, к почету и уважению в обществе. *Идеальные* – составляют потребности познания в самом широком смысле. Они ведут свое происхождение от потребности в информации (стремления к новому, ранее не известному), изначально присущей всему живому, наряду с потребностью в притоке вещества и энергии.

Наиболее важным для творчества видом мышления является *воображение*. Творческому воображению, фантазии принадлежит решающая роль в создании нового и развитии общества. Эта способность должна постоянно развиваться, стимулироваться и тренироваться. Различают три типа

воображения: *логическое* (выводит будущее из настоящего путем логических преобразований); *критическое* (ищет, что именно в современной системе несовершенно, и нуждается в изменении); *творческое* (рождает принципиальные новые идеи и представления, опирающиеся на элементы действительности, но не имеющие пока прообразов в реальном мире).

Активизация творческого мышления предполагает знание факторов, отрицательно влияющих на него. К числу таких факторов относится отсутствие гибкости мышления, сила привычки, узкопрактический подход, чрезмерная специализация, влияние авторитетов, боязнь критики, страх перед неудачей, чересчур высокая самокритичность, лень.

Противоположностью творческого воображения является *психологическая инерция мышления*, связанная со стремлением («идти по проторенной дорожке») действовать в соответствии с прошлым опытом и знаниями, с использованием стандартных методов и т. д. Психологическая инерция – это следствие обучения. Если изучен какой-либо конкретный метод, то вполне естественно, что появится желание использовать его снова. Психологическая инерция – это игнорирование всех возможностей, кроме единственной, встретившейся в самом начале. Психологическая инерция не позволяет сделать качественный скачок, получить принципиально новую идею.

Знакомство с вопросом также усиливает психологическую инерцию. Знакомые человеку объекты, процессы или идеи редко используются в новом качестве. Существует также эффект, называемый функциональной устойчивостью. Доказано, что предметы, выполняющие в данной ситуации обычные для них функции, редко используются в новом качестве. Можно ожидать, что молоток, которым только что забит гвоздь, будет не так часто использован в некотором новом качестве (например, как дверной запор), как тот, который просто лежит без применения. Психологическая инерция, обусловленная знакомством с предметом и его назначением, вполне обычное явление. Психологическая инерция влияет также и на обучение. Эксперименты показали, что люди в большей мере стремятся узнать те факты, которые

подтверждают их мнения, чем те, которые противоречат их убеждениям. Психологическую инерцию можно преодолеть. С ней относительно легко справиться, просто помня о ней.

В связи с этим необходимо формулировать технические задания таким образом, чтобы исключить возможность психологической инерции и ее отрицательного влияния на творчество, стремиться всемерно развивать творческое воображение.

Творческая личность обладает рядом особенностей и прежде всего умением сосредоточить внимание и долго удерживать его на каком-либо вопросе или проблеме. Это одно из важнейших условий успеха в любом виде деятельности. Без упорства, настойчивости, целенаправленности немыслимы творческие достижения. Так, например, Эдисон получил более 10 тысяч отрицательных результатов, прежде чем загорелась электрическая лампочка.

Разработчикам новой техники следует всегда помнить, что в технике нет неразрешимых задач, если эти задачи не противоречат объективным законам природы. При этом источниками локального развития технических объектов в любой области техники являются непрерывно возникающие и изменяющиеся (в основном под действием новых требований) технические противоречия и что правильное выявление технических противоречий определяет успех решения любых технических задач.

2.5. О роли красоты в техническом творчестве

Из всех искусств более всего или чаще всего способствуют инженерно-техническому творчеству изобразительные искусства и связанное с ними понятие *красоты*.

Каждый человек имеет свое интуитивное представление о том, что такое красота. Для сравнения и уточнения этого понятия рассмотрим общепринятые его определения. Словарь русского языка определяет красоту как совокупность качеств, доставляющих наслаждение взору и слуху. Определение красоты, предложенное И. Ефремовым: «Красота – это наивысшая степень

целесообразности, степень гармоничного соответствия и сочетания противоречивых элементов во всяком устройстве, во всякой вещи, во всяком организме».

Существует три типа красоты: *красота окружающей живой и неживой природы*, *красота изделий и других объектов, созданных человеком*, и *красота, создаваемая искусством*. Из этих трех типов складывается красота окружающей среды. Стремление найти или создать красивую окружающую среду было одной из наиболее сильных изначальных потребностей человека.

В возникновении и становлении человечества решающую роль сыграли два самых важных движущих фактора:

– труд для удовлетворения физиологических потребностей и создания орудий труда;

– поиск и созидание красоты окружающей среды, что выражалось в украшении орудий труда и жилища, в исполнении и сочинении музыки и танцев и многом другом.

Если бы имел место только первый движущий фактор – труд, то в результате эволюции получилось бы только более умное животное, имеющее значительные преимущества перед другими животными в борьбе за существование. Однако можно смело утверждать, что это животное никогда бы не прогрессировало дальше раннего каменного века. Это можно утверждать потому, что именно второй движущий фактор обеспечил непрерывное развитие самого главного источника прогресса наших далеких предков – их *творческих способностей.* В период становления человека техническое творчество было чрезвычайно редкостью, а художественная и эстетическая деятельность была постоянным давлеющим фактором в прогрессивном развитии творческих способностей.

Развитие способностей к восприятию и созданию красивой окружающей среды оказывало постоянное положительное влияние на возрастание производительных сил общества, т. е. второй движущий фактор – эстетическая культура – обеспечивал воспитание более умных и способных членов для

трудовой деятельности и защиты интересов племени, с которым, как правило, не могли конкурировать племена, игнорирующие или мало обращаю внимания на эстетическое воспитание.

Убедительным подтверждением этому служит проведенный М.П. Щетининым эксперимент в обычной средней школе, где были сокращены примерно на 1/3 занятия, по обязательным дисциплинам и добавлены в пределах имеющегося бюджета времени соответственно практические занятия по эстетическому воспитанию (музыкальные, хореографические, изобразительные). Такое сокращение обязательных занятий не только не принесло ущерба по основной подготовке, а явно повысило умение учащихся решать задачи, усваивать теоретический материал и т. д. Эстетическое воспитание дало прибавку даже в спортивных достижениях. Например, команда этой школы выигрывала по баскетболу у команды из специальной спортивной школы.

Таким образом, воспитание и развитие способностей к восприятию и созданию красивой окружающей среды является наиболее важным в прогрессивной эволюции человечества.

Эстетическое воспитание, или эстетическое наполнение человека происходит в основном через три канала.

Первый канал – *участие человека в созидании красоты окружающей среды* – когда он выступает как творческая личность и сам рождает красоту в силу своих способностей и возможностей. Это может быть придумывание орнамента или рисунка вышивки, оконного наличника и затем их практическое осуществление, создание скульптуры или картины, исполнение музыки или песни, придумывание фасона одежды, разбивание цветников и их выращивание и т. д.

Второй канал – *восприятие* своими чувствами, *оригиналов* наиболее выдающихся предметов и явлений красоты живой и неживой природы, произведений прикладного искусства, архитектурных сооружений, скульптур, картин, игры актеров в театре и т. д.

Третий канал – *восприятие* своими чувствами *копий* наиболее выдающихся предметов и явлений красоты. Это могут быть репродукции и фотографии произведений изобразительного искусства или видов природы, кино, телепередача, грамзапись музыки и т. д.

Между этими способами, или каналами эстетического воспитания существуют интересные отношения. Во-первых, самое сильное воспитательное воздействие происходит при непосредственном создании человеком красоты окружающей среды, когда, можно сказать, каждый приобретает глубокую внутреннюю эстетическую культуру. Второе по силе воспитательное воздействие производят оригиналы. Однако, если человек сам не прошел через созидание красоты, то при воспитании на оригиналах и копиях резко сокращается доля людей, приобретающих развитую внутреннюю эстетическую культуру. Эта доля сокращается еще в большей мере при ограничении воспитания только на копиях.

Во-вторых, если человек сам созидает красоту, то более четко и глубоко воспринимает оригиналы и копии т. е. красота окружающей среды оказывает на него боле сильное благоприятное эстетическое воздействие. Если он глубоко воспринимал оригиналы, то на него более сильное воздействие оказывают и копии. Таким образе все каналы, или способы эстетического воспитания имеют определенные взаимосвязи, т. е. более сильные способы кроме самостоятельного воздействия, еще дополнительно усиливают действие более слабых способов.

Все это приводит к выводу, что эстетическое воспитание в первую очередь необходимо вести через созидание красоты.

Рассмотрим подробнее какие дополнительные преимущества имеет инженер, внутренне чувствующий красоту, и как должны разделяться функции между инженером и дизайнером при создании нового изделия.

Для этого еще раз вернемся к вопросу, *что такое красота,* и приведем ее определение людьми из разных эпох и областей культуры.

Итальянский мыслитель, архитектор и музыкант XV века, автор знаменитых десяти книг о зодчестве Альберти сказал: «Красота есть строгая соразмерная гармония всех частей, объединяемых тем, что ни убавить, изменить ничего нельзя, не сделав хуже. Великая и божественная вещь, осуществление которой требует всех сил искусства и дарования, и редко когда даже самой природе дано произвести на свет что-нибудь вполне законченное и во всех отношениях совершенное».

Известный австрийский биолог К. Лоренц «В некоторых творениях природы непостижимым образом соединяются красота и функциональность, художественное и техническое совершенство – таковы паутина паука, крыло стрекозы, великолепно обтекаемое тело дельфина, движение кошки».

Авиаконструктор О.К. Антонов: «Интереснейшая часть нашей работы это …красота в технике, часть совершенно неотделимая от нашего труда. Мне кажется, что у нас в авиации это чувствуется особенно отчетливо – тесная взаимосвязь между высоким техническим совершенством и красотой. Мы прекрасно знаем, что красивый самолет летает хорошо, а некрасивый плохо, а то и вообще не будет летать. Это не суеверие, а совершенно материалистическое положение. Здесь получается своего рода естественный отбор внутри нашего сознания. В течение многих лет складывались какие-то чисто технические, расчетные и экспериментальные, проверенные на практике решения. Располагая этой частично даже подсознательной информацией, конструктор может идти часто от красоты к технике, от решений эстетических к решениям техническим».

Эти и другие определения красоты по отношению к техническим объектам можно обобщить в виде следующего постулата: *наиболее целесообразные и функционально совершенные изделия являются наиболее красивыми.*

Полезная вещь редко выглядит безобразной и не только потому, что люди в своей жизни стремиться окружить себя красивыми вещами, но и потому, что человек редко терпит в течение длительного времени недостаточно

привлекательные вещи. Возможно, первая действующая модель нового полезного предмета может быть ужасной с эстетической точки зрения, однако можно с уверенностью утверждать, что при первой же переделке большое внимание будет уделено ее красоте.

Главная задача всех проектно-конструкторских организаций заключается как раз в создании наиболее целесообразных и функционально совершенных, т. е. наиболее красивых изделий. Создание наиболее целесообразных функционально совершенных технических объектов – это математическая задача оптимального проектирования или задача поиска глобально оптимального решения в широком смысле слова, когда поиск осуществляется на всем множестве возможных в данное время функциональных структур, физических принципов действия и технических решений, включая определение их оптимальных параметров. Осознание того факта, что найденная предельно совершенная (глобально оптимальная) конструкция не может быть улучшена, вызывает эстетическое чувство созерцания прекрасного и формирует в людях один из эталонов или образцов красоты,

Для успешного решения таких широко поставленных задач оптимального проектирования необходимо иметь, во-первых, рациональную стратегию (алгоритм) поиска, гарантирующую нахождение глобально оптимального решения, во-вторых, способ оценки степени совершенства (критерия качества) любого решения. У создателя технического объекта, как правило, имеются только некоторые частичные знания о стратегии поиска, и он может оценивать научно обоснованным (обычно расчетным) путем только часть показателей. Поэтому при проектировании новых изделий почти всегда конструктор вынужден принимать решения, находясь в ситуации частичного незнания. Такие решения он принимает, руководствуясь интуицией и, главным образом, внутренним чувством и представлением о красоте создаваемого объекта. Если научно обоснованные методы для рассматриваемого ТО слабо разработаны (а для новых технических решений это типичный случай), то

приходится руководствоваться только эстетическими представлениями и ощущениями. В этих случаях особенно важным становится синтез более совершенных решений. При этом наилучшие решения находят специалисты с более глубокой и развитой эстетической культурой.

Так, благодаря сильно развитому художественному вкусу зодчие тех времен, интуитивно чувствуя действие не сформированных еще наукой физических закономерностей, находили оптимальные решения. Точное обобщение сути такого творчества дает Л.Н. Безмоздин: «Вся история архитектуры – наглядная иллюстрация умения человека придавать эмоциональную насыщенность сооружениям, используя физические и физико-механические закономерности, которым подчинены как сооружения, так и составляющие их элементы».

Красота любого изделия состоит из *функциональной* (или внутренней), красоты и *дополнительной декоративной*. Так установилось с древнейших времен, и каждый вид красоты нес свою полезную нагрузку. Уже в каменном веке многие функционально совершенные орудия труда, одежда, жилища имели орнаментальные и другие украшения, которые улучшали настроение пользователя, повышали его жизнеспособность и веру в себя, интеллектуально развивали и т. д. Иногда функциональная красота выступает одновременно и в качестве декоративной красоты, например, в современных реактивных самолетах, автомобилях, телебашнях и др.

Функциональная красота обусловлена в первую очередь законами физики и создается на основе глубокого знания или ощущения физической сущности работы технического объекта и его взаимодействия с окружающей средой. Эти законы лучше знает и чувствует инженер, и здесь ему должно принадлежать решающее слово.

Декоративная красота основана на законах психофизиологического воздействия некоторых образов на окружающих людей. Эти законы лучше знает дизайнер, художник, и при создании изделий решающее слово принадлежит им. При этом дизайнеры имеют большие возможности усилить

эстетическое воздействие функционально совершенного технического объекта. Очень образно о возможностях такого усиления сказал известный специалист по эстетике М. Каган: «Выйдя из рук художника, вещь доказывает свою ценность не только своим действием, но и заявляет о ней всем своим видом. Здание и мост, кресло и ваза, автомобиль и станок словно обрастают сознанием своей ценности. Облик вещи начинает говорить нам на своем пластическом языке: «я прекрасна», «я изящна», «я величественна», «я выделяю своего владельца», «я воспеваю техническую целесообразность», «я славлю труд человека….». В настоящее время известно много случаев, когда опытный глаз дизайнера фиксирует, казалось бы, эстетические недостатки изделия, при устранении которых улучшались его функциональные показатели, т. е. отрицательные эстетические эмоции дизайнера или инженера при визуальном восприятии изделия становятся сигналом его технического несовершенства.

Функциональная и декоративная красота должны гармонично и оптимально дополнять друг друга. На стыке функциональной и декоративной красоты проходит раздел сфер деятельности инженера и дизайнера.

Однако этот водораздел по своей природе нечеткий, расплывчатый, и поэтому часто тот или другой выходят за пределы своей области.

В качестве примера красивых технических решений можно привести колесо велосипеда, которое представляет собой удивительное по совершенству устройство, если учесть, что при такой малой массе оно может воспринимать статические нагрузки до 2000 Н и динамические – до 8000 Н. В этом техническом объекте спицы работают на самую выгодную нагрузку – растяжение, пневмошины служат не только амортизатором и прекрасным гасителем шума при движении, главное их достоинство – обеспечение идеального равномерного распределения по всему периметру обода сосредоточенной внешней нагрузки в плоскости колеса.

Все изложенное свидетельствует о том, что эстетическая подготовка инженеров значительно повышает их творческие возможности. Как показывает большинство биографий выдающихся творцов техники, собственное

творчество в искусстве значительно расширяет и повышает творческие возможности в области техники, поскольку приемы творчества в искусстве часто удачно переносятся в сферу инженерных поисков.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

ОЦЕНКА СЛУЧАЙНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПРИ МНОГОКРАТНЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ ПОСТОЯННОЙ ВЕЛИЧИНЫ

Цель работы: оценка случайных погрешностей при измерении постоянной физической величины.

Задачи работы:

- знакомство с математической теорией погрешностей;
- статистическая обработка результатов измерений постоянной физической величины.

Теоретический материал:

Результат эксперимента или измерения всегда содержит некоторую погрешность. Если погрешность мала, то ею можно пренебречь. Однако при этом неизбежно возникают два вопроса: во-первых, что понимать под малой погрешностью, и, во-вторых, как оценить величину погрешности.

При измерении любой физической величины производят проверку и установку соответствующего прибора, наблюдение их показаний и отсчет. При этом никогда истинного значения измеряемой величины не получить. Это объясняется тем, что измерительные средства основаны на определенном методе измерения, точность которого конечна. При изготовлении прибора задается класс точности. Его погрешность определяется точностью делений шкалы прибора. Если шкала линейки нанесена через 1 мм , то точность отсчета $\pm 0{,}5$ мм не изменить если применить лупу для рассматривания шкалы. Аналогично происходит измерение и при использовании других измерительных средств.

Кроме приборной погрешности на результат измерения влияет еще ряд объективных и субъективных причин, обуславливающих появление ошибки измерения – разности между результатом измерения и истинным значением измеряемой величины. Ошибка измерения обычно неизвестна, как неизвестно и истинное значение измеряемой величины. Поэтому одной из важнейших задач

математической обработки результатов эксперимента и является оценка истинного значения измеряемой величины по данным эксперимента с возможно меньшей ошибкой.

Если измерения провести многократно в одних и тех же условиях, то результаты отдельных измерений одинаково надежны. Такую совокупность измерений x_1, x_2 ...x_n называют равноточными измерениями.

При многократных (равноточных) измерениях одной и той же величины x случайные погрешности приводят к разбросу получаемых значений x_i, которые группируются вблизи истинного значения измеряемой величины Если проанализировать достаточно большую серию равноточных измерений и соответствующих случайных ошибок измерений, то можно выделить четыре свойства случайных ошибок:

1) число положительных ошибок почти равно числу отрицательных;

2) мелкие ошибки встречаются чаще, чем крупные;

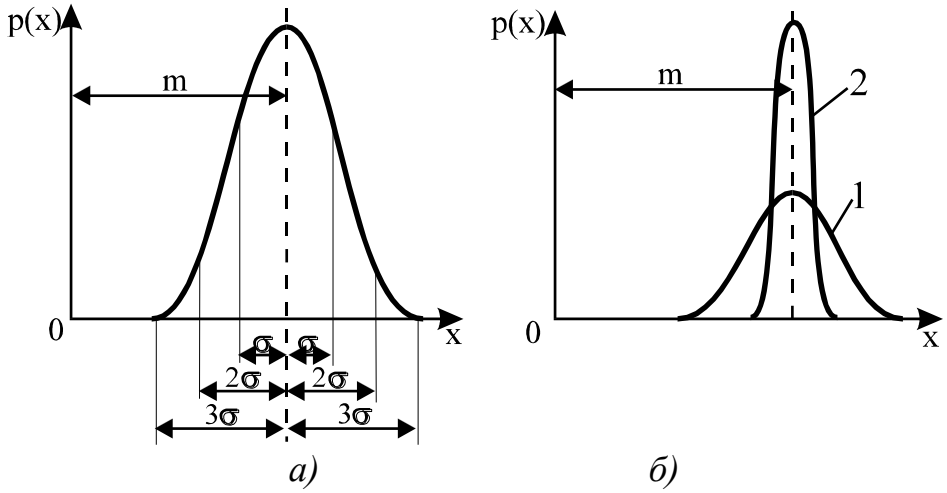
3) величина наиболее крупных ошибок не превосходит некоторого определенного предела, зависящего от точности измерения;

4) частное от деления алгебраической суммы всех случайных ошибок на их общее количество близко к нулю, т.е.

На основе перечисленных свойств при учете некоторых допущений математически достаточно строго выводится закон распределения случайных ошибок, описываемый следующей функцией:

$$p(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/(2\sigma^2)}.$$

Закон распределения случайных ошибок является основным в математической теории погрешностей. Иначе его называют нормальным законом распределения измеряемых данных (распределением Гаусса). Этот закон в виде графика изображен на рис. 1 а.



а) *б)*

Рис. 1. Характеристики нормального закона распределения

p(x) – плотность вероятности получения отдельных значений x_i (сама вероятность изображается площадью под кривой);

m – математическое ожидание, наиболее вероятное значение измеряемой величины x (соответствующее максимуму графика), стремящееся

при бесконечно большом числе измерений к неизвестному истинному значению x; $m = \frac{1}{n}\sum_{1}^{n} x_i$, где n – число измерений. Таким образом, математическое ожидание m определяется как среднее арифметическое от всех значений x_i,

σ – среднее квадратическое отклонение измеряемой величины x от значения m; $\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{(x_i - m)^2}{n-1}}$, $(x_i - m)$ – абсолютное отклонение x_i от m,

Площадь под кривой графика в каком-либо интервале значений x представляет собой вероятность получения случайного результата измерения в этом интервале. Для нормального распределения в интервал ±σ (относительно m) попадают 0,62 всех проведенных измерений; в более широком интервале ±2σ содержатся уже 0,95 всех измерений**,** а в интервал ±3σ укладываются практически все результаты измерений (кроме грубых ошибок).

Среднее квадратическое отклонение σ характеризует ширину нормального распределения. Если повысить точность измерения, разброс результатов резко уменьшится за счет уменьшения σ (распределение 2 на рис. 4.1 б уже и острее, чем кривая 1).

Конечной целью эксперимента является определение истинной величины x, к которой при наличии случайных погрешностей можно лишь приблизиться, вычисляя математическое ожидание m для все большего числа экспериментов.

Разброс значений математического ожидания m, вычисленных для различного числа измерений n характеризуется величиной σ_m; $\sigma_m = \sqrt{\frac{\sum_{1}^{n}(x_i - m)^2}{n(n-1)}}$. При сравнении с формулой для σ видно, что разброс величины m, как средней арифметической, в $\sqrt{n}$ меньше разброса отдельных измерений x_i. Приведенные выражения для σ_m и σ отражают закон возрастания точности при росте числа измерений. Из него следует, что для повышения точности измерений в 2 раза необходимо сделать вместо одного – четыре измерения; чтобы повысить точность в 3 раза, нужно увеличить число измерений в 9 раз и т.д.

Для ограниченного числа измерений значение m все же отличается от истинного значения величины x, поэтому наряду с вычислением m необходимо указать доверительный интервал**,** в котором с заданной вероятностью находится истинное значение x. Для технических измерений вероятность 0,95 считают достаточной, поэтому доверительный интервал при нормальном распределении составляет $\pm 2\sigma_m$. Нормальное распределение справедливо для количества измерений $n \geq 30$.

В реальных условиях технический эксперимент редко проводится более 5 – 7 раз, поэтому недостаток статистической информации должен

компенсироваться расширением доверительного интервала. В этом случае при ($n < 30$) доверительный интервал определяется как $\pm k_s\sigma_m$, где k_s – коэффициент Стьюдента, определяемый по справочным таблицам

С уменьшением числа измерений n коэффициент k_s увеличивается, что расширяет доверительный интервал, а при увеличении n значение k_s стремится к 2, что соответствует доверительному интервалу нормального распределения $\pm 2\sigma_m$.

Конечный результат многократных измерений постоянной величины **всегда** приводится к виду: $m \pm k_s\sigma_m$.

Порядок выполнения работы

1). Записываются (табл. 1) результаты x_1, x_2 ...x_n измерений n постоянной физической величины. Средство измерения – микрометр, измеряемая физическая величина – диаметр поршня;

2). Вычисляется среднее значение из n измерений – математическое ожидание $m = \frac{1}{n}\sum_{1}^{n} x_i$;

3). Определяются погрешности отдельных измерений $x_i - m$;

4). Вычисляются квадраты погрешностей отдельных измерений $(x_i - m)^2$; если несколько измерений резко отличаются по своим значениям от остальных измерений, то следует проверить не являются ли они промахом (грубой ошибкой). При исключении одного или нескольких измерений п.п. 1...4 повторить;

5). Определяется величина σ_m – разброс значений математического ожидания m $\sigma_m = \sqrt{\frac{\sum_{1}^{n}(x_i - m)^2}{n(n-1)}}$.;

6). По справочной таблице 2 для числа измерений n и вероятности 0,95 определяется коэффициент Стьюдента k_s;

7). Определяются границы доверительного интервала $\pm k_s\sigma_m$

8). Записывается окончательный результат в виде $m \pm k_s\sigma_m$.

Таблица 1

Результаты измерений

i	x_i	$x_i - m$	$(x_i - m)^2$
1			
2			
3			

4			
5			
6			
7			
∑			

Таблица 2

Значения коэффициента Стьюдента k_s в зависимости от числа измерений n для доверительной вероятности 0,95

n	2	4	5	6	7	10	20	∞
k_s	12,7	3,18	2,78	2,57	2,45	2,26	2,09	2,00

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

ОЦЕНКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ОДНОКРАТНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Цель работы: оценка инструментальных погрешностей прямых и косвенных измерений.

Задачи работы:

- знакомство с понятиями: инструментальная погрешность и класс точности прибора;
- изучение методики расчета абсолютных и относительных погрешностей результатов измерения.

Теоретический материал:

Инструментальные погрешности – это погрешности измерительных приборов. Инструментальные погрешности устранить в принципе невозможно. Все средства измерения основаны на определенном методе измерения, точность которого конечна. Погрешность прибора определяется точностью делений шкалы прибора. Так, например, если шкала линейки нанесена через 1 мм, то точность отсчета (половина цены деления $\pm 0{,}5$ мм) не изменить, если применить лупу для рассматривания шкалы.

При изготовлении прибора задается *класс точности*. Классом точности называется округленное предельное значение погрешности в %. Класс точности обычно указывается на шкале прибора в виде числа или определяется по формуле, приведенной в паспортных данных прибора. Класс точности прибора устанавливается для нормальных (основных) условий его эксплуатации: температура воздуха 20±5 °С, относительная влажность 65 ± 15 %.

Различают абсолютную и относительную погрешности измерения.

Абсолютная погрешность Δx измеряемой величины x равна разности измеренного и истинного значений:

$$\Delta x = x - x_{ист}. \quad (1)$$

Относительная погрешность ε измеряется в долях от найденной величины x:

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x}. \quad (2)$$

Для простейших средств измерения – измерительных инструментов абсолютная погрешность измерения Δx равна половине цены деления. Относительная погрешность определяется по формуле (2).

Для измерительных приборов возможны следующие случаи:

а). Класс точности прибора указан на шкале в числа ε_s, обведенного в круглую рамку. Тогда абсолютная погрешность результата Δx определяется как доля ε_s,%, от показания стрелки прибора x:

$$\Delta x = \frac{\varepsilon_s x}{100}, \quad (3)$$

Относительная погрешность результата, %:

$$\varepsilon = \varepsilon_s, \quad (4)$$

б) Класс точности прибора указан на шкале в виде значения ε_o без рамки. Тогда абсолютная погрешность результата измерений Δx определяется как доля ε_o, %, от всей шкалы (диапазона) прибора $x_д$:

$$\Delta x = \frac{\varepsilon_0 x_д}{100}, \quad (5)$$

Относительная погрешность измерения, %, находится по формуле

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} 100, \quad (6)$$

в). В паспортных данных приводится формула для предельной допускаемой погрешности ε, в %:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \frac{x_д}{x} + \varepsilon_s, \quad (7)$$

Абсолютная погрешность результата

$$\Delta x = \frac{\varepsilon \cdot x}{100}. \quad (8)$$

В тех случаях, когда выполняются косвенные измерения, искомая величина x определяется по формуле, в которую входят значения непосредственно измеряемых величин. Относительная погрешность ε_k косвенного измерения определяется как среднее квадратическое предельных относительных погрешностей отдельных измерений

$$\varepsilon_k = \sqrt{\left(\frac{\Delta x_1}{x_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta x_2}{x_2}\right)^2 + \ldots + \left(\frac{\Delta x_n}{x_n}\right)^2}, \quad (9)$$

где x_1, x_2,… x_n – измеренные значения, по которым вычисляется искомая величина x.

Абсолютная погрешность косвенного измерения определяется по формуле

$$\Delta x = \varepsilon_k \cdot x \qquad (10)$$

Конечный результат измерения величины приводится к виду $x \pm \Delta x$.

Порядок выполнения работы

1). Определить абсолютные и относительные погрешности результатов проведенных измерений при использовании:

– измерительного инструмента (микрометра);

– измерительных приборов с преобладанием аддитивных и мультипликативных погрешностей (амперметра, вольтметра, манометра).

2). Определить абсолютные и относительные погрешности проведенных косвенных измерений (электрической мощности).

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

ОЦЕНКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ОДНОКРАТНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Цель работы: оценка инструментальных погрешностей прямых и косвенных измерений.

Задачи работы:

- знакомство с понятиями: инструментальная погрешность и класс точности прибора;
- изучение методики расчета абсолютных и относительных погрешностей результатов измерения.

Теоретический материал:

Инструментальные погрешности – это погрешности измерительных приборов. Инструментальные погрешности устранить в принципе невозможно. Все средства измерения основаны на определенном методе измерения, точность которого конечна. Погрешность прибора определяется точностью делений шкалы прибора. Так, например, если шкала линейки нанесена через 1 мм, то точность отсчета (половина цены деления $\pm 0{,}5$ мм) не изменить, если применить лупу для рассматривания шкалы.

При изготовлении прибора задается *класс точности*. Классом точности называется округленное предельное значение погрешности в %. Класс точности обычно указывается на шкале прибора в виде числа или определяется по формуле, приведенной в паспортных данных прибора. Класс точности прибора устанавливается для нормальных (основных) условий его эксплуатации: температура воздуха 20±5 °С, относительная влажность 65 ± 15 %.

Различают абсолютную и относительную погрешности измерения.

Абсолютная погрешность Δx измеряемой величины x равна разности измеренного и истинного значений:

$$\Delta x = x - x_{ист}. \qquad (1)$$

Относительная погрешность ε измеряется в долях от найденной величины x:

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x}. \qquad (2)$$

Для простейших средств измерения – измерительных инструментов абсолютная погрешность измерения Δx равна половине цены деления. Относительная погрешность определяется по формуле (2).

Для измерительных приборов возможны следующие случаи:

а). Класс точности прибора указан на шкале в числа ε_s, обведенного в круглую рамку. Тогда абсолютная погрешность результата Δx определяется как доля ε_s,%, от показания стрелки прибора x:

$$\Delta x = \frac{\varepsilon_s x}{100}, \qquad (3)$$

Относительная погрешность результата, %:

$$\varepsilon = \varepsilon_s, \qquad (4)$$

б) Класс точности прибора указан на шкале в виде значения ε_o без рамки. Тогда абсолютная погрешность результата измерений Δx определяется как доля ε_o, %, от всей шкалы (диапазона) прибора $x_д$:

$$\Delta x = \frac{\varepsilon_0 x_д}{100}, \qquad (5)$$

Относительная погрешность измерения, %, находится по формуле

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} 100, \qquad (6)$$

в). В паспортных данных приводится формула для предельной допускаемой погрешности ε, в %:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \frac{x_д}{x} + \varepsilon_s, \qquad (7)$$

Абсолютная погрешность результата

$$\Delta x = \frac{\varepsilon \cdot x}{100}. \qquad (8)$$

В тех случаях, когда выполняются косвенные измерения, искомая величина x определяется по формуле, в которую входят значения непосредственно измеряемых величин. Относительная погрешность ε_k косвенного измерения определяется как среднее квадратическое предельных относительных погрешностей отдельных измерений

$$\varepsilon_k = \sqrt{\left(\frac{\Delta x_1}{x_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta x_2}{x_2}\right)^2 + \ldots + \left(\frac{\Delta x_n}{x_n}\right)^2}, \qquad (9)$$

где x_1, x_2,… x_n – измеренные значения, по которым вычисляется искомая величина x.

Абсолютная погрешность косвенного измерения определяется по формуле

$$\Delta x = \varepsilon_k \cdot x \qquad (10)$$

Конечный результат измерения величины приводится к виду $x \pm \Delta x$.

Порядок выполнения работы

1). Определить абсолютные и относительные погрешности результатов проведенных измерений при использовании:

– измерительного инструмента (микрометра);

– измерительных приборов с преобладанием аддитивных и мультипликативных погрешностей (амперметра, вольтметра, манометра).

2). Определить абсолютные и относительные погрешности проведенных косвенных измерений (электрической мощности).

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

Цель работы: построение статистической (регрессионной модели) изучаемого объекта или процесса и оценка ее адекватности и работоспособности.

Задачи работы:

- знакомство с методом наименьших квадратов;
- изучение методики построения регрессионной модели, оценки ее адекватности и работоспособности.

Теоретический материал:

Как правило, любой объект исследования (носитель некоторых неизвестных и подлежащих изучению свойств или качеств) можно представить в виде «черного ящика» с определенным количеством входов и выходов (рис. 5.1.).

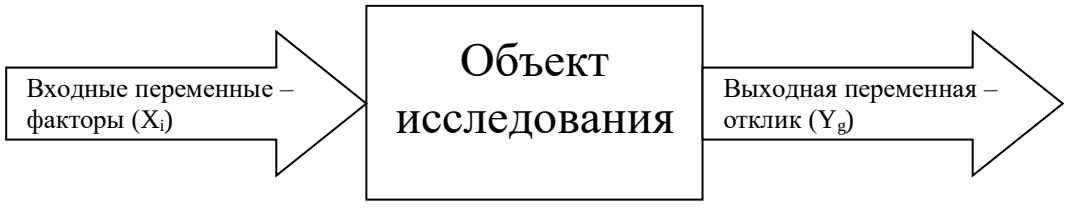


Рис. 5.1. Структурная схема объекта исследования

Входные переменные X_i, i = 1, 2,…k (где k – число переменных), определяющие состояние объекта называются *факторами*.

Выходная переменная Y_g (обычно g = 1) – это реакция объекта на входные воздействия; она носит название *отклика*, а зависимость $Y = f(X_1, X_2, \ldots X_i, \ldots X_k)$ называется *функцией отклика* или *цели*.

Истинный вид функции отклика до эксперимента чаще всего неизвестен, в связи с чем, для математического описания поверхности отклика используется статистическая модель процесса $Y_p = f(X_1, X_2, \ldots X_i, \ldots X_k)$. Это уравнение получают в результате эксперимента и называют аппроксимирующей функцией или регрессионной моделью процесса. В качестве уравнения регрессии обычно используют полином некоторой степени.

Для определения неизвестных коэффициентов регрессионной модели обычно применяется наиболее универсальный *метод наименьших квадратов (МНК)*.

Посредством МНК значения $a_0, a_1, a_2, \ldots, a_n$ находятся из условия минимизации суммы квадратов отклонений экспериментальных значений отклика Y_j от получаемых Y_{jp} с помощью регрессионной модели, т. е. путем минимизации суммы:

$$f(a_0, a_1, a_2, \ldots) = \sum_{j=1}^{N} \left[\Delta Y_j\right]^2 = \sum_{j=1}^{N} \left[Y_j - Y_{jp}\right]^2 = \min .$$

Минимизация суммы квадратов производится обычным способом с помощью дифференциального исчисления путем приравнивания к 0 первых частных производных по $a_0, a_1, a_2, \ldots, a_n$. В итоге получается замкнутая система алгебраических уравнений, с неизвестными $a_0, a_1, a_2, \ldots, a_n$.

Рассмотрим метод наименьших квадратов на примере линейной регрессионной модели – уравнения прямой $Y_p = a_0 + a_1 X$ (k =1, n = 1).

$$\frac{\partial f}{\partial a_1} = -2\sum_{j=1}^{N}\left(Y_j - a_1 X_j - a_0\right)X_j = 0;$$

$$\frac{\partial f}{\partial a_0} = -2\sum_{j=1}^{N}\left(Y_j - a_1 X_j - a_0\right) = 0,$$

или

$$\begin{cases} a_1 \sum_{j=1}^{N} X_j^{\,2} + a_0 \sum_{j=1}^{N} X_j = \sum_{j=1}^{N} Y_j X_j; \\ a_1 \sum_{j=1}^{N} X_j + a_0 \cdot N = \sum_{j=1}^{N} Y_j. \end{cases}$$

В итоге для линейной регрессионной модели неизвестные коэффициенты определяются по следующим формулам

$$a_0 = \frac{\sum_{j=1}^{N} X_j^{\,2} \sum_{j=1}^{N} Y_j - \sum_{j=1}^{N} X_j \sum_{j=1}^{N} X_j Y_j}{N\sum_{j=1}^{N} X_j^{\,2} - \left(\sum_{j=1}^{N} X_j\right)^2};$$

$$a_1 = \frac{N\sum_{j=1}^{N} X_j Y_j - \sum_{j=1}^{N} X_j \sum_{j=1}^{N} Y_j}{N\sum_{j=1}^{N} X_j^{\,2} - \left(\sum_{j=1}^{N} X_j\right)^2}.$$

Т.е. для расчета a_0, a_1 необходимо определить ΣX_j, ΣY_j, ΣX_j^2, $\Sigma X_j\, Y_j$. Для этого целесообразно использовать следующую таблицу

Таблица 1

№ опыта	X_j	Y_j	X_j^2	$X_j\, Y_j$
1	X_1	Y_1	X_1^2	$X_1\, Y_1$
2	X_2	Y_2	X_2^2	$X_2\, Y_2$
….	….	….	….	….
N	X_N	Y_N	X_N^2	$X_N\, Y_N$
Σ	ΣX_j	ΣY_j	ΣX_j^2	$\Sigma X_j\, Y_j$

Для проверки адекватности полученного уравнения регрессии определяют абсолютные ΔY_j и относительные погрешности ε_j в каждом из опытов.

$$\Delta Y_j = Y_{jp} - Y_j;$$

$$\varepsilon_j = \frac{\Delta Y_j}{Y_j}.$$

где Y_{jp} – расчетное значение функции (отклика) в j-ой точке.

Просматривая значения этих погрешностей (см. табл. 2), исследователь может легко понять, какова погрешность предсказания в точках, где проводились опыты, устраивают его или нет подобные ошибки.

Таблица 2

Определение абсолютных и относительных погрешностей

№ опыта	ΔY_j	ε_j
1	ΔY_1	ε_1
2	ΔY_2	ε_2
….	….	….
N	ΔY_N	ε_N

С помощью анализа *работоспособности* регрессионной модели выясняют практическую возможность ее использования для решения какой-либо задачи. Для этого вычисляется коэффициент детерминации (квадрат корреляционного отношения), который является удобным числовым показателем, интегрально характеризующим точностные свойства уравнения регрессии.

$$R^2 = \frac{\sum_{j=1}^{N}\left(Y_{jp} - \overline{Y}\right)^2}{\sum_{j=1}^{N}\left(Y_j - \overline{Y}\right)^2},$$

где $\overline{Y} = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} Y_j$ – общее среднее значение функции отклика.

При вычислении коэффициента R^2 необходимые для расчета данные целесообразно представлять в виде табл. 3.

Таблица 3

К определению значений коэффициента R^2

№ опыта	$\left(Y_j - \overline{Y}\right)^2$	$\left(Y_{jp} - \overline{Y}\right)^2$
1	$\left(Y_1 - \overline{Y}\right)^2$	$\left(Y_{1p} - \overline{Y}\right)^2$
2	$\left(Y_2 - \overline{Y}\right)^2$	$\left(Y_{2p} - \overline{Y}\right)^2$
….	…..	…..
N	$\left(Y_N - \overline{Y}\right)^2$	$\left(Y_{Np} - \overline{Y}\right)^2$
Σ	$\sum_{j=1}^{N}\left(Y_j - \overline{Y}\right)^2$	$\sum_{j=1}^{N}\left(Y_{jp} - \overline{Y}\right)^2$

Величина R^2 может изменяться в пределах от 0 до 1. Если R^2 больше 1, то уравнение регрессии выбрано неверно или сделана ошибка при расчете его параметров. Если $R^2 = 1$, регрессионная кривая проходит через все экспериментальные точки. Малое значение R^2 всегда свидетельствует о низкой точности уравнения регрессии. Если $R^2 \geq 0{,}75$ уравнение регрессии, как правило, считают работоспособным.

Порядок выполнения работы

1). Используя выданную преподавателем таблицу опытных данных и метод наименьших квадратов, построить линейную регрессионную модель. Результаты представить в графическом виде.

2). Оценить адекватность полученной модели, определив абсолютные и относительные отклонения измеренных значений Y от полученных по модели Y_{jp}. Оценить работоспособность полученного уравнения, определив коэффициент R^2.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

Утверждаю:
Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки
23.03.01 Технология транспортных процессов
(код) (название)
_____ В.В. Терентьев
«20» марта 2024 г.

ФАКУЛЬТЕТ АВТОДОРОЖНЫЙ

КАФЕДРА «ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

ТРАНСПОРТНАЯ ЛОГИСТИКА

для обучающихся очной и заочной форм обучения

по направлению подготовки

23.03.01 Технология транспортных процессов

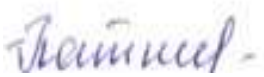
профиль «Организация перевозок на автомобильном транспорте»

Рязань, 2024 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Методические указания составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 23.03.01 – Технология транспортных процессов, утвержденного 07.08.2020 года, №911

Составитель доцент кафедры «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»



Пашканг Н.Н.

(подпись) (Ф.И.О.)

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «20» марта 2024 г.,
протокол № 8

Зав. кафедрой «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»



Терентьев В.В.

(подпись) (Ф.И.О.)

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Раздел 1. Основные понятия транспортной логистики.

Практическое занятие №1. Государственная стратегия развития транспорта России……. 4

Практическое занятие №2. Правовые основы транспортно-логистической деятельности……... 7

Раздел 2. Особенности функционирования транспорта в логистических системах.

Практическое занятие №3. Сравнительная характеристика видов транспорта….. 31

Практическое занятие №4. Основные показатели функционирования транспорта……. 35

Раздел 3.Транспортная характеристика и классификация грузов.

Практическое занятие №5. Тарифная классификация грузов……. 40

Практическое занятие №6. Упаковка и маркировка грузов 42

Раздел 4. Транспортные издержки и тарифы.

Практическое занятие №7-8. Расчет себестоимости перевозок……. 44

Раздел 5. Документальное оформление поставки грузов.

Практическое занятие № 9. Систематизация документов, регламентирующих взаимодействие участников логистического процесса перевозки груза……. 53

Практическое занятие № 10-11. Правила и порядок оформления транспортно-сопроводительных, транспортно-экспедиционных документов……. 61

Раздел 6. Логистические технологии смешанных перевозок.

Практическое занятие № 12. Смешанные перевозки: выбор вида транспорта… 68

Практическое занятие № 13. Разработка эффективных схем взаимоотношений в процессе оказания логистической услуги перевозки груза в цепи поставок……. 86

Практическое занятие № 14. Пути повышения качества транспортно-логистического обслуживания грузовладельцев……... 89

Практическое занятие № 15. Методы анализа грузопотоков……... 90

Практическое занятие № 16-17. Методы маршрутизации транспортных потоков 91

Раздел 7. Методы и модели транспортной логистики.

Практическое занятие № 18-21. Транспортная задача…… 102

Практическое занятие № 22. Имитационные модели транспортно-логистических систем…… 126

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ

Практическое занятие №1

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТА РОССИИ

Цель работы: ознакомиться с «Транспортной стратегией Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года»

Стратегия предусматривает реализацию следующих долгосрочных целей развития транспортной системы до 2030 года и на прогнозный период до 2035 года:

1. повышение пространственной связанности и транспортной доступности территорий;
2. повышение мобильности населения и развитие внутреннего туризма;
3. увеличение объема и скорости транзита грузов и развитие мультимодальных логистических технологий;
4. цифровая и низкоуглеродная трансформация отрасли и ускоренное внедрение новых технологий.

Стратегия направлена на опережающее удовлетворение ожиданий основных пользователей и потребителей транспортного комплекса.

Прямыми пользователями транспортных услуг в части пассажирских перевозок являются граждане Российской Федерации, проживающие в агломерациях и за их пределами, граждане, проживающие в удаленных, труднодоступных и геостратегических районах страны.

Прямыми пользователями услуг грузового транспорта являются грузовладельцы - физические и юридические лица, осуществляющие разовые или регулярные отправки грузов по территории Российской Федерации.

Транспортный комплекс также выполняет важные функции по достижению государственных целей в части обеспечения национальной безопасности, экономического роста (в том числе за счет развития смежных отраслей и косвенных эффектов от транспортного комплекса) и связанности территории страны.

Удовлетворение ожиданий основных пользователей достигается за счет формирования технически, технологически и экономически сбалансированной на основе транспортно-экономического баланса транспортной системы и повышения профессионализма сотрудников транспортных организаций.

Гражданам страны должно быть обеспечено повышение качества жизни в части, зависящей от транспортного комплекса, в том числе:

повышение транспортной доступности для граждан социально-экономических, туристских и культурных центров;

повышение доступности транспортных услуг для жителей удаленных, труднодоступных и геостратегических территорий;

повышение качества транспортных услуг в части комфортности и безопасности перевозок с минимизацией негативного воздействия на окружающую среду при сохранении ценовой доступности перевозок;

повышение качества транспортных услуг в части скорости обслуживания пассажиров и, как следствие, увеличение подвижности населения;

создание транспортной инфраструктуры для развития внутреннего туризма.

Грузовладельцам должны быть обеспечены:

повышение транспортной доступности территорий, производственных, коммерческих и деловых центров, существующих и перспективных минерально-сырьевых центров, а также рынков сбыта, в том числе экспортных;

повышение доступа к полному объему транспортно-логистических услуг, позволяющих расширить экономические связи для реализации продукции на новых рынках сбыта;

повышение качества и доступности транспортно-логистических услуг для потребителей за счет достижения рационального баланса между тарифами, объемом и качеством транспортных услуг;

повышение финансовой доступности транспортно-логистических услуг через обеспечение сбалансированных тарифов, позволяющих достичь конкурентного уровня транспортных издержек в стоимости конечной продукции;

повышение скорости движения грузов, предсказуемости сроков доставки, надежности транспортных связей, что обеспечит повышение конкурентоспособности российской продукции на внутреннем и внешнем рынках;

безопасность перевозки и сохранность груза.

Предприятиям транспортной отрасли и их инвесторам должны быть созданы условия для:

повышения производительности труда и снижения себестоимости транспортных услуг;

повышения фондоотдачи инфраструктуры транспорта;

снижения энерго- и углеродоемкости;

повышения инвестиционной привлекательности транспортной отрасли;

развития эффективных и предсказуемых механизмов регулирования, а также механизмов государственно-частного партнерства;

повышения профессионализма сотрудников и их социальной защищенности;

повышения доступности технологических, финансовых и трудовых ресурсов.

Государству должны быть обеспечены:

реализация потенциала экономического роста и достижение запланированных темпов роста экономики, обеспеченной транспортным комплексом;

повышение производительности труда по экономике в целом за счет повышения качества транспортных услуг;

использование географических преимуществ и реализация транзитного потенциала страны через интеграцию в мировые транспортные цепочки, в том числе в рамках Евразийского экономического союза;

повышение пространственной связанности и транспортной доступности территорий, включая геостратегические, удаленные и труднодоступные территории;

обеспечение долгосрочного и устойчивого развития экономических и социальных связей;

создание благоприятных условий для жизни будущих поколений, включая минимизацию негативного воздействия транспортного комплекса на окружающую среду;

повышение социальной удовлетворенности населения во всех регионах страны за счет наличия доступных и качественных транспортных услуг;

снижение транспортных издержек за счет сбалансированного опережающего развития эффективной транспортной системы;

обеспечение мобилизационной готовности транспортного комплекса и выполнение им военно-транспортной обязанности;

укрепление национальной безопасности, обороноспособности страны и ее территориального единства.

Вопросы для обсуждения

1. Раскройте специфику логистического подхода к организации транспортировки.
2. Какова роль транспорта в цепи поставок товара?
3. В чем заключается сущность и каковы задачи транспортной логистики?
4. Что представляют собой потоки в транспортной логистике?
5. Дайте понятие и охарактеризуйте структуру транспортно-логистического процесса.
6. Кто является участниками транспортно-логистического процесса?
7. Что предусматривает государственная стратегия развития транспорта России?
8. Дайте характеристику текущей ситуации, основных проблем развития транспортного комплекса Российской Федерации и какой прогноз рассмотрен в Стратегии (по видам транспорта). Задание можно выполнить в мини группах с подготовкой доклада и презентации.
9. Раскройте цели и задачи развития транспортного комплекса Российской Федерации в соответствии со Стратегией.
10. Раскройте принципы развития опорной сети транспортного комплекса в соответствии со Стратегией.
11. Раскройте ключевые направления развития Единой опорной сети в соответствии со Стратегией.
12. Каковы принципы развития транспортных услуг в соответствии со Стратегией?

13. Какая оценка текущей ситуации цифровой трансформации в транспортном комплексе приводится в Стратегии?

14. Назовите технологические тренды цифровизации в транспортной отрасли в соответствии со Стратегией.

15. Каковы основные направления цифровизации транспортного комплекса?

16. Перечислите перечень ключевых инициатив в сфере транспорта в соответствии со Стратегией.

17. Раскройте технологические и энергетические риски и возможности при реализации Стратегии.

Практическое занятие №2

ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Так как, транспортные риски, как правило, существенно выше рисков, возникающих при производстве или складском хранении товаров, то важным вопросом эффективности перевозки грузов является защита прав грузоотправителя и грузополучателя.

Эффективность транспортно-логистических систем и конкурентоспособность цепей поставок в значительной степени определяются согласованностью и сбалансированностью условий договоров поставки продукции и договоров на предоставление транспортных услуг, которые сопутствуют функционированию цепей поставок.

Деятельность перевозчиков регулируется транспортным правом, которое представляет собой комплекс правовых норм, регулирующий отношения договорного, имущественного, управленческого, трудового и процессуального характера в области транспортной деятельности по организации и осуществлению перевозок. Врамках транспортного права рассматриваются следующие виды договорных отношений:

- договор перевозки,
- договор транспортной экспедиции,
- договор об организации перевозки,
- договор аренды транспортных средств
- отношения, присущие таким институтам, как государственное управление транспортной деятельностью, обеспечение безопасности на транспорте, трудовые отношения на транспорте и т.д.

Из-за сложности правоотношений и высоких рисков, сопутствующих транспортировке, нормы транспортного права носят, в значительной степени, императивный характер. Это означает, в частности, что важнейшие

обязанности сторон договора перевозки жестко определяются транспортными конвенциями, уставами, кодексами и разработанными в их развитие правилами, а возможности изменения условий договоров соглашением сторон носят ограниченный характер. То есть, ответственность перевозчика по договору перевозки, установленная соответствующим международным соглашением, транспортным уставом или кодексом, не может быть уменьшена соглашением сторон.

Предоставление услуг перевозки грузов в международном сообщении регламентируется международным транспортным правом.

Источниками международного транспортного права являются:

— международные конвенции, регламентирующие отдельные вопросы организации и регулирования транспортного процесса;

— национальное законодательство государств, по территории которых проходят маршруты международных перевозок;

— документы международных транспортных организаций;

— международные торговые обычаи.

Потребность разработки международных конвенций связана с резким увеличением перевозки грузов в международном сообщении и необходимостью разработки единообразных правовых норм для их регулирования. Эти нормы стали прописываться в международных договорах, соглашениях, протоколах и получили общее название международные конвенции.

Международные конвенции регламентируют:

1) общие виды деятельности отдельных видов транспорта в международном сообщении (правовой статус путей сообщения, основные требования к транспортным средствам, порядок передвижения по иностранной территории и т.д.);
2) Порядок организации и выполнения международного сообщения между конкретными государствами (круг перевозчиков, которые допускаются к соответствующей деятельности, разрешительная система, маршруты, административные процедуры и т.д.);
3) Специфические аспекты отдельных видов перевозок (особенности перевозок определенных видов грузов, применения отдельных видов транспортного оборудования и т.д.).
4) Условия перевозок грузов отдельными видами транспорта.

Подобные конвенции обычно имеют сходную структуру и содержат разделы, описывающие:

- применяемые понятия и их определения;
- сферу применения положений конвенции;

- перечень, структуру, содержание и реквизиты документов, оформляемых при подготовке и выполнении перевозки;
- обязанности сторон по договору перевозки;
- характер, виды и размер ответственности сторон, а также применяемые санкции;
- порядок предъявления претензий и исков и т.д.

Первые международные конвенции были разработаны для регламентирования деятельности железнодорожного транспорта и о режиме морских пространств.

Документы международных транспортных организаций нацелены на решение специфических задач деятельности отдельных видов транспорта. Эти организации играют важную роль в совершенствовании системы документооборота международного транспортного права.

Всего в мире насчитывается более 100 международных транспортных организаций. К организациям общего профиля относятся:

МеждународнаяфедерацияэкспедиторскихассоциацийФИАТА (InternationalFederationofFreightForwardersAssociation). В ее состав входят около 40000 экспедиторских и логистических компаний из 150 стран мира.

Интересы развития грузоперевозок отдельных видов транспорта представляют: Международная ассоциация воздушного транспорта (International Air Transport Association – IATA), которая является ассоциированным членом при ООН, Международная ассоциация грузоперевозчиков воздушного транспорта (The International Air Cargo Association – TIACA), Международная морская организация (International Maritime Organisation — IMO), Международный союз автомобильного транспорта (The International Road Transport Union —IRU), Международный комитет железнодорожного права.

Многие правила и стандарты, разработанные международными транспортными организациями, не закрепляются международными соглашениями, но являются, тем не менее, общепризнанными источниками права в соответствующих сегментах международной транспортной деятельности. Примером являются Правила перевозки опасных грузов воздушным транспортом, разработанные IATA.

В международной торговле для приведения к стандартам условий заключения договоров поставки широко используется правила ИНКОТЕРМС.

ИНКОТЕРМС (International Commercial Terms) - международные правила в формате словаря, обеспечивающие однозначные толкования наиболее широко используемых торговых терминов в области внешней торговли частного характера, прежде всего, относительно франко (free —

очистка) — места перехода ответственности от продавца к покупателю. Правила ИНКОТЕРМС впервые были опубликованы в 1936 году Международной торговой палатой. Позднеев них вносились поправки и дополнения в 1953, 1967, 1976, 1980, 1990, 2000, 2010, 2020 годах.

Иерархия нормативных правовых актов

Уровень 1	Конституция РФ
Уровень 2	Международные договоры
Уровень 3	Федеральные законы
Уровень 4	Указы президента
Уровень 5	Постановления правительства
Уровень 6	Приказы федеральных министерств, постановления главного санитарного врача РФ, указания и положения Банка России
Уровень 7	Приказы служб
Уровень 8	Региональное законодательство и муниципальные акты

Источник:https://secrets.tinkoff.ru/glossarij/normativnyy-pravovoy-akt/

Нормативный правовой акт, или НПА, — это официальный документ с правилами для общества, которые можно применять многократно. Иерархия НПА помогает найти нужный акт по правилу: чем выше акт в иерархии, тем он главнее.Искать акты нужно на официальных порталах, где следят за изменениями в законодательстве и обновляют документы (docs.cntd.ru). Еще можно посмотреть на сайте государственного органа, который принял акт.Пользоваться можно только действующими НПА в последней редакции.

Задание 1. Изучите правовые основы транспортно-логистической деятельности на основе работы в правовой системе «Консультант плюс».

Для этого с рабочего стола компьютера откройте правовую систему «Консультант плюс».

Вводите в поисковую строку названия документов, открывайте их, знакомьтесь с ними, в т.ч. переходя по гиперссылкам на ссылающиеся в них нормативно-правовые акты. Составьте свою библиотеку, проверяя действие того или иного документа, представленного ниже, и сохраняя себе на флеш карту файлы с законодательными актами, имеющими статус действующих.

Нормативно-правовые акты в сфере транспорта и логистики

Перевозки автомобильным транспортом

Наименование документа	Статус документа и орган, принявший документ	Номер и дата принятия документа
Гражданский кодекс РФ. Ч 2. Глава 40. Перевозка	Федеральный закон	№ 14-ФЗ от 26.01.1996 г.
Гражданский кодекс РФ. Ч 2. Глава 41. Транспортная экспедиция	Федеральный закон	№ 14-ФЗ от 26.01.1996 г.
О Транспортно-экспедиционной деятельности	Федеральный закон	№ 87-ФЗ от 30.06.2003 г.
Устав автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта	Федеральный закон	№ 259-ФЗ от 08.11.2007 г.
Об утверждении Правил транспортно-экспедиционной деятельности	Постановление Правительства РФ	№ 554 от 08.09.2006 г.
Общие правила перевозок грузов автомобильным транспортом	Утв. Минавтотрансом РСФСР	от 30.07.1971 г.
Об утверждении Правил перевозок грузов автомобильным транспортом и о внесении изменений в пункт 2.1.1 Правил дорожного движения Российской Федерации	Постановление Правительства РФ	№ 2200 от 21.12.2020 г.

Тяжеловесные грузы

О возмещении вреда, причиняемого транспортными средствами, осуществляющими перевозки тяжеловесных грузов по автомобильным дорогам РФ	Постановление Правительства РФ	№934 от 16.11.2009 г.
О взаимодействии по выдаче специальных разрешений для	Распоряжение Федерального	№ 1-р от 11.01.2006 г.

перевозки в международном сообщении по автомобильным дорогам общего пользования крупногабаритных и тяжеловесных грузов	Дорожного Агентства	
Об утверждении Порядка осуществления временных ограничений или прекращения движения транспортных средств по автомобильным дорогам федерального значения и частным автомобильным дорогам	Приказ Минтранса РФ	от 12.08.2011 г. № 211

Опасные грузы

Об утверждении Правил перевозки опасных грузов автомобильным транспортом	Приказ Минтранса РФ	№ 73 от 08.08.1995 г.
Руководство по организации перевозок опасных грузов автомобильным транспортом	Руководство Департамента Автомобильного Транспорта	РД-3112199-0199-96 от 08.02.1996 г.
Административный регламент Федеральной службы по надзору в сфере транспорта предоставления государственной услуги по выдаче специальных разрешений на осуществление международных автомобильных перевозок опасных грузов	Приказ Минтранса России	№ 52 от 18.02.2013 г.
Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ). Приложения А и В к Европейскому соглашению	Женева	30.09.1957 г.

о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ)		

Страхование

Об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств	Федеральный закон	№ 40-ФЗ от 25.04.2002 г.
Положение о правилах обязательного страхования гражданской ответственности владельцев транспортных средств	Центральный Банк РФ	№ 431-П от 19.09.2014 г.
"О предельных размерах базовых ставок страховых тарифов и коэффициентах страховых тарифов, требованиях к структуре страховых тарифов, а также порядке их применения страховщиками при определении страховой премии по обязательному страхованию гражданской ответственности владельцев транспортных средств"	Указание Центрального Банка РФ	№ 3384-У от 19.09.2014

Международные перевозки

О Государственном контроле за осуществлением международных автомобильных перевозок и об ответственности за нарушение порядка их выполнения	Федеральный закон	№ 127-ФЗ от 24.07.1998 г.
О государственном контроле (надзоре) за осуществлением международных автомобильных перевозок	Постановление Правительства РФ	№ 1272 от 31.10.1998 г.
Об утверждении правил	Постановление	№ 872 от

осуществления контроля при пропуске лиц, транспортных средств, грузов, товаров и животных через государственную границу Российской Федерации	Правительства РФ	20.11.2008 г.
О порядке применения средств и методов контроля при осуществлении пропуска лиц, транспортных средств, грузов, товаров и животных через государственную границу РФ	Постановление Правительства РФ	№ 50 от 02.02.2005 г.
Об утверждении Положения о допуске российских перевозчиков к осуществлению международных автомобильных перевозок	Постановление Правительства РФ	№ 730 от 16.10.2001 г.
О мерах, связанных с применением на территории РФ Таможенной конвенции о международной перевозке грузов с применением книжки МДП 1975 года, с учетом принятых поправок	Приказ Минтранса РФ и ГТК РФ	№ 61/591 от 01.09.1999 г.
Об утверждении Положения о порядке применения Конвенции МДП, 1975 г.	Приказ ГТК РФ	№206 от 18.05.1994 г.
Об утверждении типовой схемы организации пропуска через государственную границу Российской Федерации лиц, транспортных средств, грузов, товаров и животных в автомобильных пунктах пропуска	Приказ Минтранса РФ	№ 23 от 24.01.2014 г.
О картах, используемых в цифровом контрольном устройстве для контроля за	Приказ Минтранса РФ	№ 180 от 20.10.2009 г.

режимами труда и отдыха водителей при осуществлении международных автомобильных перевозок в соответствии с требованиями Европейского соглашения, касающегося работы экипажей транспортных средств, производящих международные автомобильные перевозки		
Об утверждении Административного регламента Федеральной службы по надзору в сфере транспорта предоставления государственной услуги по выдаче специальных разрешений на осуществление международных автомобильных перевозок опасных грузов	Приказ Минтранса РФ	№ 52 от 18.02.2013 г.
Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ). Приложения А и В к Европейскому соглашению о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ)	Женева	от 30.09.1957
Таможенная конвенция о международной перевозке грузов с применением книжки МДП. Customs Convention on the International Transport of Goods under Cover of TIR Carnets (TIR Convention)	Женева	от 14.11.1975
Конвенция о дорожном движении	Вена	от 08.11.1968

Европейское соглашение, касающееся работы экипажей транспортных средств, производящих международные автомобильные перевозки (ЕСТР)	Женева	01.07.1970

Тендерное законодательство

О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд	Федеральный закон	№ 44-ФЗ от 05.04.2013 г.
Об утверждении Положения о пользовании официальными сайтами в сети Интернет для размещения информации о размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд и о требованиях к технологическим, программным, лингвистическим, правовым и организационным средствам обеспечения пользования указанными сайтами	Постановление Правительства	№ 147 от 10.03.2007 г.

Отдельные статьи УК РФ

Уголовный кодекс РФ. Ст.128.1 "Клевета"	Федеральный закон	№ 63-ФЗ от 13.06.1996 г.
Уголовный кодекс РФ. Ст.327 "Подделка, изготовление или сбыт поддельных документов, государственных наград, штампов, печатей, бланков"	Федеральный закон	№ 63-ФЗ от 13.06.1996 г.

Другое

Кодекс РФ об административных нарушениях. Глава 12. Административные правонарушения в области дорожного движения	Федеральный закон	№ 195-ФЗ от 30.12.2001 г.
Трудовой кодекс РФ	Федеральный закон	№ 197-ФЗ от 30.12.2001 г.
Гражданский кодекс РФ. Ч2. Ст.632-640. Аренда транспортного средства с предоставлением услуг по управлению и технической эксплуатации	Федеральный закон	№ 14-ФЗ от 26.01.1996 г.
Гражданский кодекс РФ. Ч2. Ст.642-649. Аренда транспортного средства без предоставления услуг по управлению и технической эксплуатации	Федеральный закон	№ 14-ФЗ от 26.01.1996 г.
Об электронной подписи.	Федеральный закон	№ 63-ФЗ от 06.04.2011 г.
О международном коммерческом арбитраже	Федеральный закон	№ 5338-1 от 07.07.1993 г.
Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в РФ и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ	Федеральный закон	№ 257-ФЗ от 08.11.2007 г.
О транспортной безопасности	Федеральный закон	№ 16-ФЗ от 09.02.2007 г.
Об оснащении транспортных, технических средств и систем аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS	Постановление Правительства РФ	№ 641 от 25.08.2008 г.

Об утверждении Правил оказания услуг по организации проезда транспортных средств по платным автомобильным дорогам общего пользования федерального значения, платным участкам таких автомобильных дорог	Постановление Правительства РФ	№18 от 19.01.2010
О классификации автомобильных дорог в РФ	Постановление Правительства РФ	№ 767 от 28.09.2009 г.
О правилах дорожного движения	Постановление Правительства РФ	№ 1090 от 23.10.1993 г.
О проведении технического осмотра транспортных средств	Постановление Правительства РФ	№ 1008 от 05.12.2011 г.
Об утверждении Регламента Государственной компании "Российские автомобильные дороги"	Постановление Правительства РФ	№ 685 от 03.09.2010 г.
Об утверждении Перечня видов автомобильных транспортных средств, используемых для перевозки пассажиров и опасных грузов, подлежащих оснащению аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS	Приказ Минтранса РФ	№ 55 от 09.03.2010 г.
Об утверждении Положения об особенностях режима рабочего времени и времени отдыха водителей автомобилей	Приказ Минтранса РФ	№ 15 от 20.08.2004 г.
Об утверждении требований к тахографам, устанавливаемым на транспортные средства, категорий и видов	Приказ Минтранса РФ	№ 36 от 13.02.2013 г.

транспортных средств, оснащаемых тахографами, правил использования, обслуживания и контроля работы тахографов, установленных на транспортные средства		
Об утверждении Порядка оснащения транспортных средств тахографами.	Приказ Минтранса РФ	№ 273 от 21.08.2013 г.
Об утверждении порядка оформления и форм экспедиторских документов	Приказ Минтранса РФ	№ 23 от 11.02.2008 г.
Об утверждении обязательных реквизитов и порядка заполнения путевых листов	Приказ Минтранса РФ	№ 152 от 18.09.2008 г.
Об утверждении Правил обеспечения безопасности перевозок пассажиров и грузов автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом и перечня мероприятий по подготовке работников юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих перевозки автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом, к безопасной работе и транспортных средств к безопасной эксплуатации	Приказ Министерства транспорта РФ	№ 7 от 15.01.2014 г.
Об утверждении Межотраслевых норм времени на погрузку, разгрузку вагонов, автотранспорта и складские	Постановление Минтруда РФ	№ 76 от 17.10.2000 г.

работы		
Об утверждении перечней должностей и работ, замещаемых или выполняемых работниками, с которыми работодатель может заключать письменные договоры о полной индивидуальной или коллективной (бригадной) материальной ответственности, а также типовых форм договоров о полной материальной ответственности	Постановление Минтруда РФ	№ 85 от 31.12.2002 г.
Единые нормы времени на перевозку грузов автомобильным транспортом и сдельные расценки для оплаты труда водителей	Постановление ГОСКОМТРУДА СССР	№ 153/6 от 13.03.1987 г.
Об утверждении перечней федеральных дорог в РСФСР	Постановление Правительства РСФСР	№ 62 от 24.12.1991 г.
Об утверждении унифицированных форм первичной учетной документации по учету работы строительных машин и механизмов, работ в автомобильном транспорте	Постановление Госкомстата России	№ 78 от 28.11.1997 г.
О личной медицинской книжке и санитарном паспорте	Приказ Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителя и благополучия человека	№ 402 от 20.05.2005 г.
О порядке расчетов за перевозки грузов	Инструкция Минфина СССР	№ 156/30/354/ 7/10/998 от

автомобильным транспортом	№156, Госбанка СССР №30, ЦСУ ССР №354/7, Минтранса РСФСР №10/998	30.11.1983 г.
Об утверждении правил технической эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта	Приказ Минавтотранса РСФСР	№ 19 от 09.12.1970 г.
О направлении систематизированных материалов по документированию операций при транспортировке товаров	Письмо ФНС	№ ШС-22-3/660 от 21.08.2009 г.
О принятии технического регламента Таможенного союза "О безопасности колесных транспортных средств"	Решение Комиссии Таможенного союза	№ 877 от 09.12.2011 г.

Информация с сайта https://ati.su/documents/htmldocs/laws/

Задание 2.Изучите правовые основы транспортно-логистической деятельности на основе работы в правовой системе «Консультант плюс».

Для этого с рабочего стола компьютера откройте правовую систему «Консультант плюс».

Вводите в поисковую строку названия документов, открывайте их, знакомьтесь с ними, в т.ч. переходя по гиперссылкам на ссылающиеся в них нормативно-правовые акты. Составьте свою библиотеку, проверяя действие того или иного документа, представленного ниже, и сохраняя себе на флешку файлы с законодательными актами, имеющими статус действующих

Общие нормы, связанные с грузоперевозками, доставкой грузов и транспортно-экспедиционной деятельностью

Международные нормы по транспортному оборудованию

Международная конвенция по безопасным контейнерам (КБК) от 1976 г. (Шпаргалка по документу)

Таможенная конвенция, касающаяся контейнеров (КТК) [Customs Convention on Containers (CCC)];

Международные нормы по грузам растительного и животного происхождения

Международная конвенция по карантину и защите растений (принята на 29-ой Конференции ФАО, ноябрь 1997) (Шпаргалка по документу)

Международный стандарт по фитосанитарным мерам 3 (МСФМ № 3) Руководство по экспорту, перевозке, импорту и выпуску агентов биологической борьбы и других полезных организмов (2005)

Международный стандарт по фитосанитарным мерам 7 (МСФМ № 7) Система фитосанитарной сертификации

Международный стандарт по фитосанитарным мерам 12 (МСФМ №12) Фитосанитарные сертификаты

Международный стандарт по фитосанитарным мерам 15 (МСФМ №15) Регулирование упаковочного древесного материала в международной торговле

Международный стандарт по фитосанитарным мерам 20 (МСФМ №20) Руководство по фитосанитарной системе регламентации импорта

Международный стандарт по фитосанитарным мерам 25 (МСФМ №25) Транзитные грузы

Единые ветеринарные (ветеринарно-санитарные) требования, предъявляемые к товарам, подлежащим ветеринарному контролю (надзору) Утверждены Решением Комиссии таможенного союза от 18 июня 2010 г. № 317

Единые карантинные фитосанитарные требования, предъявляемые к подкарантинной продукции и подкарантинным объектам на таможенной границе и на таможенной территории Евразийского экономического союза (Утв. Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 30 ноября 2016 № 157)

Международные нормы по опасным грузам

ООН. Рекомендации по перевозке опасных грузов. Типовые правила. Т1.

ООН. Рекомендации по перевозке опасных грузов. Типовые правила. Т2.

ООН Рекомендации по перевозке опасных грузов. Руководство по испытаниям и критериям

Международные нормы в сфере ВЭД

Таможенный кодекс Евразийского экономического союза" (ред. от 29.05.2019) (приложение N 1 к Договору о Таможенном кодексе Евразийского экономического союза)

Нормы РФ в сфере перевозок

Гражданский кодекс РФ, ч.2., гл.41-42 (перевозка и транспортная экспедиция) (Шпаргалка по ГК РФ-перевозка)

Федеральный закон "О транспортно-экспедиционной деятельности" от 30.06.2003 N 87-ФЗ (Шпаргалка по документу)

Федеральный закон "О лицензировании отдельных видов деятельности" от 04.05.2011 N 99-ФЗ (ст.12, ч.1, пп.21,26,27, 28)

Постановление Правительства РФ от 08.09.2006 N 554 "Об утверждении Правил транспортно-экспедиционной деятельности"

Сборник правил по контейнерам Российского морского регистра судоходства НД № 2-090201-014

Нормы РФ в сфере ВЭД

Постановление Правительства Российской Федерации от 20.11.2008 № 872 «Об утверждении Правил осуществления контроля при пропуске лиц, транспортных средств, грузов, товаров и животных через государственную границу Российской Федерации»

Другие нормы

Кодекс практики ИМО/МОТ/ЕЭК ООН по укладке грузов в грузовые транспортные единицы (Кодекс ГТЕ)

Нормы, регулирующие перевозки грузов железнодорожным транспортом

Международные нормы в сфере железнодорожного транспорта

Конвенция о международных железнодорожных перевозках (КОТИФ) (РФ присоединилась к Конвенции ФЗ от 17 июля 2009 № 152-ФЗ)

Конвенция о международных железнодорожных перевозках (КОТИФ). Приложение С - Регламент о международной железнодорожной перевозке опасных грузов (РИД)

Соглашение о Международном железнодорожном грузовом сообщении

Приложение 3 к Соглашению о международном железнодорожном грузовом сообщении "Технические условия размещения и крепления грузов"

Международные нормы по опасным грузам в сфере железнодорожного транспорта

ПРАВИЛА перевозок опасных грузов по железным дорогам (ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ на 15 заседании Совета по железнодорожному транспорту государств - участников Содружества, протокол от 05.04.96 N 15)

ИНСТРУКЦИЯ ДЧ-1835 по перевозке негабаритных и тяжеловесных грузов на железных дорогах государств - участников СНГ, Латвийской Республики, Литовской Республики, Эстонской Республики

Нормы РФ в сфере железнодорожного транспорта

Федеральный закон "Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации" от 10.01.2003 N 18-ФЗ

Постановление Правительства РФ от 31.12.2020 N 2417 (ред. от 30.11.2021) "О лицензировании отдельных видов деятельности на железнодорожном транспорте" (вместе с "Положением о лицензировании деятельности по перевозкам железнодорожным транспортом пассажиров", "Положением о лицензировании деятельности по перевозкам железнодорожным транспортом опасных грузов", "Положением о лицензировании погрузочно-разгрузочной деятельности применительно к опасным грузам на железнодорожном транспорте")

Приказ МПС РФ от 18.06.2003 № 29 "Об утверждении правил выдачи грузов на железнодорожном транспорте

Приказ Минтранса России от 07.12.2016 N 374 "Об утверждении Правил приема грузов, порожних грузовых вагонов к перевозке железнодорожным транспортом"

Приказ Министерства транспорта РФ от 18 декабря 2019 г. N 405 “Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом грузов в контейнерах и порожних контейнеров”

Приказ МПС РФ от 29.03.1999 N 10Ц (ред. от 03.10.2011) "Об утверждении Правил перевозок грузов отправительскими маршрутами на железнодорожном транспорте

Технические условия размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах (Утв. МПС РФ 27 мая 2003 N ЦМ-943)

Распоряжение ОАО "РЖД" от 15 апреля 2019 г. N 715/р "Об утверждении порядка согласования и утверждения местных технических условий, способов размещения и крепления грузов, не предусмотренных техническими условиями, и эскизов размещения грузов в вагонах и контейнерах, перевозимых ОАО "РЖД"

Нормы РФ по видам грузов в сфере железнодорожного транспорта

Приказ Минтранса России от 15.08.2019 N 267 "Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом грузов с объявленной ценностью"

Приказ Минтранса России от 04.03.2019 N 70 "Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом грузов с сопровождением и Перечня грузов, требующих обязательного сопровождения в пути следования"

Приказ Минтранса России от 14.01.2020 № 24 "Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом подкарантинных грузов"

Приказ Минтранса РФ от 14.01.2020 N 10 "Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом грузов, подлежащих федеральному государственному ветеринарному надзору"

Приказ Минтранса России от 17.05.2021 N 149 "Об утверждении Перечня грузов, перевозка которых допускается в открытом железнодорожном подвижном составе" (Зарегистрировано в Минюсте России 26.07.2021 N 64375)

Приказ Минтранса России от 17.05.2021 N 150 "Об утверждении Перечня грузов, которые могут перевозиться железнодорожным транспортом насыпью и навалом" (Зарегистрировано в Минюсте России 26.07.2021 N 64376)

Приказ МПС России от 05.04.1999 №20Ц "Об утверждении Правил перевозок смерзающихся грузов на железнодорожном транспорте (зарегистрирован Минюстом России 12 мая 1999 г., регистрационный N 1786)

Приказ МПС России от 18.06.2003 №33 "Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом грузов мелкими отправками (зарегистрирован Минюстом России 20 июня 2003 г., регистрационный N 4806).

Приказ МПС России от 18.06.2003 №35 Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом животных (зарегистрирован Минюстом России 19 июня 2003 г., регистрационный N 4767).

Приказ МПС России от 18.06.2003 №41 Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом грузов на особых условиях (зарегистрирован Минюстом России 25 июня 2003 г., регистрационный N 4825).

Приказ Минтранса России от 26.02.2015 N 32 Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом грузов, порожних грузовых вагонов группами вагонов по одной накладной (зарегистрирован Минюстом России 19 июня 2015 г., регистрационный N 37721)

Приказ Минтранса России от 22.10.2007 N 150 Об утверждении Правил перевозок грузов в поездах, сформированных из локомотивов и вагонов, принадлежащих на праве собственности или ином праве грузоотправителям, грузополучателям, иным юридическим и физическим лицам, не являющимся перевозчиками на железнодорожном транспорте (зарегистрирован Минюстом России 11 декабря 2007 г., регистрационный N 10674)

Приказ Минтранса России от 04.03.2019 N 66 Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом скоропортящихся грузов (зарегистрирован Минюстом России 10 июня 2019 г., регистрационный N 54895)

Приказ Минтранса России от 29.07.2019 N 245 Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом грузов наливом в вагонах-цистернах и вагонах бункерного типа для перевозки нефтебитума (зарегистрирован Минюстом России 7 февраля 2020 г., регистрационный N 57458)

Приказ Минтранса России от 14.01.2020 N 8 Об утверждении Правил перевозок железнодорожным транспортом автопоездов, автоприцепов, полуприцепов, съемных автомобильных кузовов в порожнем или груженом состоянии в грузовых вагонах (зарегистрирован Минюстом России 26 июня 2020 г., регистрационный N 58785).

Приказ Минтранса России от 05.09.2022 N 352 Приказ Минтранса России от 05.09.2022 N 352 "Об утверждении Правил перевозок пассажиров, багажа, грузобагажа железнодорожным транспортом" (Зарегистрировано в Минюсте России 27.10.2022 N 70720) - вступает в силу в сентябре 2023 г.

Нормы, регулирующие перевозки грузов автомобильным транспортом

Международные нормы по опасным грузам в сфере автомобильного транспорта

ДОПОГ (Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов)

Нормы РФ в сфере автомобильного транспорта

Федеральный закон "Устав автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта" от 08.11.2007 N 259-ФЗ (Шпаргалка по документу)

Постановление Правительства РФ от 21.12.2020 № 2200 "Об утверждении Правил перевозок грузов автомобильным транспортом" (Шпаргалка по документу)

Нормы, регулирующие перевозки грузов водным транспортом

Международные нормы по видам грузов в сфере водного транспорта

Международный кодекс морской перевозки навалочных грузов

Международные нормы по опасным грузам в сфере водного транспорта

Международный морской кодекс по опасным грузам. Т.1. Ч.1,2,4,5,6,7

Международный морской кодекс по опасным грузам Т.2. Ч.3 "Перечень опасных грузов, специальные положения и освобождения"

Нормы РФ в сфере водного транспорта

Кодекс внутреннего водного транспорта Российской Федерации от 07.03.2001 N 24-ФЗ

Кодекс торгового мореплавания Российской Федерации от 30.04.1999 N 81-ФЗ

Постановление Правительства РФ от 21.07.2021 N 1243 "О лицензировании деятельности по перевозкам внутренним водным транспортом, морским транспортом опасных грузов и деятельности по осуществлению буксировок морским транспортом (за исключением случая, если указанная деятельность осуществляется для обеспечения собственных нужд юридического лица или индивидуального предпринимателя)" (вместе с "Положением о лицензировании деятельности по перевозкам внутренним водным транспортом, морским транспортом опасных грузов", "Положением о лицензировании деятельности по осуществлению буксировок морским транспортом (за исключением случая, если указанная деятельность осуществляется для обеспечения собственных нужд юридического лица или индивидуального предпринимателя)")

Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 N 2111 "Об утверждении Положения о лицензировании деятельности по перевозкам внутренним водным транспортом, морским транспортом пассажиров и Положения о лицензировании погрузочно-разгрузочной деятельности применительно к опасным грузам на внутреннем водном транспорте, в морских портах"
Правила перевозки внутренним водным транспортом от 01.01.1979

Приказ Минтранса РФ № ВР-1/п от 21.04.2003 "Об утверждении Правил безопасности морской перевозки грузов

Нормы, регулирующие хранение товаров и складское дело

Гражданский кодекс РФ, ч.2.гл.47, §2 Хранение на товарном складе

СП 114.13330.2016 «СНиП 21-03-2003 Склады лесных материалов. Противопожарные нормы»

СП 92.13330.2012 «СНиП II-108-78 Склады сухих минеральных удобрений и химических средств защиты растений» с Изменением № 1

СП 105.13330.2012 «СНиП 2.10.02-84 Здания и помещения для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» с Изменением № 1

СП 108.13330.2012 «СНиП 2.10.05-85 Предприятия, здания и сооружения по хранению и переработке зерна» с Изменениями № 1, № 2, № 3

СП 302.1325800.2017 «Склады для аварийно химически опасных веществ. Правила проектирования»

СП 109.13330.2012 «СНиП 2.11.02-87 Холодильники» с Изменениями № 1, № 2, № 3

Нормы, касающиеся логистической (транспортной) инфраструктуры

СП 262.1325800.2016 «Контейнерные площадки и терминальные устройства на предприятиях промышленности и транспорта. Правила проектирования и строительства»

СП 316.1325800.2017 «Терминалы контейнерные. Правила проектирования» с Изменением № 1

Стандарты (в соответствии со ст.4. Федеральный закон от 29.06.2015 n 162-фз (ред. От 30.12.2020) "о стандартизации в российской федерации" применение стандартов является добровольным)

ГОСТ Р 52298-2004 «Услуги транспортно-экспедиторские. Общие требования»

ГОСТ Р52524-2019 (ИСО 6346:1995) Контейнеры грузовые. Кодирование, идентификация и маркировка

ГОСТ 26653-2015 Подготовка генеральных грузов к транспортированию. Общие требования

ГОСТ Р 52202-2004 (ИСО 830-99) Контейнеры грузовые. Термины и определения

ГОСТР 53350-2009 (ИСО 668:1995) Контейнеры грузовые серии 1. Классификация, размеры и масса

ГОСТ Р 59142-2020 Перевозка подвижной техники на судах внутреннего водного транспорта. Общие требования

ГОСТ Р 58664-2019 Услуги на железнодорожном транспорте. Перевозка скоропортящихся грузов. Общие требования к качеству

ГОСТ Р 58855-2020 Услуги на железнодорожном транспорте. Качество услуг в области грузовых перевозок. Термины и определения

ГОСТ 26319-2020 Грузы опасные. Упаковка

ГОСТ 15846-2002 Продукция, отправляемая в районы крайнего севера и приравненные к ним местности. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение

ГОСТ 19433-88 Грузы опасные. Классификация и маркировка

ГОСТ Р 57478-2017 Грузы опасные. Классификация.

Тестовые задания

1. Какие сведения содержит путевой лист?

а) о сроке действия путевого листа;

б) о лице, оформившем путевой лист;

в) о транспортном средстве;

г) о водителе (водителях) транспортного средства;

д) о виде перевозки;

е) о виде сообщения

2. Вправе ли собственник (владелец) транспортного средства включать в путевой лист дополнительные сведения, учитывающие особенности осуществления им деятельности, связанной с перевозкой пассажиров и багажа, грузов (вариант ответа да или нет)

3. Чем подтверждается заключение договора перевозки груза?

4. Какие юридические вопросы регламентируют термины Инкотермс-2020?

а) распределение обязанностей продавца и покупателя по передаче товара

б) организация транспортировки груза (выбор перевозчика, заключение договора перевозки и др.)

в) распределение между сторонами сделки издержек, связанных с исполнением контракта, в первую очередь, по доставке товара

г) момент перехода с продавца на покупателя риска возможной гибели или повреждения товара в процессе транспортировки

д) распределение между контрагентами обязанностей по получению лицензий и выполнению таможенных формальностей

5. Внешнеторговый _____ - основной коммерческий документ, определяющий взаимоотношения участников внешнеторговой сделки, их права и обязанности.

6. Верно ли утверждение, что «Формы документов на транспортно-экспедиционное обслуживание, используемое в сложившемся документообороте, разработаны на основе требований национального и международного законодательства к оформлению операций в этой сфере»?

а) верно

б) неверно

7. Верно ли утверждение, что «Все вопросы, касающиеся взаимоотношений транспортных организаций, грузоотправителей, грузополучателей, экспедиторов, подробно рассмотрены в Правилах перевозки грузов на каждом виде транспорта»?

а) верно

б) неверно

8. Верно ли утверждение, что «В Правилах перевозки грузов на каждом виде транспорта детально определяются условия перевозки, порядок приемки

и выдачи грузов, составления актов о повреждении и утрате груза и др. Частично эти вопросы более подробно или в специальных аспектах рассматриваются в Гражданском Кодексе РФ, действующих инструкциях и подзаконных актах»?

а) верно

б) неверно

9. Какие документы используются в международной доставке для регулирования и оформления транспортно-экспедиционного обслуживания?

а) Конвенция ООН о международной смешанной перевозке грузов

б) Конвенция о договоре международной дорожной перевозке грузов

в) Таможенная Конвенция о международной перевозке грузов с применением книжек МДП

г) Конвенция о дорожном движении

д) Соглашение о таможенном оформлении международных перевозок, осуществляеых грузовым автомобильным транспортом

10. Какие документы используются в международной доставке для регулирования и оформления транспортно-экспедиционного обслуживания?

а) Европейское соглашение о работе экипажей транспортных средств на международных автомобильных перевозках

б) Брюссельские правила

в) Гаагские правила

г) Варшавская, Гвадалахарская конвенции о международной перевозке грузов по воздуху

д) Конвенция о кодексе поведения линейных конференций

11. _____ - это международный договор по определенному вопросу, имеющий обязательную силу для государств, присоединившихся к нему или подписавших его.

12. Международное _____ - это регулируемый международным правом, заключенный разными государствами и (или) другими субъектами международного права договор для совместного достижения определенных результатов по тому или иному вопросу

13._____ лист - первичный документ учета работы водителя автомобиля.; документ оперативного учета, который характеризует выполнение водителем производственных задач (перевозок), учитывает режим работы водителя и транспортного средства, расход горюче-смазочных материалов.

14. Дорожная _____ - содержит данные о сроке доставки груза, о проследовании пунктов перехода с дороги на дорогу(календарные штемпели

станций перехода) и др. Вместе с накладной они сопровождают груз до станции назначения

15. Счет-_____ - это документ, удостоверяющий фактическую отгрузку товаров или оказание транспортных услуг и их стоимость, на основании которого производится оплата автомобильных перевозок груза с учетом НДС

16. _____ качества груза – это документ, подтверждающий факт соответствия данной продукции всем требованиям качества и безопасности, закрепленным в действующих государственных стандартах и регламентах.

РАЗДЕЛ 2. ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТА В ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Практическое занятие №3. Сравнительная характеристика видов транспорта

Существует пять основных видов транспорта: железнодорожный, водный (морской и речной), автомобильный, воздушный и трубопроводный.

Железнодорожный транспорт. Обеспечивает экономичную перевозку пассажиров и крупных партий грузов, предлагая при этом ряд дополнительных услуг, благодаря чему он занимал почти монопольное положение на транспортном рынке. И лишь бурное развитие автомобильного транспорта в 70–90-е гг. XX в. привело к сокращению его относительной доли в совокупном доходе транспорта и общем грузообороте. Значение железных дорог до сих пор определяется их способностью эффективно и относительно дешево перевозить большие объемы грузов и пассажиров на дальние расстояния. Железнодорожные перевозки отличаются высокими постоянными издержками в связи с большой стоимостью рельсовых путей, подвижного состава, сортировочных станций и депо. При этом переменная часть издержек на железных дорогах невелика. Основную часть грузооборота дает железным дорогам большие объемы междугородных пассажирских перевозок, а также вывоз минерального сырья (угля, руды и пр.) от источников добычи, расположенных вдалеке от водных путей. При этом соотношение постоянных и переменных издержек на железнодорожном транспорте таково, что для него по-прежнему выгоды дальние перевозки. Сравнительно недавно появилась тенденция к специализации железнодорожных перевозок, что связано со стремлением повысить качество предоставляемых ими услуг. Так, появились трехъярусные платформы для перевозки автомобилей, двухъярусные контейнерные платформы, сочлененные вагоны, составы специального

назначения. Состав специального назначения – это товарный поезд, все вагоны которого предназначены для перевозки одного вида продукта, например, угля. Такие составы экономичнее и быстрее традиционных смешанных, потому что могут, минуя сортировочные станции, следовать прямо к месту назначения. Сочлененные вагоны имеют удлиненную ходовую часть, которая способна принимать до 10 контейнеров в одной гибкой сцепке, что уменьшает нагрузку вагона и сокращает время, необходимое для перевалки. Двухъярусные контейнерные платформы, как следует из названия, могут быть загружены контейнерами в два этажа, что удваивает грузовместимость подвижного состава. Подобные технические решения помогают железным дорогам уменьшить грузовую нагрузку вагонов, увеличить грузоподъемность составов и облегчить процессы погрузки-выгрузки.

Водный транспорт. Здесь принято разделение на глубоководное (океанское, морское) судоходство и внутреннее (речное). Главное преимущество водного транспорта – это способность перевозить очень крупные объемы грузов. При этом используют два типа судов: глубоководные (нуждаются в портах с глубоководными акваториями) и дизельные баржи (обладают большей гибкостью). Главными недостатками водного транспорта являются ограниченные функциональные возможности и небольшая его скорость. Причина в том, что для доставки грузов в порты и из портов приходится использовать железные дороги или грузовики, за исключением случаев, когда и пункт отправления, и пункт назначения расположены на одном и том же водном пути. Водный транспорт, таким образом, отличающийся большой грузоподъемностью и незначительными переменными издержками, выгоден тем грузоотправителям, для которых важны низкие транспортные тарифы, а скорость доставки имеет второстепенное значение. Типичными грузами для перевозки по внутренним водным путям являются руда, минеральное сырье, цемент, зерно и некоторые другие сельскохозяйственные продукты. Возможности транспорта ограничены не только его привязкой к судоходным рекам и каналам, но и зависимостью от мощностей для погрузки-разгрузки и хранения таких насыпных грузов, а также растущей конкуренцией со стороны железных дорог, обслуживающих параллельные дороги. В будущем значение водного транспорта для логистики не уменьшится, так как медленные речные суда могут служить своего рода передвижными складами при надлежащей интеграции в общую логистическую систему.

Автомобильный транспорт. Основными причинами активного использования автотранспорта в логистических системах стали присущие ему

гибкость доставки и высокая скорость междугородных перевозок. От железных дорог автотранспорт отличают сравнительно небольшие капиталовложения в оборудование терминалов (погрузочно-разгрузочных мощностей) и использование автодорог общего пользования. Однако в автотранспорте величина переменных издержек (оплата труда водителей, затраты на горючее, шины и ремонт) в расчете на 1 км пути велика, постоянные же расходы (накладные расходы, амортизация автотранспортных средств) невелики. Поэтому, в отличие от железнодорожного, автотранспорт лучше всего подходит для перевозки небольших партий грузов на малые расстояния. Это определяет сферы использования автотранспорта – перерабатывающая промышленность, торговля и пр. Несмотря на определенные проблемы в автотранспортной отрасли (рост расходов на замену и техническое обслуживание оборудования, на оплату труда водителей, грузчиков и ремонтников) в обозримом будущем именно автотранспортные перевозки сохранят центральные позиции в обеспечении транспортных потребностей логистики.

Воздушный транспорт. Грузовая авиация – новейший и наименее востребованный вид транспорта. Главное его преимущество – скорость доставки, главный недостаток – высокая стоимость перевозки, которая иногда перекрывается скоростью доставки, что позволяет отказаться от других элементов структуры логистических издержек, связанных с содержанием складов и запасов. Хотя дальность воздушных перевозок не ограничена, на их долю до сих пор приходится менее 1% всего междугородного грузооборота (выраженного в тонномилях). Возможности воздушного транспорта сдерживаются грузоподъемностью и грузовместимостью самолетов, а также их ограниченной доступностью. Традиционно для междугородных грузовых перевозок использовались по большей части попутные пассажирские рейсы, что было выгодно и экономично, но привело к потере гибкости и задержке технического развития. Фрахт реактивного лайнера обходится дорого, а спрос на такие перевозки нерегулярен, поэтому парк самолетов, осуществляющих исключительно грузовые перевозки, очень невелик. Воздушный транспорт отличается меньшей величиной постоянных издержек по сравнению с железными дорогами, водным транспортом или трубопроводами. Постоянные издержки воздушного транспорта включают затраты на покупку самолетов и, при необходимости, специального оборудования для обеспечения пассажиропотоков, погрузочно-разгрузочных операций при грузопереработке и с контейнерами. Переменные издержки включают расходы на керосин, техническое обслуживание самолетов и оплату труда летного и наземного персонала. Поскольку для размещения аэропортов нужны очень большие

открытые пространства, то воздушные перевозки, как правило, не объединены в единую систему с другими видами транспорта, за исключением автомобильного. Воздушным транспортом перевозят самые различные грузы. Главная особенность этого вида транспорта заключается в том, что им пользуются для доставки грузов главным образом в случае экстренной необходимости, а не на регулярной основе. Таким образом, основные грузы, перевозимые воздушным транспортом, – либо дорогостоящие, либо скоропортящиеся товары, когда высокие транспортные расходы оправданы. Потенциальными объектами грузовых авиаперевозок являются также такие традиционные для логистических операций продукты, как сборочные детали и компоненты, товары, продаваемые по почтовым каталогам.

Трубопроводный транспорт. Трубопроводы являются важной частью транспортной системы и предназначены в основном для перекачки сырой нефти и жидких нефтепродуктов, природного газа, жидких химикатов и превращенных в водную суспензию сухих сыпучих продуктов (цемент). Такой вид транспорта уникален: он работает круглые сутки по семь дней в неделю с перерывом только на смену перекачиваемых продуктов и техническое обслуживание. Трубопроводы отличаются самой высокой долей постоянных издержек и самыми низкими переменными издержками. Уровень постоянных издержек высок, так как очень велики расходы на прокладку трубопроводов, на содержание полосы отчуждения, на строительство насосных станций и создание системы управления трубопроводом. Но то, что трубопроводы могут работать практически без участия человека, определяет низкий уровень переменных издержек. Явными недостатками трубопроводов являются отсутствие гибкости и ограниченность их использования транспортировкой только жидких, газообразных и растворимых веществ или суспензий. Скорость определяется временем движения на определенное расстояние. Самый быстрый из всех – воздушный транспорт. Доступность – это способность транспорта обеспечить связь между любыми двумя географическими пунктами. Наибольшей доступностью отличается автотранспорт, так как грузовики могут взять груз непосредственно в месте отправления и доставить его непосредственно в место назначения. Показатель надежности отражает потенциальные отклонения от ожидаемого или установленного графика доставки. Поскольку трубопроводы работают круглые сутки и не боятся ни погоды, ни перегрузки, они являются самым надежным видом транспорта. Грузоподъемность характеризует способность перевозить грузы любого веса и объема. По этому признаку наивысшая оценка принадлежит водному транспорту. Частота – это число перевозок

(транспортировок) в графике движения. Поскольку трубопроводы работают в непрерывном режиме, они и здесь занимают первое место.

Задание 1. Изучите виды транспорта и их особенности по учебно-методическому пособию:

Сухарева, С. В. Технико-эксплуатационные показатели работы транспорта : учебно-методическое пособие / С. В. Сухарева. — Омск : СибАДИ, 2021. — 50 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/221438

пройдя по ссылке:
https://reader.lanbook.com/book/221438?lms=977f48b6895db07092587150b447bb13#9

Заполните таблицу:

Сравнительная характеристика видов транспорта

Вид транспорта	Преимущества	Недостатки

Задание 2.Проанализируйтетаблицу сопоставления различных видов транспорта по их эксплуатационным характеристикам, пройдя по ссылке:https://reader.lanbook.com/book/221438?lms=80fb6bc99470ce9883b8a34bb6cf0d47#20

Практическое занятие №4
ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТА

В качестве показателей для оценки эффективности транспортной системы используют:

1. показатели мощности оснащения, характеризующие состав транспортной системы и ее потенциальные возможности:
   - протяженность путей сообщения,
   - количество терминалов в системе,
   - пропускная способность,
   - провозная способность
   - численность транспортных средств
   - структурные характеристики оснащения;

2. показатели транспортной работы, характеризующие объем планируемых или фактически выполненных перевозок:
    - объем перевозок,
    - грузооборот,
    - среднее расстояние перевозки одной тонны груза;
    - технико-эксплуатационные показатели, характеризующие отдельные аспекты
3. эффективности использования путей сообщения и транспортных средств:
    - интенсивность использования инфраструктуры,
    - общий и груженый пробег транспортных средств,
    - средняя загрузка транспортных средств,
    - скорость движения,
    - количество рейсов, выполненное за определенный период,
    - количество груза, перевезенное транспортным средством за определенный период;
4. экономические показатели, характеризующие экономическую стоимость перевозок:
    - себестоимость перевозок,
    - средняя доходная ставка;
    - показатели, характеризующие качество предоставляемых транспортных услуг.

Для сравнительной характеристики транспортных систем разных стран целесообразно использовать относительные показатели в расчете на 100 кв.км. площади территории или на 1000 жителей, проживающих в данной стране.

Некоторые основные эксплуатационные характеристики транспортных средств различных видов рассматриваются ниже.

1. Эксплуатационные показатели водных судов:

водоизмещение (массовое или объемное) определяется массой или объемом воды, вытесняемой плавающим судном;

грузоподъемность – перевозочная способность данного судна;

дедвейт (или полная грузоподъемность) – величина груза, которую судно способно принять до осадки по летнюю грузовую марку на ватерлинии;

грузовместимость – способность судна вместить груз определенного объема (отдельно для тарно-упаковочных, штучных и сыпучих грузов).

Различают одинарную грузовместимость, когда объем всех грузовых помещений используется одновременно, и двойную, когда грузовые помещения используются по очереди для равномерности загрузки судна.

2. Эксплуатационные показатели железнодорожного состава:

коэффициент использования грузоподъемности, равный отношению фактической массы груза в вагоне к его грузоподъемности;

коэффициент вместимости, равный частному от деления фактического груза в вагоне на вместимость вагона;

техническая норма загрузки – это согласованное с грузоотправителем количество груза, которое может быть загружено в данный вагон при наилучшем использовании его грузоподъемности и вместимости.

3. Эксплуатационные показатели автомобильного транспорта характеризуются показателями эксплуатационно-технического качества, которые вместе с данными по конкретным условиям эксплуатации служат для выбора подвижного состава той или иной марки.

К таким показателям относятся характеристики автомобиля по его габаритам, массе, грузоподъемности, проходимости, скорости и другим динамическим качествам, устойчивости и маневренности и, наконец, по экономичности. Эффективность использования автомобильного транспорта определяется такими показателями, как себестоимость перевозок, их производительность, энергоемкость и др.

Привлекательность автотранспорта отчасти объясняется его относительным превосходством над другими по всем пяти характеристикам, за исключением грузоподъемности. Это обстоятельство позволяет рассмотреть эксплуатационные характеристики (показатели) автотранспорта более подробно.

Работа подвижного состава автомобильного транспорта оценивается системой технико-эксплуатационных показателей, характеризующих количество и качество выполненной работы. Технико-эксплуатационные показатели использования подвижного состава в транспортном процессе можно разделить на две группы.

К первой группе следует отнести показатели, характеризующие степень использования подвижного состава грузового автомобильного транспорта:

коэффициенты технической готовности, выпуска и использования подвижного состава;

коэффициенты использования грузоподъемности и пробега;

среднее расстояние ездки с грузом и среднее расстояние перевозки;

время простоя под погрузкой-разгрузкой;

время в наряде;

техническая и эксплуатационная скорости.

Вторая группа характеризует результативные показатели работы подвижного состава:

число ездок;

общее расстояние перевозки и пробег с грузом;

объем перевозок и транспортная работа.

Наличие в автотранспортном предприятии автомобилей, тягачей, прицепов, полуприцепов называют списочным парком подвижного состава.

Снабженческо-сбытовые организации также участвуют в транспортном процессе и тем самым оказывают существенное влияние на себестоимость перевозки грузов автомобильным транспортом. Знание работниками организаций влияния эксплуатационных показателей насебестоимость 1 т км позволяет правильно использовать транспортные средства при доставке продукции потребителям и тем самым снизить себестоимость перевозок грузов.

С увеличением технической скорости и сокращением времени простоя под погрузкой и разгрузкой возрастают пробег и производительность автомобиля при неизменной сумме постоянных расходов, что позволяет снизить себестоимость перевозок, приходящихся на 1 т км.

При повышении коэффициентов использования грузоподъемности и пробега подвижного состава резко снижается себестоимость перевозок, так как при этом уменьшается сумма и переменных и постоянных расходов, приходящихся на 1 т·км.

Поскольку себестоимость перевозок зависит от объема выполненной работы и затраченных на нее средств, основным условием ее снижения являются рост производительности труда водителей и других работников автотранспортных предприятий, экономия материальных ресурсов (снижение затрат на топливо, запасные части и т.п.), а также сокращение административно-управленческих расходов путем рационализации управления автотранспортными предприятиями.

Огромную роль в снижении себестоимости перевозок играют эффективная организация перевозок и комплексная механизация погрузочно-разгрузочных работ. Рациональное решение этих вопросов позволяет максимально использовать грузоподъемность автомобилей иобеспечить минимальный их простой при погрузке и разгрузке. Значительное снижение себестоимости достигается применением прицепов, которые резко увеличивают производительность автомобиля и способствуют повышению коэффициента использования пробега.

Задание 1. Изучите характеристики объемных показателей работы автомобильного транспорта, пройдя по ссылке:

https://reader.lanbook.com/book/221438?lms=1e83dd2a16f4fb146bf83c3591c79ef2#33

Задание 2. Изучите технико-эксплуатационные показатели работы автомобильного транспорта, пройдя по ссылке: https://reader.lanbook.com/book/221438?lms=bad54d201a296c3c96da9b75b9540918#39

Сделайте конспект в тетради.

Вопросы для проверки знаний:

1. Дайте краткую классификацию транспорта по виду перевозимого груза.
2. Дайте краткую классификацию транспорта по назначению.
3. Определите группы показателей работы транспорта и факторы, ихопределяющие.
4. Назовите технико-эксплуатационные показатели работы автомобильного транспорта, классификацию показателей.
5. Поясните характеристику коэффициента использования пробега.
6. Как рассчитать нулевой пробег автомобиля?
7. Как рассчитать производительность грузового автомобиля?
8. Дайте определение понятию "эксплуатационная скорость".
9. Дайте определение понятию "техническая скорость автомобиля".
10. Опишите способ расчета коэффициента выпуска подвижного состава налинию.
11. Дайте определение понятию"время пребывания в наряде".
12. Дайте определение понятию "общий пробег".
13. Что называется нулевым пробегом автомобиля?
14. Дайте характеристику коэффициенту использования пробега.
15. Дайте характеристику коэффициенту статического использования грузоподъемности.
16. Дайте характеристику коэффициенту динамического использованиягрузоподъемности.
17. Дайте характеристику коэффициенту использования грузоподъемности.
18. Как называется количество грузов, перевозимых одним автомобилем?
19. Как можно определить производительность автомобиля?

Для подготовки: Сухарева, С. В. Технико-эксплуатационные показатели работы транспорта : учебно-методическое пособие / С. В. Сухарева. — Омск : СибАДИ, 2021. — 50 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/221438— Режим доступа: для авториз. пользователей.

РАЗДЕЛ 3.ТРАНСПОРТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И КЛАССИФИКАЦИЯ ГРУЗОВ

Практическое занятие №5
ТАРИФНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ГРУЗОВ

Тарифный классификатор грузов представляет собой таблицу коэффициентов, определяющих, насколько дороже (или дешевле) стоит перевозка указанного в таблице конкретного груза в сравнении с условно выбранным грузом первого тарифного класса.

Тарифные классификаторы грузов могут разрабатываться органами государственного управления автомобильным транспортом, ассоциациями перевозчиков, отдельными предприятиями.

В единых тарифах на перевозку грузов автомобильным транспортом, которые действовали в России до либерализации цены отказа от централизованногоценового регулирования, в качестве основного фактора, определяющего тарифный класс груза, рассматривался коэффициент использования грузоподъемностиавтомобиля при перевозке данного груза. Единые тарифы содержали классификатор, включавший около шестисот видов грузов, каждому из которых был присвоен класс от 1 до 4.

Значение класса груза, в свою очередь, определяло коэффициент повышения стоимости перевозки данного вида груза. Так, при определении тарифнойставки исходная ставка для груза первого класса (коэффициент 1,0) делилась длягрузов второго класса на 0,8; третьего - на 0,6 и четвертого - на 0,5.

Тарифный класс груза, не указанного в классификаторе, устанавливался посоглашению перевозчика и грузоотправителя путем поиска в классификатореаналогичного груза, либо на основе расчёта реального коэффициента использования грузоподъемности автомобиля.

Подход, применяемый при тарифной классификации грузов в практикеряда зарубежных стран, в принципе сходен с описанным. Важное отличие заключается, однако, в том, что класс груза, помимо степени использования грузоподъемности автомобиля (а это, действительно,

важнейший фактор тарифной классификации), может учитывать и ряд других факторов, определяющих не только повышение или снижение издержек автотранспортного предприятия при перевозкеданного вида груза, но и чисто коммерческие факторы, повышающие или снижающие реальную платежеспособность потребителей при перевозке данного вида груза. (Источник: Логистика на транспорте : учебное пособие / М. А. Арсланов, Ш. М. Минатуллаев, Д. А. Салатова, Б. А. Джапаров. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2021. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/175383 (дата обращения: 16.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 22.).

Изучите вопрос, пройдя по ссылке:

https://reader.lanbook.com/book/175383?lms=2c41d078e709dcc78c84c0dc74013b7b#22

В конспектеукажите факторы, способствующие повышению и понижению тарифов.

Повторите материал по транспортной характеристике и классификации грузов, пройдя по ссылке:

https://reader.lanbook.com/book/175383?lms=bd6542bc2f346cd0826d206ec9506a2d#20

Ознакомьтесь с особенностями перевозки крупногабаритных и специальных грузов, пройдя по ссылке:

https://reader.lanbook.com/book/292325?lms=4a4d5b2b357663fdcf4e17255246b305#101

Ознакомьтесь с экспедированием опасных грузов, пройдя по ссылке:

https://reader.lanbook.com/book/292325?lms=507878e373808711cc00d8780f4452fa#104

Ответьте на вопросы:

1. Перечислите свойства и транспортные характеристики грузов.
2. Как классифицируются грузы на различных видах транспорта?
3. Что представляет собой тарифная классификация грузов?
4. В каких случаях не допускается перевозка крупногабаритных и тяжелых грузов?
5. Какие грузы относятся к специальным? Приведите примеры.
6. Что необходимо учесть при транспортировке опасных грузов?

Источники: Логистика на транспорте : учебное пособие / М. А. Арсланов, Ш. М. Минатуллаев, Д. А. Салатова, Б. А. Джапаров. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2021. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/175383— Режим доступа: для авториз. пользователей.

Глинский, В. А. Транспортно-экспедиционное обслуживание: Тексты лекций : учебное пособие / В. А. Глинский, А. В. Елисеева, Н. В. Иванова. — Санкт-Петербург : СПБГУ ГА им. А.А. Новикова, 2022. — 151 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/292325. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Практическое занятие №6
УПАКОВКА И МАРКИРОВКА ГРУЗОВ

Выбор вида тары для транспортировки продукции

Цель работы: научиться выбирать оптимальный вид тары притранспортировке продукции определенным видом транспорта.

Задание 1.Продукция транспортируется в стандартных контейнерах вящиках или на поддонах. Если используются поддоны, то в контейнервмещается 300 изделий (25 поддонов в одном контейнере, 12 изделий наодном поддоне). Если штабелируются ящики, то в контейнер вмещается480 изделий (40 ящиков в одном контейнере, 12 изделий в одном ящике).

Транспортные расходы в расчете на один контейнер:

– при транспортировке на 100–249 км – 500 у.е.;

– при транспортировке на 250–499 км – 800 у.е.;

– при транспортировке на 500–999 км –1200 у.е.;

– при транспортировке на 1000–1999 км – 2000 у.е.;

– при транспортировке на 2000 и более км – 3000 у.е.

Почасовая ставка погрузочно-разгрузочных работ (ПРР): вручную –36 у.е.; вилочным погрузчиком – 54 у.е.

Затраты рабочего времени на погрузку:

– одного поддона: вручную – 4,8 мин., вилочным погрузчиком –2,4 мин.,

– одного ящика: вручную – 1,8 мин., вилочным погрузчиком –0,9 мин.

Необходимо определить затраты на один поддон и один ящик притранспортировке продукции на каждое из указанных расстояний, на основерасчетов выбрать наиболее рациональный вид тары.

Решение. Стоимость транспортировки одного поддона или ящикаопределяется в зависимости от стоимости транспортировки контейнера иколичества поддонов или ящиков в одном контейнере, а также в зависимости от расстояния перевозки. Результаты расчетов стоимости транспортировки одного поддона и одного ящика сведем в таблице 1.

Таблица 1 - **Результаты расчетов стоимости транспортировки поддонов и ящиков**

Расстояние перевозки, км	Стоимость транспортировки контейнера, у.е.	Количество в одном контейнере		Стоимость транспортировки, у.е.	
		поддонов	ящиков	одного поддона	одного ящика
100–249	500	25	40	20	12,5
250-499	800	25	40	32	20
500-999	1200	25	40	48	30
1000-1999	2000	25	40	80	50
2 000 и более	3000	25	40	120	75

Стоимость погрузки одного поддона и одного ящика определяем в зависимости времени на погрузку и почасовой ставки ПРР (табл.2).

Таблица2-**Результаты расчетов стоимости погрузки одного поддонаи одного ящика**

Вид тары	Почасовая ставка ПРР, у.е.		Поминутная ставка ПРР, у.е.		Время погрузки, мин.		Стоимость погрузки, у.е.	
	вручную	погрузчиком	вручную	погрузчиком	вручную	погрузчиком	вручную	погрузчиком
Поддон	36	54	0,6	0,9	4,8	2,4	2,88	2,16
Ящик	36	54	0,6	0,9	1,8	0,9	1,08	0,81

Общие затраты на транспортировку одного поддона и одного ящикавключают затраты на перевозку и затраты на погрузку одного поддона иодного ящика. Результаты расчетов приведены в таблице 3.

Несмотря на то, что почасовая ставка ручной погрузки тары меньше,чем почасовая ставка работы вилочного погрузчика, стоимость погрузкиодного поддона или ящика вручную дороже, чем стоимость погрузки вилочным погрузчиком, так как время погрузки одного поддона или ящикавручную в два раза больше, чем время погрузки вилочным погрузчиком.

Таблица3 - **Общие затраты на транспортировку одного поддона и одного ящика**

	Стоимость превозки, у.е.		Стоимость погрузки, у.е.		Общие затраты на транспортировку, у.е.	
Расстоя-	одного	ящи-	одного	ящи-	одного	ящи-

ние перевозки, км	поддона	ка	поддона		ка		поддона		ка	
			вручную	погрузчиком	вручную	погрузчиком	вручную	погрузчиком	вручную	погрузчиком
100-249	20	12	2,88	2,16	1,08	0,81	22,88	22,16	13,58	13,31
250-499	32	20	2,88	2,16	1,08	0,81	34,88	34,16	21,08	20,81
500-999	48	30	2,88	2,16	1,08	0,81	50,88	50,16	31,08	30,81
1000-1999	80	50	2,88	2,16	1,08	0,81	82,88	82,16	51,08	50,81
2000 и более	120	75	2,88	2,16	1,08	0,81	122,88	122,16	76,08	75,81

Суммарные затраты на транспортировку одного поддона (ящика)при погрузке вилочным погрузчиком будут меньше, чем при погрузкевручную. Погрузка одного ящика вручную и механическим способом будет дешевле погрузки поддона. Следовательно, суммарные затраты наодин ящик будут меньше, чем на один поддон.

Таким образом, ящики являются наиболее предпочтительным видомтары, при этом загружать их в контейнер дешевле вилочным погрузчиком.

Задание2. Изучите презентацию по маркировке грузов:**http://sovuch.ru/prez/markirovka/**

Задание3.Проверьте свои знания, выполнив тест, пройдя по ссылке **http://sovuch.ru/2023/03/27/тест-маркировка-грузов/**

Скриншот результата теста сохраните для оценивания пройденного материала.

РАЗДЕЛ 4. ТРАНСПОРТНЫЕ ИЗДЕРЖКИ И ТАРИФЫ

Практическое занятие №7-8
РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ ПЕРЕВОЗОК

Издержки транспорта - это затраты на перемещение грузов и пассажиров.Транспортные издержки выступают в двух видах: общественные и издержкитранспортных предприятий. Общественные, или народнохозяйственные, издержки транспорта измеряются совокупными затратами живого и овеществленного труда, т. е. стоимостью транспортных услуг, которая отражается в тарифахна транспортные услуги.Издержки транспортных предприятий выражаются фактической величиной затрат на

перевозки, т. е. эксплуатационными расходами, или себестоимостью перевозок.

Себестоимость перевозок - выраженная в денежной форме величина эксплуатационных расходов транспортного предприятия, приходящихся в среднемна единицу продукции транспорта. Показатель себестоимости перевозок определяют, как отношение величины эксплуатационных расходов по перевозкам грузов, приходящихся в среднем на 1 т-км грузооборота. На автомобильном транспорте себестоимость перевозок определяется для отдельных видов транспортнойработы, за единицу которой принимаются: по перевозкам на грузовых автомобилях, работающих по тарифу за перевезенную тонну, - 1 т-км, по перевозкам наавтомобилях, работающих по часовому тарифу - на 1 час.

Себестоимость перевозок представляет собой денежное выражение затратна выполнение единицы транспортной работы. Себестоимость является базойдля определения цены (тарифа) транспортной продукции. Расчет себестоимостипродукции называется калькулированием.

Себестоимость грузовых автомобильных перевозок калькулируется на 10т-км или 1т, 10 авт-ч.На себестоимость автомобильных перевозок также большое влияние оказывает и ряд внешних факторов, непосредственно не зависящих от работы автотранспортных предприятий. Это, прежде всего, дорожные условия, в которыхработает подвижной состав.

Расстояние перевозки грузов резко отражается на себестоимости перевозокпри любых дорожных условиях. Чем больше расстояние, тем выше производительность подвижного состава и соответственно ниже доля постоянных расходов, приходящаяся на 1 т-км, при прочих равных условиях.

Классификация расходов по статьям и элементам затрат, а также видам перевозок позволяет предприятиям знать структуру затрат, направления расходования материальных, трудовых и денежных средств.

Группировка по статьям затрат используется для калькулирования и учетасебестоимости перевозок (работ, услуг), своевременной и полной оценки результатов хозяйственной деятельности предприятия, определения расходов по отдельным звеньям транспортного процесса.

Группировка по элементам затрат необходима для выявления фактического расходования в производственном процессе предприятий материальных, трудовых и финансовых ресурсов, определения потребности предприятия в этихресурсах для осуществления перевозок автомобильным транспортом, выполнения работ (услуг) по транспортно - экспедиционному обеспечению.Все затраты, образующие себестоимость перевозок

автомобильным транспортом, группируются в соответствии с их экономическим содержанием по следующим элементам затрат:

а) затраты на оплату труда;

б) отчисления на социальные нужды;

в) материальные затраты (за вычетом стоимости возвратных отходов);

г) амортизация основных фондов;

д) прочие затраты.

На автомобильном транспорте при учете и калькулировании себестоимости перевозок (работ, услуг) применяется следующая группировка по статьям затрат:

а) Затраты, непосредственно связанные с перевозками и производствомдругих работ и услуг, в том числе:

- заработная плата водителей автомобилей (грузовых, автобусов, легковыхтакси) и кондукторов автобусов;
- отчисления на социальные нужды;
- автомобильное топливо;
- смазочные и прочие эксплуатационные материалы;
- износ и ремонт автомобильной резины;
- техническое обслуживание и эксплуатационный ремонт автомобилей;
- амортизация подвижного состава.

б) Общехозяйственные расходы.

Основными статьями затрат при выполнении автомобильных перевозокявляются:

- затраты на топливо;
- затраты на смазочные материалы;
- затраты на техническое обслуживание и ремонт;
- затраты на восстановление износа шин;
- затраты на амортизацию по восстановлению подвижного состава;
- накладные расходы;
- заработная плата водителей;
- амортизация подвижного состава;
- остальные и прочие расходы.

В Москве к городским улицам по расчетным нормам пробега относятсядороги пригородной зоны в пределах 20 км от границы города, в Санкт-Петербурге, столицах автономных республик, краевых и областных центрах - в пределах 10 км.

Расчетные нормы пробега рекомендуется снижать в следующих случаях:

- при перевозке грузов, требующих особой осторожности (хрупкие изделия, опасные грузы, электроника), до 15%;

- при длине груженой ездки до 1 км, в карьерах и в условиях бездорожьядо 40 %;

- при длине груженой ездки свыше 1 до 3 км до 20 %;

- в других случаях, когда по дорожным условиям или в зависимости от характеристик груза или в соответствии с тягово-скоростными характеристикамиПС расчетная скорость не может быть достигнута.

Обязательные реквизиты и порядок заполнения путевых листов.

Путевые листы являются документами первичного учета, подтверждающими произведенные расходы на горюче-смазочные материалы (далее ГСМ).В случае неправильного заполнения путевых листов, затраты организациина приобретение ГСМ, принимаемые в качестве материальных расходов согласно подп. 5 п. 1 ст. 254 Налогового кодекса Российской Федерации (далее НКРФ), либо в качестве расходов на содержание служебного транспорта в соответствии с подп. 11 п. 1 ст. 264 НК РФ, могут быть не признаны налоговыми органами при проведении выездной налоговой проверки.

Всего, для юридических лиц всех форм собственности, осуществляющихдеятельность, связанную с эксплуатацией строительных машин или автомобильного транспорта утверждено восемь унифицированных форм путевых листов.

По учету работ в автомобильном транспорте:

 путевой лист легкового автомобиля (форма No3);

 путевой лист специального автомобиля (форма No3 спец);

 путевой лист легкового такси (форма No4);

 путевой лист грузового автомобиля (форма No4-С);

 путевой лист грузового автомобиля (форма No 4-П);

 путевой лист автобуса (форма No6);

 путевой лист автобуса необщего пользования (форма No6 спец).

Для индивидуальных предпринимателей, эксплуатирующих автотранспортные средства на правах собственности, аренды (или других законных основаниях), при осуществлении ими перевозочной деятельности на коммерческойоснове, а также за собственный счет для производственных целей ПриказомМинтранса РФ от 30.06.00 No68 «О введении путевой документации для индивидуальных предпринимателей, осуществляющих перевозочную деятельность наавтомобильном транспорте» (с изменениями от 22.09.03) утверждены следующие формы путевых листов:

 путевой лист грузового автомобиля индивидуального предпринимателя(форма NoПГ-1);

 путевой лист автобуса индивидуального предпринимателя (формаNoПА-1);

 путевой лист легкового автомобиля индивидуального предпринимателя(форма NoПЛ-1).

Путевые листы для грузового автомобиля изготавливаются трех видов:

- типовая междуведомственная форма N 4-с (сдельная), применяемая приосуществлении перевозок грузов на условиях оплаты работы автомобиля посдельным расценкам Единых тарифов на перевозки грузов автомобильнымтранспортом;

- типовая междуведомственная форма N 4-п (повременная), применяемаяпри выполнении работы автомобилем по перевозке грузов на условиях оплатыза работу автомобиля по повременным тарифам;

- ведомственная форма N 4-м (междугородная), применяемая при выполнении работы грузовым автомобилем по перевозке народнохозяйственных грузов в междугородном сообщении в соответствии с положениями об организациимеждугородных автомобильных перевозок грузов, утверждаемыми в установленном порядке Советами Министров союзных республик и уставами автомобильного транспорта союзных республик. На лицевой стороне этой формы путевого листа наносится полоса красного цвета с типографской надписью "междугородные перевозки".

Снабжение путевыми листами предприятий, организаций и учрежденийпроизводится централизованно их вышестоящими организациями в установленном порядке.Бланки междугородных путевых листов грузовыми автостанциями илидругими предприятиями автомобильного транспорта общего пользования, на которые в данной местности возложена организация междугородных перевозокгрузов, могут выдаваться в подотчет предприятиям, организациям и учреждениям других ведомств, когда предприятия автомобильного транспорта общегопользования не имеют возможности выполнить междугородные перевозки грузов и эти перевозки разрешают осуществить ведомственным автотранспортом.

Бланки путевых листов грузовых автомобилей хранятся на складах предприятий, организаций, учреждений и по мере потребности выдаются под расписку лицу, ответственному за эксплуатацию автотранспорта (заведующему гаражом, начальнику эксплуатации, диспетчеру и др.).

Путевые листы формы N N 4-с, 4-п, оформленные в соответствии с настоящей инструкцией, выдаются водителю под расписку уполномоченным на то лицом только на один рабочий день (смену) при условии сдачи водителем путевоголиста предыдущего дня работы. На более длительный срок при междугородныхперевозках грузов путевые листы формы N 4-м выдаются

только в случае, когдаводитель выполняет перевозки в течение более суток. Выдаваемый путевой листдолжен обязательно иметь штамп и печать организации, которой принадлежитавтомобиль.

Путевые листы формы N N 4-с, 4-п, 4-м хранятся совместно с товарно - транспортными накладными.

Порядок заполнения путевого листа.

1. Путевой лист оформляется на каждое транспортное средство, используемое юридическим лицом, индивидуальным предпринимателем для осуществления перевозок грузов, пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в городском, пригородном и междугородном сообщениях.
2. Путевой лист оформляется на один день или срок, не превышающий одного месяца.
3. Если в течение срока действия путевого листа транспортное средствоиспользуется посменно несколькими водителями, то допускается оформление наодно транспортное средство нескольких путевых листов раздельно на каждоговодителя.
4. В наименовании путевого листа указывается тип транспортного средства, на которое оформляется путевой лист (путевой лист легкового автомобиля,путевой лист трамвая и т.п.). Номер путевого листа указывается в заголовочнойчасти в хронологическом порядке в соответствии с принятой владельцем транспортного средства системой нумерации. В заголовочной части путевого листапроставляются печать или штамп юридического лица, индивидуального предпринимателя, владеющих соответствующими транспортными средствами направах собственности или ином законном основании.
5. Даты, время и показания одометра при выезде транспортного средства спостоянной стоянки и его заезде на постоянную стоянку проставляются уполномоченными лицами, назначаемыми решением руководителя предприятия илииндивидуального предпринимателя, и заверяются их штампами или подписямис указанием инициалов и фамилий, за исключением случаев, когда индивидуальный предприниматель совмещает обязанности водителя.
6. Даты, время и показания одометра при выезде транспортного средства спостоянной стоянки и его заезде на указанную стоянку проставляются индивидуальным предпринимателем в случае, если указанный предприниматель совмещает обязанности водителя.

7. В случае оформления на одно транспортное средство нескольких путевых листов раздельно на каждого водителя дата, время и показания одометра привыезде транспортного средства с постоянной стоянки проставляются в путевомлисте водителя, который первым выезжает с места постоянной стоянки, а дата,время и показания одометра при заезде транспортного средства на постояннуюстоянку - в путевом листе водителя, который последним заезжает на постояннуюстоянку.
8. Даты и время проведения пред рейсового и после рейсового медицинского осмотра водителя проставляются медицинским работником, проводившимсоответствующий осмотр, и заверяются его штампом и подписью с указаниемфамилии, имени и отчества.
9. Собственники (владельцы) транспортных средств обязаны регистрировать оформленные путевые листы в журнале регистрации путевых листов.
10. Оформленные путевые листы должны храниться не менее пяти лет

(Источник: Логистика на транспорте : учебное пособие / М. А. Арсланов, Ш. М. Минатуллаев, Д. А. Салатова, Б. А. Джапаров. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2021. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/175383— Режим доступа: для авториз. пользователей.)

Задание 1.Выполните расчет себестоимости перевозок, пройдя по ссылке: https://reader.lanbook.com/book/171705?lms=0f6c0171bc2815bf0bac24b685d2862a#38

(Логистика: практикум : учебное пособие / составитель Л. А. Хомутова. — 2-е изд., исправ. И доп. — пос. Караваево : КГСХА, 2020. — 85 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/171705— Режим доступа: для авториз. пользователей.)

Выбор территориально удаленного поставщика на основе анализа полной стоимости

Цель работы: *получение навыков определения самого выгодного поставщика товаров в зависимости от стоимости и величины партии закупки продукции.*

Условие задачи: Фирма М расположена в Москве и занимается оптовой торговлей продовольственными товарами. Основные поставщики фирмы М также расположены в Москве. Поставщик из города N предлагает фирме М товары по ценам дешевле московских. Закупка товаров у поставщика в городе N приведет к следующим дополнительным затратам: затраты на транспортировку, отвлечение денежных средств в запасы (в пути и страховые запасы), расходы на экспедирование.

Необходимо определить какие из позиций ассортимента фирмы М целесообразно закупать в городе N, а какие – в Москве. Исходные данные к задаче следующие.

Таблица 1 - Характеристика закупаемого ассортимента

Наименование тов.группы ассортимента фирмы М	Стоимость в г.N, руб./м^3	Цена, руб./ед.тов.		Разница в ценах, % (цена в N - база)	Вывод о целесообразности закупки в городе N
		г.N	Москва		
1	2	3	4	5	6
Консервы мясные	11000	12	14,4		
Консервы рыбные	12000	20	23		
Консервы овощные	10000	10	14,5		
Консервы фрукт.-ягодные	15000	15	18		
Кондитерские изделия	88000	100	115		
Варенье, повидло, мед	37000	50	65		
Чай	110000	120	138		
Крупа и бобовые	23000	20	22		
Макаронные изделия	17000	20	26		
Виноградные вина	70000	70	80,5		
Коньяк	120000	100	105		
Шампанское	50000	60	66		
Пиво	25000	30	33		
Безалкогольные напитки	20000	24	30		

- Тарифная стоимость транспортировки из города N в Москву одинакова для всех товаров и составляет 3000 руб. за 1 м^{3}груза.
- Срок доставки грузов 10 дней.
- В случае поставок из города N фирма вынуждена создавать страховые запасы на максимальное предполагаемое время задержки поставки, которое составляет половину времени доставки.

- Затраты на содержание запаса в пути и страхового запаса рассчитываются на основании процентных ставок банковского кредита – 36% годовых.
- Расходы на экспедирование составляют 2% от стоимости груза.
- Грузы, поставляемые фирме М московскими поставщиками, пакетированы и подлежат механизированной выгрузке. Поставщик из города N поставляет тарно-штучные грузы, которые необходимо выгружать вручную. Разница в стоимости разгрузки в среднем составляет 200 руб./ $м^3$.

Методически указания к решению задачи

1. Оценку целесообразности закупки делают на основе построения и использования **кривой выбора поставщика**, по оси абсцисс откладывают закупочную стоимость 1 $м^3$ груза в городе N, а по оси ординат – доля дополнительных затрат на доставку 1 $м^3$ этого груза из города N в Москву в его закупочной стоимости в городе N (в %).
2. Для расчета доли дополнительных затрат необходимо заполнить таблицу 2.

Таблица 2 - *Расчет доли дополнительных затрат в удельной стоимости груза*

Закупочная стоимость, руб./м3	Дополнительные затраты на доставку 1 м3 груза из города N						Доля доп. затрат в закуп. ст-ти, %
	Транспортный тариф, руб./м3	Запасы в пути, руб.	Страховые запасы, руб.	Экспеди-рование, руб.	Разница в разгрузке, руб./м3	Общие доп. затраты	
1	2	3	4	5	6	7	8
5000							
10000							
20000							
30000							
40000							
50000							
70000							
100000							

3. На основании столбцов 1 и 8 табл.2 постройте кривую выбора поставщика.
4. Рассчитайте в процентах разницу в ценах поставщиков из Москвы и города N и внесите в табл.1.
5. Определите целесообразность закупки конкретных позиций ассортимента

1) Отметьте на оси абсцисс точку, соответствующую закупочной стоимости груза в городе N и возведите из нее перпендикуляр длиной, равной разнице в ценах (табл.1, ст.5).

2) Вывод о целесообразности закупок в городе N делают в том случае, если конец перпендикуляра окажется выше кривой поставщика, т.е. разница в цене будет выше суммы всех дополнительных затрат, возникающих в связи с переносом закупки в удаленное территориально место.

Вопросы для подготовки

1. Какова структура себестоимости перевозок?
2. Назовите особенности формирования грузовых тарифов.
3. Как формируется себестоимость автобусных перевозок и тарифы?
4. Как определить затраты при выполнениимеждународных автомобильных перевозок?
5. Какие бывают базисные условия поставки?
6. Методика расчетаи котировки сквозного тарифа.

Практическое занятие № 9
СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ДОКУМЕНТОВ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ УЧАСТНИКОВ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗА

Транспортная товаросопроводительная документация

При организации грузоперевозок как в пределах страны, так и за границу,обязательным является оформление ряда различных документов. Те из них, которые транспортируются вместе с грузом, представляя собой разностороннююинформацию о характере, количественном и качественном составе перевозимогогруза, о его отправителе и получателе, обобщенно называются товаросопроводительные документы.

Эти документы подразделяются на:

- транспортные документы;
- финансовые документы;
- разрешительные документы.

Транспортные товаросопроводительные документы

Транспортная накладная — основной товаросопроводительный документ,форма и содержание которого зависит от вида транспорта, которым

осуществляется транспортировка груза. Специальные формы предусмотрены для железнодорожных, морских и авиационных перевозках, но чаще всего документыоформляются для перевозки автотранспортом. Такую транспортную накладную оформляют на бланке по Приложению No4 к «Правилам перевозок грузов автомобильным транспортом». Эту накладнуюоформляет в минимальном количестве три экземпляра отправитель груза. Ему остается первый из экземпляров, второй доставляется получателюгруза и третий – перевозчику. При необходимости количество экземпляров может быть увеличено.

Если производится перевозка груза, находящегося в чей-толичной собственности, накладную оформляет перевозчик.Подписывают эту накладную отправитель груза и перевозчик, заверяя своими печатями. При отгрузке в ней проставляется отметка о приеме груза перевозчиком за подписью принявшего груз водителя. Грузоотправитель в присутствии водителя заносит в накладную массу и количество мест груза, его состояние, способ упаковки и сведения об опломбировании. Отмечается также времяприемки груза для перевозки. В накладной содержится перечень всех прочих документов, сопровождающих груз – сертификатов, паспортов качества, инструкций, разрешений и т.д.

Финансовые товаросопроводительные документы.

К финансовым документам относятся счет-фактуры, инвойсы – коммерческие счета за товары, которые поставляются. Оформление товаросопроводительных документов финансового характера осуществляет предприятие-продавецили отправитель груза. Они могут выполнять также роль накладной на товарыпри составлении на определенной формы бланках.

Разрешительные документы:

Разрешительные виды товаросопроводительных документов выдаются нена все виды товаров, а на установленные законодательством группы их:

- ветеринарное свидетельство выдают ветеринарные службы, если необходимо перевозить через границу птиц или животных;

- санитарное свидетельство должно сопровождать транспортировку продуктов питания, мясопродуктов: выдает его орган санитарного надзора;

- фитосанитарное свидетельство выдает Инспекция по карантину растенийпри перевозке растений или плодов;

- карантинное свидетельство выдают органы по карантину, если груз может быть разносчиком инфекции;

- сертификат безопасности выдается при перевозке установленных Госстандартом России товаров.

Прочие товаросопроводительные документы.

Вместе с товаром направляется еще ряд документов, которые в вышеперечисленные группы документов не входят:

- отгрузочная спецификация, в которой содержится информация о том, ктоотправил груз, и кто является его получателем, какое транспортное средство перевозит груз и что собой представляет сам груз с указанием его габаритов, веса,количества мест и т.д.;

- сертификат качества – документ, предоставляемый лабораторией, исследовавшей конкретный товар. Для экспортных операций данный документ подтверждает соответствие товара условиям контракта в части безопасности дляокружающей среды и для здоровья людей;

- упаковочный лист, который используется в тех случаях, когда одна упаковка содержит разные товары. Лист составляется для каждого товарного местаи содержит информацию обо всех видах, сортах товара, в этом товарном месте содержащихся. Он может служить дополнением к счету-фактуре при отправлении большого количества наименований разных товаров;

- комплектовочная ведомость включает описание самого транспортногосредства и описание каждого места груза;

- сертификат страны происхождения к товаросопроводительным документам относится условно, выдается он торгово-промышленной палатой и применяется при таможенной очистке товаров. Он подтверждает, что товар произведен встране, от имени которой действует торгово-промышленная палата. В некоторыхслучаях при таможенном оформлении товара требуется документальное подтвержденное того, в какой стране он произведен.

Существуют также документы контроля доставки грузов, которые предоставляет перевозчик или таможенный орган для гарантии доставления товара в таможенный орган по назначению.Все товаросопроводительные документы на всем протяжении перевозкисопровождают груз. Ответственность за их оформление лежит на отправителе, аподготовкой их часто занимается транспортно-логистическая компания, выполняющая перевозку.

Перевозочные документы

1. К перевозочным документам относятся билет, багажная квитанция, грузовая накладная, почтовая накладная, иные документы, используемые при оказании услуг по воздушной перевозке пассажиров, багажа, груза, почты и предусмотренные нормативными правовыми актами федерального органа исполнительной власти, уполномоченного в области транспорта.

2. Договор воздушной перевозки пассажира, договор воздушной перевозкигруза или договор воздушной перевозки почты удостоверяется соответственнобилетом и багажной квитанцией в случае перевозки пассажиром багажа, грузовой накладной, почтовой накладной.

3. Билет, багажная квитанция, грузовая накладная, почтовая накладная,иные документы, используемые при оказании услуг по воздушной перевозкепассажиров, багажа, грузов, почты, могут быть оформлены в электронной форме(электронный перевозочный документ) с размещением информации об условияхдоговора конкретной воздушной перевозки в автоматизированной информационной системе оформления воздушных перевозок. В случае оформления электронного перевозочного документа на воздушную перевозку пассажира пассажир вправе потребовать, а перевозчик или действующее на основании договорас перевозчиком лицо при заключении договора воздушной перевозки или регистрации пассажира обязаны выдать заверенную выписку, содержащую условиясоответствующего договора воздушной перевозки, из автоматизированной информационной системы оформления воздушных перевозок. В случае оформления электронного перевозочного документа на перевозку груза, почты перевозчик по требованию грузоотправителя обязан выдать квитанцию на перевозкугруза, почты, позволяющую идентифицировать груз, почту и содержащую информацию из электронного перевозочного документа о перевозке груза, почты.

4. Формы билета, багажной квитанции, выписки из автоматизированнойинформационной системы оформления воздушных перевозок, грузовой накладной, почтовой накладной, иных документов, используемых при оказании услугпо воздушной перевозке пассажиров, багажа, груза, почты, устанавливаются федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным в области транспорта.

5. По требованию суда, органов прокуратуры, органов внутренних дел, судебного пристава-исполнителя, налоговых органов, таможенных органов электронный перевозочный документ передается перевозчиком или действующим наосновании договора с перевозчиком лицом по информационно-телекоммуникационной сети или на материальных носителях либо представляется в виде выписки из автоматизированной информационной системы оформления воздушных перевозок.

6. Для учета воздушных перевозок пассажиров перевозчиком или действующим на основании договора с перевозчиком лицом ведется реестр перевозочных документов (в том числе реестр электронных перевозочных

документов) наосновании информации, содержащейся в автоматизированной информационнойсистеме оформления воздушных перевозок.

7. Реестр перевозочных документов ведется в электронном виде или на бумажном носителе и должен содержать сведения о плате за воздушные перевозкипассажиров, багажа и маршрутах воздушных перевозок пассажиров, багажа суказанием пунктов отправления и пунктов назначения. Требования к рееструэлектронных перевозочных документов утверждаются федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным в области транспорта.

8. Требования к автоматизированной информационной системе оформления воздушных перевозок, к базам данных, входящим в ее состав, к информационно-телекоммуникационной сети, обеспечивающей работу указанной автоматизированной информационной системы, к ее оператору, а также меры по защитеинформации, содержащейся в ней, и порядок ее функционирования утверждаются Правительством Российской Федерации по представлению федеральногооргана исполнительной власти, уполномоченного в области транспорта, по согласованию с органом, обеспечивающим координацию деятельности федеральных органов исполнительной власти по противодействию терроризму.

Таможенные документы

1. Таможенные документы заполняются на русском языке или на государственном языке государства-члена, таможенному органу которого представляются таможенные документы, если иное не установлено настоящим Кодексом.Таможенные документы, заполняемые на территории одного государства-члена и подлежащие представлению таможенным органам другого государства-члена при совершении таможенных операций, заполняются на русском языке.

2. Сведения, подлежащие указанию в таможенных документах в кодированном виде, указываются с использованием классификаторов, утверждаемыхКомиссией, а до их утверждения Комиссией - с использованием классификаторов, применяемых в соответствии с законодательством государств-членов о таможенном регулировании.

3. Структура и формат таможенных документов в виде электронных документов устанавливаются в соответствии с законодательством государств-членов,за исключением случаев, когда в соответствии с настоящим Кодексом, инымимеждународными договорами и актами в сфере таможенного регулированияструктура и формат таможенных документов в виде электронных документовопределяются Комиссией.

4. Законодательством государств-членов о таможенном регулировании могут устанавливаться таможенные документы, не предусмотренные настоящимКодексом, иными международными договорами и актами в сфере таможенногорегулирования, их формы, порядок заполнения этих форм, внесения изменений(дополнений) в такие таможенные документы.

5. В случае если настоящим Кодексом, иными международными договорами и актами в сфере таможенного регулирования не предусмотрено определение порядка заполнения форм таможенных документов и (или) порядка внесенияв таможенные документы изменений (дополнений), такой порядок может определяться законодательством государств-членов о таможенном регулировании.

(Логистика на транспорте : учебное пособие / М. А. Арсланов, Ш. М. Минатуллаев, Д. А. Салатова, Б. А. Джапаров. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2021. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/175383. — Режим доступа: для авториз. пользователей).

Задание 1. Изучите по ссылке договор купли-продажи и порядок его оформления:

https://reader.lanbook.com/book/194801?lms=0aad1a93f99237f2e6cfc1a64881084d#36

Задание 2. Изучите по ссылке договор перевозки груза и порядок его оформления:

https://reader.lanbook.com/book/194801?lms=dcdbf4d9221cdfd8bdf268285a07dfa4#55

Задание 3. Изучите по ссылке договор транспортно-экспедиционной деятельности и порядок его оформления:

https://reader.lanbook.com/book/194801?lms=c34321145ebddb71865703e633afd6e8#68

Брюханов, Ю. Г. Транспортно-экспедиционное обслуживание : учебное пособие / Ю. Г. Брюханов, Ю. С. Боровская, Е. С. Кадникова. — Новосибирск : СГУВТ, 2020. — 165 с. — ISBN 978-5-8119-0842-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/194801. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Тестовые задания

1. _____ или запрос покупателя – предварительное предложение экспедитора, прописывающее условия и параметры подготавливаемого на следующем этапе договора купли/продажи.

2. Экспедитор должен подготовить и подписать с клиентом несколько документов:

а) оферта

б) договор купли/продажи

в) трудовой договор

г) учредительный договор

д) все выше перечисленное

3. Верно ли утверждение, что «Технологическая схема доставки, включающая и технологическую карту, накладывается на типовой процесс управления комплексным транспортно-экспедиционным обслуживанием и расписывается в документах для внутреннего пользования в транспортно-экспедиционном предприятии по каждому звену»

а) верно

б) неверно

4. Верно ли утверждение, что «Основное назначение оперативного плана – распределение объема работ в соответствии с заключенными договорами исходя из имеющихся трудовых и других ресурсов экспедитора, наличия площадей для приема и обработки грузов, их хранения, наличия и соответствия параметрам подвижного состава, погрузо-разгрузочных механизмов и других средств осуществления экспедиции»?

а) верно

б) неверно

5. Верно ли утверждение, что «Сначала экспедитор собирает заявки на транспортно-экспедиционное обслуживание до определенной даты, далее планирует загрузку мощностей, составляет технологические карты и графики обслуживания, определяет перечни и номенклатуру необходимых для

выполнения заявки товарно-сопроводительных документов и на последнем этапе осуществляет текущий контроль выполнения оперативного плана»?

а) верно

б) неверно

6. _____ дают возможность оценить, достаточно ли данных для принятия решения о необходимости введения новых документов, отмены некоторых из существующих, изменения отдельных позиций документов.

7. Какие экспедиторские документы внедрены организацией ФИАТА в мировую практику?

а) оборотный мультимодальный транспортный коносамент

б) необоротная мультимодальная транспортная накладная

в) экспедиторский сертификат перевозки

г) экспедиторская расписка

д) складская расписка

е) интермодальное весовое свидетельство отправителя

ж) декларация отправителя о перевозке опасных грузов

з) поручение экспедитору

8. _____ (счет-фактура) – один из важных документов экспедиции и доставки, сопровождающий каждую партию груза на экспорт

9. Какие документы необходимо предоставить при уведомлении таможенного органа о прибытии товаров на таможенную территорию Союза при международной перевозке автомобильным транспортом?

а) документы на транспортное средство международной перевозки

б) транспортные (перевозочные) документы

в) документы, сопровождающие международные почтовые отправления при их перевозке, определенные актами Всемирного почтового союза

г) имеющиеся у перевозчика коммерческие документы на перевозимые товары

д) декларация о грузе

Вопросы:

1. Что представляет договор транспортной экспедиции?
2. Что представляет договор агентирования?
3. Что представляет договор перевозки?
4. Что представляет договор фрахтования?

5. Что представляет транспортная товаросопроводительная документация?
6. Что представляют перевозочные документы?
7. Что представляют таможенные документы?

Практическое занятие № 10-11

ПРАВИЛА И ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-СОПРОВОДИТЕЛЬНЫХ, ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ДОКУМЕНТОВ

ПО УЧЕТУ РАБОТ В АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Путевой лист легкового автомобиля (форма № 3)

Является первичным документом по учету работы легкового автотранспорта и основанием для начисления заработной платы водителю.

Выписывается в одном экземпляре диспетчером или уполномоченным лицом. Путевой лист действителен только на один день или смену. На более длительный срок он выдается только в случае командировки, когда водитель выполняет задание в течение более одних суток (смены).

В путевом листе обязательно должны быть проставлены порядковый номер, дата выдачи, штамп и печать организации, которой принадлежит автомобиль.

Путевой лист специального автомобиля (форма № 3 спец)

Является основным первичным документом учета работы специального автомобиля и основанием для начисления заработной платы водителю.

Форма рассчитана на выполнение задания у двух заказчиков и действительна только на один день (смену). Выписывается в одном экземпляре диспетчером или лицом, на это уполномоченным, и выдается водителю под расписку при условии сдачи предыдущего путевого листа.

В путевом листе обязательно должны быть проставлены дата выдачи, штамп и печать организации, которой принадлежит автомобиль.

Раздел "Результаты работы автомобиля" заполняется лицами, отвечающими за эту работу.

В раздел "Особые отметки" заносятся сведения об изменении задания, указанного в разделе "Задание водителю", сведения о сопровождающих лицах и т.п.

Отрывные талоны путевого листа заполняются организацией, которой принадлежит спецавтомобиль, и служат основанием для предъявления счета заказчику.

Путевой лист легкового такси (форма N 4)

Является первичным документом по учету работы легкового такси и основанием для начисления заработной платы водителю.

Выписывается в одном экземпляре диспетчером организации и выдается водителю. Выдаваемый водителю путевой лист должен иметь порядковый номер, дату выдачи, штамп организации, которой принадлежит легковое такси. Ежедневно перед началом рабочего дня водитель получает путевой лист, а по окончании смены возвращает его в диспетчерскую.

Путевой лист грузового автомобиля (форма N 4-с)

Путевой лист грузового автомобиля (форма N 4-п)

Путевые листы грузового автомобиля являются основным документом первичного учета, определяющим совместно с товарно-транспортной накладной при перевозке товарных грузов показатели для учета работы подвижного состава и водителя, а также для начисления заработной платы водителю и осуществления расчетов за перевозки грузов.

Форма N 4-с (сдельная) применяется при осуществлении перевозок грузов при условии оплаты работы автомобиля по сдельным расценкам.

Форма N 4-п (повременная) применяется при условии оплаты работы автомобиля по повременному тарифу и рассчитана на одновременное выполнение перевозок грузов до двух заказчиков в течение одного рабочего дня (смены) водителя.

Отрывные талоны путевого листа заполняются заказчиком и служат основанием для предъявления организацией - владельцем автотранспорта счета заказчику.

К счету прилагают соответствующий отрывной талон.

Путевой лист остается в организации - владельце автотранспорта, в нем повторяются идентичные записи о времени работы автомобиля у заказчика и служат основанием для учета работы автомобиля в течение рабочего дня.

В случае, когда при повременной оплате за работу автомобиля будут перевозиться товарно-материальные ценности, в путевой лист вписываются

номера товарно-транспортных документов и прилагается один экземпляр этих товарно-транспортных документов, по итогу которых указывается количество перевезенных тонн груза и другие показатели, отражающие работу автомобиля и водителя.

Заполнение путевого листа до выдачи его водителю производится диспетчером организации или лицом, на это уполномоченным. Остальные данные заполняют работники организации - владельца автотранспорта и заказчики.

Путевые листы по формам N 4-с и 4-п выдаются водителю под расписку уполномоченным на то лицом только на один рабочий день (смену) при условии сдачи водителем путевого листа предыдущего дня работы.

Выданный путевой лист должен обязательно иметь дату выдачи, штамп и печать организации, которой принадлежит автомобиль.

Ответственность за правильное заполнение путевого листа несут руководители организации, а также лица, отвечающие за эксплуатацию грузовых автомобилей и участвующие в заполнении документа.

Путевые листы хранятся в организации совместно с товарно-транспортными документами, дающими возможность их одновременной проверки.

Путевой лист автобуса (форма N 6)

Является первичным документом по учету работы автобуса и основанием для начисления заработной платы водителю. Выдаваемый водителю путевой лист обязательно должен иметь порядковый номер, дату выдачи и штамп организации, которой принадлежит автобус. Все сведения об автобусе, расходе топлива и задания водителям записываются в путевом листе диспетчером и механиком.

Форма применяется для учета работы автобуса на городских и пригородных маршрутах.

Путевой лист автобуса необщего пользования (форма N 6 спец.)

Путевой лист является основным первичным документом учета работы автобуса необщего пользования по перевозке пассажиров.

Форма выписывается в одном экземпляре диспетчером и выдается водителю под расписку при условии сдачи предыдущего путевого листа.

Путевой лист действителен только на один день или на одну смену. В документе обязательно должны быть проставлены дата выдачи, штамп и печать организации, которой принадлежит автобус. Путевой лист оформляется только для выполнения заказа одной организации.

Раздел "Результат работы автобуса" заполняется при обработке путевых листов лицами, отвечающими за эту работу.

Журнал учета движения путевых листов (форма N 8)

Применяется организацией для контроля за движением путевых листов, выданных водителю, и сдачей обработанных путевых листов в бухгалтерию.

Товарно-транспортная накладная (форма N 1-Т)

Предназначена для учета движения товарно-материальных ценностей и расчетов за их перевозки автомобильным транспортом. Товарно-транспортная накладная состоит из двух разделов:

1. Товарного, определяющего взаимоотношения грузоотправителей и грузополучателей и служащего для списания товарно-материальных ценностей у грузоотправителей и оприходования их у грузополучателей.

2. Транспортного, определяющего взаимоотношения грузоотправителей заказчиков автотранспорта с организациями - владельцами автотранспорта, выполнившими перевозку грузов, и служащего для учета транспортной работы и расчетов грузоотправителей или грузополучателей с организациями - владельцами автотранспорта за оказанные им услуги по перевозке грузов.

Товарно-транспортная накладная на перевозку грузов автомобильным транспортом составляется грузоотправителем для каждого грузополучателя отдельно на каждую ездку автомобиля с обязательным заполнением всех реквизитов.

При централизованном вывозе грузов со станций железных дорог, портов, пристаней, аэропортов перевозка оформляется товарно-транспортными накладными, составляемыми совместно с работниками организаций - владельцев автотранспорта, станций железных дорог, пристаней, портов, аэропортов.

В условиях, когда на одном автомобиле одновременно перевозится несколько грузов в адрес одного или нескольких получателей, товарно-транспортная накладная выписывается на каждую партию грузов и каждому грузополучателю в отдельности.

Товарно-транспортная накладная выписывается в четырех экземплярах: первый - остается у грузоотправителя и предназначается для списания товарно-материальных ценностей;

второй, третий и четвертый экземпляры, заверенные подписями и печатями (штампами) грузоотправителя и подписью водителя, вручаются водителю;

второй - сдается водителем грузополучателю и предназначается для оприходования товарно-материальных ценностей у получателя груза;

третий и четвертый экземпляры, заверенные подписями и печатями (штампами) грузополучателя, сдаются организации - владельцу автотранспорта.

Третий экземпляр, служащий основанием для расчетов, организация - владелец автотранспорта прилагает к счету за перевозку и высылает плательщику - заказчику автотранспорта, а четвертый - прилагается к путевому листу и служит основанием для учета транспортной работы и начисления заработной платы водителю.

По грузам нетоварного характера, по которым не ведется складской учет товарно-материальных ценностей, но организован учет путем замера, взвешивания, геодезического замера, товарно-транспортная накладная выписывается в трех экземплярах:

первый и второй экземпляры передаются организации - владельцу автотранспорта. Первый экземпляр служит основанием для расчетов организации - владельца автотранспорта с грузоотправителем и прилагается к счету, а второй - прилагается к путевому листу и служит основанием для учета транспортной работы;

третий экземпляр остается у грузоотправителя и служит основанием для учета выполненных объемов перевозок.

Задание 1. Изучите в правовой системе «Консультант плюс» правила и порядок оформления транспортно-сопроводительных, транспортно-экспедиционных документов. Заполните самостоятельно бланки документов по заданиям, выданным преподавателем.

Тестовые задания

1. Договор перевозки грузов обычно заключается путем:

а) подписания единого документа;
б) составления квитанций,
в) составлением накладных,
г) иных документов, предусмотренных транспортным законодательством
д) все выше перечисленное

2. Верно ли утверждение, что «договор перевозки грузов» является односторонним и безвозмездным
а) верно
б) неверно

3. Верно ли утверждение, что «договор перевозки грузов является реальным, т.е. он считается заключенным с момента передачи груза перевозчику»
а) верно
б) неверно

4. Верно ли утверждение, что «согласно ст.785 Гражданского Кодекса Российской Федерации по договору перевозки груза перевозчик обязуется доставить вверенный ему груз в пункт назначения и выдать его управомоченному на получение груза лицу (получателю), а отправитель обязуется уплатить за перевозку груза установленную плату.
а) верно
б) неверно

5. Верно ли утверждение, что «Перевозка грузов, пассажиров и багажа в соответствии с Гражданским Кодексом Российской Федерации осуществляется на основании договора перевозки»
а) верно
б) неверно

6. Верно ли утверждение, что «Общие условия перевозки определяются транспортными уставами и кодексами, иными законами и издаваемыми в соответствии с ними правилами»
а) верно
б) неверно

7. Верно ли утверждение, что «Плата за перевозку грузов, пассажиров и багажа транспортом общего пользования определяется на основании тарифов,

утверждаемых в порядке, установленном транспортными уставами и кодексами»

а) верно

б) неверно

8. Кем оформляется путевой лист, если транспортное средство предоставлено во временное владение и пользование за плату по договору аренды транспортного средства с экипажем?

9. Какая информация указывается на лицевой стороне коносамента

а) маршрут

б) технология доставки товара

в) характеристика груза

г) условия доставки

д) дополнительная информация по просьбе грузовладельца

10. Укажите обязательные реквизиты заказа (заявки) на перевозку грузов автомобильным транспортом

а) Наименование документа и дата его оформления (число, месяц и год).

б) Наименование, адрес, номер телефона и ИНН грузоотправителя.

в) Наименование, адрес, номер телефона и ИНН перевозчика.

г) Адрес пункта подачи транспортного средства, дата и время подачи транспортного средства в этот пункт.

д). Адреса пунктов погрузки и выгрузки, наименование (идентификационный номер налогоплательщика) организации - владельца объекта инфраструктуры пункта погрузки.

е) Наименования конечного и промежуточных пунктов маршрута в случае необходимости определения маршрута перевозки груза, обязанности доставки порожнего контейнера или предоставленного грузоотправителем перевозчику оборудования для крепления груза.

ж) Отгрузочное наименование груза (для опасных грузов - в соответствии с ДОПОГ, его состояние и другая необходимая информация о грузе.

з) Количество грузовых мест (масса брутто (нетто) грузовых мест в килограммах и метод ее определения, размеры (высота, ширина и длина) в метрах, объем грузовых мест в кубических метрах), возможность распределения груза по длине грузовой платформы, делимость груза, а также в случае перевозки груза в контейнере - информация об участии водителя в погрузке груза в контейнер или о приеме груженого контейнера.

11. Укажите обязательные реквизиты заказа (заявки) на перевозку грузов автомобильным транспортом
а) Информация по каждому опасному веществу, материалу или изделию в соответствии с ДОПОГ в случае перевозки опасного груза.
б) Параметры транспортного средства, необходимые для осуществления перевозки груза (тип, грузоподъемность, вместимость и др.).
в) Указания, необходимые для выполнения фитосанитарных, санитарных, карантинных и прочих требований, установленных законодательством Российской Федерации.
г) Рекомендации о предельных сроках перевозки груза.
д) Требования о соблюдении температурного режима перевозки груза необходимости предоставления транспортного средства для
е) Размер платы за перевозку и (или) порядок расчетов.
ж) Должность, фамилия, инициалы и подпись грузоотправителя или уполномоченного им лица.
з) Должность, фамилия, инициалы и подпись перевозчика или уполномоченного им лица.

12. Сведения о принятии заказа-наряда к исполнению включают:
а) дату принятия заказа-наряда к исполнению;
б) фамилию, имя, отчество (при наличии) должность лица, принявшего заказ-наряд к исполнению, и его подпись
в) количество, тип, марку, грузоподъемность (тонн), вместимость (в кубических метрах) транспортного средства
г) регистрационные номератранспортного средства
д) наименование и номер путевого листа и сведения о сроке его действия
13. Сведения о транспортном средстве включают:
а) количество, тип, марку, грузоподъемность (тонн), вместимость (в кубических метрах);
б) регистрационные номера;
в) фамилию, имя, отчество (при наличии), идентификационный номер налогоплательщика (при наличии), серию, номер, дату выдачи водительского удостоверения для водителей,
г) данные о средствах связи (при наличии) водителя (водителей),
д) наименование и номер путевого листа и сведения о сроке его действия

РАЗДЕЛ 6.ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ СМЕШАННЫХ ПЕРЕВОЗОК

Практическое занятие № 12
СМЕШАННЫЕ ПЕРЕВОЗКИ: ВЫБОР ВИДА ТРАНСПОРТА

Цель занятия – *изучение методов расчета оптимального маршрута доставки продукции в смешанном сообщении*.

На выбор способа транспортировки грузов влияют следующие условия:

• состояние существующей транспортной инфраструктуры региона (реально возможные для конкретной ситуации транспортные схемы);

• ограничения на выбор видов транспорта;

• доступность информации о различных видах транспортных услуг;

• форма собственности транспортных средств;

• принятая система страхования грузов;

• варианты банковского обслуживания грузовладельцев и перевозчиков;

• тарифы на услуги потенциальных перевозчиков;

• уровень комплексности транспортного обслуживания;

• технико-эксплуатационные характеристики применяемого подвижного состава и стационарных устройств;

• критерии выбора.

В настоящее время регулирование национальных транспортных систем и формирование международных транспортных систем решает противоречивые задачи:

1. необходимо с одной стороны обеспечить свободу выхода на зарубежные рынкисвоих предпринимателей и защитить свой рынок от прихода чужого бизнеса;

2. требуется вкладывать большие инвестиции в транспортную инфраструктуру и в тоже время необходимо урезать расходы бюджета;

3. стимулируя приобретения личных транспортных средств, и развивая частный транспортный бизнес и этим улучшая экономические показатели развития страны – получаем экологические проблемы и ухудшаем пропускную способность транспортных сетей и как следствие ухудшение показателей качества жизни;

4. приватизируя и дерегулируя транспортную сферу усиливаем конкуренцию между различными видами транспорта, что усугубляет разрозненность между различными видами транспорта, увеличивает экологическую нагрузку на территории;

5. необходимое увеличение пропускной способности требует выделения земельных участков под транспортные проекты и требует дорогостоящих

инвестиций, которые не в состоянии осилить отдельные транспортные предприятия.

Как видно решение одних задач ведет к появлению новых и усугублению уже имеющихся проблем.

Прямыми смешанными (интермодальными) перевозками называются перевозки грузов несколькими видами транспорта по единому перевозочному документу с передачей грузов в пунктах перевалки одним видом транспорта другому без участия грузовладельца. Отличие прямой смешанной перевозки от унимодальной (одновидовой) заключается в том, что последняя осуществляется одним видом транспорта.

В то же время в других работах указывается, что смешанная раздельная перевозка осуществляется обычно двумя видами транспорта: морской – автомобильный, железнодорожный – автомобильный и т.д., при отсутствии единой тарифной ставки фрахта и наличии нескольких транспортных документов. При прямой смешанной перевозке грузовладелец заключает договор с первым перевозчиком, который действует от себя и от имени следующего перевозчика.

Наконец, смешанной перевозкой называется транспортировка грузовой партии от пункта отправления до пункта назначения, когда для процесса перемещения используется более одного вида транспорта.

Около 90% российских внешнеторговых грузов осуществляется с использованием нескольких видов транспорта. Использование интермодальных схем перевозок позволяет экономить время, умело устранять недостатки различных видов транспорта, используя преимущества другого, повышать качество обслуживания клиентов и снижать транспортные расходы.

Методика выбора маршрута доставки продукции в прямом смешанном сообщении

Рассмотрим задачу выбора маршрута и видов транспорта для осуществления смешанной международной перевозки контейнеров из Пуссана (Республика Корея) до Москвы (Российская Федерация). Данное направление выбрано потому, что Юго-Восточная Азия по-прежнему остается главным поставщиком грузов в Европу и вопросы развития евроазиатского транзита через Россию становятся в последнее время все более актуальными (ежегодно по транспортным коридорам Азия - Европа перевозится около 90 млн. т грузов, причем почти 30% этого грузопотока следует в контейнерах).

На рисунке 1 приведены маршруты перевозок из порта Пуссан до «дверей» получателя в Москве. Характеристики выбранных маршрутов и организации перевозок представлены в таблице 1. Из таблицы видно:

– все маршруты включают два или три вида транспорта: при этом один из них – морской;
– при использовании железнодорожного транспорта предусматривается возврат контейнеров в порты, откуда была осуществлена поставка;
– при сборе информации были использованы данные разных компаний.

Таблица 1 – Краткая характеристика смешанных перевозок на маршрутах Пуссан - Москва.

№ маршрута	Характеристика	Виды транспорта	Примечание
1	Через порт Котка (Финляндия)	Морской + авто	Морской перевозчик – компания *APL*
2	Через порт Санкт-Петербург	Морской + авто	Морской перевозчик – компания *APL*
3	Через порт Котка	Морской + авто	Морской перевозчик – компания *CS*
4	Через порт Санкт-Петербург	Морской + авто	Морской перевозчик – компания *CS*
5	Через порт Котка	Морской + ж/д + авто	Возврат контейнера по ж/д
6	Через порт Санкт-Петербург	Морской + ж/д + авто	Возврат контейнера по ж/д
7	Через порт Санкт-Петербург	Морской + авто	Автомобильная перевозка под режимом «таможенный перевозчик»
8	Через порт Восточный (по Транссибу)	Морской + ж/д + авто	Возврат контейнера по ж/д

В таблице 2 приведены составляющие затрат смешанных перевозок. При формировании таблицы 2 учитывались следующие факторы:

– все ставки включают морской фрахт, выгрузку в порту, погрузку на подвижной состав (автомобили или железнодорожные платформы);
– ставки не включают расходы, связанные с растаможиванием груза и дополнительные расходы в порту, связанные с досмотром контейнеров;
– ставка морского фрахт а взята базовая, хотя возможно в процессе переговоров ее снижение на $200, а при больших объемах – до $400;
– ставка морского фрахта на Санкт-Петербург включает дополнительную зимнюю надбавку за ледовую обстановку, равную $50;
– ставка за автомобильные перевозки на маршрутах 1-4 и 7 предусматривает доставку «до дверей» получателя, на маршрутах 5,6 и 8 ставка включает доставку по Москве;
– железнодорожная ставка (тариф) включает возврат контейнера;
– на маршрутах 1 и 3 в итоговую ставку включены расходы на обработку контейнеров в порту Котка ($182).

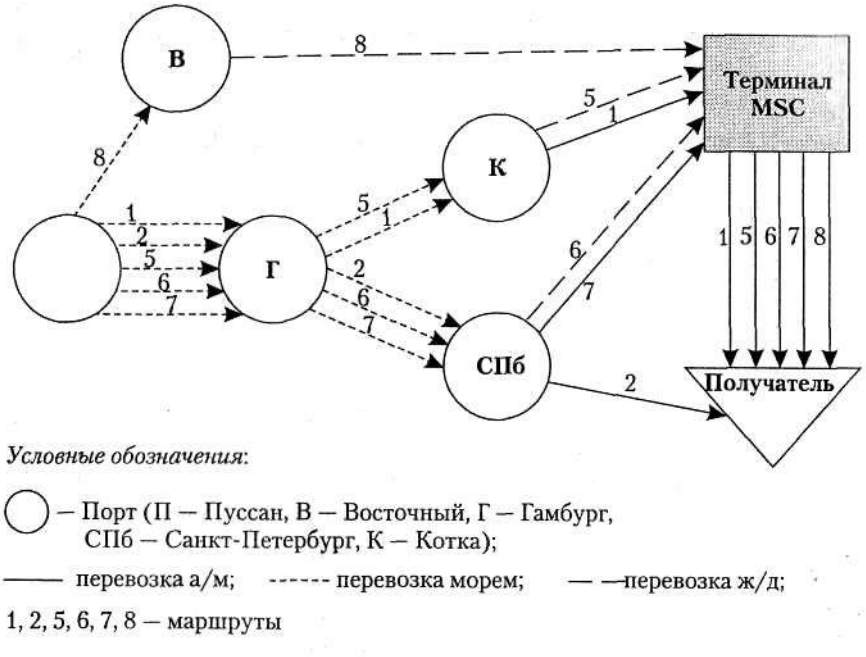


Рисунок 1 – Маршруты по направлению Пуссан – Москва.

Таблица 2 – Ставки (составляющие затрат) при смешанных перевозках на маршрутах Пуссан - Москва.

Номер маршрута (порт)	Виды транспорта	Составляющие затрат			Ставка (общие затраты), $
		морская	автотранспортная	железнодорожный транспорт	
1 (Котка)	Морской + а/м	1680* 2910	1100	—	2962** 4192
2 (СПб)	Морской + а/м	1910 3400	600	—	2510 4050
3 (Котка)	Морской + а/м	1950 3420	1100	—	2690 4250
4 (СПб)	Морской + а/м	2090 3600	600	—	2690 4200
5 (Котка)	Морской + ж/д + а/м	1680 2910	230 310	359 620	2987 4585
6 (СПб)	Морской + ж/д + а/м	1910 3400	900	—	2499 4330
7 (СПб)	Морской + а/м	1910 3400	900	—	2810 4300
8 (Восточный)	Морской + ж/д + а/м	1075 1950	230 310	1046 1857	2331 4117

В таблице 3 приведены данные о сроках доставки на рассматриваемых маршрутах. Указанное в таблице 3 время ожидания включает время перевалки, время растаможивания, время погрузки и выгрузки.

Таблица 3 – Временные составляющие при смешанных перевозках на маршрутах Пуссан - Москва, дней.

Номер маршрута (порт)	Морская перевозка	Наземная перевозка	Время ожидания	Суммарное время
1 (Котка)	26+3=29	2	2 дня перевалка+2 (MSC)	35
2 (СПб)	26+4=30	1	2+7+1+1=11	42
3 (Котка)	31+3=34	2	2+2=4	40
4 (СПб)	31+4=35	1	2+7+1+1=11	47
5 (Котка)	26+3=29	7	2+3+2=7	43
6 (СПб)	26+4=30	5	2+7+2=11	46
7 (СПб)	26+4=30	1	7+1+2=10	41
8 (Восточный)	2	15(17)	≈5	22(24)

Таблица 4 – Результаты расчетов ставок и времени доставки на маршрутах Пуссан - Москва.

Номер маршрута (порт)	Ставки за доставку контейнера, $		Общее время, дни	Интегральная оценка C^*, $
	20′DC	40′DC		
1 (Котка)	2962	4192	35	38493
2 (СПб)	2510	4050	42	38110
3 (Котка)	3232	4702	40	38813
4 (СПб)	2690	4250	47	38406
5 (Котка)	2987	4585	43	38606
6 (СПб)	2499	4330	46	38174
7 (СПб)	2810	4300	41	38404
8 (Восточный)	2351	4117	22(24)	37668

В таблице 4 приведены обобщенные данные о ставках и времени перевозки на маршрутах.

Приведенные стоимостные и временные оценки маршрутов представляют собой два критерия, т.е. по существу получена многокритериальная оценка. Для получения однокритериальной оценки воспользуемся формулой, приведенной в работе Е.В. Смолина (ГУУ, Москва):

$$C^* = \left(C_T + C_{пер}\right) \cdot \left(1+i\right)^n ,$$

где C^*–оценка стоимости груза и его доставки с учетом фактора времени (интегральная оценка);

C_T– закупочная стоимость товара;

$C_{пер}$– стоимость перевозки;

$(1+i)^n$– множитель наращения процентов по процентной ставке iза n периодов.

Следует указать, что можно использовать аналогичную формулу, но без учета $C_{пер}$.Средняя банковская ставка по краткосрочным валютным кредитам i=15% в год.

Величина n может быть рассчитана с учетом доставки T:

$$n = T/365.$$

В качестве стоимости перевозки при расчете по формуле используются ставки на соответствующих маршрутах.

При определении величины C_T следует воспользоваться данными таможенной статистики. Так, при перевозке в 20-футовом контейнере средняя стоимость груза составляет \$20 тыс. Однако в работах указывается, что, согласно таможенной статистике ГТК РФ, декларируемая иностранными грузовладельцами стоимость транзитных товаре и составляет около \$5 тыс. за 1 т. При средней загрузке 20-футового контейнера около 10 т, средняя стоимость товаров в транзитных контейнерах составляет \$50 тыс.

Примем для сравнительных расчетов для 20-футового контейнера C_m=\$35 тыс.

Рассчитаем величину интегральной оценки C^*для первого маршрута.

При постановке значений в формулу для 20-футового контейнера находим:

$$C^* = (35000 + 2962) \cdot (1 + 0{,}15)^{0{,}096}.$$

Анализ результатов расчета позволяет сделать следующие выводы:

1. При транспортировке 20-футовых контейнеров наиболее предпочтительным по ставкам и времени доставки является восьмой маршрут (по Транссибирской магистрали).
2. При транспортировке 40-футовых контейнеров наименьшая ставка имеет место на втором маршруте (через порт Санкт-Петербург при использовании автомобильного транспорта), тогда как наиболее быстрая доставка обеспечивается на восьмом маршруте (так же, как и 20-футовых контейнеров).
3. Интегральная оценка для 20-футовых контейнеров дает предпочтение восьмому маршруту.
4. Несомненно, что исследования по применению многокритериальных оценок и многокритериальной оптимизации в моделях и методах прикладной теории логистики должны быть продолжены.

Выбор схемы транспортировки нефтепродуктов

Постановка задачи. Фирма N, занимающаяся организацией и осуществлением экспедирования и перевозок экспортных, импортных и транзитных грузов, заключила контракт на доставку 21 000 т нефтепродуктов от Ачинского нефтеперегонного завода (Красноярский край) на новую нефтебазу, построенную на территории Монголии в г. Тэс-Сомон.

Сеть железных и автомобильных дорог в регионе, схема расположения транспортных предприятий, перевалочных нефтебаз и нефтебаз получателя, представлена на рисунке. Числами на схеме указаны расстояния между объектами, выраженные в километрах.

Транспортировка осуществляется в два этапа.

Первый этап: железнодорожным транспортом от Ачинска до нефтебаз Минусинска или Абазы. Стоимость доставки нефтепродуктов по железной дороге от Ачинского нефтеперегонного завода до этих нефтебаз является одинаковой, на расчеты влияния не оказывает и не учитывается.

Второй этап: автомобильным транспортом до Тэс-Со-мона.

Для обеспечения этих поставок фирма N заключает контракты с автотранспортными предприятиями на перевозку и с нефтебазами на перевалку и хранение нефтепродуктов. В регионе имеются два транспортных предприятия, отвечающих требованиям, предъявляемым к международным автомобильным перевозчикам: первое – в г. Аскиз, второе – в г.Минусинске. В регионе имеются также две нефтебазы: в г.Абаза и в г.Минусинске, которые являются ближайшими к конечному месту доставки и способны переваливать и хранить необходимый объем нефтепродуктов.

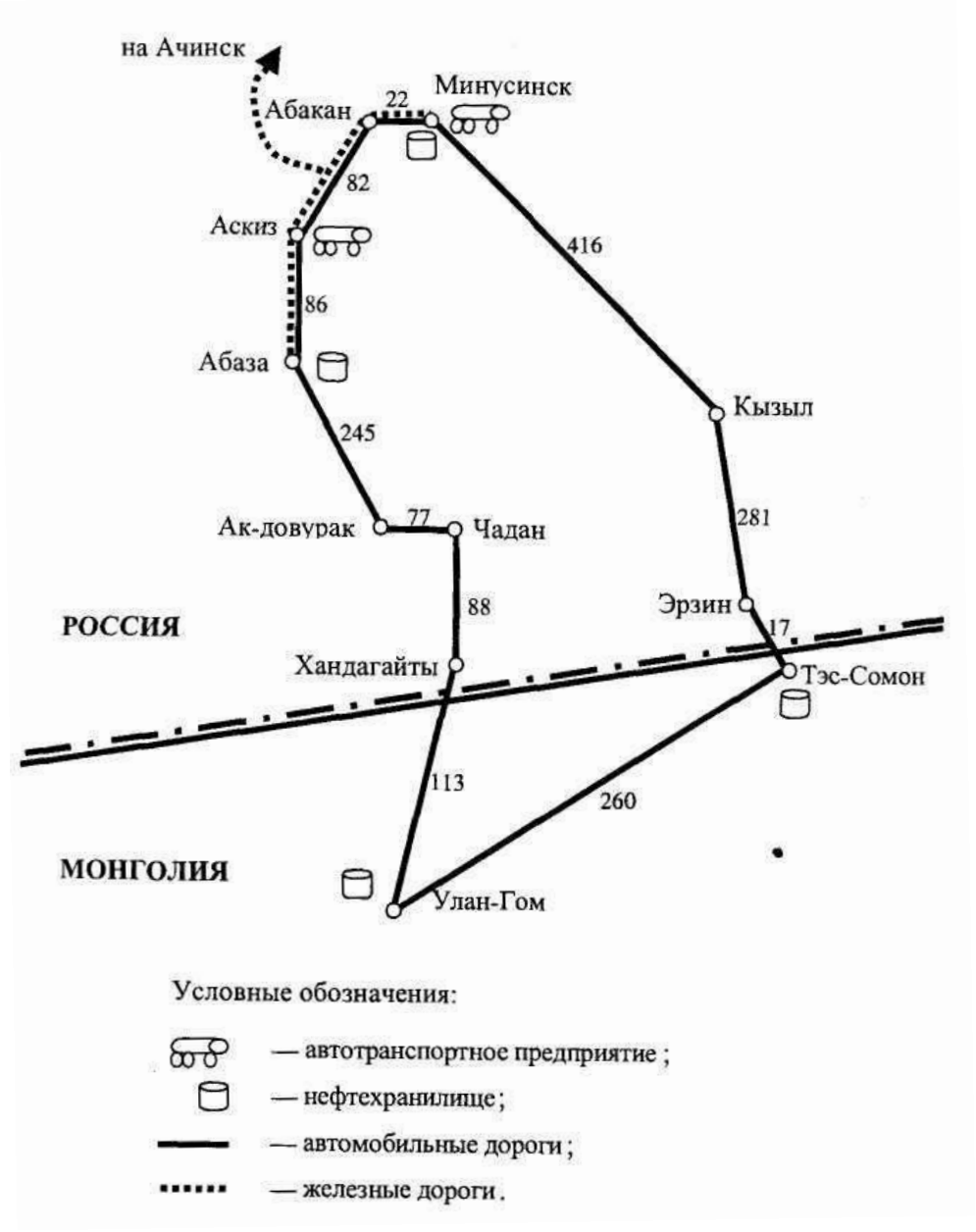
При решении задачи следует принять во внимание, что в регионе установлен регулярно действующий маршрут (базовый вариант): нефтепродукты по железной дороге доставляются в нефтебазу Абазы. Далее, на участке Абаза–Улан-Гом перевозка осуществляется силами аскизского АТП. На участке Улан-Гом – Тес-Сомон работает внутренний транспорт Монголии. Стоимость продвижения 21 000 нефтепродуктов до Тес-Сомона по **базовому варианту** составляет 39643800 руб..

Необходимо выбрать оптимальную схему транспортировки нефтепродуктов, используя в качестве критерия минимум полных затрат. Возможные варианты схем транспортировки приведены в табл.1.

Таблица 1 - ***Варианты схем транспортировки нефтепродуктов***

Показатель	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Перевалка	Через нефтебазу Абазы	Через нефтебазу Минусинска	Через нефтебазу Минусинска

Перевозчик	Аскизское АТП	Аскизское АТП	Минусинское АТП
Маршрут	Абаза– Улан-Гом– Тэс-Сомон	Минусинск– Кызыл– Тэс-Сомон	Минусинск– Кызыл– Тэс-Сомон



Методические указания

Выбор схемы транспортировки нефтепродуктов основан на проведении расчетов по разным вариантам. Критерий выбора – минимум полных затрат. Расчеты проводят в несколько этапов.

1. Пользуясь данными табл.2, а также значениями расстояний, указанных на рисунке, рассчитать стоимость транспортировки $C_{тр}$ нефтепродуктов по каждому из вариантов

Таблица 2 - ***Тарифы за транспортировку, руб./т-км***

Перевозчик	Размер тарифа (по вариантам задания)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Аскизское АТП	1,80	1,82	1,91	1,92	1,84	1,86	1,85	1,91	1,90	1,93
Минусинское АТП	1,92	1,63	1,68	1,69	1,72	1,74	1,78	1,82	1,84	1,88
Монгольский транспорт	0,09 у.е./ткм									

Внутренний тариф на перевозки в Монголии (0,09 у.е../ ткм) существенно выше тарифов российских АТП, занятых в международных перевозках, в силу отсутствия большегрузного подвижного состава, высокой стоимости топлива, а также ряда других факторов.

Результаты расчета внести в таблицу 4.

2. Рассчитать стоимость подачи транспортных средств под погрузку $C_{подачи}$. Тариф за подачу транспорта к месту погрузки $T_{подачи}$ = 6 руб./км. В связи с тем, что месторасположение транспортных предприятий и нефтебаз в первом и втором вариантах не совпадают, то возникают расходы, связанные с подачей автомобилей под погрузку. Стоимость подач определяется по формуле:

$$C_{подачи} = T_{подачи} \cdot N \cdot L,$$

где L — расстояние между транспортным предприятием и нефтебазой, км;
N – количество рейсов, необходимых для выполнения заданного объема перевозок, рассчитывается по формуле

$$N = \frac{Q}{q},$$

где Q – общий объем перевозок, равный по договору 21000 т,
q – грузоподъемность автомобиля принимается из расчета средней грузоподъемности автопоезда 15 т.

Результаты расчета внести в табл.4.

3. Пользуясь данными табл.3, рассчитать стоимостьперевалки нефтепродуктов на нефтебазах.

Таблица 3 - ***Тарифная стоимость перевалки нефтепродуктов, долл./т***

Нефтебаза	**Тариф**
Абазинская нефтебаза	7
Минусинская нефтебаза	10

Результаты расчета внесите в табл.4.

4. Рассчитайте полные затраты по трем вариантам схем транспортировки. Расчет выполнить в форме табл.4.

Таблица 4 - ***Расчет полных затрат по схемам транспортировки нефтепродуктов***

Стоимость	**Варианты**		
	1	**2**	**3**
Транспортировки			
Подачи транспорта			
Перевалки			
ВСЕГО			

5. Выберите для реализации вариант схемы транспортировки нефтепродуктов, отвечающий критерию минимума полных затрат.

6. Сопоставьте размер затрат по оптимальному варианту с базовым вариантом транспортировки нефтепродуктов, сформулировать вывод.

Выбор схемы доставки продукции в зависимости от избранных критериев

Цель работы – *получение навыков выбора оптимальной схемы поставки при наличии различных дополнительных условий.*

I. Определение критериев для выбора схемы транспортировки продукции.

1 .Критерии, влияющие на выбор транспортной схемы доставки:

1. Характер груза (вес, объем, консистенция).
2. Количество отправляемых партий.
3. Местонахождение пункта назначения (с учетом климата, сезонных характеристик).
4. Расстояние, на которое перевозится груз.
5. Ценность груза - около 70% дорогостоящих грузов перевозят коммерческие фирмы.
6. Близость расположения точки доставки груза к железнодорожной сети или автомагистрали.
7. Сохранность груза.
8. Риск для груза, невыполнение срока доставки

2. Критерии конкурентоспособности перевозчика

1. Время доставки.
2. Частота отправлены грузов.
3. Надежность соблюдения графика доставки (60% убытка приносят о просрочки доставки).
4. Способность перевозить разные грузы
5. Способность доставлять груз в любую точку РФ
6. Стоимость перевозки

В последнее время обращается особое внимание на формирование сквозного тарифа, который оплачивает 1 раз грузовладелец в пункте отправки. В этот тариф включены все логистические затраты.

1. Скорость доставки
2. Работа по графику (частота отправок)
3. Надежность доставки в обусловленное время
4. Перевозочная способность - способность перевозить разные грузы
5. Доступность, возможность обслуживания разных географических точек

Основными критериями при выборе схемы транспортировки являются:

1. Степень надежности поставок продуктов при транспортировке.
2. Транспортные затраты
3. Гибкость системы сохранности перевозимых грузов
4. Затраты связанные с упаковкой - при внедрении контейнерных перевозок расходы на упаковку сократились на 30-40%.
5. Уровень страховочных затрат.

II. Алгоритм решения задачи.

Задача. Выбор логистической схемы доставки товаров в зависимости от времени их продвижения

Условие задачи

1. Объем спроса на товар достаточно стабильный и носит регулярный характер.

2. Объем продаж составляет:

—40 млн. у.е.. или 80 тыс. единиц товара в год;

—30 млн. у.е.. или 60 тыс. единиц товара в год;

—25 млн. у.е., или 50 тыс. единиц товара в год;

—12,5 млн. у.е., или 25 тыс. единиц товара в год.

Продажа товара осуществляется равномерно день ото дня.

3. Альтернативные схемы доставки товаров:

а) транспортировка самолетом в малых контейнерах до места розничной торговли;

б) перевозка автомобильным транспортом в малых контейнерах до места розничной торговли;

в) перевозка автомобильным транспортом в больших контейнерах до места розничной торговли:

г) транспортировка по железной дороге в больших контейнерах до склада и от него малыми партиями до места розничной торговли.

4. Затраты времени при транспортировке самолетом:

—время обработки заявки — 5 дней;

—время в пути — 1 день;

—время нахождения в месте розничной торговли — 2 дня.

5. Затраты времени при транспортировке автомобильным транспортом в малых контейнерах:

—-время обработки заявки — 5 дней;

—время в пути — 2 дня;

—время нахождения в месте розничной торговли — 2 дня.

6. Затраты времени при транспортировке автомобильным транспортом в больших контейнерах:

— время обработки заявки — 5 дней;

—время в пути — 2 дня;

— время нахождения в месте розничной торговли — 8 дней.

7. Затраты времени при перевозке железнодорожным транспортом в больших контейнерах на склад и далее малыми партиями:

— время обработки заявки — 5 дней;

—время в пути— 4 дня;

—время нахождения на складе — 10 дней;

—время нахождения в месте розничной торговли — 5 дней.

8. Удельные транспортные расходы:

а) при объеме продаж 40 млн. у.е., или 80 тыс. единиц:

— при транспортировке самолетом — 3,33 у.е.;

— при транспортировке автомобилями малыми контейнерами — 2,70 у.е.;

— при транспортировке автомобилями большими контейнерами—1,58 у.е.;

— при транспортировке железнодорожным транспортом — 0,19 у.е.;

б) при объеме продаж 30 млн. у.е., или 60 тыс. единиц:

—при транспортировке самолетом— 4,10 у.е.;

—при транспортировке автомобилями малыми контейнерами — 3,31 у.е.;

—при транспортировке автомобилями большими контейнерами— 2,34 у.е.;

—при транспортировке железнодорожным транспортом — 1-14 у.е.;

в) при объеме продаж 25 млн. у.е., или 50 тыс. единиц:

— при транспортировке самолетом — 4,54 у.е.;

—при транспортировке автомобилями малыми контейнерами — 3,65 у.е.;

— при транспортировке автомобилями большими контейнерами—2,83 у.е.;

—при транспортировке железнодорожным транспортом — 1.74 у.е.;

г) при объеме продаж 12,5 млн у.е., или 25 тыс. единиц:

— при транспортировке самолетом — 5,65 у.е.;

— при транспортировке автомобилями малыми контейнерами — 5,37у.е.;

— при транспортировке автомобилями большими контейнерами—5,13 у.е.;

— при транспортировке железнодорожным транспортом — 4,09 у.е.

Процентная ставка на стоимость запасов равна 10% годовых. Стоимость 1 единицы товара составляет 500 у.е.

Определить:

1) годовою оборачиваемость или количество рейсов для каждой схемы доставки и каждого объема продаж;

2) объем товарных запасов, или средний размер поставки за рейс;

3) издержки на перевозку за рейс каждым видом транспорта для каждого объема продаж;

4) общие издержки за рейс при доставке товаров для каждой из альтернативных схем доставки, включая издержки на товарные запасы;

5)рациональные схемы доставки товаров для каждого объема продаж.

Решение задачи

1. Годовая оборачиваемость, или количество рейсов, N определяется исходя из 365 дней в году и общего времени оборота товаров Σt.

$$N=365/\Sigma t$$

При этом общее время оборота определяется как сумма времени обработки заказов у покупателя и продавца, времени транспортировки в международном сообщении, времени нахождения товаров на складе (включая время доставки в местном сообщении) и времени нахождения товара в месте розничной торговли.

2. Объем товарных запасов, или средний размер поставки за рейс $V_{mз}$для каждого альтернативного варианта доставки определяется по формуле

$$V_{mз}=Vn/N$$

где *Vn* — объем продаж, млн у.е., или ед. товара.

Результаты расчета объема товарных запасов, или среднего размера поставки за рейс, представлены в табл. 1

Таблица 1 - Объем товарных запасов, или средний размер поставки за рейс

Объем продаж, млн у.е.	Объем товарных запасов или средний размер поставки за рейс, при альтернативных схемах доставки товаров, тыс. у.е.			
	а	б	**в**	**г**
40				
30				
25				
12,5				

3. Издержки на перевозку за рейс *S*каждым видом транспорта для каждого объема продаж определяются следующим образом (табл. 2):

$$S=Syd*Vn/N,$$

где *Syd*— удельные транспортные расходы, у.е.

Таблица 2 - Издержки на перевозку на рейс каждым видом транспорта

Объем продаж, млн. у.е.	Издержки на перевозку за рейс каждым видом транспорта			
	а	б	**в**	**г**
80				
60				
50				
25				

4. Общие издержки за рейс при доставке товаров для каждой из альтернативных схем доставки включают издержки на перевозку издержки на товарные запасы.

Издержки на товарные запасы $S_{ЗАП}$(табл. 3) определяются в зависимости от времени транспортировки $t_Т$ и времени нахождения товара на складе $t_{скл}$:

$$S_{зап} = V_{mз} \times p \times \frac{t_{Ò} + t_{ñêë}}{365}$$

где p — процентная ставка на стоимость запасов, %.

Таблица 3 - Издержки на товарные запасы за рейс каждым видом транспорта

Объем продаж, млн. у.е.	Издержки на товарные запасы за рейс при альтернативных схемах доставки товаров, тыс. у.е.			
	а	б	**в**	**г**
40				
30				
25				
12,5				

Общие издержки за рейс при доставке товаров для каждой из альтернативных схем доставки представлены в табл. 4.

Таблица 4 - Общие издержки за рейс при доставке товаров для каждой из альтернативных схем доставки

Объем продаж, млн у.е.	Общие издержки за рейс при альтернативных схемах доставки товаров, тыс. у.е.			
	а	б	**в**	**г**
40				
30				
25				
12,5				

Контрольные вопросы

1. Понятие смешанных перевозок и формы их организации?
2. Интермодальные технологии организации транспортировки?
3. Что представляют контейнерные перевозки?

4. Что собой представляют паромная и ролкерная транспортно-технологические системы?

5. Что представляет лихтеровозная транспортно-технологическая система?

6. Понятие контрейлерные перевозки и безвагонные технологии?

7. Что такое грузовые терминалы?

8. Формирование логистической цепи при организации смешанных перевозок?

9. Что такое международные транспортные коридоры?

10. Особенности организации фидерных перевозок.

11. Преимущества и недостатки трейлерных перевозок.

12. Преимущества и недостатки пакетных перевозок грузов.

13. Фрейджерная перевозка, ее характеристика.

Источники: Логистика на транспорте : учебное пособие / М. А. Арсланов, Ш. М. Минатуллаев, Д. А. Салатова, Б. А. Джапаров. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2021. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/175383. — Режим доступа: для авториз. пользователей).

Лёвкин, Г. Г. Организация интермодальных перевозок. Конспект лекций : учебное пособие / Г. Г. Лёвкин. — 4-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — ISBN 978-5-8114-2929-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/212612. — Режим доступа: для авториз. пользователей).

Практическое занятие № 13
РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ СХЕМ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ОКАЗАНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ УСЛУГИ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗА В ЦЕПИ ПОСТАВОК

Транспортно–экспедиторское обслуживание

Задание 1. В соответствии с тарифной политикой стоимость перевозки одной тонны груза по железной дороге составляет 15 у.е. Грузовладелец собирается предъявить к перевозке 45 т груза. Железная дорогапредоставляет

10%-ную скидку с тарифа всем тем, кто предъявляет груз помассе, не меньшей технической нормы загрузки вагона. Для рассматриваемого случая техническая норма загрузки вагона составляет 60 т. Грузовладелец может обратиться к экспедитору с просьбой сформировать сборнуюотправку, состоящую из его груза (45 т) и груза другого собственника (15т). За оказанную в этом случае услугу экспедитор взимает комиссионныйсбор в размере 6%, исчисляемых от сумм провозных платежей, которыеоба грузовладельца заплатили бы железной дороге, если бы они не обратились к экспедитору.

Какой вариант перевозки 45 т груза (без экспедитора или с ним) является для первого грузовладельца более предпочтительным?

Задание 2. В соответствии с договором транспортного экспедирования экспедитор сообщил грузовладельцу, что номинальный тариф перевозчика составляет 150 у.е., но ему (экспедитору) удалось договориться о20%-ной скидке с тарифа, если провозные платежи будут проходить черезэкспедитора. По тому же договору грузовладелец обязуется в качестве дополнительного вознаграждения уплатить экспедитору половину полученной скидки.

Каков будет суммарный размер платежей грузовладельца по договорамперевозки и транспортного экспедирования, если за перечисление провозныхплатежей перевозчику экспедитор взимает комиссию в размере 2,5%?

Задание 3. По условию договора международной перевозки груза погрузка и выгрузка осуществлялись перевозчиком, но расчеты за их выполнение и за перевозку оплачивались грузовладельцем по отдельно выставленным инвойсам. Размер фрахта составлял 10 у.е., стоимость погрузки ивыгрузки – по 3 у.е. за каждую грузовую операцию соответственно, размертаможенных пошлин – 5 у.е., а фактическая стоимость груза – 100 у.е.

Кроме того, в соответствии с договором транспортного экспедированияэкспедитору была выплачена комиссия – 5 у.е. В процессе транспортировки груз был полностью утерян по вине перевозчика. Определить размервозмещения, выплаченный перевозчиком грузовладельцу.

Задание 4.Изучите алгоритм операций по работе с экспортными грузами, пройдя по ссылке:https://reader.lanbook.com/book/292325?lms=488f8fa25f343bb52879484e27d7c2db#74

Тестовые вопросы

1. _____ - это материальный объект, принятый для перевозки в установленном порядке

2. _____- это физическое или юридическое лицо, которое по договору перевозки груза выступает от своего имени или от имени владельца груза и указывается в транспортной накладной

3. _____ - это документ, служащий для учета и контроля работы транспортного средства, водителя

4. _____ - это график, устанавливающий время или интервалы прибытия транспортных средств в остановочный пункт либо отправления транспортных средств от остановочного пункта

5. Какие данные содержит заявка на оказание логистической услуги

а) Наименование, полный адрес, режим работы и телефон грузополучателя/грузоотправителя.

б) Наименование груза/товара, количество мест, вес и объем, по желанию Заказчика объявляется стоимость груза.

в) Тара и маркировка груза/товара.

г) Желаемая дата отправки груза/товара.

д) Конкретные виды услуг, оказываемых Исполнителем в отношении данного груза/товара (сортировка, маркировка, упаковка, хранение, доставка и т.д.).

6. Ниже приведены пункты порядка оказания _____ _____

а) Заказчик по каждой конкретной партии груза/товара, передаваемой Исполнителю для оказания услуг направляет Исполнителю Заявку на оказание услуг

б) Заявка передается Исполнителю не позднее _____ (_____) календарных (вариант: рабочих) дней до предполагаемой даты поступления и/или отправки груза/товара

в) По принятым от Заказчика Заявкам Исполнитель формирует план перевозок, который может корректироваться во время исполнения Договора, как по предложению Заказчика, так и по предложению Исполнителя

г) Исполнитель после получения Заявки Заказчика выставляет счет на предварительную оплату стоимости услуг в размере _____% от предполагаемой стоимости подлежащих оказанию услуг в текущем месяце

д) В случае отказа от отправки партии груза/товара Заказчик не менее чем за _____ (_____) календарных (вариант: рабочих) дней до предстоящей

отправки сообщает об этом Исполнителю приемлемым для Исполнителя способом

е) Оказание услуг по Договору подтверждается двухсторонними Актами об оказании услуг

ж) Исполнитель по окончании месяца, следующего за отчетным месяцем, в срок, установленный Договором, направляет Заказчику Акт об оказании услуг с приложением счета-фактуры на сумму оказанных услуг

з) В Акте об оказании услуг должны быть перечислены оказанные услуги и их фактическая стоимость, рассчитанная в соответствии с тарифами Исполнителя

и) Заказчик в течение _____ (_____) календарных (вариант: рабочих) дней с момента получения от Исполнителя документов, указанных в Договоре, обязан подписать Акт об оказании услуг или возвратить его Исполнителю с мотивированным отказом от приемки услуг

к) В случае мотивированного отказа Заказчика от приемки услуг Стороны согласовывают сроки устранения выявленных недостатков в оказанных услугах, а в случае невозможности устранения недостатков - определяют стоимость фактически оказанных Исполнителем услуг, подлежащих оплате

л) Стоимость оказанных услуг, согласованная Сторонами в подписанном Акте об оказании услуг, является основанием для проведения между Сторонами взаиморасчетов

7. Сторонами в договоре перевозки груза являются _____ и _____.

8. По договору перевозки груза перевозчик обязан:

а) в срок доставить груз в пункт назначения и выдать его грузополучателю, т. е. лицу, указанному в транспортном документе (договоре);

б) сдать с соблюдением установленных правил груз к перевозке;

в) обеспечить надлежащее (т. е. правильное) использование выделенных ему транспортных средств;

г) обеспечить сохранность груза при перевозке;

д) принять груз и внести платежи, неуплаченные грузоотправителем;

е) своевременно известить грузополучателя о прибытии в егоадрес груза

9. По договору перевозки груза грузоотправитель обязан:

а) в срок доставить груз в пункт назначения и выдать его грузополучателю, т. е. лицу, указанному в транспортном документе (договоре);

б) сдать с соблюдением установленных правил груз к перевозке;

в) обеспечить надлежащее (т. е. правильное) использование выделенных ему транспортных средств;

г) обеспечить сохранность груза при перевозке;

д) своевременно известить грузополучателя о прибытии в егоадрес груза

10. Верно ли утверждение, что «Если перевозчик известит грузополучателя о прибытии в егоадрес груза иопоздает, то грузополучатель освобождается от имущественной ответственности вслучае простоя транспортных средств при разгрузке»?

а) верно

б) неверно

11. Заключение договора морской перевозки подтверждается выдачей отправителю_____, а договор фрахтования оформляется рейсовым чартером.

12. _____– договор между судовладельцем и фрахтователем на аренду судна или его части на определенный рейс или срок

13.Укажите риски внешнего экспедирования:

а) потеря контроля

б) сокращение расходов

в) дополнительный контроль

г) опасность использования устаревшей технологии и потери от её применения

д) репутация и имидж экспедитора

14. Укажите причины использования привлекаемого экспедирования

а) сокращение персонала

б) сокращение расходов

в) сокращение времени обслуживания

г) повышение эффективности транспортных и экспедиционных операций

д) репутация и имидж экспедитора

15. _____ условие поставки – основное условие внешнеторговой сделки, которое определяет обязанности продавца и покупателя при исполнении контракта

16. Какой термин Инкотермс-2020 указывает на то, что перевозка не оплачена и товар необходимо забрать покупателю со склада поставщика?

а) EXW

б) FAS

в) CIF

г) DDP

д) DAP

17. Каковы перечень и порядок работ по погрузке грузов в транспортное средство и контейнер?

а) Подготовка груза, контейнера к перевозке

б) Подготовка транспортного средства к загрузке

в) Загрузка груза в транспортное средство

г) Крепление груза в транспортном средстве

д) Разгрузка груза из транспортного средства

18. _____ - физическое лицо, осуществляющее управление транспортным средством, состоящее в трудовых или гражданско-правовых отношениях с перевозчиком

19. _____ - заранее разработанная, наиболее рациональная система движения подвижного состава между региональным складом и потребителем

Вопросы для подготовки

1. Характеристики мультимодальных систем транспортировки.
2. Система «ступица и спицы».
3. Роль транспортных узлов в организации транспортировки грузов.
4. Функции транспортных терминалов.
5. Взаимодействие и координация видов транспорта в международной транспортировке

Практическое занятие № 14
ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГРУЗОВЛАДЕЛЬЦЕВ

1. Автомобили работают на маятниковом маршруте с груженым пробегом в обоих направлениях. Время работы автомобиля на маршруте 8 часов. Длина ездки 5 км. Время простоя под погрузкой и разгрузкой – 12 мин. Техническая скорость 25 км/ч. Определите количество оборотов за время работы автомобиля на маршруте.

2. Автомобили работают на маятниковом маршруте с груженым пробегом в обоих направлениях. Время работы автомобиля на маршруте 8 часов. Длина ездки 5 км. Время простоя под погрузкой и разгрузкой – 12 мин. Техническая скорость 25 км/ч. Определите количество ездок за время работы автомобиля на маршруте

3. Автомобили работают на маятниковом маршруте с обратным холостым пробегом. Время работы автомобиля на маршруте 7,5 часов. Длина груженой ездки и расстояние ездки без груза равны и составляют 15 км. Время простоя под погрузкой и разгрузкой – 30 мин. Техническая скорость 30 км/ч. Определите количество оборотов за время работы автомобиля на маршруте

4. Какие показатели можно отнести к показателям результативности работы отдела логистики?

а) факт заключения договора

б)факт выполнения заказа

в) факт отказа от договора

г) своевременность выполнения заказа

д) своевременность выполнения этапа транспортировки

е) своевременность погрузо-разгрузочных работ

ж) своевременность оформления документов

5. Какие показатели можно отнести к показателям эффективности использования средств ?

а) средняя стоимость доставки единицы груза или места в транспортном средстве

б) расход ГСМ и других расходных материалов на единицу расстояния

в) количество раз возврата документов с таможни после проверки

г) соотношение стоимости доставки к продажам

д) все выше перечисленные

Практическое занятие № 15

МЕТОДЫ АНАЛИЗА ГРУЗОПОТОКОВ

1. Что представляют методы анализа грузопотоков?

(Логистика на транспорте : учебное пособие / М. А. Арсланов, Ш. М. Минатуллаев, Д. А. Салатова, Б. А. Джапаров. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2021. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/175383. — Режим доступа: для авториз. пользователей).

Практическое занятие № 16-17

МЕТОДЫ МАРШРУТИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Общий алгоритм планирования грузовых автомобильных перевозок

Цель работы: *изучение приемов и методов расчета поставки продукции по технологии «Точно вовремя»*.

Теоретические сведения

При решении задач по оперативному планированию грузовых автомобильных перевозок основными экономико-математическими моделями являются модели транспортной задачи и задач маршрутизации.

Планирование деятельности автотранспортного предприятия в случае организации перевозки по схеме 2 («один ко многим») требует решения задачи маршрутизации, которая включает решение:

- задачи «увязки» ездок, если между грузоотправителями и грузополучателями перевозка осуществляется только по маятниковым маршрутам;
- задачи коммивояжера, если между грузоотправителями и грузополучателями перевозка осуществляется только по развозочным (сборным или сборно-развозочным) маршрутам;
- двух вышеперечисленных типов задач, если при организации перевозочного процесса используются как маятниковые, так и развозочные (сборные или сборно-развозочные) маршруты.

При организации движения по схеме «многие ко многим» требуется на первом этапе решить транспортную задачу, затем задачу маршрутизации (второй этап).

Учитывая возможные варианты схемы организации движения автомобиля на маршруте и временные ограничения, накладываемые на перевозку, планирование на автотранспортном предприятии можно представить в виде алгоритма (рис. 1.1).

Рассмотрим более подробно блоки разработанного алгоритма. В первом блоке формируется база данных, включающая сведения о количестве транспортных средств, их типе и грузоподъемности; количестве грузоотправителей и грузополучателей; ограничениях, накладываемых грузоотправителем и грузополучателем на партию груза, которая может быть отправлена и получена соответствующим субъектом; временных ограничениях по доставке грузов в пункты назначения и их вывозу из пунктов отправления; затратах на перемещение единицы груза от каждого отправителя каждому получателю и др. На основе полученной информации определяется схема организации перевозок (второй блок). Анализ клиентурных заявок позволяет сгруппировать их по схемам согласно таблицы 1.2.

В третьем блоке вначале проверяется условие: используется ли при перевозке груза схема «многие ко многим». Затем, если условие выполняется, решается транспортная задача.

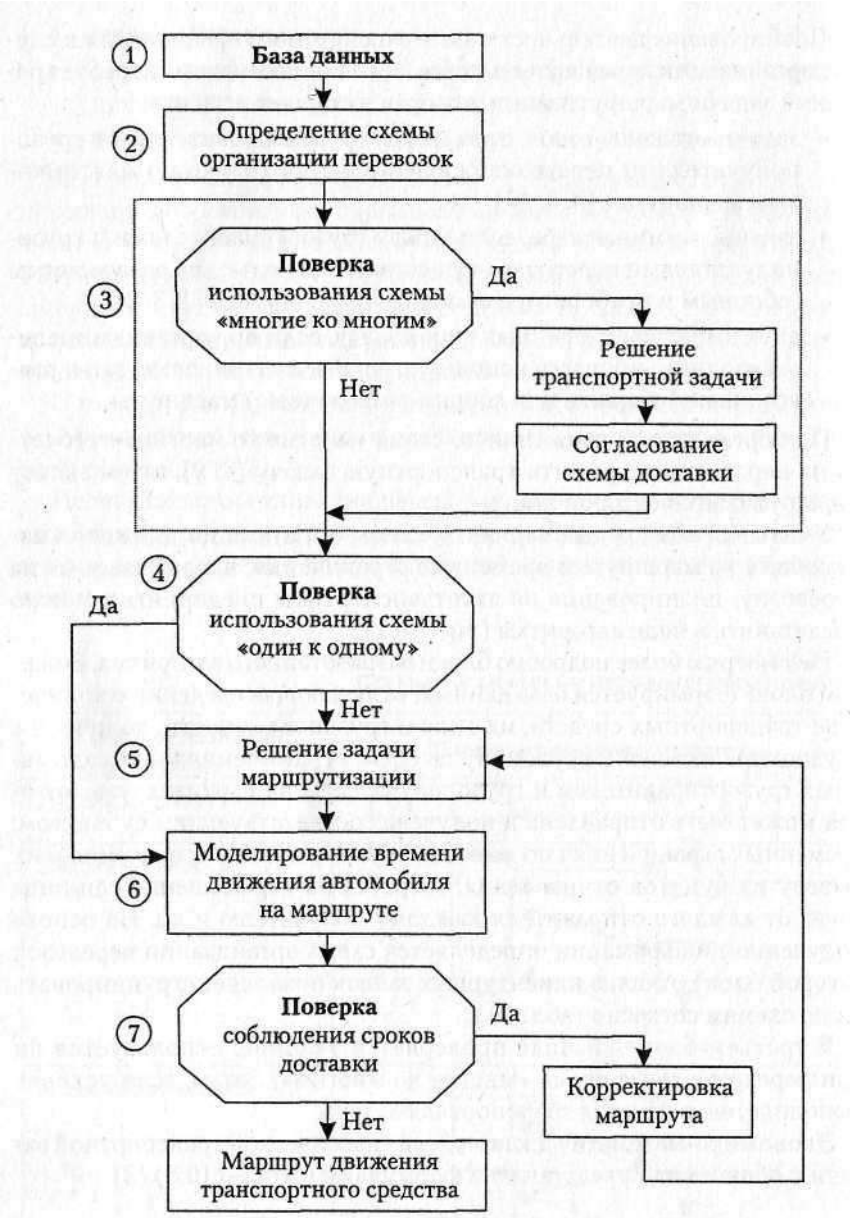


Рисунок 1.1 – Общий алгоритм планирования грузовых автомобильных перевозок.

Критерием оптимальности в транспортной задаче могут выступать минимум транспортной работы в тонно-километрах, затраты времени или стоимость перевозки.

На последнем этапе третьего блока определяется, по каким маршрутам – маятниковому или развозочному (сборному или сборно-развозочному) – будет перевозиться груз от каждого отправителя к получателям, закрепленным за ним после решения транспортной задачи.

В четвертом блоке проверяется условие: используется ли при перевозке груза схема «один к одному». Если условие не выполняется, то перевозка между грузоотправителями и грузополучателями осуществляется по схеме 2 («один ко многим»), при которой требуется решать задачи маршрутизации.

Составленный маршрут не учитывает случайного характера составляющих перевозочного процесса; их количественная оценка может быть получена с использованием моделирования (шестой блок).

Для внутригородской перевозки необходимо определить время на движение автомобиля с грузом ($t_{гpi}$) и без груза (t_{xi})на i-м участке, время на погрузку у j-го поставщика (t_{nj}) и на разгрузку у первого потребителя (t_{pl}), включающее время ожидания погрузки и разгрузки соответственно. Сумма всех составляющих дает время в наряде ($T_н$):

$$T_н = \sum t_{nj} + \sum t_{гpi} + \sum t_{pl} + \sum t_{xi} . \qquad (1.1)$$

Логистический подход к моделированию времени на выполнение транспортных услуг требует увязки работы автомобильного транспорта с режимом работы поставщиков и потребителей груза, т. е. необходимо учитывать время начала и окончания обеденных (технологических) перерывов в работе клиентов. Поэтому формула 3.1 должна быть откорректирована и представлена в виде:

$$T_н = \sum t_{nj} + \sum t_{гpi} + \sum t_{pl} + \sum t_x + \sum \eta_j + \sum \Psi_l , \qquad (1.2)$$

где η_j – случайная составляющая, учитывающая обеденные (технологические) перерывы j-го поставщика;

Ψ_l – случайная составляющая, учитывающая обеденные (технологические) перерывы l-го потребителя.

Включение составляющих η_j и Ψ_lобусловлено возможными пересечениями, частичными накладками составляющих перевозочного процесса и времени обеденных (технологических) перерывов поставщика или потребителя. Так, например, погрузка автомобиля у поставщика не будет выполняться, если на момент прибытия оставшееся время до обеда меньше самого времени погрузки или если автомобиль прибыл во время обеденного перерыва. Аналогичные простои, связанные с технологическими (обеденными) перерывами, могут возникнуть и в пункте разгрузки.

При международной перевозке общее время нахождения автомобиля в рейсе определяется по следующей формуле:

$$T_C = \sum_{i=1}^{A} t_{i,i+1} + \sum_{j=1}^{B} \tau_j + \sum_{k=1}^{C} \Theta_k , \qquad (1.3)$$

где $t_{i,i+1}$ – время движения между i-м и (i + 1)-м пунктами;

τ_j – время оформления таможенных документов в j-мпункте;

Θ_k – время погрузки, разгрузки и складирования в k-м пункте;

A, B, C – количество участков движения автомобиля, пунктов таможенного оформления и пунктов погрузки-разгрузки соответственно.

Формула 1.3 расчета времени рейса не учитывает специфику международных перевозок: во-первых, ограничение режима труда и отдыха водителя или экипажа согласно ЕСТР; во-вторых, запрета (ограничения) на движение большегрузных автомобилей по территории некоторых европейских стран в выходные и праздничные дни; в-третьих, необходимость проведения ремонтно-профилактических воздействий, в частности устранение отказов, а также другие причины простоя на линии, например поверки дорожной полицией нагрузок на оси, которые входят в период производственной деятельности водителя в течение рабочего дня, иной, чем управление автомобилем.

Таким образом, формула 3.3 для общей продолжительности рейса должна быть откорректирована с учетом вышеуказанных факторов и представлена в виде:

$$T_c = \sum_{i=1}^{A} t_{i,i+1} + \sum_{j=1}^{B} \tau_j + \sum_{k=1}^{C} \Theta_k + \sum_{l=1}^{D} \varphi_L + \sum_{m=1}^{E} \Psi_m + \sum_{n=1}^{F} \eta_n , \qquad (1.4)$$

где φ_i– случайная составляющая, отражающая увеличение времени рейса для проведения ремонтно-профилактических воздействий и других причин;

Ψ_m – случайная составляющая, отражающая ограничения, связанные с ЕСТР;

η_n – случайная составляющая, отражающая запреты на движение большегрузных автомобилей;

D, E, F – число случаев простоя автомобиля с учетом указанных факторов соответственно.

Рассчитанное значение времени рейса позволяет определить гарантированный срок доставки груза потребителю.

Количество временных составляющих, включаемых во время рейса, возрастает при интермодальных или смешанных перевозках. В этом случае требование к соблюдению сроков перевозки диктуется не только клиентом, но и спецификой организации такого рода перевозки (например, опоздание на паром приводит к незапланированным многочасовым простоям).

Особенностью расчета времени рейса и в наряде по формулам 1.2 и 1.4 являются нелинейность из-за ограничений, связанных с ЕСТР, режимом работы складов и т.д., и случайный характер временных составляющих перевозочного процесса.

В седьмом блоке определяется соотношение смоделированных значений времени нахождения автомобиля в наряде (в рейсе) с требованиями клиентов по срокам доставки груза. Например, для внутригородской перевозки определяется возможность обслуживания всех потребителей на маршруте в пределах установленных временных интервалов. Если условие не выполняется, то требуется откорректировать маршрут или, если возможно, время работы складов, грузоподъемность используемого на данном маршруте подвижного состава и заново смоделировать время движения.

Решение задачи.

Для иллюстрации предложенного алгоритма рассмотрим пример.

1. Из пунктов a_1и a_2необходимо доставить груз в пункты b_1-b_{15}в требуемом количестве (табл. 1.3). Согласно алгоритму (рис. 1.1) на втором этапе определяется схема доставки. Используется схема «многие ко многим».

Условие третьего этапа выполняется, поэтому необходимо решить транспортную задачу (исходная информация приведена в табл. 1.1 и 1.2, результаты решения – табл. 1.3.

Таблица № 1.1 – Количество груза к доставке потребителю.

Пункт разгрузки	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	b_9	b_{10}	b_{11}	b_{12}	b_{13}	b_{14}	b_{15}	Всего
Кол-во груза, т	0,25	0,2	0,4	0,3	0,6	0,7	1,0	0,5	0,6	0,3	0,5	0,15	0,2	0,3	0,3	6,3

Таблица № 1.2 – Расстояние между пунктами погрузки и разгрузки.

Пункт погрузки, Q_T	Расстояние до пункта разгрузки, км														
	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	b_9	b_{10}	b_{11}	b_{12}	b_{13}	b_{14}	b_{15}
a_1, 4,9	10	6	7	1	4	5	8	9	5	4	6	10	11	5	2
a_2, 1,4	5	7	9	8	6	12	15	4	5	7	8	10	8	6	5

2. Для решения транспортной задачи используется *MicrosoftExcel*«Поиск решения» (блок 3). Критерием оптимальности в задаче является минимум транспортной работы в т км.

Таблица № 3.3 – Результаты решения транспортной задачи.

Пункт погрузки,	Объем перевозок в пункт, т															
	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	b_9	b_{10}	b_{11}	b_{12}	b_{13}	b_{14}	b_{15}	Всего
a_1		0,2	0,4		0,6	0,7	1,0		0,6	0,3	0,5			,03	0,3	4,9
a_2	0,25			0,3				0,5				0,15	0,2			1,4

3. В результате решения определили два маршрута, связывающие начальные пункты a_1с десятью пунктами, а именно b_2, b_3, b_5, b_6, b_7, b_9, b_{l0}, b_{11}, b_{14}, b_{15}, и a_2 с пятью пунктами – b_1, b_4, b_8, b_{l2}, b_{13}. Объем перевозки соответственно на первом маршруте составит 4,9 т и на втором маршруте – 1,4 т. Для рассматриваемого примера предположим, что на автотранспортном предприятии есть автомобили грузоподъемностью 1,5 т и 5,0 т и они могут быть использованы на данной перевозке. В случае если на автотранспортном предприятии нет автомобилей подходящей грузоподъемности или для данной перевозки они не могут быть использованы, необходимо дальнейшее выделение маршрутов, например путем решения транспортной задачи с ограничениями по вывозу из пункта количества груза, равного грузоподъемности транспортного средства.
4. Условие четвертого этапа алгоритма не выполняется, поэтому на пятом этапе требуется решить задачу маршрутизации (коммивояжера), целью которой является определение длины маршрута и порядка объезда автомобилем пунктов на маршруте. Исходной информацией для поставленной задачи будут расстояния между рассматриваемыми на маршруте пунктами (табл. 3.4 и 3.5). Матрица кратчайших расстояний симметричная.

Таблица № 1.4 – – Матрица кратчайших расстояний между пунктами первого маршрута.

	a_1

a_1	∞	b_2								
b_2	6	∞	b_3							
b_3	7	10	∞	b_5						
b_5	4	4	8	∞	b_6					
b_6	5	8	2	11	∞	b_7				
b_7	8	2	7	2	8	∞	b_9			
b_9	5	6	5	8	2	5	∞	b_{10}		
b_{10}	4	3	2	7	11	3	4	∞	b_{11}	
b_{11}	6	7	5	5	8	7	7	6	∞	b_{14}
b_{14}	5	7	8	2	7	9	3	8	9	∞
b_{15}	2	4	6	4	3	11	9	3	2	10

Задача коммивояжера решалась методом «ветвей и границ».

Длина первого маршрута составила 28 км, порядок объезда пунктов на маршруте следующий: a_1-b_{15}-b_{11}-b_3-b_6-b_9-b_{14}-b_5-b_7-b_2-b_{10}-a_1. Для второго маршрута – 26 км: a_2-b_8-b_{12}-b_1-b_{13}-b_4-a_2.

Таблица № 3.5 – Матрица кратчайших расстояний между пунктами второго маршрута.

	a_1						
a_1	∞	b_2					
b_2	5	∞	b_3				
b_3	8	6	∞	b_5			
b_5	4	7	9	∞	b_6		
b_6	10	2	11	4	∞	b_7	
b_7	8	3	5	8	7	∞	b_9

5. Перед началом моделирования перевозочного процесса на маршрутах (шестой этап) необходимо задать временные ограничения (время в наряде, время обеденных перерывов, время начала и окончания работы в пунктах) и определить среднее значение, среднее квадратическое отклонение (СКО) и закон распределения случайных величин (см. табл. 3.6):
   - скорости движения на участках маршрутов;
   - времени погрузки;
   - времени разгрузки.

Пусть все пункты разгрузки работают без обеденного перерыва с 8.00 до 16.00, за исключением пункта b_5(обеденный перерыв с 12.00 до 13.00) и пункта b_{13} (доставка груза должна быть осуществлена до 15.00). Начало погрузки в 9.00.

Формула для расчета времени движения на маршруте имеет вид:

$$T = t_{погр} + \sum_{i=1}^{n} \tau_i + \sum_{j=1}^{m} \Theta_j , \quad (1.4)$$

где $t_{погр}$ – время погрузки в начальном пункте;

τ_i – время движения на i-м участке, ч;

i– количество участков движения на маршруте;

Θ_j – время на разгрузку в j-м пункте разгрузки, ч

j – количество пунктов разгрузки на маршруте.

Время движения на участке маршрута определяется по формуле:

$$\tau_i = \frac{l_i}{V_i}, \quad (1.5)$$

где l_i – длина i-го участка маршрута, км;

V_i– скорость на i-м участке маршрута, км/ч.

Смоделируем перевозочный процесс на первом маршруте.

Таблица № 1.6 – Характеристика случайных величин.

Случайная величина	Среднее значение	СКО	Закон распределения
Скорость, км/ч	31	2,5	Нормальный
Время простоя под погрузкой на первом маршруте, ч	2	0,5	Нормальный
Время простоя под погрузкой на втором маршруте, ч	1,5	0,4	Нормальный
Время простоя под разгрузкой в пунктах маршрута, ч	0,5	—	Экспоненциальный

Для первой реализации время погрузки в пункте a_1подчиняется нормальному закону и рассчитывается по формуле:

$$t_{погр} = \bar{t}_{погр} + \sigma \cdot \xi', \quad (1.6)$$

где ξ' – нормально распределенная случайная величина.

$T_{погр}$=2+0,5·0,6880=2,344 ч (ξ'=0,6880).

Автомобиль начнет движение по маршруту в 11.21.

Расстояние a_1b_{15} – 2 км. Смоделируем скорость движения автомобиля на рассматриваемом участке (нормальный закон распределения, ξ'=-0,127): V_1=31+2,5·(-0,127)=30,6825 км/ч.

Время движения: τ_1=2/30,6825=0,0652 ч, или τ_1=4 мин. Таким образом, в пункт b_{15}автомобиль приедет в 11.25.

Время разгрузки подчиняется экспоненциальному закону и рассчитывается по формуле:

$$\Theta_j = \overline{\Theta} \cdot \left(-\ln(\xi)\right), \qquad (1.7)$$

где ξ - равномерно распределенное случайное число в интервале [0;1].

Θ_1=0,5·(-ln(0,9117))=0,0462 ч (ξ=0,9117),

или Θ_1=3 мин. Разгрузка в пункте b_{l5}закончится в 11.28.

Поступая аналогичным образом (движение-разгрузка), для дальнейших пунктов первого маршрута, находим временные интервалы первой реализации:

9.00-11.21 – погрузка в a_1; 11.21-11.25 – движение на участке a_1b_{15}; 11.25-11.28 – разгрузка в b_{15}; 11.28-11.31 – $b_{l5}b_{11}$; 11.31-11.46 – разгрузка в b_{11}; 11.46-11.53 – $b_{11}b_3$; 11.53-11.57 – разгрузка в b_3и т.д.

Результаты моделирования по десяти реализациям алгоритма для пунктов a_1и a_2приведены в таблицах 3.7 и 3.8. Необходимо помнить, что разгрузка не производится, если автомобиль прибыл во время обеденного перерыва или если время, оставшееся до начала обеденного перерыва, меньше самого времени разгрузки. В этих случаях определяется время незапланированных простоев $t_{пр}$и затем суммируется по всем реализациям.

Построим график функции распределения времени прибытия автомобиля к последним четырем потребителям на первом маршруте, т.е. в пункты b_5, b_7, b_2и b_{10}.

График функции распределения показывает, какая часть от общего количества автомобилей прибудет к заданному времени к конкретному потребителю (рис. 3.2).

Анализ результатов моделирования показал:

- временные ограничения будут выполнены полностью на втором маршруте;
- обеденный перерыв в пункте b_5на первом маршруте не увеличит времени работы автомобиля;
- доставка груза на первом маршруте может быть осуществлена к 16.00 с вероятностью 90% только потребителю b_7. Вероятность обслуживания потребителя b_2составляет 80%, а b_{10} – только 40%.

Таблица № 1.7 – Результаты моделирования перевозочного процесса на первом маршруте.

№ реализации	a_1	b_{15}		b_{11}		b_3		b_6		b_9	
	отправление	прибытие	отправление	прибытие	отправление	прибытие	отправление	прибытие	отправление	прибытие	отправление
1	11.21	11.25	11.28	11.31	11.46	11.53	11.57	12.00	12.18	12.21	12.42

2	10.48	10.52	12.14	12.18	12.58	13.05	13.12	13.15	13.25	13.29	14.15
3	10.48	10.52	11.00	11.04	11.47	11.53	12.36	12.40	13.12	13.18	13.58
4	10.37	10.40	10.47	10.51	11.07	11.16	11.34	11.37	12.23	12.25	12.53
5	11.14	11.17	11.22	11.25	11.30	11.39	12.12	12.15	12.45	12.49	14.19
6	10.49	10.52	10.53	10.57	11.40	11.49	12.07	12.10	12.21	12.25	12.46
7	11.47	11.52	12.53	12.57	13.08	13.16	13.35	13.39	14.02	14.06	14.09
8	10.59	11.03	11.18	11.22	11.36	11.45	12.29	12.33	13.19	13.23	13.51
9	11.42	11.46	11.54	11.58	12.39	13.48	13.29	13.33	13.45	13.49	14.23
10	11.29	11.34	11.57	12.02	12.09	12.18	13.25	13.29	14.48	14.52	15.28

Окончание таблицы № 1.7

b_{14}		b_5		b_7		b_2		b_{10}		a_1
прибытие	отправление	прибытие	отправление	прибытие	отправление	прибытие	отправление	прибытие	отправление	прибытие
12.48	13.23	13.28	14.50	14.54	15.16	15.20	16.18	16.23	17.28	17.37
14.20	14.44	14.48	15.11	15.15	15.26	15.30	15.59	16.06	18.05	18.13
14.03	15.00	15.40	16.02	16.05	16.20	16.24	16.53	16.59	17.14	17.21
12.59	13.36	14.00	14.09	14.13	15.30	15.34	16.09	16.16	17.04	17.11
14.25	14.31	14.34	14.47	14.50	15.02	15.06	15.52	15.58	16.01	16.09
12.52	13.26	13.30	13.53	14.02	14.53	14.57	15.20	15.26	16.43	16.50
14.14	14.15	14.19	14.41	14.45	15.09	15.12	16.09	16.15	17.23	17.29
13.57	14.02	14.06	14.14	14.19	14.29	14.32	15.21	15.27	15.37	15.44
14.28	14.45	14.49	15.01	15.04	15.16	15.20	15.22	15.28	16.04	16.11
15.34	15.46	15.50	16.52	16.55	17.04	17.08	17.11	17.06	18.09	18.17

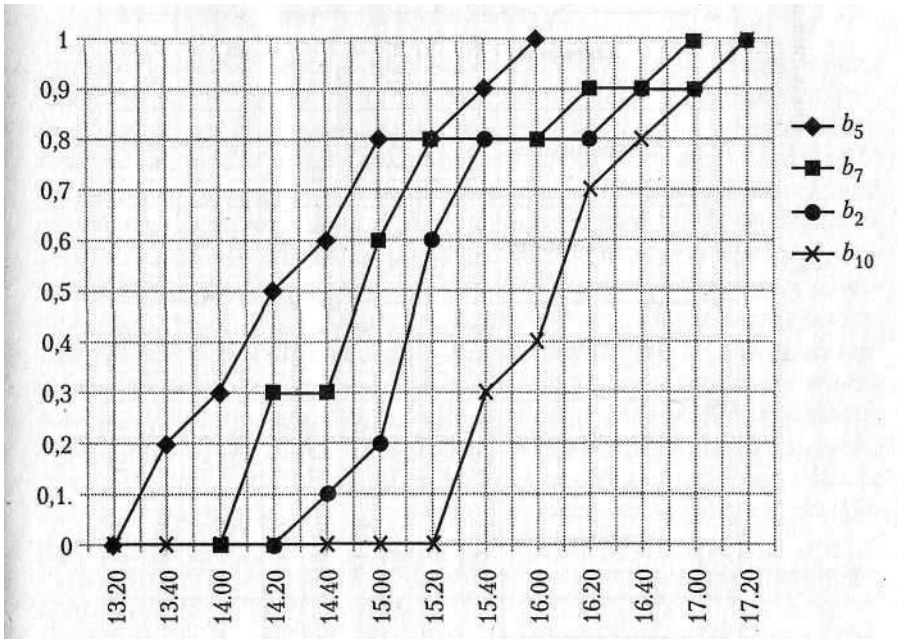


Рисунок 1.2 – График функции распределения времени прибытия автомобиля в пункт разгрузки на первом маршруте.

Таблица № 1.8 – Моделирование перевозочного процесса на втором маршруте.

№ реализации	a_2	b_8		b_{12}		b_1		b_{13}		b_4		a_2
	отправление	прибытие	отправление	прибытие	отправление	прибытие	отправление	прибытие	отправление	прибытие	отправление	прибытие
1	10.23	10.29	11.44	11.52	12.56	13.00	13.22	13.29	14.04	14.14	14.34	14.49
2	9.59	10.08	10.37	10.45	10.55	10.58	11.12	11.17	12.23	12.33	12.39	12.56
3	10.36	10.44	12.49	12.56	13.56	14.00	14.04	14.09	14.11	14.20	14.30	14.44
4	11.01	11.10	11.15	11.23	12.49	12.53	13.22	13.27	13.32	13.40	13.54	14.10
5	10.59	11.06	11.15	11.23	11.31	11.35	11.57	12.03	12.06	12.16	12.39	12.56
6	11.12	11.20	11.32	11.40	12.15	12.18	12.21	12.26	13.34	13.45	13.47	14.01
7	9.38	9.46	10.10	10.20	11.59	12.02	12.20	12.26	13.05	13.16	13.14	14.01
8	10.24	10.32	10.40	10.49	11.55	11.59	13.18	13.23	13.51	14.01	14.06	14.21
9	10.56	11.03	11.42	11.49	12.17	12.20	12.27	12.32	12.51	13.01	13.35	13.50
10	10.04	10.11	11.03	11.10	11.17	11.21	12.05	12.11	12.15	12.20	12.45	12.59

Рассмотренный пример показал перспективность применения единого алгоритма планирования автотранспортных перевозок в транспортной логистике. Для активного использования в практической деятельности алгоритм должен быть дополнен, на наш взгляд, матрицей принятия решений, в которой будут отражены все возможные варианты корректировки полученного результата. Например:

- заключение соглашения с поставщиками или потребителями об изменении времени погрузки или разгрузки соответственно, в этом случае корректировки маршрута не требуется;
- корректировка маршрутов, когда пункт из одного маршрута переносится в другой, где есть запас времени, с целью выполнения всех договорных обязательств. Выбирается тот пункт, перемещение которого вызовет наименьшее увеличение транспортной работы.
- использование дополнительного автомобиля на маршруте.

Практическое занятие № 18-21

ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА

Задача о назначениях

Цель работы – изучение метода Мака для решения задачи о назначениях.

1. Теоретические сведения.

Рассмотрим конкретную задачу.

Пять человек с номерами M_1, M_2, M_3, M_4, M_5 способны выполнить пять заданий с номерами T_1,T_2, T_3, T_4, T_5. В силу разной квалификации на выполнение этих заданий им потребуется различное время. Как следует распределить людей по заданиям, чтобы минимизировать время выполнения? Время выполнения (в часах) приведено в таблице

Таблица 1

Люди	Задания				
	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
M_1	10	5	9	18	11
M_2	13	19	6	12	14
M_3	3	2	4	4	5
M_4	18	9	12	17	15
M_5	11	6	14	19	10

Пусть x_{ij} – участие i -го человека в выполнении i -го задание. Все величины x_{ij} - неотрицательны, и, поскольку каждый человек должен быть полностью задействован, а каждое задание полностью выполнено, величина x_{ij} должна удовлетворять следующим ограничениям:

$$x_{11} + x_{12} + \ldots + x_{15} = 1$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$x_{51} + x_{52} + \ldots + x_{55} = 1$$

$$x_{11} + x_{21} + \ldots + x_{51} = 1$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$x_{15} + x_{25} + \ldots + x_{55} = 1$$

При этих ограничениях минимизируется полное время

$$T = 10*x_{11} + 5*x_{12} + \ldots + 10*x_{55}$$

Таким образом, это задача линейного программирования транспортного типа. Поскольку все суммы по строкам и по столбцам равны 1, она вырождена, так что алгоритм решения транспортной задачи применим, но неэффективен. Поскольку задача транспортная, в ее оптимальном решении (целочисленном) пять из величин x_{ij} будут равны 1, а остальные - 0. С другой стороны, в матрице времени размерностью 5 х 5 надо найти пять элементов —

по одному в каждой строке и каждом столбце, таких, что сумма выбранных элементов минимальна.

Задача может быть обобщена для матриц размерностью nxn. Для каждой такой матрицы задача состоит в выборе n элементов - по одному в каждой строке и по одному в каждом столбце, таких, что их сумма минимальна. Обозначим выбранные элементы x_{1i}, x_{2j},..., x_{nt}., где i, j, ...,t - некоторая перестановка элементов 1, 2,...,n. Таких перестановок - n!, так что даже при минимальном количестве n решение полным перебором является недопустимо длинным.

До настоящего момента было предложено два метода решения задачи о назначениях. Оба метода основаны на том факте что положения оптимального выбора не меняются, если к каждому элементу некоторой строки или столбца добавить одно и то же значение или вычесть его.

Венгерский метод основан на некоторых довольно трудных и нетривиальных комбинаторных свойствах матриц. Его довольно трудно программировать; поэтому сообщим лишь о том, что описание соответствующей процедуры можно найти во многих монографиях по исследованию операций и по математическому программированию.

Метод Мака имеет преимущество более простого интуитивного обоснования. Это - логический процесс.. Этот метод основан на идее выбора в каждой строке минимального элемента. Вообще говоря, минимальные элементы строк не распределены по всем nстолбцам матрицы. Здесь используется идея сложения (или вычитания) одного, и того же значения со всеми элементами строки или столбца, чтобы распределить минимальные элементы строк по столбцам (тогда они образуют оптимальный выбор).

Метод Мака для задачи выбора

Рассматривается задача выбора размерностью nxn. Выберем по минимальному элементу в каждой строке. Подчеркнем каждый из этих минимальных элементов. Если в каждом столбце имеется ровно по одному подчеркнутому элементу, то подчеркнутые элементы - базис - определяют оптимальный выбор.

Начало

Разделим множество столбцов на два множества A и A', A — выбранное множество, A' — невыбранное множество. В начале (и при последующих возвращениях к Началу) выбранных столбцов нет, так что множество A пусто, а множество A' содержит все столбцы.

Шаг 1. Выбрать из множества A' столбец, содержащий более одного подчеркнутого элемента. Перевести этот столбец из множества A' в множество A.

Шаг 2. Пусть элемент множества A из строки i равен b_i, а минимальный элемент множества A' из строки i равен a_i. Пусть

$\min_i (a`_i - b_i) = a'_i - b_i$,.

Шаг 3. Увеличить все элементы множества A на $a'_r - b_r$.

Шаг 4.Отметить $a`_r$ точками внизу. Теперь $a`_r$ - "отмеченный точками элемент".

Шаг 5. Пусть С - столбец, содержащий $a`_r$. Если в С более двух подчеркнутых элементов, перевести С из множества А' в множество А и перейти к шагу 2. В противном случае перейти к следующему шагу.

Теперь можно подчеркнуть элементы в еще одном столбце.

Шаг 6. Подчеркнуть последний элемент a'_r полностью. Это - новый подчеркнутый элемент.

Шаг 7. Найти исходный подчеркнутый элемент в той же строке, что a'_r . Убрать подчеркивание. Обозначить столбец, в котором находится этот элемент, D.

Шаг 8. Если D не содержит других элементов, он должен содержать элемент, отмеченный точками. Обозначить этот элемент a'_r и вернуться к шагу 6.

Если D содержит еще один подчеркнутый элемент, то полностью подчеркнутые элементы образуют новый базис.

Если остался еще столбец без подчеркнутых элементов, вернуться к *Началу*.

Если в каждом столбце имеется подчеркнутый элемент, работа алгоритма закончена. Элементы, соответствующие оптимальному выбору, могут быть отмечены, и может быть вычислена соответствующая стоимость.

Вычисления могут быть сокращены, если на шаге 3 увеличить на $a`_r – b_r$ только подчеркнутые элементы множества А, отложив до шага 8 увеличение остальных элементов множества А. В этом случае все оставшиеся элементы столбца увеличиваются на то же значение, на которое увеличились подчеркнутые элементы.

2. Порядок выполнения работы.

1. Подготовить исходные данные к вводу в ЭВМ.
2. Решить задачу и оценить полученные результаты.

Варианты задач:

2.1 Ежедневно авиалиния осуществляет следующие перелёты между городами А и В:

№ полёта	Отправление из города А	Прибытие в город В	№ полёта	Отправление из города В	Прибытие в город А
1	9.00	11.00	11	8.00	10.00
2	10.00	12.00	12	9.00	11.00
3	15.00	17.00	13	14.00	16.00
4	19.00	21.00	14	20.00	22.00
5	20.00	22.00	15	21.00	21.00

Компания хочет организовать полёты «туда» и «обратно» так, чтобы минимизировать время простоя при условии, что каждому самолёту требуется по крайней мере 1 час для заправки.

Напишите расписание полётов, совершаемых каждым из самолётов. Сколько требуется самолётов для полётов по заданному расписанию?

Вылет		Прибытие	
Город	Время	Город	Время
A	8.00	B	12.00
A	9.00	C	12.00
A	10.00	B	14.00
A	14.00	B	18.00
A	18.00	B	22.00
A	20.00	C	23.00
B	7.00	A	11.00
B	9.00	A	13.00
B	13.00	A	17.00
B	18.00	A	22.00
C	9.00	A	12.00
C	15.00	A	18.00

2.2 Решить задачу минимального выбора

4	6	9	7
13	10	14	14
9	9	16	13
12	10	12	10

2.3 В определённый день компания по перевозке грузов должна забрать пять грузов в точках А, В, С, Д, Е и доставить их пункты а, в, с, д, е. Расстояния в км между точками загрузки и пунктами назначения грузов приведены ниже:

А – а	В - в	С – с	Д – д	Е – е
60	30	100	50	40

Фирма располагает пятью грузовиками двух типов 1 2 в точках М, Н, О, П, Р. Типы грузовиков: 1 – в М, О, П; 2 – в Н, Р. Грузовики 1-го типа новее и экономичнее грузовиков типа 2, и стоимости перевозки на них ниже. Стоимости пробега одного км в рублях для грузовиков обоих типов приведены ниже:

Пустой	Загруженный	
1	20	40
2	30	60

Расстояния от стоянки грузовиков до места назначения приведены в таблице:

Стоянка грузовиков	Расстояние , км				
	А	В	С	Д	Е
М	30	20	40	10	20
Н	30	10	30	20	30
О	40	10	10	40	10
П	20	20	40	20	30
Р	30	20	10	30	40

Определите распределение по грузовикам, минимизирующее общую стоимость. Следует предположить, что все грузы имеют одинаковый размер и для них требуется одинаковый объём работ по упаковке, размещению и т.п.

Методика оптимизации кольцевых маршрутов.

Цель занятия:

- раскрыть методику формирования и оптимизации кольцевых маршрутов для минимизации транспортных затрат[1].

Кольцевой маршрут – маршрут движения автомобиля по замкнутому контуру, соединяющему несколько потребителей (поставщиков).

Различают развозочные, сборные и сборно-развозочные кольцевые маршруты.

Развозочным маршрутом называется такой маршрут, при котором продукция загружается у одного поставщика и развозится не-скольким потребителям.

Сборный маршрут – это маршрут движения, когда продукция получается у нескольких поставщиков и доставляется одному потребителю.

*Сборно-развозочный*маршрут представляет собой сочетание первых двух.

Методы оптимизации кольцевых маршрутов

Решение подобных задач рассмотрим на следующем примере развозки товаров. В соответствии с заказами потребителей городская овощная база обязуется 02.09.2023 г. обеспечить доставку овощей и фруктов согласно схеме представленной на рисунке 1. При этом известно, что удовлетворение потребностей соответствующих потребителей, которые отражены в таблице 1, будут осуществляться посредством автотранспорта грузоподъемностью 4 тонны. Требуется найти *m* замкнутых путей *l1, l2, …, lk, …, lm*из единственной общей точки*K*, чтобы выполнялось следующее условие:

$$\sum_{k=1}^{m} l_k \rightarrow \min$$

[1]представлена методика из источника: Дроздов П.А.Юхно М.М.Оптимизация кольцевых маршрутов**:** Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Логистика». – Минск, 2011

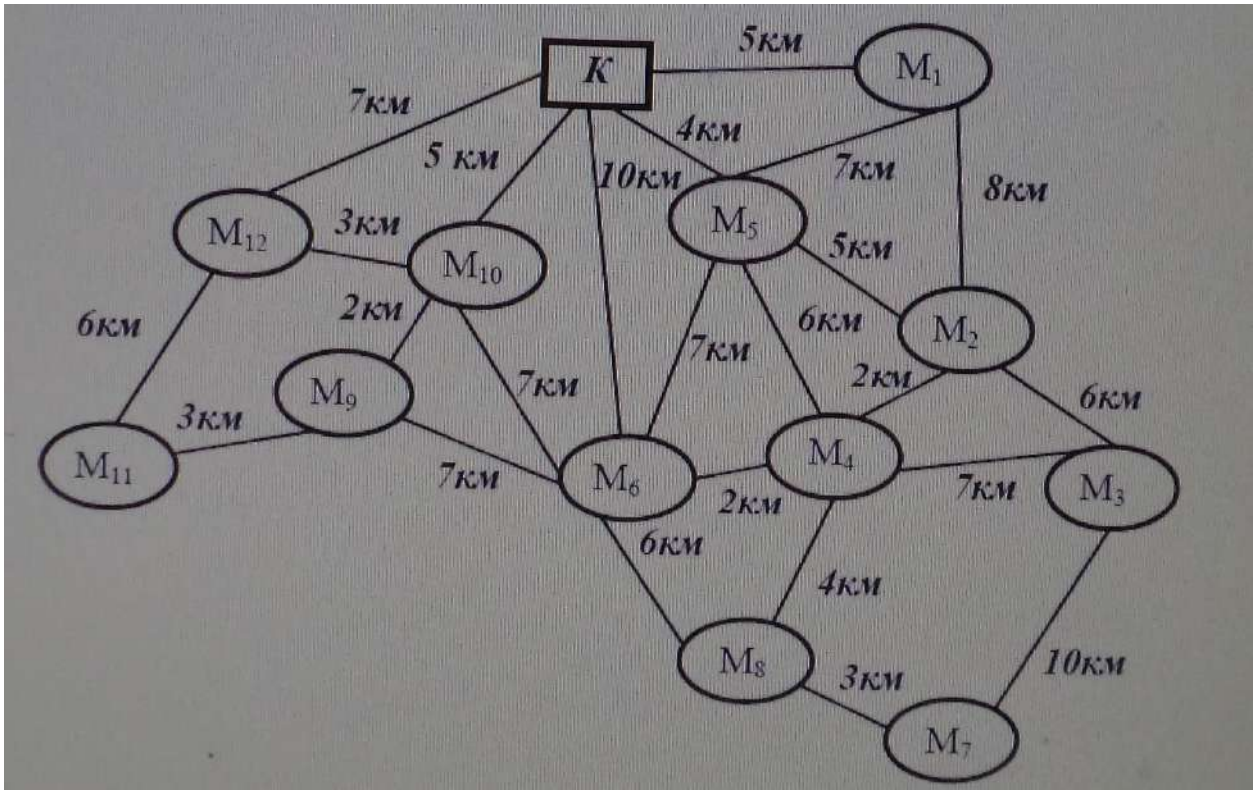


Рис. 1. – Схема взаимного размещения овощной базы и потребителей
К – овощная база; M_1– M_{12} – потребители

Таблица 1 – Потребности заказчиков в овощах и фруктах

Пункты назначения	Потребность, тонн	Пункты назначения	Потребность, тонн
M_1	1	M_7	1
M_2	2	M_8	2
M_3	2	M_9	1
M_4	3	M_{10}	2
M_5	2	M_{11}	1
M_6	1	M_{12}	2

Существует несколько методов решения подобных задач: математического моделирования, графический и комбинированный. Рассмотрим их подробнее.

I. Алгоритм реализации метода математического моделирования.

1. Строится кратчайшая сеть, связующая товарную базу и все пунк-ты назначения без замкнутых контуров, начиная с пункта, который отстоит на минимальном расстоянии от товарной базы (в нашем слу-чае это пункт М5) (рисунок 2). Далее сеть строится таким образом, чтобы совокупный путь, соединяющий все пункты назначения и то-варную базу (овощную базу К), был минимальный.

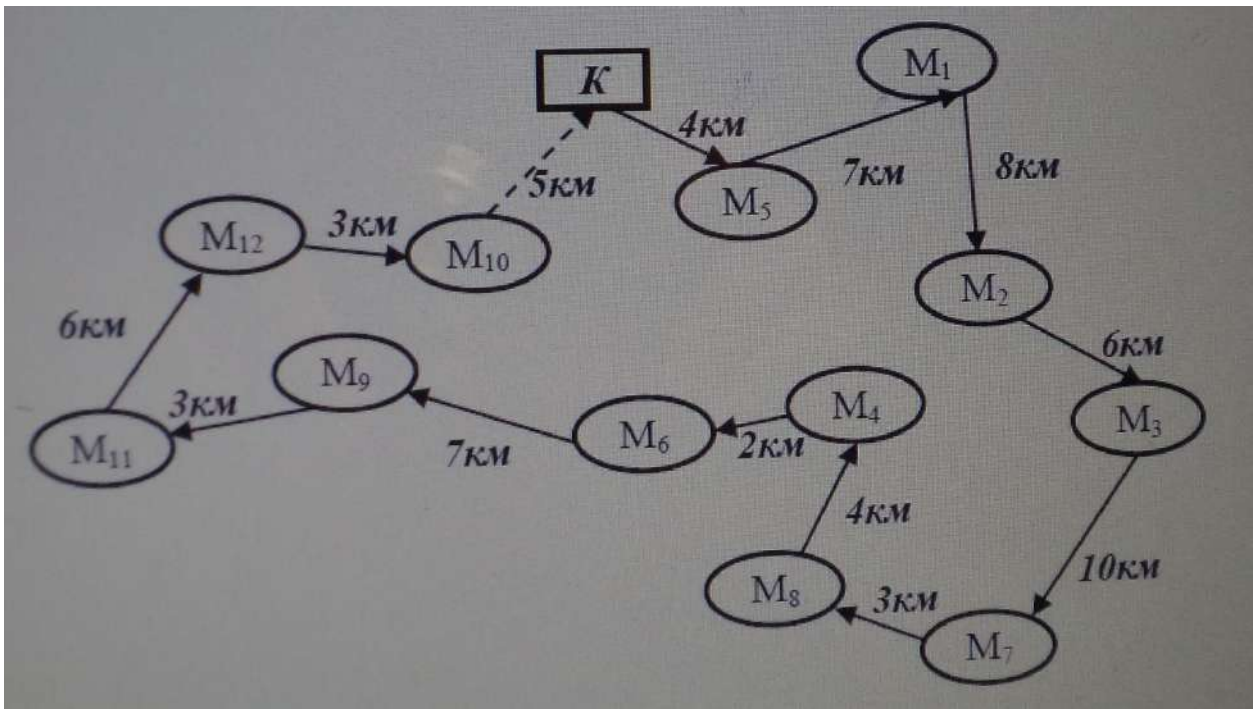


Рисунок 2. – Кратчайшая сеть, связующая овощную базу и пункты назначения

2. Затем по каждой ветви сети, начиная с пункта, наиболее удаленного от товарной базы К (считая по кратчайшей связующей сети – это пункт М10), группируются пункты на маршруты с учетом количества ввозимого груза и грузоподъемности (вместимости) развозочного автотранспорта. При этом сумма грузов по группируемым пунктам маршрута должна быть равной или немного меньше грузоподъемности автомобиля, а общее число автомобилей – минимально необходимым (таблица 2).

Таблица 2 – Предварительные маршруты объезда пунктов назначения

1	M_{10}	2
	M_{12}	2
		Итого 4
2	M_{11}	1
	M_9	1
	M_6	1
	M_4	1
		Итого 4
3	M_4	2
	M_8	2
		Итого 4
4	M_7	1
	M_3	2
	M_2	1
		Итого 4
5	M_2	1
	M_1	1

	M_5	2
		Итого 4

3. Определяется рациональный порядок объезда пунктов каждого маршрута (на примере предварительного маршрута № 2). Для этого строится таблица-матрица, в которой по диагонали размещаются пункты, включаемые в маршрут, и начальный пункт К, а в соответствующих клетках – кратчайшее расстояние между ними согласно рисунку 1 (таблица 3).

Таблица 3 – Таблица-матрица предварительного маршрута № 2

Номер строки	К	10	7	10	10
1	10	M_{11}	3	10	12
2	7	3	M_9	7	9
3	10	10	7	M_6	2
4	10	12	9	2	M_4
Сумма	37	35	26	29	33

Начальный маршрут строим для трех пунктов матрицы, имеющих наибольшие размеры сумм, показанных в строке (37; 35; 33), то есть пункты К, М11, М4. Для включения последующих пунктов выбираем из оставшихся пункт, имеющий наибольшую сумму – это пункт М6 (сумма 29), и определяем, между какими парами пунктов его следует включить – К и М11, М11 и М4, М4 и К. Чтобы это ре- шить, для каждой пары пунктов необходимо найти размер приращения маршрута по следующей формуле:

$$\Delta = C_{ki} + C_{ip} - C_{kp}$$

где*C*– расстояние, км;
i – индекс включаемого пункта;
k – индекс первого пункта из пары;
p – индекс второго пункта из пары.

При включении пункта М6 между первой парой пунктов К и M_{11} определяем размер приращения ΔKM_{11} при условии, что *i* – M_6, *k* – К, *p* – M_{11}.

Получаем:

$\Delta KM_{11} = C_{M6K} + C_{M6M11} - C_{KM11} = 10 + 10 - 10 = 10$ км

Таким же образом определяем приращения $\Delta M_{11}M_4 = 0$; $\Delta M_4K = 2$. Так как $\Delta M_{11}M_4 = min$, следовательно, пункт М6 должен располагаться между пунктами M_{11} и M_4 (К–M_{11}–M_6–M_4–К). Используя этот метод, определяем, между какими пунктами должны располагаться пункт M_9. После проведенных расчетов получаем следующий порядок объезда пунктов-потребителей предварительного маршрута № 2: К–M_9–M_{11}– M_6–M_4–К.

Важно подчеркнуть, что движение по полученному кольцевому маршруту можно осуществлять в двух направлениях: начиная обслуживание с пункта M_9 или с пункта M_4. Пути движения в обоих направлениях будут равны между собой (32 км), однако различными будут транспортные работы. Так, транспортная работа для направления движения с начальным пунктом M_9

будет равна 59 т-км (7км·4т + +3км·3т + 10км·2т + 2км·1т), тогда как для направления движения с начальным пунктом $М_4$ – соответственно 63 т-км (10·4 + 2·3 + 7·2 +3·1) (см. рисунок 1). Следовательно, более рациональным будет направление движения по маршруту с начальным пунктом $М_9$, так как при этом будет проделана меньшая транспортная работа.

Аналогичные расчеты проводятся для оставшихся предварительных маршрутов № 1, № 3, № 4 и № 5.

4. Составляется сводная маршрутная ведомость (таблица 4).

Таблица 4 – Сводная маршрутная ведомость

№ маршрута	Последовательность выполнения маршрута	Расшифровка	Протяженность пути движения на маршруте, км
1	К→ $М_{10}$→$М_{12}$→К	К – овощная база $М_{10}$ – магазин № 10 $М_{12}$ – магазин № 12	15
2	К→ $М_9$→$М_{11}$→$М_6$→$М_4$→К	К – овощная база М9 – магазин № 9 М11 – магазин № 11 М6 – магазин № 6 М4 – магазин № 4	32
3	К→ $М_4$→$М_8$→К	К – овощная база М4 – магазин № 4 М8 – магазин № 8	28
4	К→ $М_2$→$М_3$→$М_7$→К	К – овощная база М2 – магазин № 2 М3 – магазин № 3 М7 – магазин № 7	42
5	К→ $М_5$→$М_2$→$М_1$→К	К – овощная база М5 – магазин № 5 М2 – магазин № 2 М1 – магазин № 1	22

Анализ таблицы 4 показывает, что совокупный пробег на пяти маршрутах в соответствии с проведенными оптимизационными расчетами согласно методу математического моделирования составляет 139 км.

Алгоритм применения метода математического моделирования с использованием GPS-навигатора

1. С помощью GPS-навигатора строится кратчайшая сеть, связующая товарную базу и все пункты назначения без замкнутых контуров. Для этого на электронную карту местности навигатора наносятся путевые точки (пункты назначения, начиная с товарной базы). С помощью функциональных возможностей GPS-навигатора определяется кратчайший путь, связывающий все точки, начиная с товарной базы.

2. Формируются предварительные маршруты. При этом во внимание принимается кратчайшая сеть, полученная с помощью GPS-навигатора. Для этого по каждой ветви сети, начиная с пункта, наиболее удаленного от

товарной базы группируются пункты на маршруты с учетом количества ввозимого груза и грузоподъемности (вместимости) развозочного автотранспорта. При этом сумма грузов по группируемым пунктам маршрута должна быть равной или немного меньше грузоподъемности автомобиля, а общее число автомобилей – минимально необходимым.

3. Определяются оптимальные кольцевые маршруты по обслуживанию точек потребления каждого предварительного маршрута. Для этого на электронную карту местности навигатора наносятся путевые точки предварительного маршрута (пункты назначения предварительного маршрута, начиная с товарной базы). С помощью функциональных возможностей GPS-навигатора определяется кратчайший путь, связывающий все точки соответствующего предварительного маршрута, начиная с товарной базы.

4. По критерию минимума транспортной работы определяются рациональные направления движения по полученным кольцевым маршрутам согласно п. 3 алгоритма.

II. Алгоритм графического метода оптимизации кольцевых маршрутов

1. На тетрадном листе «в клетку», на котором отмечены координатные оси, строится карта-схема реальной зоны обслуживания с нанесением в масштабе точек-потребителей и товарной базы (масштаб карты: 1 клетка = 1 км2) . Вертикальные и горизонтальные линии сетки представляют собой дороги, которые могут быть использованы для поездок из одного пункта в любой другой пункт на карте. При этом движение транспорта осуществляется только по горизонтальным или вертикальным линиям сетки (исключается движение по диагоналям клеточек).

2. Осуществляется группировка пунктов-потребителей на маршруты с учетом их потребностей и грузоподъемности автомобильного транспорта, участвующего в грузоперевозке. При этом используется алгоритм Свира или другими словами эффект дворника-стеклоочистителя. Воображаемым лучом, исходящим из товарной базы (в нашем примере, точка К) и постепенно вращающимся по или (и) против часовой стрелке, начинаем «стирать» с координатного поля изображенных на нем потребителей. Как только сумма потребностей «стертых» потребителей достигает грузоподъемности (вместимости) автомобиля, фиксируется сектор, обслуживаемый одним кольцевым маршрутом, и намечается путь объезда потребителей. Аналогичным образом формируются маршруты для оставшихся потребителей.

Следует отметить, что данный метод дает точные результаты лишь в том случае, когда зона обслуживания имеет разветвленную сеть дорог, а также когда расстояния между узлами транспортной сети по существующим дорогам прямо пропорционально расстоянию по прямой.

III. Алгоритм комбинированного метода рассмотрим на примере развозки товара согласно условию вышепредставленной задачи (см. рисунок 1 и таблицу 1). Заметим, что применение комбинированного метода, также как и графического, предполагает наличиекарты-схемы реальной зоны обслуживания с соблюдением масштаба.

1. Используя эффект дворника-стеклоочистителя (графический метод), осуществляется группировка пунктов-потребителей на маршруты с учетом их потребностей и грузоподъемности (вместимости) автомобильного транспорта, участвующего в грузоперевозке (рисунок 3). При этом воображаемый луч вращается как по часовой, так и против часовой стрелки. В результате составляется таблица предварительных маршрутов объезда пунктов назначения (таблица 5).

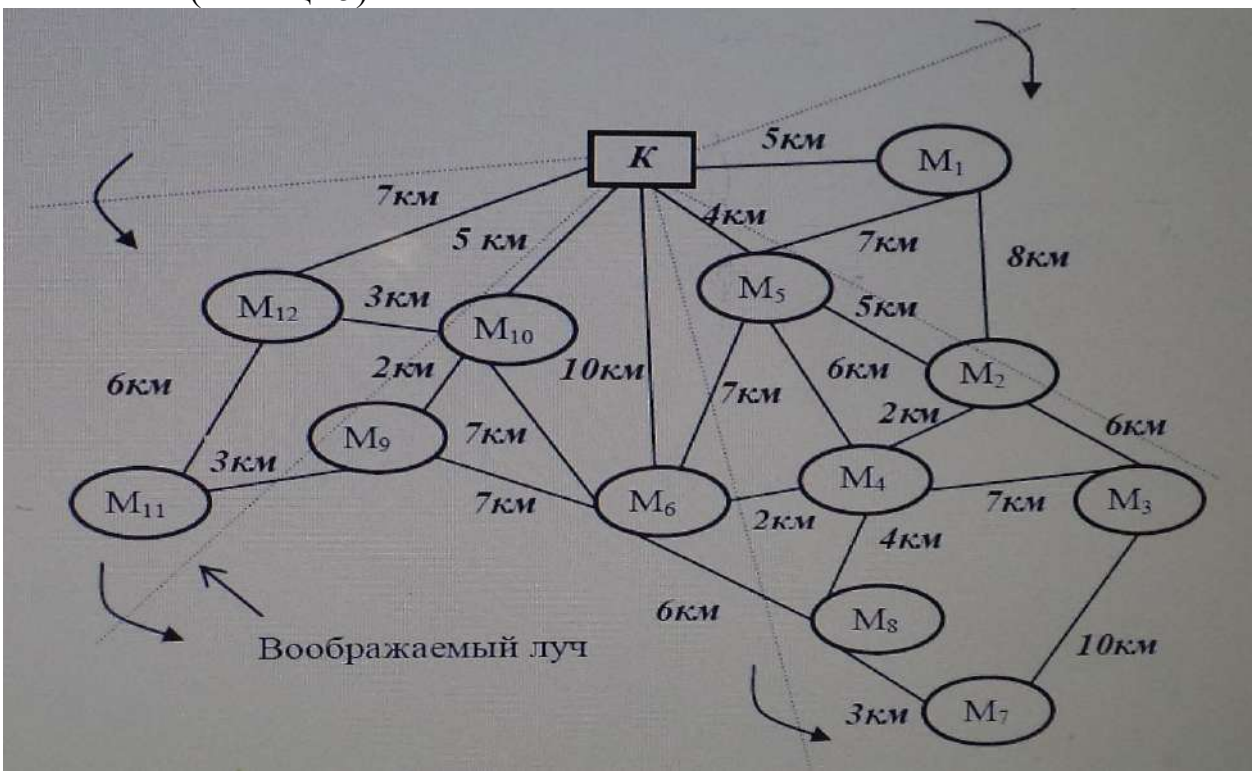


Рисунок 3 – Группировка потребителей на маршруты согласно
эффекту дворника-стеклоочистителя: К – овощная база; М1– М12 – потребители

Таблица 5 – Предварительные маршруты объезда пунктов назначения

№ предварительного маршрута	Пункты назначения	Потребность в продукции, тонн
Вращение луча по часовой стрелке		
1	M_1	1
	M_2	2
	M_5	1
		Итого: 4
Вращение луча против часовой стрелки		
2	M_{12}	2
	M_{11}	1
	M_9	1
		Итого: 4

№ предварительного маршрута	Пункты назначения	Потребность в продукции, тонн
3	$М_{10}$	2
	$М_6$	1
	$М_5$	1
		Итого: 4
4	$М_8$	2
	$М_7$	1
	$М_4$	1
		Итого: 4
5	$М_4$	2
	$М_3$	2
		Итого: 4

2. Определяется рациональный порядок объезда пунктов каждого маршрута в соответствии с третьим и четвертым пунктами алгоритма метода математического моделирования.

3. Составляется сводная маршрутная ведомость (таблица 6).

Таблица 6 – Сводная маршрутная ведомость

№ маршрута	Последовательность выполнения маршрута	Расшифровка	Протяженность пути движения на маршруте, км
1	К→ М5→М2→М1→К	К – овощная база М5 – магазин № 5 М2 – магазин № 2 М1 – магазин № 1	22
2	К→ $М_{12}$→$М_{11}$→$М_9$→К	К – овощная база М12 – магазин № 12 М11 – магазин № 11 М9 – магазин № 9	23
3	К→ $М_{10}$→$М_6$→$М_5$→К	К – овощная база М10 – магазин № 10 М6 – магазин № 6 М5 – магазин № 5	23
4	К→ $М_4$→$М_8$→$М_7$→К	К – овощная база М4 – магазин № 4 М8 – магазин № 8 М7 – магазин № 7	34
5	К→ $М_4$→$М_3$→К	К – овощная база М4 – магазин № 4 М3 – магазин № 3	33

Таким образом, совокупный пробег пяти автомобилей на пяти маршрутах в соответствии с проведенными оптимизационными расчетами согласно комбинированному методу составляет 135 км, что на 4 км или 3 % меньше по сравнению с методом математического моделирования.

Алгоритм применения комбинированного метода

с использованием GPS-навигатора

1. Формируются предварительные маршруты. При этом придерживаются первого пункта алгоритма комбинированного метода.

2. Определяются оптимальные кольцевые маршруты по обслуживанию точек потребления каждого предварительного маршрута. Для этого на электронную карту местности навигатора наносятся путевые точки предварительного маршрута (пункты назначения предварительного маршрута, начиная с товарной базы). С помощью функциональных возможностей GPS-навигатора определяется кратчайший путь, связывающий все точки соответствующего предварительного маршрута, начиная с товарной базы.

3. По критерию минимума транспортной работы определяются рациональные направления движения по полученным кольцевым маршрутам согласно п. 3 алгоритма.

Анализ представленных выше методов оптимизации кольцевых маршрутов позволяет сделать следующие выводы и предложения:

1. Ни один из методов не дает гарантированно правильного (оптимального) решения производственных задач характеризующихся одновременно большим числом (более 10–15) пунктов назначения, хорошо развитой дорожной инфраструктурой и когда потребности отдельных пунктов назначения таковы, что для полного их обслуживания необходимо, чтобы через них проходило несколько транспортных средств.

2. Метод математического моделирования в большинстве случаев позволяет получить оптимальный результат, если число пунктов назначения не превышает 10. При этом его необходимо применять, если грузоподъемность (вместимость) автомобиля позволяет удовлетворить потребности всех пунктов назначения (независимо от их числа) за один оборот.

3. При решении задач оптимизации кольцевых маршрутов с большим числом пунктов назначения (более 15) и хорошо развитой дорожной инфраструктурой предпочтение следует отдавать комбинированному методу, так как он лишен недостатков графического метода.

4. С целью снижения трудоемкости проведения оптимизации кольцевых маршрутов необходимо активно внедрять в практику хозяйственной деятельности GPS-навигаторы.

Деловая игра «Выбор и оптимизация загрузки транспортных средств»

Цель **–**научиться на практике применять методику оптимизации кольцевых маршрутов.

Деловая игра «Выбор и оптимизация загрузки транспортных средств» проводится после предварительного знакомства с материалами игры (см. раздел 7 Методических рекомендаций для самостоятельных занятий). На

практическом занятии обучающимся необходимо объединиться в мини-группы по 3-4 человека для формирования плана доставки овощей и фруктов в магазины. Деловая игра начинается на практическом занятии, а затем самостоятельно завершается студентами. Полученные результаты оформляются каждой группой в виде отчета.

Оптимизация расстояния перевозок грузов

Цель занятия:

- раскрыть методику оптимизации транспортных затрат путем решения транспортных задач в сетевой форме и методом потенциалов.

Пример 1.

Имеются 4 пункта потребления и 3 пункта производства. Стоимость транспортных услуг и потребность в продукции представлены в таблице 1.

Таблица 1- **Исходные данные транспортной задачи**

Поставщики	Потребители				Ресурсы поставщиков
	S_1	S_2	S_3	S_4	
P_1	C_{11} =1 X_1	C_{12} =2 X_2	C_{13} =3 X_3	C_{14} =4 X_4	6
P_2	C_{21} =4 X_5	C_{22} =3 X_6	C_{23} =2 X_7	C_{24} =0 X_8	8
P_3	C_{31} =0 X_9	C_{32} =2 X_{10}	C_{33} =2 X_{11}	C_{34} =1 X_{12}	10
Фонды потребителей	4	6	8	6	24

Решим задачу симплекс-методом.

Запишем ограничения модели:

1. Продукция, отправляемая из каждого пункта производства, не должна превышать ее количества, имеющегося в наличии.

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 = 6.$$
$$X_5 + X_6 + X_7 + X_8 = 8.$$
$$X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} = 10.$$

2. Продукция, поступающая в каждый пункт потребления, должна удовлетворять потребности в ней.

$$X_1 + X_5 + X_9 = 4. \qquad X_3 + X_7 + X_{11} = 8.$$
$$X_2 + X_6 + X_{10} = 6. \qquad X_4 + X_8 + X_{12} = 6.$$

Требуется определить наименьшую сумму транспортных издержек:

$F(x) = X_1 + 2X_2 + 3X_3 + 4X_4 + 4X_5 + 3X_6 + 2X_7 + 2X_{10} + 2X_{11} + X_{12} \rightarrow \min.$

Решение транспортной задачи симплекс-методом основано на отыскании базисных переменных. Выразим базисные переменные:

$X_1 = 6 - X_2 - X_3 - X_4.$ $\qquad X_{10} = -2 - X_2 + X_5 + X_7 + X_8.$ (1)

$X_6 = 8 - X_5 - X_7 - X_8$. $X_{11} = 8 - X_3 - X_7$. (2)

$X_{12} = 6 - X_4 - X_8$. $X_9 = -2 + X_2 + X_3 + X_4 - X_5$. (3)

Получено 6 уравнений, следовательно, должно быть шесть базисных неизвестных, которые и найдем из каждого уравнения.

Базисные переменные X_1, X_6, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, а свободные - X_2, X_3, X_4, X_5, X_7, X_8.

Выразим через свободные члены целевую функцию:

$F(x) = 6 - X_2 - X_3 - X_4 + 2X_2 + 3X_3 + 4X_4 + 4X_5 + 24 - 3X_5 - 3X_7 - 3X_8 + 2X_7 - -4 - 2X_2 + 2X_5 + 2X_8 + 2X_7 + 16 - 2X_3 - 2X_7 + 6 - X_4 - X_8 = 48 - X_2 + 2X_4 + + 3X_5 - X_7 - 2X_8$.

Так как при решении задач на минимум в целевой функции должны быть только положительные элементы, то заменим базисный член X_6на свободный X_7.

Получим $X_7 = 8 - X_5 - X_8 - X_6$. (4)

Запишем новую целевую функцию:

$F(x) = 48 - X_2 + 2X_4 + 3X_5 - 8 + X_5 + X_8 + X_6 - 2X_8 = 40 - X_2 + 2X_4 + 4X_5 - X_8 + X_6$.

Заменим базисный член X_{12}на свободный X_8.

Получим $X_8 = 6 - X_4 - X_{12}$ (5)

Запишем новую целевую функцию:

$F(x) = 34 - X_2 + 3X_4 + X_{12} + 4X_5 + X_6$.

Заменим базисный член X_1на свободный X_2.

Получим $X_2 = 6 - X_3 - X_4 - X_1$; (6)

$F(x) = 28 + X_3 + 4X_4 + X_1 + X_{12} + 4X_5 + X_6$.

Следовательно, мы получили базисные переменные X_2, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}; свободные - X_1, X_3, X_4, X_5, X_6, X_{12}.

Приравняем свободные члены к нулю и найдем базисные переменные:

Если $X_1 = 0$; $X_3 = 0$; $X_4 = 0$; $X_5 = 0$; $X_6 = 0$; $X_{12} = 0$, то из уравнений (1), (2), (3), (4), (5), (6) получим $X_2 = 6$; $X_7 = 2$; $X_8 = 6$; $X_9 = 4$; $X_{10} = 0$; $X_{11} = 6$. $F(x) = 28$

Запишем в таблицу результат решения задачи:

Поставщики	Потребители				Ресурсы поставщиков
	S_1	S_2	S_3	S_4	
P_1	1	2 **6**	3	4	6
P_2	4	3	2 **2**	0 **6**	8
P_3	0 **4**	2	2 **6**	1	10
Фонды потребителей	4	6	8	6	24

Решим данную задачу методом потенциалов.

Потенциалами называется система чисел, приписанных, соответственно, каждой строке i (u_i) и каждому столбцу j (v_j).

Потенциал (u_i), который устанавливается для каждой строки, можно условно принять за цену продукта в пункте его производства, потенциал (v_j),

который устанавливается для каждого столбца можно условно принять за цену продукта в пункте потребления.

В простейшем случае цена продукта в пункте потребления равна цене продукта в пункте производства плюс транспортные расходы на его перевозку (c_{ij}).

$$u_i + c_{ij} = v_j; \qquad u_i = v_j - c_{ij}.$$

Шаг 1. Построение первоначального плана методом «наименьшей стоимости» (по строкам или столбцам) или методом «северо-западного угла».

В первую очередь следует рассматривать строки (столбцы) с максимальными объемами производства (потребления). Искомой строкой является третья равная 10 т. В этой строке наименьшая стоимость перевозки находится на пересечении строки с первым столбцом и равна нулю. Поэтому есть возможность полностью удовлетворить потребность первого потребителя, равную 4 т, причем у третьего поставщика останется еще 6 т (10т – 4т) продукции.

Следующей по объему ресурсов является вторая строка (8т) и наименьшая стоимость перевозки находится в 4-ом столбце. Следовательно, можно полностью удовлетворить потребность четвертого потребителя (6т), а у поставщика останется 2т продукции. Аналогично распределяем продукцию первого поставщика. Минимальные затраты на перевозку имеет первый пункт потребления, который уже не нуждается в поставках. Следовательно, мы можем удовлетворить второго потребителя полностью и т.д.

Запишем полученные данные в таблицу:

Поставщики	Потребители				Ресурсы поставщиков
	S_1	S_2	S_3	S_4	
P_1	1	2 **6**	3	4	6
P_2	4	3	2 **2**	0 **6**	8
P_3	0 **4**	2	2 **6**	1	10
Фонды потребителей	4	6	8	6	24

Первоначально составленный план перевозок должен удовлетворять условию: оптимальное решение транспортной задачи то, в котором число перевозок не превышает i +j – 1. В нашем примере i = 3; j = 4 $\Rightarrow$ 3 + 4 – 1 = 6.

Так как число перевозок (выделено жирными цифрами в левом нижнем углу квадрата) в полученном плане 5, то условие выполняется.

Шаг 2. Построение системы потенциалов, которое начинают с того, что строке 1 присваивают ноль, т.е. принимают условную цену продукта в первом пункте производства равной нулю ($u_1 = 0$). Продукт направляют второму потребителю. Следовательно, условная цена во втором пункте потребления составит $v_2 = u_1 + c_{12} = 0 + 2 = 2$.

Находим цену в третьем пункте производства

$$u_3 = v_2 - c_{33} = 2 - 2 = 0.$$

Находим цену продукта в пунктах потребления 1, 3.

$$v_1 = u_3 + c_{31} = 0 + 0 = 0,$$
$$v_3 = u_3 + c_{33} = 0 + 2 = 2.$$

Находим цену производства во втором пункте

$$u_2 = v_3 - c_{23} = 2 - 2 = 0.$$

Находим цену продукта в 4 пункте потребления

$$v_4 = u_2 + c_{24} = 0 + 0 = 0.$$

Шаг 3. Проверка первоначального плана на оптимальность, исходя из принципа, что при любом его изменении, т.е. при перестановке перевозок в свободные квадраты, условная цена в пунктах потребления не должна быть меньше, чем в принятом нами плане, т.е.

$$u_i + c_{ij} \geq v_j.$$

Осуществим проверку для свободных квадратов:

$u_1 + c_{11} = 0 + 1 = 1 > v_1 = 0$, $u_2 + c_{22} = 0 + 3 = 3 > v_2 = 2$

$u_1 + c_{13} = 0 + 3 = 3 > v_3 = 2$, $u_3 + c_{32} = 0 + 2 = 2 > v_2 = 2$

$u_1 + c_{14} = 0 + 4 = 4 > v_4 = 0$, $u_3 + c_{34} = 0 + 1 = 1 > v_4 = 0$

$u_2 + c_{21} = 0 + 4 = 4 > v_1 = 0$,

Условие оптимальности выполняется для всех квадратов.

Затраты на транспортировку составят 4*0+6*2+2*2+6*2+6*0=28.

Если условие оптимальности не выполняется, то переходят к шагу 4.

Шаг 4.Оптимизация плана. Тот квадрат, в котором не выполняется условие оптимальности, помечают точкой. Затем проводят замкнутую ломаную линию, одна из вершин которой соединена с точкой, а остальные находятся в занятых (перевозками) квадратах. Начиная с квадрата, в котором стоит точка, поочередно по часовой стрелке присваиваем квадратам с вершинами «+» и «-». Из квадрата со знаком «-» выбираем наименьшее количество продукта и перемещаем его в квадрат со знаком «+».

Если план не является оптимальным одновременно для нескольких квадратов, то, в первую очередь, производится перемещение перевозок в тот квадрат, в котором условие оптимальности нарушено больше, чем во всех остальных. Для нового плана вычисляем значения потенциалов и проверяем новый вариант на оптимальность.

Оптимизация расстояния перевозок грузов с использованием электронной таблицы

Пример.1 Решите транспортную задачу (табл.1), используя электронную таблицу.

Таблица 1 – Исходные данные для решения транспортной задачи

Поставщики	Потребители				Ресурсы поставщиков
	S_1	S_2	S_3	S_4	
P_1	4 x1	7 x2	2 x3	3 x4	30
P_2	3	1	2	4	190

	x5	x6	x7	x8	
P_3	5 x9	6 x10	3 x11	7 x12	250
Фонды потребителей	70	120	150	130	470

Решение:

Для того, чтобы решить задачу в электронной таблице, необходимо произвести надстройку пакета программ, установив вкладку «Поиск решения» (Файл- параметры- надстройка – надстройки Электронной таблице (перейти) – поиск решения).

Алгоритм решения.

1. Формализуем задачу, записав систему ограничений и целевую функцию.

X1+X2+ X3 + X4 =30

X5 + X6 + X7 + X8 = 190

X9 + X10 + X11 + X12 = 250

X1+X5 + X9 = 70

X2 + X6 + X10 = 120

X3 + X7 + X11 = 150

X4 + X8 + X12 = 130

X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9, X10, X11, X12 ≥ 0

F(X) =4X1+7X2+2X3+3X4+3X5+X6+2X7+4X8+5X9+6X10+3X11+7X12 → min

2. В электронную таблицу в столбец А заносим все значения Х.

3. В столбце В программа будет напротив значений Х подбирать решения. Поэтому для того, чтобы записать целевую функцию, используем при наборе формулы ссылки на ячейки в столбце В. Так, целевая функция будет иметь вид:

=4*B1+7*B2+2*B3+3*B4+3*B5+B6+2*B7+4*B8+5*B9+6*B10+3*B11+7*B12

4. Записываем ограничения:

=B1+B2+B3+B4	=	30
=B5+B6+B7+B8	=	190
=B9+B10+B11+B12	=	250
=B1+B5+B9	=	70
=B2+B6+B10	=	120
=B3+B7+B11	=	150
=B4+B8+B12	=	130

5. Открываем вкладку «Данные» - «Поиск решения»

6. В открывшемся окне заполняем поля:

- Целевая функция $B$14
- Устанавливаем переключатель на «минимум»
- В поле ввода «Изменяя ячейки переменных» $B$1:$B$12
- Нажимаем кнопку «Добавить». В поле ввода «ссылка на ячейку» - вводим ячейки с записанными ограничениями $B$15.
- Правее в ниспадающем списке с условными операторами выбираем «=».
- В поле ввода ограничения вводим $D$15.
- Нажимаем кнопку «Добавить» и вводим другие ограничения. После ввода последнего нажимаем ОК. Тем самым произойдет возврат в диалоговое окно. С помощью кнопок «Изменить» и «Удалить» можно изменить или удалить неверно введенное ограничение.
- Устанавливаем флажки на « неотрицательные значения» и «линейная модель» во вкладке «Параметры»
- Нажимаем кнопку «Выполнить» или «Найти решение» (рис.1).

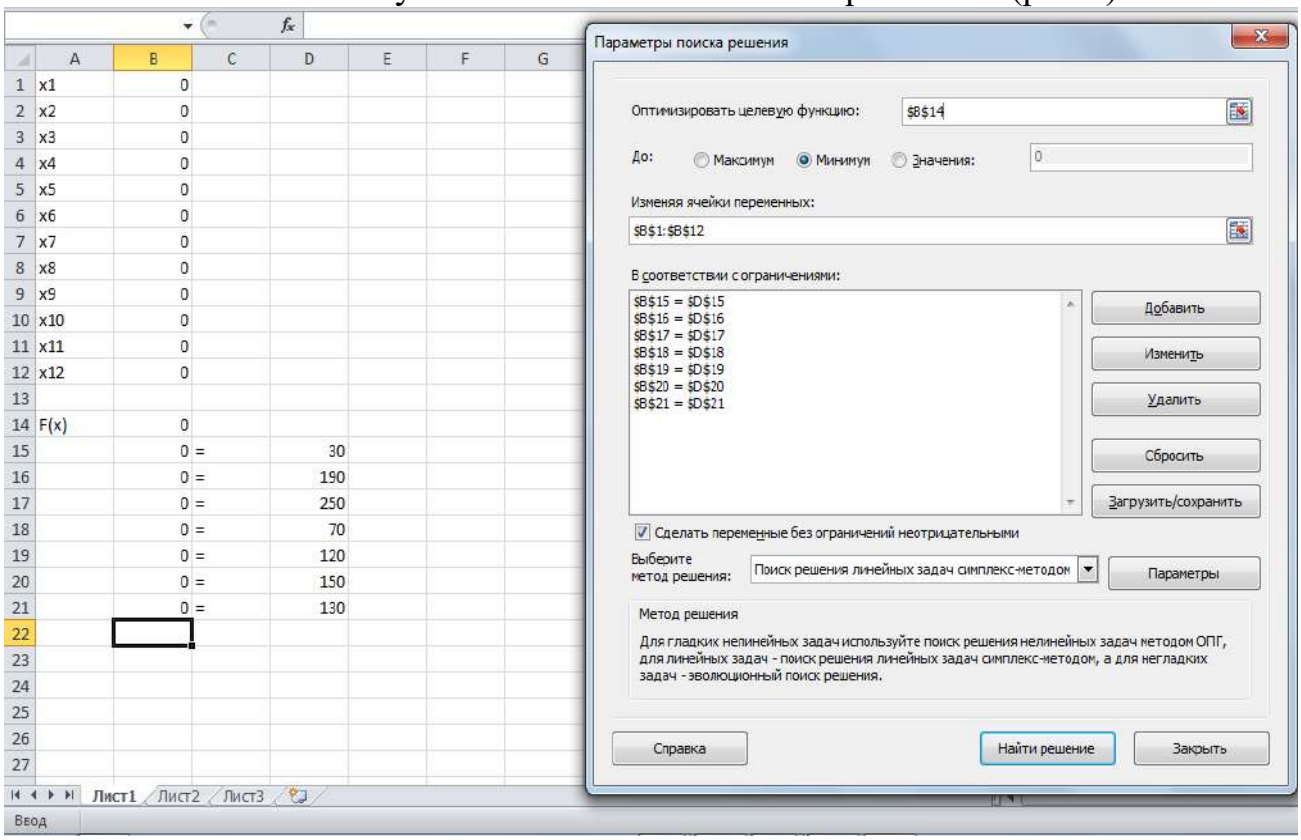
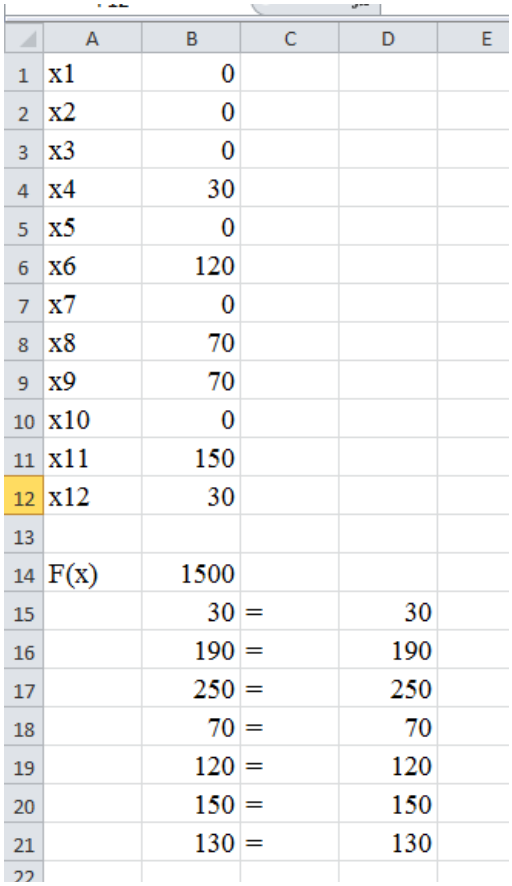


Рис.1

В результате, в изменяемых ячейках отражается объем перевозок, соответствующий оптимальному плану. В ячейке, в которой мы записывали целевую функцию мы видим сумму 1500. Это минимальная стоимость перевозок по оптимальному плану (рис.2).

В таблице 2 отразим оптимальный план перевозок, согласно полученным расчетам.



	A	B	C	D	E
1	x1	0			
2	x2	0			
3	x3	0			
4	x4	30			
5	x5	0			
6	x6	120			
7	x7	0			
8	x8	70			
9	x9	70			
10	x10	0			
11	x11	150			
12	x12	30			
13					
14	F(x)	1500			
15		30	=	30	
16		190	=	190	
17		250	=	250	
18		70	=	70	
19		120	=	120	
20		150	=	150	
21		130	=	130	
22					

Рис.2

Таблица 2 – План оптимального распределения груза

Поставщики	Потребители				Ресурсы поставщиков
	S_1	S_2	S_3	S_4	
P_1	4	7	2	3 30	30
P_2	3	1 120	2	4 70	190
P_3	5 70	6	3 150	7 30	250
Фонды потребителей	70	120	150	130	470

Пример 2. На рис. 4 представлена сеть с 11 вершинами и 18 звеньями. В каждом звене поставлено число, характеризующее расстояние c_{ij} между соседними вершинами, соединенными данным звеном. В круглых скобках против каждой вершины отмечены размеры ресурсов со знаком «+» и потребности со знаком «-». Необходимо распределить грузопотоки таким образом, чтобы минимизировать расстояние перевозок продукции. Решим задачу, сформулированную в сетевой форме без ограничения пропускной способности.

Решение:

Шаг 1. Составляем исходный план, при котором все ресурсы поставщиков должны быть распределены между соответствующими потребителями. Стрелками показывают направления грузопотоков, а цифрами над ними – количество перевозимой продукции (рис.5).

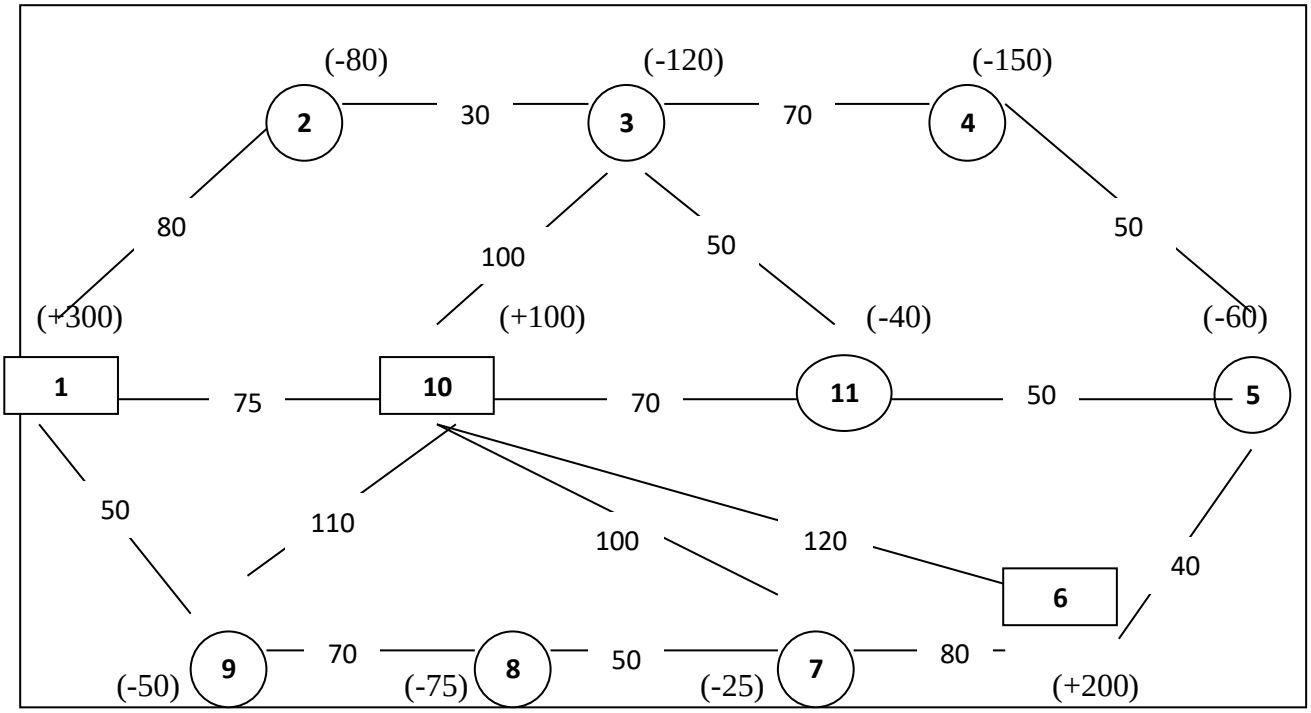


Рис.4. **Исходные данные для решения транспортной задачи**

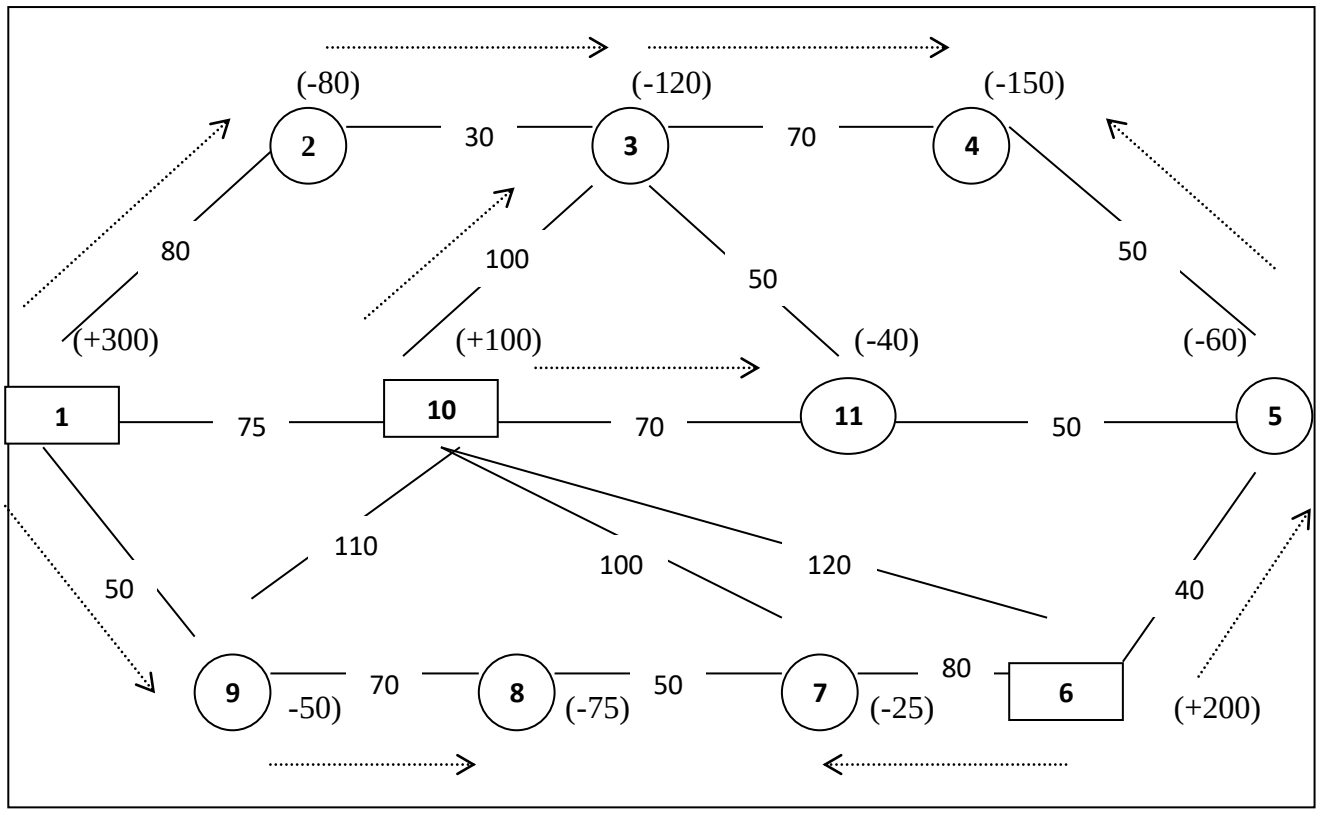


Рис.5. **Направления грузопотоков плана**

Шаг 2. Присваиваем каждой вершине потенциалы, начиная с первой. Потенциал – это любое произвольное число, которое по размеру больше, чем максимальное расстояние между двумя вершинами (в нашем примере – больше 120).

Допустим, число 200. Затем приступаем к присвоению потенциалов остальным вершинам, придерживаясь следующего правила: при продвижении по дугам в направлении следования грузопотоков к потенциалу предыдущей вершины прибавляем длину звена (расстояние между вершинами), а при движении по дугам против потока эту длину из потенциала предыдущей вершины отнимаем (рис.6).

В некоторых случаях дуги с грузопотоками могут образовать два замкнутых контура, не соединенных друг с другом. В этом случае оба контура соединяют дугами с нулевыми грузопотоками, которые включают в базис для определения потенциалов вершин.

Шаг 3.Проверяем, выполняется ли условие оптимальности на всех дугах сети, на которых нет грузопотоков, т.е. соблюдается ли условие

$$v_j - u_i \le c_{ij}.$$

(разница потенциалов двух вершин, соединенных дугой, на которой нет грузопотока. Таких дуг в нашем примере 7. Это дуги 1-10; 9-10; 10-7; 10-6; 11-5; 3-11; 8-7).

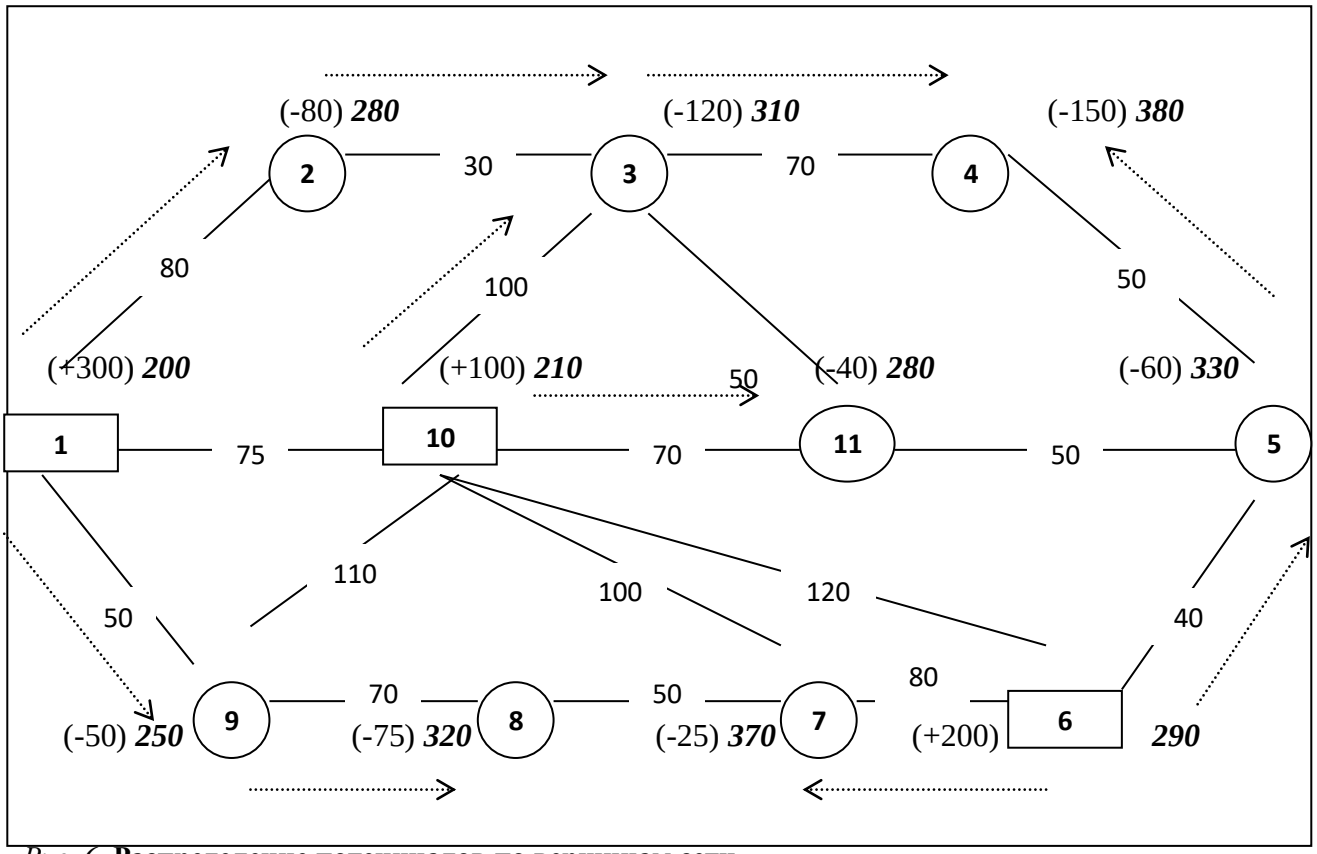


Рис. 6. **Распределение потенциалов по вершинам сети**

При невыполнения условия план перевозок не является оптимальным, т.к. при переводе грузопотока на данные дуги общее расстояние перевозок уменьшится.

Проверим условие оптимальности на дугах:

1-10: 210-200=10 **<75**; 10-6: 290-210=80<**120**;

9-10: 250-210=40<**110** ; 11-5: 330-280=50 =**50**;

10-7: 370-210=160 >**100** - ***не выполняется;*** 3-11: 310-280=30 <**50**;

8-7: 370-320=50=**50**.

Шаг 4. По дуге с максимальными нарушениями условия оптимальности направляем грузопоток от вершины с меньшим потенциалом до вершины с большим потенциалом (от 10 к 7) в объеме необходимой потребности (25), одновременно отнимая ее из всех встречных грузопотоков (рис.7).

Аналогично свободные от грузопотоков дуги проверяем на оптимальность:

1-10: 210-200=10 **<75**; 11-5: 330-280=50 =**50**;

9-10: 250-210=40<**110**; 3-11: 310-280=30 <**50**;

10-6: 290-210=80<**120**; 8-7: 320-310=10<**50**.

7-6: 310-290=20<**80**;

Все условия оптимальности выполняются.

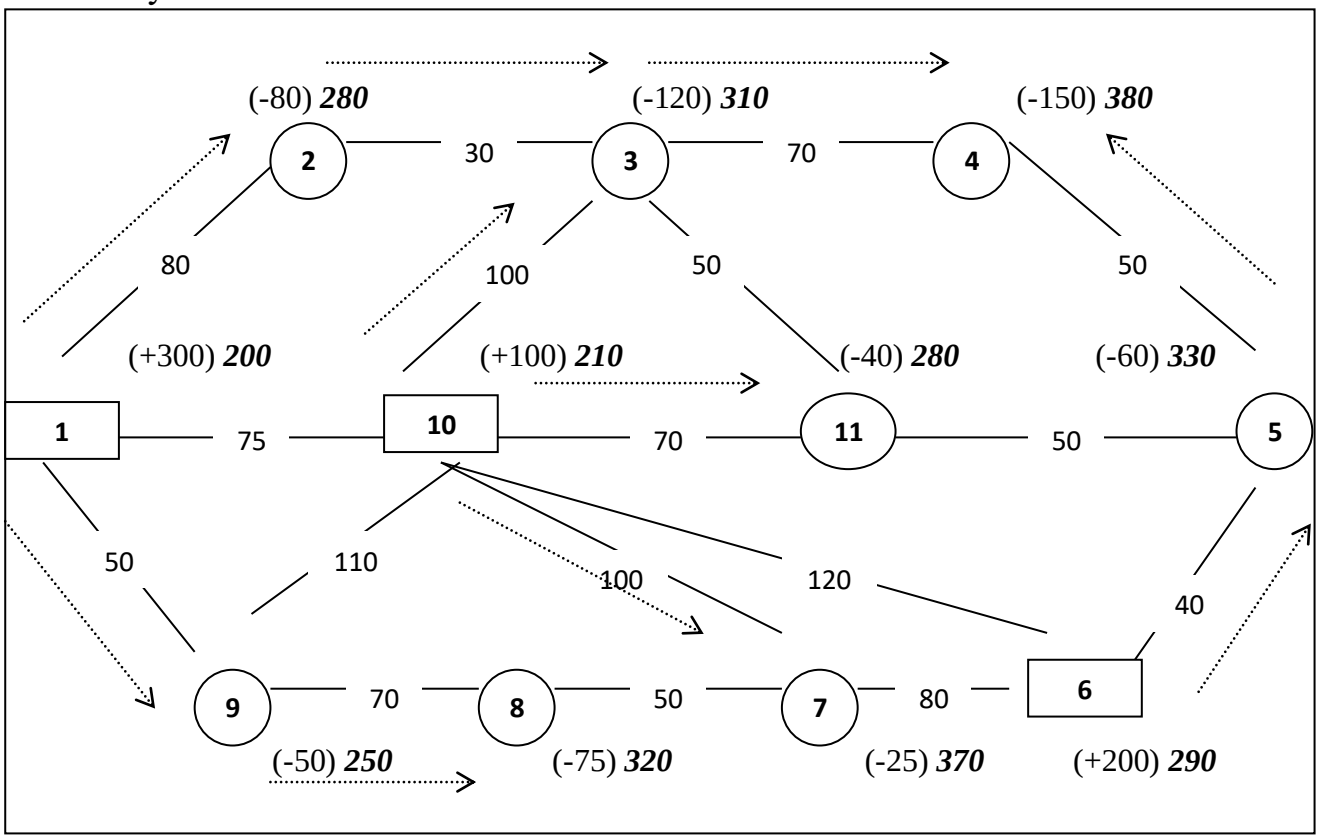


Рис. 7. **Направление грузопотоков плана №2**

Оптимальный план перевозок на сети без ограничения пропускной способности всегда образует дерево с числом звеньев на 1 меньше, чем число вершин. Этим правилом следует руководствоваться при составлении первоначального базисного плана, который не должен содержать замкнутых

контуров. В нашем примере оптимальный план перевозок изображен в виде дерева на рис.8.

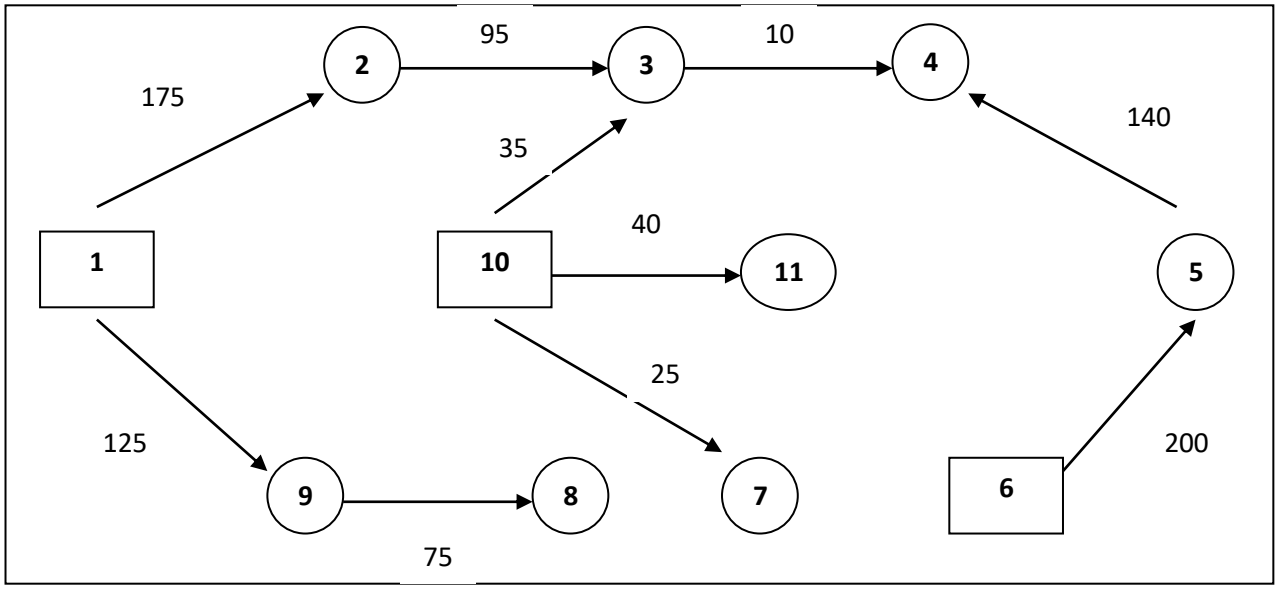


Рис.8. **Оптимальный план перевозок**

Практическое занятие № 22

ИМИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Вопросы

1. Что представляют собойимитационные модели анализа транспортно-логистических систем?

2. По заданию, выданному преподавателем, постройте имитационные модели анализа транспортно-логистических систем.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

К.П. Андреев

Грузоведение

Методические рекомендации по выполнению практических работ

для студентов дневной и заочной форм обучения
по направлению подготовки
23.03.01 - Технология транспортных процессов
профиль «Организация перевозок и управление на транспорте»

Рязань, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РАБОТЫ	4
2. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ	6
2.1 Практическая работа №1	6
2.2 Практическая работа №2	12
2.3 Практическая работа №3	14
2.4 Практическая работа №4	19
2.5 Практическая работа №5	22
2.6 Практическая работа №6	27
2.7 Практическая работа №7	31
2.8 Практическая работа №8	40
2.9 Практическая работа № 9	55
Литература	58
Приложение	60

1. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РАБОТЫ

Практическая работа выполняется на листах писчей бумаги формата А4 (297х210) одним из следующих способов:

- машинным способом, с применением печатающих и графических устройств персонального компьютера (размер шрифта 14). При этом используют гарнитуру шрифта Times New Roman, полуторный междустрочный интервал.
- рукописным, используется тушь (чернила) черного, синего или фиолетового цвета. Эти материалы используется при внесении исправлений.

Неправильный текст должен быть тщательно убран или закрашен белой краской. Повреждения листов текстовых документов, помарки и следы не полностью удаленного прежнего текста (графики) не допускаются.

Абзацы следует начинать с отступом в 15-17 мм. Записка выполняется на одной стороне листов формата А4.

Применение в проекте формулы, если их более одной, нумеруют арабскими цифрами. Номер указывается с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках. Номер формулы может состоять из номера раздела и порядкового номера формулы.

Значение символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны даваться непосредственно за формулой после запятой с новой строки после слова «где» без двоеточия после него. Символы и коэффициенты дают в последовательности, в какой они приведены в формуле. При последующем использовании формулы дается только ссылка на ее порядковый номер.

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц (ГОСТ 2.105-95). Таблицы, если их более одной, нумеруют арабскими цифрами. Над таблицей, с ее левой стороны, размещают слово «Таблица 1.» с ее порядковым номером. Если в проекте одна таблица, номер ей не присваивают, и слово «Таблица» не пишут. Таблица может иметь заголовок, который выполняется

строчными буквами (кроме первой прописной) и помещается над таблицей посередине.

Графы таблицы могут иметь свои заголовки и подзаголовки. Заголовки граф начинаются с прописных букв, подзаголовки со строчных, если они составляют одно предложение с заголовком. Подзаголовки, имеющие самостоятельное значение, пишут с прописной буквы. Заголовки указывают в единственном числе. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм. При переносе таблицы на другую страницу заголовок помещают только над первой частью. Над последующими частями, с левой стороны пишут «Продолжение таблицы …». Для облегчения ссылок в тексте проекта допускается нумерация граф таблицы.

Если цифровые или иные данные в таблице не приводят, то в графе ставят прочерк. Если повторяющийся в графе таблицы текст состоит из одного слова, его допускается заменить кавычками (если строки не разделены линиями). Текст из двух и более слов заменяют словами «То же», а далее кавычками.

Нумерация страниц пояснительной записки проекта и приложений, входящий в ее состав, должна быть сквозной.

2. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

2.1 Практическая работа №1

Расчёт прочности и крупногабаритной тары в процессе грузовой операции

Теоретическая часть

Тара является одним из важнейших элементов упаковки и представляет собой изделие для размещения продукции.

Классификация тары

1) По функциональным признакам

Потребительская

Групповая

Производственная

Тара-оборудование

Транспортная

2) По условиям эксплуатации

Разовая

Возвратная

Многооборотная

По способности выдерживать нагрузки

Мягкая

Полужёсткая

Жёсткая

3) По размерам

Крупногабаритная

Малогабаритная

По материалу изготовления

Из одного материала

Комбинированная

4) По прочности

Прочная

Хрупкая

5) По способности к штабелированию

Штабелируемая

Нештабелируемая

По герметичности

Герметичная

Негерметичная

По конструкционным особенностям

Неразборная

Разборная

Складная

6) По количеству затаренного груза

Индивидуальная

Групповая

Основные принципы расчёта прочности транспортной тары

Прочность транспортной тары в значительной степени определяет сохранность груза в процессе перевозок. На прочность определяющее влияние оказывают:

- Характер груза и его допустимая масса в единице тары
- Размер тары и её отдельных частей
- Механические свойства материала, используемого для изготовления тары
- Условия выполнения перевозок с точки зрения воздействия внешних факторов

Статистическое сжимающее усилие $P_{сж}^{ст}$ которое должна выдерживать тара, находящаяся в нижнем ряду штабеля:

$$P_{сж}^{ст} = g * Q * \frac{H - h}{h}$$

где g – ускорение свободного падения (9,81 *м/сек*^{2});

Q – масса тары с грузом, *кг*;

H – высота штабеля (штабирования), *м*;

h – высота единицы тары, *м*.

Высоту штабеля H устанавливают нормативно-технические документации для конкретных видов продукции.

Динамические нагрузки учитывают, когда в процессе перевозки на груз действуют вертикальные и горизонтальные (продольные и поперечные) инерционные силы (Н):

$$P_{\text{в}} = \text{a}_{\text{в}} \cdot Q(n_{\text{в}} - 1)$$

$$P_{\text{пр}} = \text{a}_{\text{пр}} \cdot Q\left(n_{\text{пр}} - 1\right)$$

$$P_{\text{п}} = \text{a}_{\text{п}} \cdot Q(n_{\text{п}} - 1)$$

Где a – ускорение

n – количество грузовых единиц (в определённом направлении)

Усилие нажатия $P_{\text{сж}}$ рассчитывают по формуле

$$P_{\text{сж}} = K_{\text{з}} * g * Q * \frac{H - h}{h}$$

Где $K_{\text{з}}$ - коэффициент запаса, который зависит от срока хранения груза.

Если $K_{\text{з}}$ указан в нормативно-технической документации, то его принимают $K_{\text{з}} = 1{,}85$. При хранении до 30 суток $K_{\text{з}} = 1{,}6$. До 100 суток $K_{\text{з}}$=1,65.

Расчёт конструкции крупногабаритной тары

Расчет конструкции крупногабаритной тары, масса-брутто которой составляет 500 – 20000 кг, производится с учетом поперечных сжимающих нагрузок, возникающих при строповке тар с грузом и изгибающих усилий, действующих на элементы тары при подъеме груза.

Усилие массы груза G, Н должно быть компенсировано вертикальными составляющими реакции в стропах:

$$G = 4Rsin\beta$$

где R – реакция в стропах, Н

β – угол между стропами и горизонтальной крышкой тары, градусы.

Горизонтальная составляющая реакции $R_г = 0{,}25Rctg\beta$. Тогда сжимающее усилие поперёк ящика составляет $R_п = 0{,}25Gctg\beta sin\alpha$. При этом угол β должен быть не меньше 45 градусов.

Необходимо учитывать что перемещение грузов кранами происходит в условиях переходных режимов, действия ускорения. Средняя величина ускорения составляет $a_{ср}$=0.6-0.8 м/с^2 поэтому необходимо ввести динамический коэффициент $k_д$ учитывающий коэффициент нагрузки:

$$k_д = \frac{Q(g + a_{ср})}{Q_g} = 1 + \frac{a_{ср}}{g}$$

Также следует учесть, что в процессе обращения тара подвергается перегрузкам многократно, в результате чего появляются усталостные напряжения и снижается прочность тары. Поэтому вводят коэффициент перегрузки $k_{пер}$ значение которого принимается 1,1-1,25 в зависимости от числа перегрузок.

С учётом $k_д$ и $k_{пер}$ сжимающее усилие составит:

$$R = 0.25k_д k_{пер} Gctg\beta sin\alpha$$

Необходимо также рассмотреть оптимальные зоны строповки транспортной тары, которые определяют усилия на изгиб полоза, работающего как свободно лежащая балка. Максимальные усилия на изгиб при этом возникают в точках опоры и с середине полоза. Расчёты показали, что зоны строповки надёжней всего располагать на расстоянии 0,2L от торцевых стенок ящика.

Практическая часть

Задача 1.1.

Определить усилия, действующие на крупногабаритную тару при условии:

Варианты:	**1, 16**	**2, 17**	**3, 18**	**4, 19**	**5, 20**
Масса тары с грузом, *кг*	500	550	600	650	700
Высота штабеля, *м*	6	6	6	6	6
Высота единицы тары, *м*	1	1	1	1	1

Задача 1.2.

Определить усилие массы груза G, Н по вертикальным составляющим реакции в стропах:

Варианты:	**6, 21**	**7, 22**	**8, 23**	**9, 24**	**10, 25**
Масса тары с грузом, *кг*	500	550	600	650	700
Угол между стропами и горизонтальной крышкой тары, *градусы*	60	55	50	45	60
Варианты:	**11, 26**	**12, 27**	**13, 28**	**14, 29**	**15, 30**
Масса тары с грузом, *кг*	750	800	500	550	600
Угол между стропами и горизонтальной крышкой тары, *градусы*	55	50	45	60	55

Задача 1.3.

Определить по приведённым в теоретической части формулам, с учётом $k_д$ и $k_{пер}$ сжимающее усилие:

Варианты:	**1-5**	**6-10**	**7-15**	**16-20**	**21-25**	**26-30**
Масса тары с грузом, *кг*	500	800	1000	1100	1200	1300
Коэффициент перегрузки	1,1	1,2	1,25	1,1	1,25	1,3
Динамический коэффициент учитывающий коэффициент нагрузки	1,25	1,3	1,35	1.4	1,45	1,5
Средняя величина ускорения, $м/с^2$	0,6	0,7	0,75	0,8	0,8	0,85
α, *градусы*	45	45	45	45	45	45
β, *градусы*	45	60	55	60	65	65

Задача 1.4.

По исходным данным задачи 1.3.

Вариант 1-5: Построить график зависимости поперечной силы от угла строповки β.

Вариант 6-10: Построить график зависимости поперечной силы от геометрических размеров тары.

Вариант 11-15: Построить график зависимости поперечной силы от коэффициента перегрузки $K_{пер}$

Вариант 16-20: Построить график зависимости поперечной силы от динамического коэффициента.

Вариант 21-25: Построить график зависимости поперечной силы от средней величины ускорения.

Вариант 26-30: Построить график зависимости поперечной силы от массы.

2.2 Практическая работа №2

Расчёт прочности картонной тары

Теоретическая часть

При расчёте сжимающего усилия, которое должна выдержать картонная транспортная тара при штабелировании на складе, учитывается коэффициент прочности $К_{зап}$, который зависит от продолжительности хранения и колеблется в пределах 1,6-1,85 (срок хранения менее 30 суток и более 100 суток соответственно). Тогда сжимающее усилие $Р_{сж}$, Н, действующее на картонный ящик составит:

$$Р_{сж} = \frac{К_{зап} \cdot g \cdot Q \cdot (H - h)}{h}$$

Где $К_{зап}$ – коэффициент запаса прочности

Q – масса тары с грузом, кг;

h – высота единицы тары;

g – ускорение свободного падения (9,81 м/с^2);

H – высота складирования.

С другой стороны, сопротивление сжатию картонной тары зависит от параметров ящика и прочности гофрированного картона на торцевое сжатие. В соответствии с упрощенной формулой Макки:

$$P_{сж} = 2{,}55 \cdot Р_т \cdot \sqrt{\delta \cdot z}$$

Где $Р_т$ - торцевая жёсткость, Н/см;

δ - толщина картона;

z – периметр ящика, см.

Торцевая жёсткость картонной тары

Вид сопротивления	Норма для картона марок (при влажности 6-12%)								
	Д	Т-0	Т-1	Т-2	Т-3	Т-4	П-1	П-2	П-3
Торцевому сопротивлению, Н/см	-	54	40	36	30	20	100	80	60
Продавливанию, МПа	0,2	1,3	1,2	1,1	0,9	0,7	2,07	1,7	1,4

Торцевая жёсткость принимается в зависимости от марки картона, а толщина практически равна высоте гофр. Зная параметры ящика, можно определить допустимую высоту штабелирования на складах и в вагоне, а также на основе оптимальной высоты штабелирования - необходимые параметры и марку картона.

Практическая часть

Задача 2.1.

Определить высоту складирования картонных коробок (марка картона Т-3):

Варианты:	**1, 11, 21**	**2, 12, 22**	**3, 13, 23**	**4, 14, 24**	**5, 15, 25**
Масса тары с грузом, *кг*	28	30	26	28	26
Размеры коробок, *мм*	400x300x200	300x200x100	400x300x200	500x400x300	250x150x100
Толщина картона, *мм*	2,4	2,3	2,4	2,5	2,2
Время хранения, *сутки*	28	26	24	28	30
Варианты:	**6, 16, 26**	**7, 17, 27**	**8, 18, 28**	**9, 19, 29**	**10, 20, 30**
Масса тары с грузом, *кг*	24	30	28	26	24
Размеры коробок, *мм*	300x200x100	400x300x200	500x400x300	300x200x100	250x150x100

Окончание таблицы

Толщина картона, *мм*	2,6	2,5	2,3	2,5	2,6
Время хранения, *сутки*	31	22	30	28	23

2.3 Практическая работа №3

Расчёт прочности картонных набивных барабанов

Теоретическая часть

Расчёт прочности картонных набивных барабанов производится на основе статического сжимающего усилия, определённого с учётом оптимальной высоты штабелирования:

$$Р_{сж}^{\delta} = \frac{К_{зап} \cdot g \cdot Q \cdot (H - h_Н)}{h_H}$$

где $К_{зап}$ – коэффициент запаса прочности

Q – масса тары с грузом, кг;

h – высота единицы тары, м;

g – ускорение свободного падения (9,81 м/с^2);

H – высота складирования, м;

h_H – наружная высота барабана, м.

Масса груза и внутреннего объёма тары:

$$Q = 0.25\pi \cdot d_B^2 \cdot h_B \cdot \rho$$

где d_B, h_B – внутренние диаметр и высота барабана соответственно, *см*.

ρ - объёмная масса груза, *г/см*.

Выражение $\frac{H-h_Н}{h_Н}$заменим выражением $\frac{H}{h_B}$, что допустимо, т.к. $\frac{H}{h_B} \geq \frac{H-h_Н}{h_Н}$

$$Р_{сж}^{\delta} = К_{зап} \cdot g \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot d_B^2 \cdot H \cdot \rho$$

Сопротивление сжимающему усилию картонного барабана $Р_{сж}^{\delta}$ зависит от жёсткости, числа слоёв картона и диаметра барабана:

$$Р_{сж}^{\delta} = \pi \cdot d_B^2 \cdot n_{сл} \cdot Ж \cdot К_{кл}$$

где $n_{сл}$ - число слоёв картона;

Ж – жёсткость картона по кольцу, Н/см;

$К_{кл}$ - коэффициент, увеличивающий жёсткость за счёт клеевого слоя.

Высота штабелирования данного груза в барабанах определённых параметров:

$$H = \frac{n_{сл} \cdot Ж \cdot К_{кл}}{0.25 \cdot g \cdot К_{зап} \cdot d_B \cdot \rho}$$

Формула для определения оптимального диаметра для обеспечения необходимой жёсткости

$$d_B = \frac{n_{сл} \cdot Ж \cdot К_{кл}}{0.25 \cdot g \cdot К_{зап} \cdot H \cdot \rho}$$

Сопротивление сжатию барабана можно увеличить, изменяя число слоёв картона, образующих стенки барабана, или используя более жёсткую марку картона.

Сопротивление сжатию барабана:

$$Р_{сж.б}^{сопр} = К_{кл} \cdot \pi \cdot d_B \cdot \mu \cdot n$$

где $К_{кл}$ - коэффициент, увеличивающий жёсткость за счёт клеевого слоя;

μ - жёсткость барабана по кольцу, Н/мм;

n - количество слоёв картона.

Практическая часть

Задача 3.1.

Определить массу груза и сжимающее усилие на барабан (барабаны хранятся в штабелях):

Вариант:	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Толщина дна барабана, *мм*	4	5	4	6	5
Толщина крышки и стенки, *мм*	3	3	4	5	4
Наружный диаметр барабана, *мм*	320	300	310	320	280
Наружная высота, *мм*	360	350	360	380	400
Плотность груза, $т/м^3$	0,72	0,75	0,7	0,65	0,6
Время хранения в штабелях, *суток*	10	10	15	13	12
Высота штабеля, *м*	3	2	2,5	3	3,5
Вариант:	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Толщина дна барабана, *мм*	4	6	5	6	5
Толщина крышки и стенки, *мм*	3	3	3	4	5
Наружный диаметр барабана, *мм*	300	330	340	390	310
Наружная высота, *мм*	390	360	350	360	380
Плотность груза, $т/м^3$	0,7	0,71	0,72	0,73	0,66
Время хранения в штабелях, *суток*	14	12	13	14	15
Высота штабеля, *м*	3	2	3	2	2,5

Окончание таблицы

Вариант:	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Толщина дна барабана, *мм*	5	5	6	5	6
Толщина крышки и стенки, *мм*	5	4	4	3	4
Наружный диаметр барабана, *мм*	310	320	330	340	350
Наружная высота, *мм*	380	370	360	350	340
Плотность груза, *т/м*3	0,6	0,61	0,62	0,63	0,64
Время хранения в штабелях, *суток*	10	11	12	13	14
Высота штабеля, *м*	2	2,5	2	2,5	3

Задача 3.2.

Определить внутренний диаметр барабана (барабаны хранятся в штабелях):

Вариант:	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Плотность груза, *т/м*^{3}	0,85	0,8	0,85	0,75	0,7
Жесткость картона, *Н/мм*	1,2	1,3	1,2	1,4	1,3
Коэффициент жёсткости клеевого слоя	1,1	1,1	1,1	1,3	1,2
Высота штабеля, *м*	2,8	3	2,8	2,5	3
Количество слоёв картона барабана	3	3	2	4	2
Время хранения барабанов в штабеле, *суток*	20	15	20	18	17

Окончание таблицы

Вариант:	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**
Плотность груза, *т/м*^{3}	0,8	0,7	0,85	0,75	0,85
Жесткость картона, *Н/мм*	1,4	1,2	1,3	1,4	1,2
Коэффициент жёсткости клеевого слоя	1,1	1,1	1,1	1,1	1,3
Высота штабеля, *м*	3	3	2,5	3	2,8
Количество слоёв картона барабана	3	2	3	4	2
Время хранения барабанов в штабеле, *суток*	20	25	16	19	17
Вариант:	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
Плотность груза, *т/м*^{3}	0,7	0,8	0,75	0,85	0,75
Жесткость картона, *Н/мм*	1,2	1,5	1,4	1,3	1,4
Коэффициент жёсткости клеевого слоя	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1
Высота штабеля, *м*	2,5	3	2,8	2,5	2,5
Количество слоёв картона барабана	2	4	3	3	4
Время хранения барабанов в штабеле, *суток*	19	21	25	18	22

2.4 Практическая работа №4

Расчёт прочности полимерных пленок

Теоретическая часть.

Параметры плёнок для скрепления пакетов определяется в зависимости от величины продольных сил, фрикционных сил, массы пакета и свойств самой плёнки.

На пакет массой Q действует продольная инерционная сила $\mathrm{P_{пр}} = \mathrm{a_{пр}} * Q$, которая стремится сдвинуть пакет относительно поддона. На боковые плоскости пакета действуют силы натяжения. Они компенсируют друг друга. В результате действия силы тяжести G=g*Q и силы $\mathrm{P_{пл}} * S$ возникает сила трения

$$F_{\mathrm{тр}} = f(G + \mathrm{P_{пл}} * S)$$

Где f – коэффициент трения между пакетом и поддоном.

Усилие R, возникающее на плёнке не должно быть больше допустимого

$$R \leq [\sigma] \cdot \delta \cdot \mathrm{H_{пл}}$$

Где $[\sigma]$ - допускаемое напряжение на растяжение плёнки (900 Н/см^2);

δ - толщина плёнки, см;

$\mathrm{H_{пл}}$ – длина плёнки (высота пакета), см;

Запишем уравнение сил, действующих на пакет

$$\mathrm{P_{пр}} - f(G + \mathrm{P_{пл}} * S) - 2R = 0$$

Приравняв 2 последних уравнения получим формулу для расчёта толщины плёнки

$$\delta = \frac{\mathrm{P_{пр}} - f(G + \mathrm{P_{пл}} * S)}{2[\sigma] \cdot \mathrm{H_{пл}}}$$

В реальных условиях натяжение плёнки не учитывают

$$\delta = \frac{\mathrm{P_{пр}} - f(G)}{2[\sigma] \cdot \mathrm{H_{пл}}}$$

Практическая часть

Задача 4.1.

Определить силу трения $F_{тр}$ при следующих данных:

Вариант:	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Коэффициент трения	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35
Сила тяжести (G=g*Q), *Н*	240	260	280	300	320
Сила *(*$P_{пл} * S$*)*, *кН*	12	14	16	18	20
Продольная инерционная сила ($P_{пр} = a_{пр} * Q$), *Н*	10	12	14	16	18
Вариант:	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Коэффициент трения	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6
Сила тяжести (G=g*Q), *Н*	330	340	350	360	370
Сила *(*$P_{пл} * S$*)*, *кН*	22	24	26	28	30
Продольная инерционная сила ($P_{пр} = a_{пр} * Q$), *Н*	20	22	24	26	28

Задача 4.2.

Определить усилие, возникающее в плёнке:

Вариант:	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Высота пакета, *см*	40	60	80	100	120
Толщина пленки, *мм*	0,5	0,6	0,7	0,9	1
Допустимое растяжение, *Н/см*^{2}	900	900	900	900	900
Вариант:	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Высота пакета, *см*	130	140	150	160	170

Толщина пленки, *мм*	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Допустимое растяжение, $Н/см^2$	900	900	900	900	900

Задача 4.3.

Определить толщину пленки:

Вариант:	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**
Коэффициент силы трения	0,1	0,5	0,2	0,45	0,4
Высота пакета, *см*	50	70	90	110	120
Сила тяжести (G=g*Q), *кН*	0,5	0,6	0,7	0,8	1
Допустимое растяжение, $кН/см^2$	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Продольная инерционная сила ($P_{пр} = a_{пр} * Q$), *кН*	10	12	14	16	18
Вариант:	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
Коэффициент силы трения	0,2	0,6	0,3	0,55	0,5
Высота пакета, *см*	60	80	100	120	130
Сила тяжести (G=g*Q), *кН*	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1
Допустимое растяжение, $кН/см^2$	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Продольная инерционная сила ($P_{пр} = a_{пр} * Q$), *кН*	11	13	15	17	19

2.5 Практическая работа №5

Расчёт параметров амортизационных прокладок

Теоретическая часть

Амортизационные материалы – материалы для изготовления упаковочных амортизаторов, такие, как гофрированный картон, вспененные полимеры, мягкие сорта резины, пружины, деревянная стружка и т.д.

Амортизационные материалы обеспечивают сохранность изделий при ударах, вибрации, трении выступающих частей изделия о внутренние поверхности твердой тары и других нагрузках, Требования к амортизационным материалам следующие: небольшая объёмная масса, достаточная механическая прочность, минимальная остаточная деформация, возникающая в результате действия механических нагрузок, негигроскопичность и химическая инертность, отсутствие абразивных свойств, низкая стоимость и простота изготовления.

Характеристика амортизационных материалов.

Каждый вид амортизационных материалов имеет свои специфические свойства, определяющие условия использования и ограничивающие сферу применения.

Древесная стружка обладает высокой эластичностью, используется для амортизации тяжёлых предметов, однако её упругие свойства нестабильны, они зависят от влажности. Оптимальная влажность древесной стружки составляет 12-18%. При большей влажности стружка теряет эластичность, а при меньшей ломается и пылит. Кроме того, древесная стружка может содержать смолистые вещества, вызывающие коррозию.

Войлок и *шерсть* отличаются достаточной упругостью, хорошо сопротивляются повторным деформациям, но гигроскопичны, подвержены гниению и поражению насекомыми.

Стекловолокно обладает наибольшей упругостью, негигроскопично, не подвержено сгоранию, но характеризуется высокой абразивностью, что значительно ограничивает сферу его применения.

Бумага и картон - наиболее распространённые виды амортизирующих материалов. Они легко принимают нужную форму, стоимость их производства относительно невелика, хорошо амортизируют лёгкие изделия, применяются для упаковывания пищевых, парфюмерных, медицинских и других грузов, но боятся сырости при повторном использовании, теряют упругие свойства.

Пенистые полимеры являются наиболее перспективными амортизаторами. Среди них необходимо выделить пенополистирол, амортизирующий и теплоизолирующий материал с микроячеистой структурой. Плотность пенополистирола 25 *кг/м*. Он обладает большой механической прочностью, стоек к влаге, низким температурам, не даёт пыли, но при повторных нагрузках изменяет свои амортизационные свойства. Применяются также пенополиуретан, пенополиэтилен, велофлекс и др., отвечающие всем современным требованиям, но обладающие пока высокой стоимостью. Свойства пенистых амортизационных материалов достаточно хорошо изучены, разработаны методики расчёта прокладок из указанных материалов.

Динамическая характеристика амортизационных материалов.

При перевозке различными видами транспорта, хранения на складе в штабелях, выполнении погрузочных-разгрузочных работ система «изделие-упаковка» подвергается воздействию различных видов нагрузок, ударов и вибрации. Практика показала, что наиболее опасными нагрузками, действующими на систему «изделие-амортизация-тара» в процессе доставки от изготовителя до потребителя, являются удары. Нормативные воздействия нагрузок на тару и груз при различных условиях перевозки и перегрузки следующие:

Условия перевозок и перегрузок	Величина нагрузки, доли g
Перемещение по железной дороге	2,0

Воздействия при соударении железнодорожных вагонов	3,0
Перемещение автотранспортом:	
- по асфальтному покрытию	1,0-1,5
- по грунтовой дороге	3,5
Перемещение морским транспортом	1.0
авиатранспортом	2,0-5,0
Воздействия при выполнении грузовых операций	2,0 - 5,0
Удары при падении	25,0 и более

Выбор амортизационного материала для конкретных условий работы осуществляется на основе его динамической характеристики, определяемой специальными испытаниями. В процессе испытания имитируется падение груза (молота) переменной массы на прокладку из амортизационного материала. По результатам испытаний строится график зависимостей ударной перегрузки от статической нагрузки. Эта зависимость и является динамической характеристикой амортизационного материала. Кривая, выражающая зависимость «ударная перегрузка-статическая нагрузка», представляет характерную вогнутую форму с ярко выраженным минимумом.

При малой массе молот (левая ветвь динамической кривой) создаёт на амортизаторе нагрузку меньшей величины по сравнению с необходимой для того, чтобы, преодолев упругие силы материала, деформировать его на значительную величину (происходит отскок); возникают значительные ударные перегрузки. С увеличением массы молота деформация материала увеличивается и, наконец, достигает такой величины, при которой материал обнаруживает наилучшие амортизационные свойства. Эта нагрузка соответствует минимуму динамической кривой.

При дальнейшем увеличении массы молота возрастает остаточная деформация. Вследствие сильного сжатия материал начинает терять свои амортизационные свойства, ударные перегрузки вновь увеличиваются (правая ветвь кривой). Таким образом, зона минимума кривой (динамической

характеристики) соответствует оптимальным условиям работы испытываемого материала.

Практическая часть

Задача 5.1.

Определить величину ударной перегрузки доли g при условии:

$$П = \frac{\alpha_1}{P} + \alpha_2 \frac{H}{h} + \alpha_3 \left(\frac{H}{h}\right)^2 P$$

где П – ударная перегрузка, доли g;

P – статическое давление изделия на прокладку, Н/см^2;

h – высота прокладки, см;

α_1, α_3 – постоянные величины, характеризующие ударозащитные свойства материала, Н/см^2 см^2/Н;

α_2 – коэффициент амортизации.

Вариант:	**1-3**	**4-6**	**7-9**	**10-12**	**13-15**
Статическое давление изделия на прокладку, Н/см^2	0,6	0,5	0,6	0,7	0,9
Высота прокладки, см	3	3	3	3	3
Постоянные величины, характеризующие ударозащитные свойства материала	6	4	6	5	3
Коэффициент амортизации	0,7	0,6	0,5	0,7	0,6
Доли g	1,5	1,5	1,4	1,6	1,8
Вариант:	**16-18**	**19-21**	**22-24**	**25-27**	**28-30**
Статическое давление изделия на прокладку, Н/см^2	0,8	0,7	0,5	0,6	0,8

Высота прокладки, см	3	3	3	3	3
Постоянные величины, характеризующие ударозащитные свойства материала	4	6	5	4	5
Коэффициент амортизации	0,5	0,6	0,7	0,6	0,7
Доли g	1,7	1,6	1,4	1,7	1,6

2.6 Практическая работа №6

Расчет объема навалочного груза, перевозимого автотранспортным средством

Теоретическая часть

К навалочным грузам относится широкая номенклатура грузов, перевозимых без тары и распределения по грузовым местам, предъявляемых к транспортировке навалом.

Правила перевозки грузов навалом на автомобильном транспорте предусматривают условия перевозок угля, руды всех групп, камней природных, а также нерудных строительных материалов: песка, песчано-гравийной смеси, гальки, гравия, щебня, известняка, мела, бутового камня и его отходов, керамзита, грунта (в том числе растительной земли, глины, торфа); отходов металлургического производства (золы, огарков, шлака и др.); снега в отвал, мусора и других подобных грузов.

Для перевозки навалочных грузов наиболее рационально использовать самосвалы или самосвальные автопоезда, которые обеспечивают быструю разгрузку. Тип самосвала должен соответствовать особенностям перевозимого груза. При значительных расстояниях перевозки, когда грузоподъемность подвижного состава начинает играть главную роль, для перевозки навалочных грузов могут использоваться универсальные автопоезда.

Объем навалочного груза, который может быть перевезен в автотранспортном средстве, необходимо рассчитывать по формуле, учитывающей объем «шапки», образующейся над верхней поверхностью открытого кузова:

$V_г = V_к + (b_к/2)^3 tg\,\alpha_{дв}$,

где $V_к$ – геометрический объем кузова, м^3;

$b_к$ – ширина кузова, м;

$\alpha_{дв}$ – угол естественного откоса груза в движении, ^{o}.

Максимальная масса перевозимого груза составит: $Q_г = V_г \rho$,

где ρ – плотность груза.

Если $Q_г > q_н$, то объем кузова не может быть использован полностью и в самосвал необходимо загрузить массу груза, соответствующую его номинальной грузоподъемности объемом $V_г = q_н/\rho$.

где $q_н$ - номинальная грузоподъемность.

Номинальная грузоподъемность автомобильного транспортного средства - грузоподъемность, указанная в технической характеристике автомобильного транспортного средства.

Если $Q_г < q_н$ **,** то объем кузова недостаточен для полной загрузки данного подвижного состава. Степень использования грузоподъемности будет определяться соотношением массы груза и номинальной грузоподъемности автотранспортного средства.

Необходимые справочные сведения по навалочным грузам приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1.

Характеристика основных навалочных грузов

Наименование	Плотность, т/м^3	Угол откоса, ^{o}	
		в движении	в покое
глина сухая	1,8	40	40
глина сырая	2,0	20	25
гравий	1,7	30	45
земля	1,6	17	27
зерно	0,6	28	35
картофель	0,6	20	28
песок	1,6	30	33
торф	0,5	40	45
уголь	0,8	30	45
шлак	0,7	35	50
щебень	1,8	35	45

Практическая часть

Задача 6.1.

Определить объем навалочного груза $\mathbf{V_г}$, перевозимого автотранспортным средством при следующих данных:

Вариант:	**1-3**	**4-6**	**7-9**	**10-12**	**13-15**

Наименование навалочного груза	торф	уголь	щебень	глина сырая	картофель
Марка автотранспортного средства	Самосвальный автопоезд (седельный тягач МАЗ-64228, полуприцеп МАЗ-9506)	Самосвальный автопоезд (Седельный тягач МАЗ-MAN, полуприцеп САТ-119-02)	Самосвал КАМАЗ-55111	Самосвал КАМАЗ-55111	Самосвал КрАЗ 65055-041
Габаритные размеры автотранспортного средства (длина, ширина, высота), м	6,8; 2,3; 1,0	13,5; 2,5; 3,6	4,2; 2,5; 1,1	4,2; 2,5; 1,1	8,3; 2,5; 2,8
Номинальная грузоподъемность, $q_н$, т	24	39,1	13	13	16
Вариант:	**16-18**	**19-21**	**22-24**	**25-27**	**28-30**
Наименование навалочного груза	зерно	земля	гравий	шлак	глина сухая

Окончание таблицы

Марка автотранспортного средства	Самосвальный автопоезд (седельный тягач МАЗ-	Самосвал КрАЗ-65032-043	Самосвальный автопоезд (седельный тягач МАЗ-64228,	Самосвала КАМАЗ-65115-017	*Самосвал КрАЗ-6510*

	64228, полуприцеп САТ-112-02***)***		полуприцеп МАЗ-9506)		
Габаритные размеры автотранспорт-ного средства (длина, ширина, высота), м	8,7; 2,5; 3,8	8,3; 2,5; 3,0	6,8; 2,3; 1,0	6,7; 2,5; 3,0	8,3; 2,5; 2,8
Номинальная грузоподъем-ность, $q_н$, т	25,6	20	24	15	15

2.7 Практическая работа №7

Организация перевозки скоропортящихся грузов

Теоретическая часть.

К *скоропортящимся грузам* относятся грузы, которые для обеспечения сохранности во время перевозки требуют соблюдения температурного режима и определенных санитарно-гигиенических требований.

Санитарно-гигиенические требования, в первую очередь, касаются груза, водителя, состояния ПС, влажности, давления, газового состава воздуха в кузове АТС и т.п.

Санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы устанавливаются государственной системой санитарно-эпидемиологического нормирования РФ.

Обобщенные условия перевозки скоропортящихся грузов приведены в таблице 7.1.

Таблица7.1.

Условия перевозки скоропортящихся грузов

Группа грузов	Наименование груза	Температурный режим перевозки, ºС
Продукты растительного происхождения	Фрукты, ягоды, овощи, грибы	0…+1 (для некоторых видов до +15)
	Тропические и субтропические плоды	+2…+4
Продукты животного происхождения	Мясо животных и птиц, рыба, охлажденные	-1…0
	Молоко	+2…+6
	Яйца	0…+3
	Замороженные грузы	Не выше -12

Окончание таблицы

Продукты переработки	Молочные продукты	0…+8
	Колбасные изделия копченые и полукопченые	-3…0

	Колбасные изделия вареные	0…+6
	Жиры различные	-3…0
	Замороженные продукты	Не выше -18
Живые растения	Цветы, саженцы, зелень	+1…+8

Основные характеристики подвижного состава, предназначенного для перевозки скоропортящихся грузов, приведены в таблице 7.2

Таблица 7.2.

Группа и класс подвижного постава	Отличи-тельный знак	Назначение	Температурный режим
ИЗОТЕРМИЧЕСКИЙ			
С нормальной изоляцией	IN	Перевозка на короткие расстояния при температуре погрузки	Изменение температуры внутри кузова не более 1ºС в течение 1 часа
С усиленной изоляцией	IR	То же	Сохранение температуры погрузки

Окончание таблицы

ФУРГОНЫ-ЛЕДНИКИ			
Класс А	RNA	Перевозка охлажденных или	За счет принудительного охлаждения температура

		замороженных грузов на небольшие расстояния	внутри кузова поддерживается на уровне +7ºС в течение 12 ч при наружной температуре +30ºС
Класс В	RRB	То же	То же, температура в кузове -10ºС
Класс С	RRC	То же	То же, температура в кузове -20ºС
РЕФРИЖЕРАТОРЫ			
Класс А	FNA	Перевозка глубоко-замороженных грузов на дальние расстояния	Температура в кузове поддерживается 0…+12ºС в течение 12 ч. при наружной температуре +30ºС
Класс В	FRB	То же	То же, температура в кузове -10…+12ºС
Класс С	FRC	То же	То же, температура в кузове -20…+12ºС
ОТАПЛИВАЕМЫЕ ФУРГОНЫ			
Класс А	CNA	Перевозка грузов, требующих подогрева	За счет принудительного подогрева температура внутри кузова поддерживается на уровне +12ºС в течение 12 ч при наружной температуре -10ºС
Класс В	CRB	То же	То же при наружной температуре -20ºС

В паспорте транспортного средства, специально предназначенного или оборудованного для перевозки пищевых продуктов, указываются наименования продуктов, которые разрешаются перевозить на данном ПС.

Практическая часть

Задача 7.1.

Определить какой тип ПС потребуется для перевозки скоропортящегося груза при различных климатических условиях:

Варианты:	**1, 16**	**2, 17**	**3, 18**	**4, 19**	**5, 20**
Наименование скоропортящегося груза	Охлажденное мясо животных	Фрукты	Колбасные изделия копченые и полукопченые	Цветы	Молочные продукты
Температура воздуха, ºС	+20	-8	+18	-15	+8
Варианты:	**6, 21**	**7, 22**	**8, 23**	**9, 24**	**10, 25**
Наименование скоропортящегося груза	Грибы	Молочные продукты	Охлажденное мясо животных	Овощи	Замороженная рыба
Температура воздуха, ºС	+25	- 15	-13	+3	+6
Варианты:	**11, 26**	**12, 27**	**13, 28**	**14, 29**	**15, 30**
Наименование скоропортящегося груза	Колбасные изделия копченые и полукопченые	Овощи	Замороженная рыба	Ягоды	Цветы
Температура воздуха, ºС	-3	-16	- 20	+30	+10

Теоретическая часть

Требования к совместной перевозке скоропортящихся грузов. Допускается совместная перевозка в одном автомобиле разных видов скоропортящихся грузов, входящих в одну группу (см. табл. 7.3), для которых установлен

одинаковый температурный режим, и в течение времени, установленного для перевозки наименее стойкого груза. Совместная перевозка грузов, входящих в разные группы не допускается.

Таблица 7.3.

Группы скоропортящихся грузов, допускаемых к совместной перевозке в одном автомобиле

№ п/п	ГРУППЫ ПРОДУКТОВ
	Группа 1. Замороженные и охлажденные продукты
1	Замороженное мясо
2	Субпродукты замороженные 1 категории, кроме мозгов в таре
3	Мясо и субпродукты, замороженные в блоках
4	Замороженная птица
5	Сало-шпиг
6	Масло сливочное
7	Масло топленое, жиры животные
8	Яичные замороженные продукты
	Группа 2. Охлажденные продукты
1	Яблоки зимние
2	Груши зимние
3	Виноград
	Группа 3. Охлажденные продукты
1	Яблоки и груши летние и осенние
2	Абрикосы и персики
3	Слива

Окончание таблицы

4	Вишня, черешня
5	Крыжовник
6	Смородина

	Группа 4. Охлажденные продукты
1	Помидоры бурые и розовые
2	Капуста цветная
3	Капуста белокочанная
	Группа 5. Охлажденные продукты
1	Яйца
2	Консервы в герметической жестяной и стеклянной таре
	Группа 6. Сушеные продукты
1	Сухие яичные продукты
2	Сухой омлет
3	Сухое молоко
4	Сухое обезжиренное молоко
5	Сухофрукты
6	Орехи
7	Сгущенное молоко
8	Сгущенное молоко в герметической жестяной таре
9	Консервы в герметической жестяной и стеклянной таре

Не допускается к совместной перевозке в одном автомобиле с другими продуктами следующие грузы:

а) рыба замороженная и охлажденная;

б) сельдь, рыба соленая, икра;

в) рыбокопчености;

г) сухая и копчено-вяленая рыба и сухие рыбные концентраты;

д) мясо охлажденное;

е) мясокопчености и копченые колбасы;

ж) сыры всех видов;

з) плоды, обладающие сильным ароматом (апельсины, лимоны, мандарины, дыни);

и) овощи с резким запахом (лук, чеснок);

к) дрожжи хлебопекарные;

л) маргарин.

Перевозка замороженных грузов совместно с охлажденными или остывшими, а также остывшего мяса с охлажденным не допускается.

Замороженные грузы укладываются в кузове плотными штабелями с наибольшим использованием объема кузова.

Укладка свежих и охлажденных скоропортящихся грузов, упакованных в тару, должна производиться таким образом, чтобы обеспечивалась циркуляция воздуха. При этом расстояние между потолком и верхним рядом груза должно быть не менее 30-35 см, и не должно быть зазора между последним рядом груза и задней стенкой кузова.

Грузоотправитель несет ответственность за правильность укладки скоропортящихся грузов в кузове подвижного состава.

Загруженные автомобили-рефрижераторы, автомобили-фургоны, и цистерны-молоковозы должны быть грузоотправителем опломбированы.

АТП должны доставить скоропортящиеся грузы в междугороднем автомобильном сообщении в сроки, исчисляемые по фактическому расстоянию перевозки и среднесуточному пробегу 600 км. Срок доставки, исчисляемый с момента окончания погрузки и оформления документов до момента прибытия автомобиля к грузополучателю, указывается в ТТН.

Освободившийся после перевозки скоропортящихся грузов подвижной состав должен быть грузополучателем очищен от остатков грузов, в также помыт и продезинфицирован в соответствии с Инструкцией по санитарной обработке автомобилей, занятых перевозкой пищевых продуктов в сроки по соглашению сторон в зависимости от конкретных условий, с отметкой об этом в ТТН.

Согласно данной Инструкции АТП или АТО могут принять на себя выполнение санитарной обработки ПС за счет грузополучателя. Специализированный ПС (авторефрижераторы), предназначенный для перевозки скоропортящихся грузов, разрешается загружать грузами, не

загрязняющими и не портящими кузов подвижного состава, не имеющими устойчивого запаха, а также частей из стекла.

После перевозки рыбы, сельди и рыбных изделий не допускается перевозка продовольственных продуктов, не упакованных в герметичную упаковку, игрушек, книг, ковров, мехов, одежды, тканей, головных уборов, ваты, пряжи, канцелярских принадлежностей и пр. Перевозка продовольственных товаров, а также ваты, ювелирных изделий, книг, ковров, мехов, одежды, пряжи, пуха, пера, хлопка допускается после перевозки мяса только после предварительной очистки и промывки кузова. После перевозки резиновых, соломенных, фарфоровых и фаянсовых изделий, кофе, лаврового листа, муки, перца, пуха, пера, пряжи, соли, сургуча, чая погрузка скоропортящихся грузов в кузов ПС допускается только после предварительной его очистки и промывки.

Практическая часть

Задача 7.2.

Определить:

1) возможна ли совместная перевозка скоропортящегося груза?
2) какой тип ПС потребуется для перевозки скоропортящегося груза при различных климатических условиях:

Варианты:	**1, 16**	**2, 17**	**3, 18**	**4, 19**	**5, 20**
Наименование скоропортящихся грузов	Сухофрукты	Консервы	Апельсины	Сгущенное молоко	Замороженное мясо
	Маргарин	Яйца	Капуста	Сухой омлет	Сливочное масло
Температура воздуха, ^{o}C	+20	-8	+18	-15	+8
Варианты:	**6, 21**	**7, 22**	**8, 23**	**9, 24**	**10, 25**
Наименование	Абрикосы	Капуста	Охлажден	Смороди	Сухие

скоропортящихся грузов			ное мясо	на	яичные продукты
	Слива	Помидора	Замороженное мясо	Вишня	Сухофрукты
Температура воздуха на улице, ºС	+25	- 15	-13	+3	+6
Варианты:	**11, 26**	**12, 27**	**13, 28**	**14, 29**	**15, 30**
Наименование скоропортящихся грузов	Яйца	Цветы	Слива	Сыр	Орехи
	Сыр	Лимоны	Дрожжи хлебопекарные	Рыба	Консервы
Температура воздуха на улице, ºС	-3	-16	- 20	+30	+10

2.8 Практическая работа №8

Построение эпюры грузопотоков

Теоретическая часть

Грузопотоком называется количество грузов в тоннах, перевозимых в одном направлении или через данный пункт за определенный период времени. Грузопотоки разделяются на внешние и внутренние. *Внешние грузопотоки*

характеризуют объем прибывающих на предприятие грузов (грузовые потоки прибытия) и объем отправляемых грузов (грузовые потоки отправления). *Внутренние грузопотоки* – это количество грузов, перемещаемых между подразделениями предприятия.

Планово-экономический расчет во внутризаводском планировании транспортировок производится на базе наибольшего суточного грузооборота $Q_{сут}$ с учетом неравномерности поступления и отправления грузов по формуле

$$Q_{сут} = \frac{Q_г}{Д} K_н,$$

где $Q_г$ – годовой грузооборот (из шахматной ведомости), т;

$Д$ – число рабочих дней в году;

$K_н$ – коэффициент неравномерности перевозок ($K_н$ = 1,1÷3,0).

$K_н = Q_{пр}/ Q_{об}$,

где $Q_{пр}$ – объем перевозок грузов в прямом направление;

$Q_{об}$ – объем перевозок грузов в обратном направление.

Грузопоток состоит из различных грузов, структура которых подразделяется на три вида: отраслевую, групповую и родовую.

Отраслевая структура грузопотока определяется принадлежностью груза к какой-либо отрасли народного хозяйства, например, продукция машиностроительной, текстильной, горнорудной или другой отрасли промышленности. Групповая структура характеризуется принадлежностью грузов к определенной группе по их общему назначению (строительные материалы, топливо и т.п.), а родовая – распределением грузов по свойствам, только им присущим, например зерновые, нефтепродукты, овощи. Родовой тип структуры позволяет наиболее правильно решать вопросы планирования и

организации перевозок, а также выбирать подвижной состав для выполнения транспортной работы.

Грузооборот – основной экономический показатель продукции транспорта, характеризующий суммарный вес грузов, перевезенных на предприятии за расчетный период.

Для изучения грузопотоков составляют шахматные (косые) таблицы, в которых устанавливают корреспонденцию между грузоотправителями и грузополучателями. Графически грузопотоки могут быть представлены в виде эпюр, схем или картограмм.

Эпюры грузопотоков дают возможность определить:

1) количество груза, отправляемого из каждого пункта, прибывающего и проходящего через него;

2) объем перевозок и грузооборот на каждом участке и на всей линии;

3) среднее расстояние перевозки грузов.

Они также помогают выявить нерациональные встречные перевозки, т.е. перевозки одинакового груза во встречных направлениях.

Грузопотоки могут быть изображены в виде схемы. Для этого используется карта района перевозок, на которую нанесены пункты или микрорайоны отправления и назначение груза, т.е. грузообразующие и грузопоглощающие пункты. Карту района перевозок делят на квадраты последовательным нанесением на равном расстоянии взаимно перпендикулярных линий. Полученные таким образом квадраты кодируют в буквенно-цифровой системе (по типу шахматной доски): по горизонтали – буквы, по вертикали – цифры. Зная количество тонн груза, подлежащего перевозке из пунктов отправления в пункты назначения, выбирают масштаб и в соответствии с ним наносят грузопотоки линиями определенной ширины.

Грузопотоки могут также иметь вид картограммы. Картограмма – это графическое изображение грузопотоков на карте по действительным путям перемещения грузов.

При помощи схем и эпюр создается наглядная схема перевозок между пунктами отправления и назначения грузов, определяется транспортная работа, устанавливается наиболее выгодное расположение стоянки автотранспорта, чтобы непроизводительные пробеги из гаража к месту работы и обратно были минимальные.

Рассмотрим построение эпюры грузопотока на автомобильном транспорте. Эпюру строят в координатах «объем перевозок» - Q, т, «расстояние» - L, км. Значение Q откладывают по оси ординат, L – по оси абсцисс в соответствии с выбранным масштабом.

Эпюра имеет прямое и обратное направление движения грузов. Прямым направлением считается то, по которому следует наибольшее количество грузов. Отношение размера грузопотока в прямом направлении к размеру грузопотока в обратном направлении называется коэффициентом неравномерности грузопотоков по направлениям.

Таблица 8.1.

Шахматная ведомость грузооборота, т (условный пример)

Пункт отправления	Пункт назначения				Всего отправлено, т
	A	B	C	D	
A	-	10	12	8	30
B	11	-	2	13	26
C	4	7	-	-	11
D	5	-	12	-	17
Всего	20	17	26	21	84

Объем грузов, перевозимых в прямом направлении, откладывают вверх от нулевой отметки, а в обратном – вниз от неё. Для условий, приведенных в табл. 8.1.,

прямое направление: DA = DA+CA+BA+DB+CB = 8+12+10+13+2= 45 т,

обратное: AD = AD+AC+CD+BC+AB = 5+4+12+7+11 =39 т.

Отсюда коэффициент неравномерности грузопотоков:

$\eta = Q_{пр} / Q_{об} = 45 / 39 = 1{,}15$

Построение эпюры начинают с грузопотока, идущего от пункта D, т.е. самого дальнего, к пункту А. При масштабе 1 см = 10 т на графике откладывают от нулевой отметки 0,8 см и проводят линию, параллельную оси абсцисс, до пересечения с ординатой точки А.

В полученном пространство между осевой и проведенной линией ставит объем груза или заштриховывают (различно по участкам).

Затем откладывают грузопоток объемом 12 т, следующий из С в А, и проводят линию от ранее отложенной и параллельную ей до пересечения с ординатой точки А. Полученное пространство также отмечаем или заштриховываем. Аналогично откладывают и следующие грузопотоки. Нижняя часть строится таким же способом, как и верхняя. Полученная эпюра (см. рис. 2) предоставляет собой графическое изображение грузопотоков на данном участке трассы.

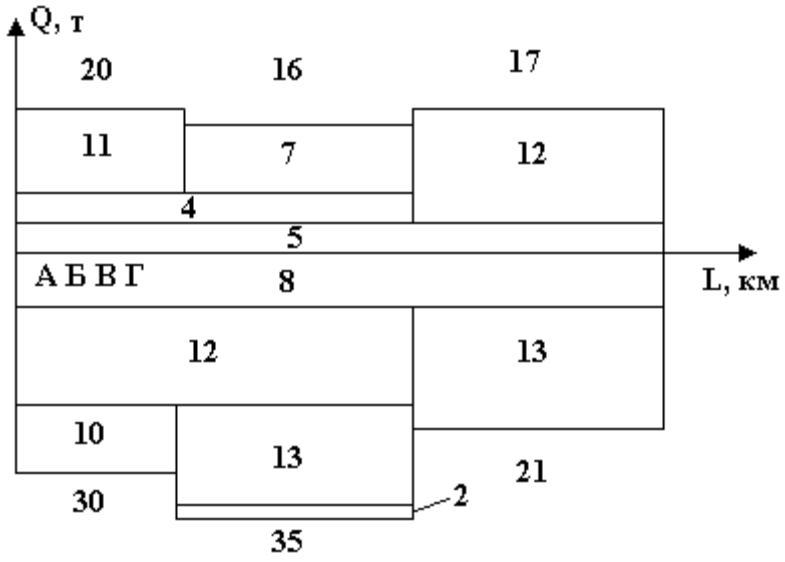


Рис. 8.1. Эпюра грузопотоков

Практическая часть

Задача 8.1.

Используя шахматную ведомость грузооборота, составьте эпюру грузопотоков.

Вариант № 1,16

Пункт отправления	Пункт назначения				Всего отправлено, т
	A	B	C	D	
A	–	200	–	500	700
B	–	–	100	200	300
C	500	100	–	300	900
D	500	–	400	–	900
Всего	1000	300	500	1000	2800

Вариант № 2,17

Пункт отправления	Пункт назначения				Всего отправлено, т
	A	B	C	D	
A	100	200	–	80	380
B	200	–	100	–	300
C	100	–	–	300	400
D	–	400	–	300	700
Всего	400	600	100	680	1780

Вариант № 3,18

Пункт отправления	Пункт назначения	Всего отправлено, т

	A	B	C	D	
A	–	–	37	60	97
B	12	13	15	–	40
C	50	–	–	40	90
D	–	14	8	–	22
Всего	62	27	60	100	249

Вариант № 4,19

Пункт отправления	Пункт назначения				Всего отправлено, т
	A	B	C	D	
A	88	66	–	100	254
B	–	20	44	–	64
C	50	–	–	40	90
D	–	50	16	–	66
Всего	138	136	60	140	474

Вариант № 5,20

Пункт отправления	Пункт назначения				Всего отправлено, т
	A	B	C	D	
A	–	100	130	80	310
B	120	–	30	130	280
C	50	70	–	–	120
D	60	–	110	–	170
Всего	230	170	270	210	880

Вариант № 6,21

Пункт отправления	Пункт назначения	Всего отправлено,т

	A	B	C	D	
A	2000	1000	–	–	3000
B	–	–	1500	1600	3100
C	500		400	800	1700
D	600	-	1100	-	1700
Всего	3100	1000	3000	2400	9500

Вариант № 7,22

Пункт отправления	Пункт назначения				Всего отправлено, т
	A	B	C	D	
A	–	12	–	50	62
B	30	–	–	15	45
C	59	–	30	40	129
D	20	14	8	–	42
Всего	109	26	38	105	278

Вариант № 8,23

Пункт отправления	Пункт назначения				Всего отправлено, т
	A	B	C	D	
A	–	620	–	500	1120
B	–	–	300	370	670
C	820	550	–	700	2070
D	400	–	253	–	653
Всего	1220	1170	553	1570	4513

Вариант № 9,24

Пункт отправления	Пункт назначения	Всего отправлено, т

	A	B	C	D	
A	140	80	–	220	440
B	–	65	90	–	155
C	300	–	–	80	380
D	–	500	160	90	750
Всего	440	645	250	390	1725

Вариант № 10,25

Пункт отправления	Пункт назначения				Всего отправлено, т
	A	B	C	D	
A	–	1570	–	1810	3380
B	–	–	1200	1400	2600
C	2100	1000	–	1700	4800
D	1230	–	980	–	2210
Всего	3330	2570	2180	4910	12990

Вариант № 11,26

Пункт отправления	Пункт назначения				Всего отправлено, т
	A	B	C	D	
A	660	–	200	375	1235
B	426	700	–	–	1126
C	533	–	124	–	657
D	–	170	260	300	730
Всего	1619	870	584	675	3748

Вариант № 12,27

Пункт отправления	Пункт назначения				Всего отправлено, т
	A	B	C	D	
A	–	100	80	75	255
B	120	–	50	75	245
C	80	90	–	–	170
D	60	–	110	–	170
Всего	260	190	240	150	840

Вариант № 13,28

Пункт отправления	Пункт назначения				Всего отправлено, т
	A	B	C	D	
A	–	–	254	360	614
B	120	145	210	–	475
C	500	–	–	380	880
D	–	260	180	–	440
Всего	620	405	644	740	2409

Вариант № 14,29

Пункт отправления	Пункт назначения				Всего отправлено, т
	A	B	C	D	
A	–	430	900	–	1330
B	1400	800	–	1750	3950
C	–	500	360	90	950
D	850	–	–	430	1280
Всего	2250	1730	1260	2270	7510

Вариант № 15,30

Пункт отправления	Пункт назначения				Всего отправлено, т
	A	B	C	D	
A	–	130	–	230	360
B	200	140	75	–	415
C	90	–	40	130	260
D	60	–	–	54	114
Всего	350	270	115	414	1149

Задача 8.2.

Используя шахматную ведомость внутреннего грузооборота:

1) сделайте планово-экономический расчет во внутризаводском планировании транспортировок;

2) составьте эпюру грузопотоков.

Вариант № 1,30

Пункт отправления груза	Пункт назначения			Всего отправлено груза, тыс.т
	А	Б	В	
А (склад комплектующих)	–	12	15	27
Б (механический цех № 1)	30	–	40	70
В (сборочный цех)	59	14	–	73
Всего прибыло груза, тыс.т	89	26	55	170

Вариант № 2,29

Пункт отправления груза	Пункт назначения			Всего отправлено груза, тыс.т
	А	Б	В	
А (склад комплектующих)	–	30	37	67
Б (механический цех № 1)	55	–	25	80
В (сборочный цех)	–	14	7	21
Всего прибыло груза, тыс.т	55	44	69	168

Вариант № 3,28

Пункт отправления груза	Пункт назначения			Всего отправлено груза, тыс.т
	А	Б	В	
А (склад комплектующих)	20	10	–	30
Б (механический цех № 1)	–	10	15	25
В (сборочный цех)	5		40	45
Всего прибыло груза, тыс.т	25	20	55	100

Вариант № 4,27

Пункт отправления груза	Пункт назначения			Всего отправлено груза, тыс.т
	А	Б	В	
А (склад комплектующих)	8	–	22	30
Б (механический цех № 1)	6	9	10	25
В (сборочный цех)	–	4	8	12
Всего прибыло груза, тыс.т	14	13	40	67

Вариант № 5,26

Пункт отправления груза	Пункт назначения			Всего отправлено груза, тыс.т
	А	Б	В	
А (склад комплектующих)	–	–	12	12
Б (механический цех № 1)	21	10	–	31
В (сборочный цех)	12	–	36	48
Всего прибыло груза, тыс.т	33	10	48	91

Вариант № 6,25

Пункт отправления груза	Пункт назначения			Всего отправлено груза, тыс.т
	А	Б	В	
А (склад комплектующих)	–	15	16	31
Б (механический цех № 1)	–	40	35	75
В (сборочный цех)	3	11	-	14
Всего прибыло груза, тыс.т	3	66	51	120

Вариант № 7,24

Пункт отправления груза	Пункт назначения			Всего отправлено груза, тыс.т
	А	Б	В	
А (склад комплектующих)	12	–	3	15
Б (механический цех № 1)	5	7	8	20
В (сборочный цех)	6	–	11	17
Всего прибыло груза, тыс.т	23	7	22	52

Вариант № 8,23

Пункт отправления груза	Пункт назначения	Всего отправлено

				груза, тыс.т
	А	Б	В	
А (склад комплектующих)	8	6	–	14
Б (механический цех № 1)	–	2	4	6
В (сборочный цех)	5	3,5	2	10,5
Всего прибыло груза, тыс.т	13	11,5	6	30,5

Вариант № 9,22

Пункт отправления груза	Пункт назначения			Всего отправлено груза, тыс.т
	А	Б	В	
А (склад комплектующих)	12	14,5	20	46,5
Б (механический цех № 1)	5,5	4	2	11,5
В (сборочный цех)	–	2,6	18	20,6
Всего прибыло груза, тыс.т	17,5	21,1	40	78,6

Вариант № 10,21

Пункт отправления груза	Пункт назначения			Всего отправлено груза, тыс.т
	А	Б	В	
А (склад комплектующих)	14	7,5	–	21,5
Б (механический цех № 1)	–	4,5	13	17,5
В (сборочный цех)	2,6	–	5,4	8
Всего прибыло груза, тыс.т	16,6	12	18,4	47

Вариант № 11,20

Пункт отправления груза	Пункт назначения			Всего отправлено груза, тыс.т
	А	Б	В	
А (склад комплектующих)	6,6	–	2	8,6
Б (механический цех № 1)	4,2	7	–	11,2
В (сборочный цех)	5,3	–	12,4	17,7
Всего прибыло груза, тыс.т	16,1	7	14,4	37,5

Вариант № 12,19

Пункт отправления груза	Пункт назначения			Всего отправлено груза, тыс.т
	А	Б	В	
А (склад комплектующих)	–	10	20	30
Б (механический цех № 1)	10	–	30	40
В (сборочный цех)	20	40	–	60
Всего прибыло груза, тыс.т	30	50	50	130

Вариант № 13,18

Пункт отправления груза	Пункт назначения			Всего отправлено груза, тыс.т
	А	Б	В	
А (склад комплектующих)	–	37	6	43
Б (механический цех № 1)	13	15	–	28
В (сборочный цех)	8	20	40	68
Всего прибыло груза, тыс.т	21	72	46	139

Вариант № 14,17

Пункт отправления груза	Пункт назначения			Всего отправлено груза, тыс.т
	А	Б	В	
А (склад комплектующих)	8,8	6,6	–	15,4
Б (механический цех № 1)	–	2	4,4	6,4
В (сборочный цех)	–	5	16	21
Всего прибыло груза, тыс.т	8,8	13,6	20,4	42,8

Вариант № 15,16

Пункт отправления груза	Пункт назначения			Всего отправлено груза, тыс.т
	А	Б	В	
А (склад комплектующих)	20	45	–	65
Б (механический цех № 1)	60	–	11	71
В (сборочный цех)	23	17	7	47
Всего прибыло груза, тыс.т	103	62	18	183

2.9 Практическая работа № 9

Расчет количества транспортных средств

Теоретическая часть

Выбор вида транспортных средств зависит от объема грузооборота, габаритов и физико-химических свойств грузов, расстояний и состояния дорог, направлений перемещения грузов и способа их погрузки и выгрузки, назначения транспорта, конструкции и планировки зданий.

При выборе транспортных средств необходимо также решать вопросы, связанные с применением грузоподъемного оборудования и оборотной тары. Выбранные средства должны предполагать сквозной метод транспортировки на основе единой транспортно-технологической схемы, обеспечивающей

стыковку и преемственность отдельных звеньев транспортной сети предприятия.

Техническая характеристика транспортных средств дополняется расчетом их экономической целесообразности с использованием следующих показателей: часовой производительности транспорта, себестоимости перевозки 1 т груза, затрат на один рейс, коэффициента использования пробега, среднетехнической скорости и др. Транспортные средства должны соответствовать конкретным условиям производства, обеспечивать согласованную работу всех подразделений предприятия в установленном ритме при минимальных затратах.

Расчет количества транспортных средств в общем виде производится исходя из суточного грузооборота, грузоподъемности транспортной единицы, коэффициента использования грузоподъемности и числа рейсов в сутки:Расчет количества транспортных средств можно производить исходя из часовой или суточной производительности.

Количество транспортных средств K_{mc} определяется исходя из объема перевозок и часовой производительности транспортного средства по формуле

$$K_{mc} = \frac{Q \cdot K_н}{q_ч \cdot T_T}$$

где Q – грузооборот за расчетный период, т;

$K_н$ - коэффициент неравномерности перевозок;

$K_н = Q_{пр} / Q_{об}$,

где $Q_{пр}$ – объем перевозок грузов в прямом направление;

$Q_{об}$ – объем перевозок грузов в обратном направление.

$q_ч$ – часовая производительность транспортного средства в течение расчетного периода, ч;

T_T – время работы транспортного средства в течение планового периода, ч.

Часовая производительность транспортного средства определяется по формуле

$$q_ч = \frac{q_н \cdot K_{гр} \cdot 60}{T_{тр}},$$

где $q_н$ – номинальная грузоподъемность транспортного средства, т;

$K_{гр}$ – коэффициент использования грузоподъемности транспортного средства;

$T_{тр}$ – транспортный цикл, характеризующий затраты времени на погрузку, разгрузку, пробег транспортного средства по маршруту (туда и обратно), мин.

Практическая часть

Плановый период – месяц. При проведении расчета конечный результат округлить в большую сторону.

Рассчитать количество транспортных средств.

Вариант	Q, т;	$K_н$	$T_{Т,}$ ч.	$q_н$, т	$K_{гр}$	$T_{тр}$, мин.
1	12600	1,01	176	60	0,95	96
2	11300	1,4	176	45	0,98	82
3	8600	1,3	184	40	0,92	69
4	10400	1,04	190	30	0,92	126
5	21400	1,05	172	35	0,95	84
6	13200	1,5	172	60	0,96	92
7	14500	1,2	168	24	0,96	89
8	6400	1,02	172	20	0,92	110
9	18520	1,08	184	25	0,93	99
10	32000	1,1	192	40	0,95	76
11	24620	1,02	176	42	0,95	85
12	5800	1,5	184	38	0,94	89
13	11600	1,02	190	15	0,98	56
14	12800	1,01	172	40	0,98	92
15	13500	1,02	172	60	0,91	112
16	14100	1,05	168	35	0,92	120

17	18700	1,04	184	25	0,92	135
18	9500	1,5	190	15	0,95	79
19	10200	1,04	192	60	0,95	96
20	16800	1,1	186	40	0,94	82
21	17100	1,3	189	25	0,98	69
22	11900	1,1	190	40	0,98	126
23	18350	1,03	173	42	0,91	84
24	16400	1,03	175	38	0,95	92
25	15300	1,04	180	35	0,98	49
26	21300	1,01	184	25	0,92	76
27	21700	1,08	181	15	0,92	85
28	9600	1,5	185	60	0,95	64
29	22200	1,01	187	40	0,98	42
30	26500	1,08	190	20	0,98	58

ЛИТЕРАТУРА

основная литература:

1. Афанасьев Л.Л., Островский Н.Б., Цукерберг СМ. Единая транспортная система и автомобильные перевозки. - М.: Транспорт, 1984. - 333 с.
2. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки. - Киев: Вища школа, 1986. - 447 с.
3. Горев А.Э., Олещенко Е.М. Основы грузоведения: Учебное пособие. М.: «Академия»,2005 – 288 с.
4. Кравченко Е.А., Нудьга В.Н. Грузоведение. - Краснодар: Краснодарский ЦНТИ, 2003.- 194 с.
5. Куликов Ю. И. Грузоведение на автомобильном транспорте: Учебное пособие для студентов учреждений высшего профессионального образования. М.: «Академия»,2008.- 208 с.
6. Лесов Ю.И., Иткинд И.И. Перевозки товаров народного потребления автомобильным транспортом: Справочник. - М.: Транспорт, 1977.
7. Мачульский И.И. Погрузочно-разгрузочные машины. Учебник. - М.: Желдориздат, 2000. - 474 с.
8. Пакетные перевозки грузов. Под ред. П.А. Лемещука. - М.: Транспорт, 1979. - 263 с.
9. Правила перевозки грузов автомобильным транспортом. - М.: Транспорт, 1979.
10. Прокофьев М.В. Автотранспортные и погрузочно-разгрузочные средства. - М.: Изд. МАДИ, 1988.
11. Смехов А.А., Малов А.Д. и др. Грузоведение, сохранность и крепление грузов. Под ред. А.А. Смехова. - М: Транспорт, 1987. - 239 с.
12. Троицкая Н.А., Напольский Б.М. Перевозка опасных грузов в международном сообщении: Методические рекомендации. Издание второе. - М.: АСМАП, 2000.- 158 с.

13. Троицкая Н.А. Методические рекомендации по перевозке крупногабаритных тяжеловесных грузов в международном сообщении. - М.: АСМАП, 1998. - 96 с.
14. Троицкая Н.А. Организация перевозки скоропортящихся грузов в международном сообщении: Методические рекомендации. - М.: АСМАП, 1999. - 128 с.
15. Шкурин В.А. и др. Технические средства и оборудование для пакетирования продукции: Справочник. - М.: Машиностроение, 1987.
16. Устав автомобильного транспорта РСФСР. - М.: Транспорт, 1982.

дополнительная литература:

1. Быков А.Г., Половинник Д.И., Савичев ГЛ. Комментарий к Уставу автомобильного транспорта РСФСР. - М.: Юридическая литература, 1973.
2. Вайсон А.А. Подъемно-транспортные машины. - М.: Машиностроение, 1989.
3. Журнал «Международные автомобильные перевозки». - М.: АСМАП, №№ 2/96; 3/96; 4/96; 1/97; 2/97; 3/97; 1/99; 2/99.
4. Курганов В.М., Миротин Л.Б., Клюшин Ю.Ф. и др. Автомобильные грузовые перевозки. Учебное пособие. Под ред. Ю.Ф. Клюшина. Тверь: Изд. Тверского ГТУ, 1999. -389 с.
5. Милославская СВ., Плужников К.И. Мультимодальные и интермодальные перевозки. Учебное пособие. - М.: «РосКонсульт», 2001, 364 с.
6. Миротин Л.Б., Колик А.В., Гольдин А.Г. и др. Организация коммерческой работы на автомобильном транспорте. Учебник. Под ред. Л.Б. Миротина. - М.: «БРАНДЕС», 1997.-311 с.
7. Опасные грузы. Изд. Gefahrliche Ladung (специально для выставки Транстек), 1998.
8. Прокофьев М.В. Конструкция и эксплуатация автотранспортных средств. Методическое пособие. - М.: АСМАП, 2000. - 76 с.

Приложение

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Все предметы и материалы с момента принятия их к транспортированию и до сдачи получателю являются *грузами*.

Грузы, которые можно перекатывать, называются *катными*.

Масса и габаритные размеры груза определяют его отношение к грузам *большой массы* (масса одного грузового места более 250 кг для обычных грузов и более 400 кг для катных).

Тяжеловесным называется груз, который, будучи погружен в транспортное средство, вызывает превышение хотя бы одного из параметров по разрешенной максимальной массе ПС или осевым нагрузкам определенных в нормативных документах.

Крупногабаритным называется груз, который, будучи погружен в транспортное средство, вызывает превышение хотя бы одного из параметров по предельным габаритным размерам ПС, определенных в нормативных документах.

Длинномерным называется груз, который, будучи погружен в транспортное средство, выступает за задний борт более чем на 2 м.

Качество груза - это совокупность свойств, определяющих степень пригодности продукции к использованию по назначению. Основные качества продукции груза регламентированы стандартными и техническими условиями производителя. Для проверки качества груза используют органолептический, лабораторный или натурный (обмер и взвешивание) методы.

Неизбежные потери груза относятся к естественной убыли, которая при перевозках номинируется. Нормы убыли устанавливаются производителем или потребителем продукции и соответствует тем размерам естественной убыли, за которые перевозчик не несет ответственность. Как правило, нормы убыли зависят от сезона, способа перевозки, дальности, региона и т.п.

Транспортная тара предназначена для защиты груза от воздействия внешних факторов и обеспечения удобства ПРР, транспортирования, складирования и крепления к АТС.

Пакетом называется укрупненная грузовая единица товара (груза), уложенная в один блок, размеры и масса которого соответствуют требованиям рационального использования перегрузочного оборудования и ПС.

Средства пакетирования – технические средства, предназначенные для формирования и скрепления грузов в укрепленную грузовую единицу.

Контейнер - это транспортное оборудование, предназначенное для многократного использования и приспособленное для механизированной погрузки-разгрузки и кратковременного хранения груза объемом более 1 м.

Технология грузовых перевозок – это совокупность приемов и способов выполнения процесса доставки груза потребителю.

Генеральные грузы – это штучные грузы в упаковке и без нее.

Рутинные грузы – это грузы без тары и упаковки

К *наливным* относятся жидкие грузы, предъявляемые к перевозке наливом.

К навалочным грузам относится широкая номенклатура грузов, перевозимых без тары и распределения по грузовым местам, предъявляемых к транспортировке навалом

К насыпные грузам относятся сыпучие грузы, которые, как и навалочные, принимаются к перевозке без счета мест и тары, но в отличие от навалочных - не навалом, а насыпью.

Опасные грузы - это вещества и предметы, обладающие опасными свойствами, и в силу этого требуют при их транспортировке и хранении соблюдения особых мер предосторожности.

Скоропортящиеся грузы - это грузы, требующие в пути защиты от воздействия высоких или низких температур, т.е. специальных условий транспортировки: охлаждения, отопления, вентиляции, ухода или контроля над их состоянием.

Особенность транспортировки *животного скота, птица и грузов животного происхождения* в том, что они подвергаются обязательному ветеринарно-санитарному контролю и требуют особо оборудованных для перевозки помещений.

Договор перевозки грузов – это договор, по которому перевозчик обязуется доставить груз, полученный от отправителя, в пункт назначения уполномоченному на получение груза лицу, а грузоотправитель обязуется уплатить за перевозку установленную плату.

Смерзающиеся грузы – перевозимые насыпью грузы, которые при температурах наружного воздуха ниже 0ºС теряют свои обычные свойства сыпучести вследствие смерзания частиц груза между собой и примерзания их к полу и стенкам кузова вагона.

Универсальный контейнер – унифицированная грузовая единица, предназначенная для перевозки тарных и штучных грузов, представляющая собой стандартизированную по массе брутто, габаритным размерам, снабженную кодовыми обозначениями, стандартизированными по форме, содержанию, месту размещения, надписями и табличками конструкцию с расположенными на ней приспособлениями для закрепления на различных видах транспортных средств и механизации погрузочно-разгрузочных работ.

Крупнотоннажные контейнеры предназначаются в основном для бесперегрузочной доставки грузов.

Среднетоннажные – предназначаются для перевозки грузов мелкими отправками.

Малотоннажные – для перевозки мелких отправок грузов в крытых вагонах.

Специализированный контейнер – унифицированная единица транспортного оборудования, предназначенная для многократной перевозки определенной номенклатуры грузов (жидких, насыпных, опасных, скоропортящихся и пр.) и представляющая собой конструкцию, стандартную

по размерам, массе брутто и имеющую обозначения и надписи в соответствии с ГОСТами и другими нормативными техническими документами.

Интермодальные перевозоки – перевозок грузов в контейнерах одним оператором по единому грузовому документу с передачей груза с одного вида транспорта на другой.

Мультимодальные перевозки «от двери до двери» из любой точки в любую точку земного шара по единому транспортному документу с различными комбинациями видов транспорта, включая воздушный.

Грузооборот – основной экономический показатель продукции транспорта, характеризующий суммарный вес грузов, перевезенных на предприятии за расчетный период.

Под грузопотоком понимается объем перевозок грузов в определенном направлении или через данный пункт за определенный отрезок времени. Грузопотоки разделяются на внешние и внутренние. *Внешние грузопотоки* характеризуют объем прибывающих на предприятие грузов (грузовые потоки прибытия) и объем отправляемых грузов (грузовые потоки отправления). *Внутренние грузопотоки* – это количество грузов, перемещаемых между подразделениями предприятия. Мощность грузопотоков на внутризаводском транспорте измеряется в тоннах (иногда в тонно-километрах) в единицу времени.

Коэффициент использования грузоподъемности — отношение фактически перевезенной массы грузов к номинальной грузоподъемности автотранспортных средств.

Номинальная грузоподъемность автомобильного транспортного средства - грузоподъемность, указанная в технической характеристике автомобильного транспортного средства.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

К.П. Андреев

Грузовые перевозки

Методические указания и задания по выполнению практических работ

для студентов дневной и заочной форм обучения
по направлению подготовки
23.03.01 - Технология транспортных процессов
профиль «Организация перевозок на автомобильном транспорте»

Рязань, 2024

Содержание

Практическая работа №1. Грузовместимость автотранспортных средств……. 4
Практическая работа №2. Расчет количества автомобилей при уборке снега.. 9
Практическая работа №3. Составление оптимальных маршрутов движения подвижного состава и оценка основных показателей его работы…….. 10
Практическая работа №4. Расчет себестоимости автотранспортных перевозок 16
Лабораторная работа №5. Погрузочно-разгрузочные пункты и их производительность…… 18
Практическая работа №6. Технико – эксплуатационные показатели работы автотранспорта……. 21
Литература…… 28
Техника безопасности при выполнении практических работ……..... 29

Практическая работа №1

ГРУЗОВМЕСТИМОСТЬ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

(задания 1.1 и 1.2)

1.Цель работы. Определение грузовместимости автотранспортных средств.

Обозначения:

где $q'_н$ – номинальная грузоподъемность автомобиля, тн;

q_v – удельная объемная грузоподъемность, тн/м ;

$q_{увм}$ – удельная грузовместимость, тн/w ;

ρ – плотность *(объемная* масса) груза, т/м ;

$V_к$ – объем кузова автомобиля, $м^3$;

$V_{гр}$ – объем груза, загружаемого а автомобиль, $м^3$;

a, b, h – внутренние габаритные размеры кузова (длина, ширина, высота соответственно), мм;

h_1 – расстояние от верхнего края борта кузова до уровня груза,мм;

$G_{ВМ}$ – грузовместимость автомобиля (прицепа, полуприцепа), т;

$f_{уд}$ – удельная грузоподъемность пола кузова, тн/$м^2$;

$f_ф$ – фактическая удельная нагрузка на пол кузова ,тн/$м^2$.

2. Теоретическая часть.

Приспособленность автотранспортных средств к перевозке грузов оценивается показателями:

- грузовместимость;
- удельная объемная грузоподъемность;
- удельная грузоподъемность пола.

Грузовместимость показывает наибольшее количество груза, которое может быть единовременно перевезено автомобилем (на прицепе, полуприцепе), и определяется по формуле

$$G_{ВМ} = a \cdot b \cdot (h \pm h_1) \cdot \rho, \qquad (1.1)$$

где $G_{ВМ}$ – грузовместимость, тн;

a, b, h – внутренние габаритные размеры кузова, соответственно длинна, ширина, высота, м;

h_1 – расстояние от верхнего края борта платформы до уровня погрузки груза, м;

ρ – плотность груза, тн/м .

Для штучных и пакетированных грузов, перевозимых в один ярус, высота загрузки (h+h|) соответствует высоте грузового места. При укладке тарно-

штучных грузов в несколько ярусов превышение уровня бортов определяется условием обеспечения устойчивого положения груза во время перевозки.

При перевозке ценных навалочных и насыпных грузов загрузка их в кузов производится ниже верхнего края бортов. Для некоторых навалочных грузов допускается погрузка в автотранспорт с превышением уровня бортов, но с учетом того, что в движении такой груз может высыпаться через борт. Объем груза, который можно перевозить в кузове, определяется по формуле

$$V_{гр} = V_к + (b/2)^3 \cdot tg\alpha, \qquad (1.2)$$

где $V_{гр}$ – объем груза, который может быть загружен в кузов, м ;

$V_к$ – объем кузова, $м^3$;

α – угол естественного откоса груза в движении.

Характеристики некоторых грузов (плотность, значения угла естественного откоса) приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Характеристика грузов

Наименование грузов	Плотность, $т/м^3$	Угол естественного откоса, град	
		В движении	в покое
Глина сухая	1,8-2,0	40	40
Глина сыра	2,0-2,1	20	25
Гравий	1,5 -2,0	30	45
Земля	1,6-1,9	17	27
Зерно[1]	0,6 - 0,75	28	35
Картофель[1]	0,6 - 0,75	20	28
Песок	1.4-1,6	30	33
Торф	0,5	40	45
Уголь	0,8	30	45
Щебень	1,8-2,0	35	45

Примечание. 1 - грузы следует считать ценными насыпными и перевозить не выше уровня бортов; зерно, кроме того, с укрытием брезентом.

При перевозках грузов разной плотности часто встречаются случаи, когда при неполном использовании вместимости кузова не полностью используется грузоподъемность автомобиля или наоборот, полное использование грузоподъемности достигается при частичном использовании вместимости.

Подбор подвижного состава для перевозки грузов производят с учетом соотношения удельной объемной грузоподъемности и удельной грузовместимости.

Удельная объемная грузоподъемность регламентируется при проектировании автомобилей. Она определяется отношением номинальной грузоподъемности к полному объему кузова:

$$q_v = q_н / V_к, \qquad (1.3)$$

где q_v – удельная объемная грузовместимость, тн/м^3 ;

Для автомобилей грузоподъемностью:

- до 2 тонн ее принимают в пределах до 0,5 тнм^3 ;

-до 3тн – 0,6; 5 тн – 0,83; 6 т н – 0,9; 7-12 тн -1,0 тн/м^3.

Удельная грузовместимость определяет количество груза, которое может быть загружено в один м^3 емкости кузова:

$$q_{увм} = G_{вм} / V_к, \qquad (1.4)$$

где $q_{увм}$ – удельная грузовместимость, тн/м .

Если значение удельной объемной грузоподъемности (q_v) соответствует удельной грузовместимости, в таком случае будет обеспечено полное использование грузоподъемности данной модели автомобиля.

При перевозке грузов, удельная грузовместимость для которых меньше удельной объемной грузоподъемности ($q_{увм} < q_v$), вместимость автомобиля может быть, использована полностью, но грузоподъемность полностью использована быть не может; при перевозке грузов обеспечивающих грузовместимость больше чем удельная объемная грузоподъемность ($q_{увм} > q_v$), используется полностью грузоподъемность автомобиля при неполном использовании вместимости кузова.

График использования грузовместимости показан на рисунке1.1.



Рисунок 1.1. График использования грузоподъемности

а) $q_н = 3т$; $q_а = 3т$; б) $q_н = 5т$; $q_б = 4,5т$; в) $q_н = 8т$; $q_в = 6,0т$.

Удельная грузоподъемность пола кузова показывает нагрузку на один квадратный метр полезной площади кузова, при которой достигается полное

использование грузоподъемности автомобиля. В зависимости от соотношения фактической удельной нагрузки на пол кузова ($f_ф$) и удельной грузоподъемности кузова ($f_{уд}$) возможны ситуации:

$f_ф < f_{уд}$ – площадь пола используется полностью, по грузоподъемность полностью не используется;

$f_ф > f_{уд}$ – полное использование грузоподъемности достигается при неполном использовании полезной площади кузова.

ЗАДАНИЕ 1.1

Определить количество каменного угля и щебня, которое может быть перевезено автосамосвалом МАЗ-5549 (номер варианта сумма последних двух цифр зачетной книжки, пример вариант 02).

Ниже приведены варианты заданий, включающие порядковые номера марки автомобиля и двух видов груза (таблица 1.2).

Номер варианта студенту определяет преподаватель.

Таблица 1.2 - Варианты заданий

Номер варианта	Марка автомобиля	Вид груза	
1	Зил-ММЗ-4502	Торф	Гравий
2	МАЗ-5549	Уголь	Щебень
3	КамАЗ-55102	Зерно	Глина сырая
4	КрАЗ-256Б1	Картофель	Песок
5	МАЗ-5549	Гравий	Торф
6	КамАЗ-55102	Щебень	Уголь
7	Зил-ММЗ-4502	Глина сырая	Зерно
8	МАЗ-5549	Песок	Картофель
9	КамАЗ-55102	Гравий	Щебень
10	КрАЗ-256Б1	Опилки	Уголь
11	КамАЗ-5511	Глина сырая	Картофель
12	МАЗ-5549	Песок	гравий
13	КамАЗ-55102	Торф	Торф
14	Зил-ММЗ-4502	Опилки	Песок
15	МАЗ-5549	Зерно	Песок
16	КамАЗ-5511	Картофель	Торф
17	КрАЗ-256Б1	Гравий	Опилки
18	Зил-ММЗ-4502	Щебень	Зерно

ЗАДАНИЕ 1.2

Определить возможный объем перевозки тарно-штучного груза на авто мобиле КамАЗ-5320. Габаритные размеры (длина, ширина, высота) грузового места составляют 600х400х228 мм, масса 30 кг.

Варианты заданий приведены в таблице 1.3. Номера вариантов сумма последних двух цифр зачетной книжки.

Таблица 1.3 - Варианты заданий

Номер варианта	Марка автомобиля	Наружные размеры ящика, мм			Масса, кг
		длина	ширина	высота	
1	Зил-431410	600	400	280	40
2	Зил-431510	500	240	300	30
3	МАЗ-53362	800	420	200	45
4	МАЗ-53371	400	300	266	35
5	КамАЗ-53212	480	250	316	42
6	МАЗ-5549	600	400	240	35
7	КамАЗ-55102	500	240	300	40
8	КрАЗ-256Б1	750	240	200	25
9	МАЗ-5549	400	300	200	35
10	КамАЗ-55102	550	250	320	38
11	Зил-ММЗ-4502	450	400	260	30
12	МАЗ-5549	500	240	300	28
13	КамАЗ-55102	800	240	200	45
14	КрАЗ-256Б1	400	300	266	35
15	КамАЗ-5511	650	250	320	26
16	МАЗ-5549	600	400	280	40
17	КамАЗ-55102	500	300	310	35
18	Зил-ММЗ-4502	700	340	210	30

Практическая работа №2

РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ УБОРКЕ СНЕГА

1.Технология расчистки снежных отложений.

Цель снегоочистки – полностью удалить выпадающий снег или в кратчайшие сроки убрать с проезжей части и обочин уже выпавший снег. Снегоочистка состоит из двух технологических операций – резание и транспортировка снега. Основным процессом, определяющим производительность снегоочистки, является процесс резания, то есть отделение от снежного массива пластов режущим органом очистительных машин.

Наиболее широко распространена патрульная снегоочистка. Технология патрульной снегоочистки сводится к следующему: при небольших снегопадах или малой интенсивности метели снег очищают одноотвальными скоростными плужными снегоочистителями типа Д-666. При скорости движения 30…40 км/ч снег отбрасывают отвалом без образования на проезжей части валов. С увеличением скорости движения до 60…80 км/ч снег отбрасывают отвалом на расстояние 10…20 м, и эффективность патрульной очистки возрастает, поскольку на обочинах не образуются снежные валы.

Патрульную очистку ведут продольными проходами, смещаясь от оси к обочинам. Если снегопад не превышает 3-5 см в час, то возможно применение одиночной машины. В противном случае, а так же при интенсивном движении, работу ведут отрядом снегоочистителей: машины движутся в одном направлении в 30…60 м друг от друга и с перекрытием следа на 30…50 см. За один проход снег удаляется со всей полосы движения.

ЗАДАНИЕ 2

Рассчитать количество автомобилей при патрульной уборке снега.

На рисунке 2.1 представлена схема движения машин при движении снегоочистительного отряда, очищающего дорогу от оси к обочине. При данной технологии необходимы очистители с поворотным отвалом.

Необходимое число машин для патрульной очистки автомобильной дороги определяется по формуле 3.1.

$$N = \frac{2 \cdot L \cdot n}{V \cdot К_{и} \cdot t_{n}} \ ; \qquad (2.1)$$

где L – длина обслуживаемой автомобильной дороги, км;

n – число проходов снегоочистителей, необходимое для полной уборки снега с половины ширины дорожного полотна, n = 3;

V – рабочая скорость снегоочистителя, V = 30…40 км/ч;

$К_{и}$ – коэффициент использования машины в течение смены, $К_{и}$=0.7;

t_n – время между проходами снегоочистителей, t_n = 5 ч.

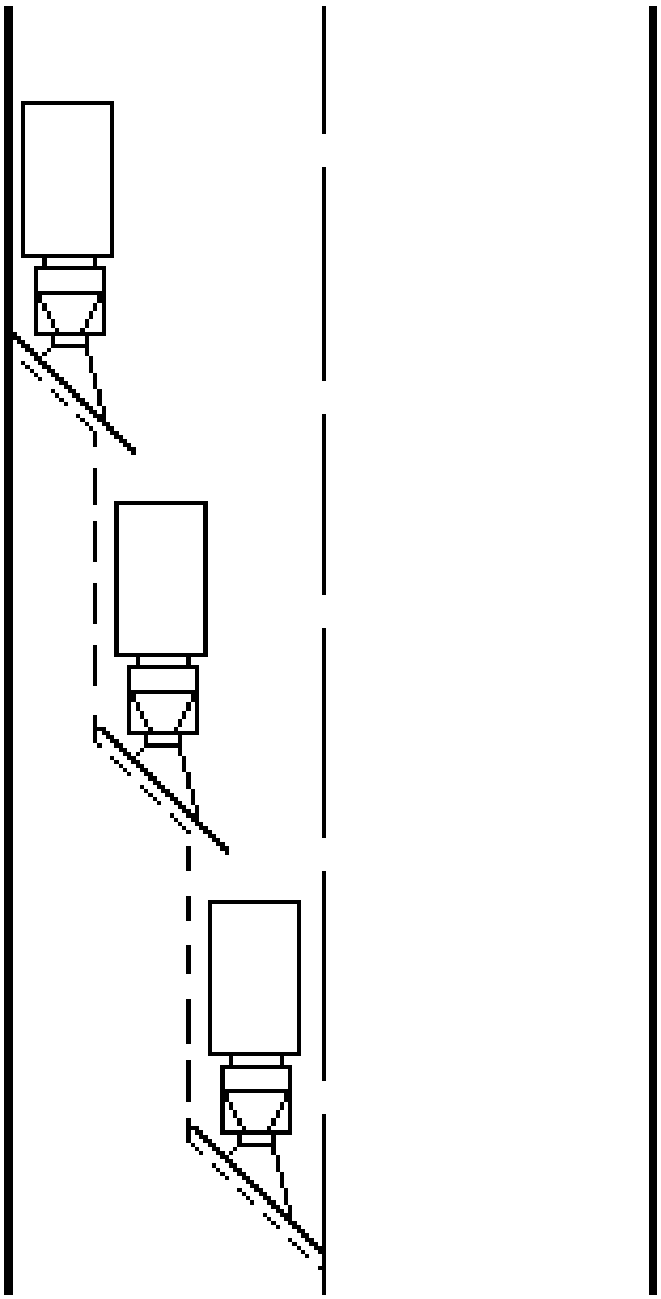


Рисунок 2.1. Очистка дорог от оси к обочине

Варианты задания для студентов сведены в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 - Варианты заданий

1	L = 5; n = 2; V = 30; $К_и$ = 0.7; t_n = 2
2	L = 5; n = 3; V = 30; $К_и$ = 0.7; t_n = 2
3	L = 5; n = 4; V = 30; $К_и$ = 0.7; t_n = 2
4	L = 5; n = 5; V = 30; $К_и$ = 0.7; t_n = 2
5	L = 10; n = 2; V = 30; $К_и$ = 0.7; t_n = 2
6	L = 10; n = 2; V = 30; $К_и$ = 0.7; t_n = 3
7	L = 10; n = 2; V = 30; $К_и$ = 0.7; t_n = 4
8	L = 10; n = 2; V = 30; $К_и$ = 0.7; t_n = 5
9	L = 15; n = 2; V = 30; $К_и$ = 0.7; t_n = 2
10	L = 15; n = 3; V = 30; $К_и$ = 0.7; t_n = 2
11	L = 15; n = 4; V = 30; $К_и$ = 0.7; t_n = 2
12	L = 15; n = 5; V = 30; $К_и$ = 0.7; t_n = 2
13	L = 20; n = 5; V = 30; $К_и$ = 0.7; t_n = 2
14	L = 20; n = 4; V = 30; $К_и$ = 0.7; t_n = 3
15	L = 20; n = 3; V = 30; $К_и$ = 0.7; t_n = 4
16	L = 20; n = 2; V = 30; $К_и$ = 0.7; t_n = 5
17	L = 25; n = 2; V = 30; $К_и$ = 0.7; t_n = 2
18	L = 25; n = 3; V = 30; $К_и$ = 0.7; t_n = 3

Вывод: для патрульной очистки от снега 20 км дороги потребуется один автомобиль с одноотвальным скоростным плужным снегоочистителем Д-666.

Практическая работа №3

СОСТАВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ МАРШРУТОВ ДВИЖЕНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА И ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЕГО РАБОТЫ

1. Цель работы.

Целью работы является получение студентами навыков составления оптимальных маршрутов движения подвижного состава и оценка основных показателей его работы.

В работе заданы расстояния между автотранспортным предприятием, центральным складом, вторым и третьим цехами, эксплуатационная скорость движения автомобиля, его тип и грузоподъемность, время, затрачиваемое на погрузку и выгрузку 1 тн груза, массы грузов, которые необходимо перевезти между названными подразделениями. Для облегчения решения задачи ниже приведен пример решения. Номер варианта определяется по сумме двух последних цифр номера зачетной книжки.

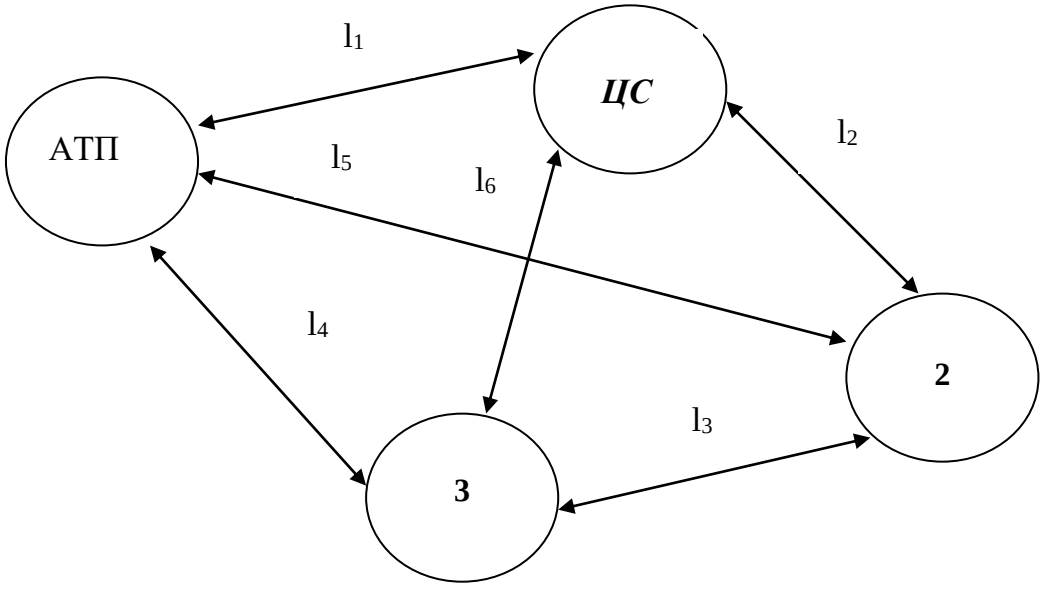


Рисунок 3.1- Расчетная схема

Задано:

– время погрузки 1 тн груза – 12 мин;

– время выгрузки 1 тн груза – 12 мин;

– автомобиль ГАЗ-53, грузоподъемность – 4 тн;

– остальные данные приведены в таблицах 3.2 и 3.3.

Требуется:

– определить *оптимальный* маршрут движения автомобиля по его минимальному пробегу за время нахождения в наряде;

– составить граф-схему оптимального маршрута (смотри рисунок 2 в примере решения);

– определить время нахождения транспортного средства в наряде -$t_{нар}$, коэффициент использования пробега - $К_{ип}$, коэффициент использования грузоподъемности - $К_{ип}$, транспортную работу - Р, производительность транспортного средства - П.

Таблица 3.2 - Варианты задания

Номер варианта	l_1 км	l_2 км	l_3 км	l_4 км	l_5 км	l_6 км	$V_э$ км/час
1	5	2	5	6	6	6	30
2	6	3	5	6	8	6	30
3	7	4	5	8	10	7	35
4	8	2	5	6	8	5	40
5	9	3	10	12	10	10	20
6	10	4	10	12	12	12	45
7	5	2	10	10	6	10	30
8	6	3	10	10	8	10	35
9	7	4	10	12	10	12	40
10	8	5	10	13	10	14	35
11	9	2	10	11	10	10	50
12	10	4	5	8	12	8	30
13	5	5	5	8	8	7	40
14	2	10	3	8	10	6	30
15	4	10	2	10	10	4	35
16	4	8	2	8	10	8	40
17	5	8	2	8	8	8	30
18	4	6	2	8	10	6	20

Примечание (номер варианта контрольной работы определяется по сумме двух последних цифр зачетной книжки студента).

Таблица 3.3 - Варианты задания. Маршруты. Масса груза

Номер варианта	Направление перевозки	Масса перевозимого груза, тн
1 – 4	ЦС →2 2→3 2→ЦС 3→2	1 3 2 2
5 – 8	ЦС→3 3→2 2→ЦС ЦС→2	3 2 1 2
9 – 12	3→ЦС ЦС→3 2→3 2→ЦС	4 2 2 1
13 – 18	ЦС→3 3→2 2→ЦС ЦС→2	3 3 2 1

Примечание (номер варианта контрольной работы определяется по сумме двух последних цифр зачетной книжки студента).

2.Теоретическая часть.

Время погрузки и разгрузки:

$$t_{пр} = \sum_{i=1}^{n} M_i t_n + \sum_{i=1}^{n} M_i t_p, \text{ час;} \quad (3.1)$$

где M_i – масса груза; t_n, t_p – соответственно время погрузки и разгрузки 1 т груза.

Время нахождения транспортного средства в наряде:

$$t_{нар} = t_{пр} + \sum_{i=1}^{K} l_i / Vэ, \text{ час;} \quad (3.2)$$

где $\sum_{i=1}^{K} l_i$ – расстояние, пройденное транспортным средством.

Коэффициент использования грузоподъемности:

$$К_{иг} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{K} M_i / G; \quad (3.3)$$

где n – число ездок с грузом;

M_i – масса груза при каждой ездке;

G – грузоподъемность автомобиля.

Коэффициент использования пробега:

$$К_{ип} = \frac{l_{гр}}{l_{гр} + l_{пор}}; \quad (3.5)$$

где $l_{пор}$ – расстояние, пройденное автомобилем без груза за время нахождения в наряде.

Транспортная работа:

$$P = \sum_{i=1}^{K} M_i \, l_i, \; т \cdot км; \quad (3.6)$$

Производительность транспортного средства:

$$П = \frac{P}{t_{нар}}, \; \frac{тн \cdot км}{час}. \quad (3.7)$$

ЗАДАНИЕ 3

$l_i = 2$ км; $l_2 = 6$ км; $l_3 = 6$ км; $l_4 = 3$ км; $l_5 = 5$ км; $l_6 = 7$ км; $V_э = 20$ км/час.

По рассматриваемому примеру необходимо перевезти груз массой:

1) с центрального склада во 2-й цех ЦС→2 – 2 тн;

2) с 3-го цеха во 2-й цех 3→2 – 2 тн;

3) с 2-го цеха в 3-й цех 2→3 – 1 тн;

4) с 3-го цеха на Центральный склад 3→ЦС – 2 тн.

Литература

1. Ходош М.С. Грузовые автомобильные перевозки. М., Транспорт, 1986.

2. Шишков В.И., ПиньковецкийС.У., Калашников Ю.В., Экспедиционное обслуживание предприятий и организаций автомобильным транспортом. М., Транспорт, 1982.

3. Батищев А.И. Организация и механизация погрузочно-разгрузочных работ на автомобильном транспорте. М., Транспорт, 1988.

4. Гаранина Л.И., Савульчик Б.В., и др. Организация транспортно-экспедиционного обслуживания населения. М., Транспорт, 1978.

5. Тростянецкий Б.Д. Автомобильные перевозки (задачник). М., Транспорт, 1988.

6. Устав автомобильного транспорта РФ. М., Транспорт, 1989.

7. Правила перевозки грузов автомобильным транспортом. М., Транспорт,

1990.
8. Геронимус Б.Л. Экономико-математические методы в планировании на автомобильном транспорте. М., Транспорт, 1990.
9. Беляев В.М. Терминальные системы перевозок грузов автомобильным транспортом.
М., Транспорт, 1987.
10.Палий А.И. Половинщиков З.В. Автомобильные перевозки (задачник). М., Транспорт, 1982.
11.Бабков В.Ф. Автомобильные дороги. М., Транспорт, 1983.

Практическая работа №4

РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Цель работы – рассчитать зарплату шоферам и экскаваторщику за произведенную работу. При проведении расчетов следует учесть время и расстояние, которое затрачивает шофер при возвращении обратно.

При строительстве нового объекта необходимо вырыть котлован под фундамент и отвезти вынутый грунт за город.

ЗАДАНИЕ 4

1. Рассчитать объем вынутого грунта под фундамент;
2. Рассчитать сколько потребуется рейсов грузовику, чтобы вывести весь грунт (в грузовик вмещается 5 $м^3$.);
3. Рассчитать потребность бензина для поездок грузовика (12 л. на 100 км – цена за 1 л бензина – 25 руб.);
4. Рассчитать оплату труда за выполненную работу шоферу и экскаваторщику;
5. Рассчитать сколько времени потребуется экскаваторщику для выемки данного грунта (в ковш вмещается 0.5 $м^3$), наполняемость ковша 80%. Время, затрачиваемое экскаваторщиком на высыпку одного ковша 1 мин.

Варианты задания для студентов сведены в таблицу 4.1.

Таблица4.1 - Варианты задания

№ п/п	Площадь фундамента, м	Глубина фундамента, м	Расстояние отвозимого грунта, км	Зарплата шофера и экскаваторщика в месяц, по… руб.
1	10 x 10	1.0	10	10000
2	11 x 11	1.1	20	10500
3	12 x 12	1.2	30	11000
4	13 x 13	1.3	40	11500
5	14 x 14	1.4	50	12000
6	15 x 15	1.5	60	12500
7	16 x 16	1.6	70	13000
8	17 x 17	1.7	80	13500
9	18 x 18	1.8	90	14000
10	19 x 19	1.9	100	14500
11	20 x 20	2.0	110	15000
12	21 x 21	2.1	120	15500
13	22 x 22	2.2	130	16000
14	23 x 23	2.3	140	16500
15	24 x 24	2.4	150	17000
16	25 x 25	2.5	160	17500
17	26 x 26	2.6	170	18000
18	27 x 27	2.7	180	18500

Практическая работа №5

ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫЕ ПУНКТЫ И ИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

1.Теоретическая часть.

Погрузочно-разгрузочные пункты подразделяются по ряду признаков. По виду выполняемых работ различают: погрузочные (грузообразующие), разгрузочные (грузопоглащающие); разгрузочно-погрузочные (грузопоглащающие, грузообразующие, транзитные).

По характеру работы пункты бывают: постоянные (регулярно работающие длительное время – торговые базы, элеваторы); временные (работают регулярно, но сезонно или работают непрерывно, но сравнительно недолго (склады строительных объектов).

По назначению пункты делятся на универсальные, предназначенные для широкого ассортимента грузов, и специализированные – для отдельного вида грузов или группы грузов.

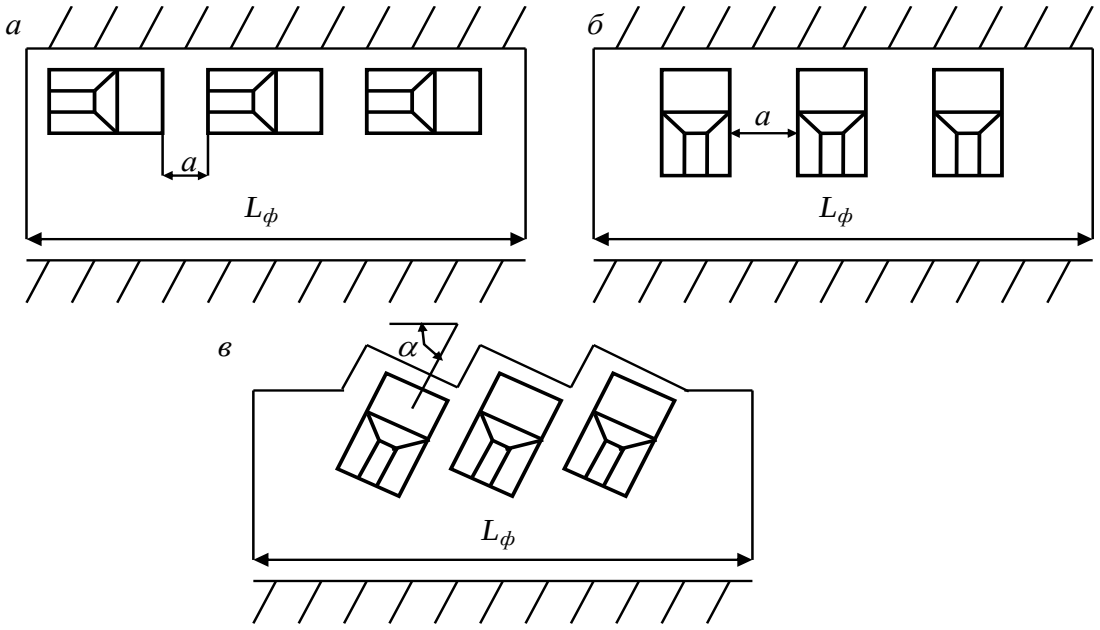


Рис. 1. Способы расстановки автомобилей при погрузке
а — боковой, *б* — торцовый, *в* — ступенчатый

Для выполнения операций по приему и отправлению грузов пункты имеют посты, которые включают подъездные пути, площади для маневрирования, складские помещения, оборудование для взвешивания грузов.

Посты группируются на одной или нескольких площадях. В пределах каждой площадки посты образуют фронт $L_ф$ погрузки (разгрузки). В пределах фронта погрузки (разгрузки) различают боковую, торцевую и ступенчатую расстановку автомобилей.

Боковая расстановка автомобилей сокращает маневрирование увеличивает фронт проведения погрузочно-разгрузочных работ. Такая расстановка наиболее благоприятна для автомобилей (тягачей) работающих с прицепом (рис. 1, а).

Общая длина фронта погрузки определяется формулой:

$$L_ф = L_a X + a(X + 1); \quad (5.1)$$

где L_a – длина автомобиля, X – число постов, a – расстояние между автомобилями, ($a > 1$ м).

Торцевая расстановка автомобилей сокращает фронт работы (рис. 1,*б*). Однако при этой расстановке неудобна и малопроизводительна погрузка и разгрузка автомобилей, так как производится только через заднюю часть кузова.

$$L_ф = B_a X + \alpha(X + 1); \quad (5.2)$$

где B_a – ширина автомобиля.

Ступенчатая расстановка автомобилей позволяет производить погрузку через борт и заднюю часть кузова, что облегчает и ускоряет работу (рис. 1, *в*).

$$L_ф = \frac{B_a \cdot X + a(X+1)}{\cos\alpha}; \quad (5.3)$$

Производительность погрузочно-разгрузочного пункта оценивается часовой пропускной способностью или в количествах тонн груза погруженного (разгруженного) в час.

Пропускная способность пункта зависит от пропускной способности каждого поста. Пропускная способность одного поста, выраженная в погруженных (разгруженных) автомобилях в час, определяется формулой

$$A_{n(p)} = \frac{1}{t_{n(p)}}; \quad (5.4)$$

где $A_{n(p)}$ – количество погруженных (разгруженных) автомобилей на посту за один час, авт/ч.;

$t_{n(p)}$ – время погрузки (разгрузки) одного автомобиля, ч.

Часовая пропускная способность пункта, имеющего $n_{n(p)}$ постов, выраженная в количестве обслуженных автомобилей в час, определяется отношением

$$\Sigma A_{n(p)} = \frac{n_{n(p)}}{t_{n(p)}}; \quad (5.5)$$

Пропускная способность поста и погрузо-разгрузочного пункта, выраженная в тоннах груза перерабатываемого в час, соответственно определяется по зависимости:

$$Q_{n(p)} = \frac{q \cdot \gamma}{t_{n(p)}} \quad \text{и} \quad \Sigma Q_{n(p)} = \frac{q \cdot \gamma \cdot n_{n(p)}}{t_{n(p)}}; \quad (5.6)$$

где $Q_{n(p)}$ – количество погруженных (разгруженных) тонн груза на посту за

час.

ЗАДАНИЕ 5.

Необходимо рассчитать величины $A_{n(p)}$, $Q_{n(p)}$ и $\Sigma A_{n(p)}$, используя значения в таблице 5.4 и параметры автомобиля «МАЗ», «КаМАЗ» или «ЗИЛ» усмотрения студента.

Таблица 5.4 - Варианты задания

№ п/п	X,ед.	α,град.	a,м.	$t_{n(p)}$ ч.	$n_{n(p)}$ед.
1	2	10	1	0.5	2
2	3	15	1.1	0.75	3
3	4	20	1.2	1.0	4
4	5	25	1.3	1.25	5
5	6	30	1.4	1.5	6
6	7	35	1.5	1.75	2
7	8	40	1.6	2.0	3
8	9	45	1.7	0.5	4
9	10	50	1.8	0.75	5
10	11	55	1.9	1.0	6
11	12	60	2.0	1.25	2
12	13	65	2.1	1.5	3
13	14	70	2.2	1.75	4
14	15	75	2.3	2.0	5
15	16	80	2.4	0.5	6
16	2	80	2.4	0.75	2
17	3	75	2.3	1.0	3
18	4	70	2.2	1.25	4

Используемые при расчетах величины:

$\gamma = 1.2$ – коэффициент использования грузоподъемности автомобиля;

q – грузоподъемность автомобиля, т; (выбирается из справочника);

Величины L_a (B_a) – длина (ширина) автомобиля, м выбираются из справочников, в зависимости от выбранной модели автомобиля.

Практическая работа №6

ТЕХНИКО – ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ АВТОТРАНСПОРТА

(задания 6.1-6.5)

Обозначения:

$А_{сп}$, $АД_{сп}$ – списочный парк, ед., автомобиле-дни (а-д);

$А_т$, $АД_т$ -численность технически исправного подвижного состава, ед.,а-д;

$А_р$, $АД_р$ - численность подвижного состава, находящегося в ремонте и на техническом обслуживании, ед.,а-д;

$А_п$, $АД_п$ - численность подвижного состава, находящегося на простое, ед., а-д;

Аэ, $АД_э$ -численность подвижного состава, находящегося в эксплуатации, ед., а-д;

$АД_{рд}$ – численность списочного парка за рабочие дни расчётного периода, а-д;

$\alpha_т$ – коэффициент технической готовности;

$\alpha_в$ – коэффициент выпуска на линию;

$\alpha_т$ – коэффициент использования подвижного состава;

$q_н$ –номинальная грузоподъемность автомобиля (прицепа, автопоезда), тн;

$q_ф$ – масса фактически перевозимого груза, тн;

γ - статистический коэффициент использования грузоподьемности;|

$\gamma_д$ -статистический коэффициент использования грузоподьемности;|

L, $L_Г$, $L_Х$, $L_Н$ - пробег автомобили общий, с грузом, холостой, нулевой соответственно, км;

1м, 1ег, 1х, 1н - длина маршрута, пробег с грузом за ездку, холостой за ездку, нулевой, км;

$n_е$, $n_о$ -число ездок, оборотов;

β, $\beta_е$, $\beta_{рд}$ - коэффициент использования пробега, коэффициент использования пробега за ездку, за рабочий день;

$Т_н$, $Т_м$, $Т_{дв}$ - время работы водителя в наряде, на маршруте, в движении за день, период, час;

$t_е$, $t_о$, $t_н$, $t_д$, $t_{п.р}$ - время выполнения ездки, оборота, на нулевой пробег, в движении, на выполнение погрузочно-разгрузочных работ и простой по другим причинам, час;

$Т_с$ - время, затрачиваемое на перевозку груза (сообщения, доставки), час;

$V_Т$, $V_Э$, $V_С$ - скорость техническая, эксплуатационная, доставки груза (сообщения) соответственно, км/час;

$U_е$, $U_ч$, $U_{рд}$- производительность транспортного средства, парка подвижного состава за ездку, часовая, за рабочий день, соответственно тн, тн/ч, тн/рд;

$W_е$, $W_ч$, $W_{рд}$ – производительность учитываемая в тн·км, тн·кы/ч, тн·км/рд;

Q - объем перевозок, тн;

P - грузооборот, тн·км;

$W_т$ - выработка на одну среднесписочную автомобиле-тонну в тоннах;

$W_{ткм}$ - то же в тонно-километрах.

1.Теоретическая часть.

6.1. Списочный парк автомобилей включает подвижной состав исправный, находящийся в ремонте и техническом обслуживании, Исправный подвижной состав назначается на работу (в наряде, в эксплуатации) и может простаивать по каким либо причинам:

$$A_{сп} = A_т + A_р; \quad АД_{сп} = АД_т + АД_р; \tag{6.1}$$

$$A_т = A_э + A_п; \quad АД_т = АД_э + АД_п; \tag{6.2}$$

Состояние парка подвижного состава оценивается коэффициентами:

$$a_т = A_т / A_{сп}; \quad a_т = АД_т / АД_{сп}; \tag{6.3}$$

$$a_в = A_э / A_{сп}; \quad a_в = АД_э / АД_{сп}; \tag{6.4}$$

6.2. Показатели использования грузоподъемности:

$$A_и = АД_э / АД_{рд}; \tag{6.5}$$

$$\gamma = q_ф / q_н; \tag{6.6}$$

$$\gamma_д = \frac{\sum_{i=1}^{n} q_{фi} \cdot l_{егi}}{q_н \cdot \sum_{i=1}^{n} l_{егi}}; \tag{6.7}$$

6.3. За время наряда автомобиль совершает пробег к месту первой погрузки, выполняет несколько ездок (оборотов) по перевозке от грузоотправителей грузополучателям и возвращается в парк:

$$L = 1_н + L_м; \quad L_м = L_г + L_х; \tag{6.8}$$

Коэффициент использования пробега:

$$\beta_{рд} = L_г / L; \quad \beta_е = l_{ег} / (l_{ег} + l_х); \tag{6.9}$$

6.4. При совершении ездки автомобиль загружают, выполняют перевозку груза, выгружают груз и подают к месту очередной

загрузки. Кроме того, автомобиль может простаивать в ожидании погрузки или выгрузки, при оформлении передачи груза н по другим причинам:

$$t_e = t_{дв} + t_n + t_p + t_{пр}; \quad (6.10)$$

Воспользовавшись конфидентов использования пробега (формула 6.9) и обозначив $t_{п-р} = t_п + t_р + t_{пр}$, получим

$$t_e = \frac{l_{ег}}{\beta_e \cdot V_m} + t_{п-р}; \quad (6.11)$$

6.5. Время простоя подвижною состава при его загрузке (разгрузке) может быть определено по формуле

$$t_{п-р} = t_{п(р)} \cdot K_н + t_{пр}; \quad (6.12)$$

где $t_{п(р)}$ - время, затрачиваемое непосредственно на загрузку (разгрузку) транспортного средства, час;

$K_н$ - коэффициент неравномерности подачи подвижного состава под погрузку (разгрузку);

$t_{п-р}$ - время, затрачиваемое на ожидание загрузки (разгрузки), постановку транспортного средства на погрузочно - разгрузочный пост, подготовку его к загрузке (разгрузке), пересчет грузовых мест, взвешивание, оформление сопроводительной документации и другие операции.

6.6. Число ездок (оборотов) за рабочий день:

$$n_e = \frac{T_н - t_н}{t_e}; n_o = \frac{T_н - t_н}{t_o}; \quad (6.13)$$

6.7. Расчетная скорость движения:

техническая: $V_m = L / T_{дв};$ (6/14)

эксплуатационная: $V_э = L / T_н;$ (6/15)

сообщения: $V_c = L_г / T_c;$ (6/16)

Время сообщения

$$T_c = t_п + T_{дв} + t_р; \quad (6.17)$$

Скорость доставки (сообщения) определяется при необходимости сравнения этого показателя с аналогичным на других видах транспорта.

6.8. Производительность подвижного состава

Таблица 6.1 - Производительность подвижного состава

В тоннах	В тонно-километрах	№ формулы
За ездку		
$U = q_н \cdot \gamma$	$W_е = U_е \cdot l_{ег}$	(6.18)
Часовая		
$U_ч = q_н \cdot \gamma / t_е$	$W_ч = U_ч \cdot l_{ег}$	(6.19)
За смену, время в наряде		
$U_{рд} = q_н \cdot \gamma \cdot n_е$	$W_{рд} = U_{рд} \cdot l_{ег}$	(6.20)

6.9. Объем транспортной работы;

объем перевозок

$$Q = АД_{СП} \cdot \alpha_в \cdot U_{рд}; \quad (6.21)$$

грузооборот

$$P = Q \cdot l_{ег}; \quad (6.22)$$

6.10. Выработка на одну среднесписочную тонну грузоподъемности:

за рабочий день

$$B_m^{рд} = \frac{Q}{АД_{сп} \cdot \overline{q_н}}; B_{ткм}^{рд} = \frac{P}{АД_{сп} \cdot \overline{q_н}}; \quad (6.23)$$

за период

$$B_m = \frac{Q}{A_{сп} \cdot \overline{q_н}}; B_{ткм} = \frac{P}{A_{сп} \cdot \overline{q_н}}; \quad (6.24)$$

Примечание: $l_{ег}$, $q_н$, $A_{сп}$ - средние значения соответственно $l_{ег}$, $q_н$, $A_{сп}$

ЗАДАНИИ 6.1

Определить плановые технико-экономические показатели состава парка, если на конец текущего года на балансе предприятия числится 100 автомобилей, в 1 квартале планируется приобрести 10 автомобилей и списать с баланса 5, во втором соответственно - 7 и 9, в третьем 3 и 4, и четвертом - 4 и 8.

В техническом обслуживании и ремонте по опыту текущего года ежедневно находились 14 автомобилей, простаивали в связи с отсутствием водителей и по другим причинам 5 автомобилей.

На этапе планирования на будущий год принимается, что подвижной состав поступает и списывается и середине квартала. Для прибывающею подвижного состава выделяется 7 дней на ввод его в эксплуатацию (получение, регистрация, обкатка).

ЗАДАНИЕ 6.2

Автомобиль за смену совершает три оборота по перевозке грузов от грузоотправителей А и С получателям В и D (рис. 6.1). Расстояния показаны на схеме, вид груза и подвижной состав по результатам расчетов задания 1 (на участке АВ - вид груза 1, CD - 2). Определить показатели использования подвижного состава по пробегу.

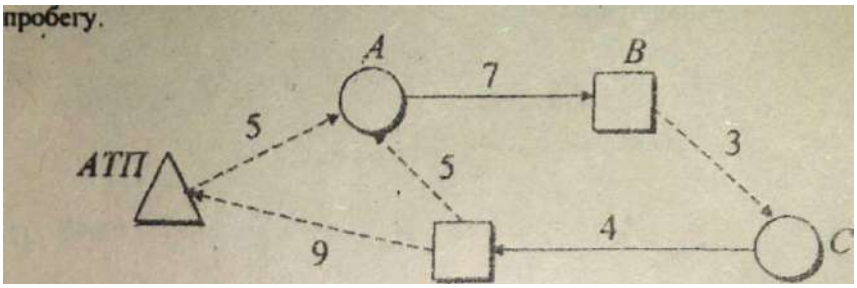


Рисунок 6.1. Схема перевозок

К показателям использования подвижного состава по пробегу для данного примера можно отнести:

- пробег общий (L);
- пробег за оборот ($1_{об}$);
- пробег с грузом соответственно за рабочий день (L_r) и за оборот $1_{об.r}$);
- коэффициент использования пробега за рабочий день ($\beta_{рд}$) и за оборот ($\beta_о$).

$1_{об} = 1_{AB} + 1_{BC} + 1_{CD} + 1_{DA}$;

$1_{об.r} = 1_{AB} + 1_{CD}$;

$\beta_о = 1_{об.r} / 1_{об}$;

$L = 1_{АТП\text{-}A} + 3 \times 1_{об} - 1_{DA} + 1_{D\text{-}АТП}$;

$L_r = 3 \times (1_{AB} + 1_{CD})$;

$\beta_{рд} = L_r / L$;

ЗАДАНИЕ 6.3

Определить показатели использования подвижного состава по времени: время наряда ($T_н$), время работы на маршруте ($T_м$), время в движении ($T_{дв}$), среднее время

одной ездки ($t_{e.ср}$), одного оборота ($t_{об.ср}$) и расчетные скорости: техническую ($V_т$) и эксплуатационную ($V_Э$), используя данные:

схема перевозок - рис. 6.1;

данные о работе водителя и автомобиля приведены фрагментами путевого листа (табл. 6.2 и 6.3).

Таблица 6.2 - Фрагмент путевого листа «Работа водителя и автомобиля»

Операция	Время по графику				Нулевой пробег, км	Показания спидометра, км	Время фактическое, число, месяц, час, мин
	число	месяц	час	мин			
1	2	3	4	5	6	7	8
Выезд из гаража	07	02	08	15	5	45832	07.02_08.20
Возвращение в гараж	07	02	17	30	9	45900	07.02_17.25

Таблица 6.3 - Фрагмент пут. листа «Последовательность выполнения задания»

Пункт погрузки, разгрузки и перецепки прицепов	Номер ездки	Прибытие			Убытие	
		число	час	мин	час	мин
26	27	28	29	30	31	32
A	1	07.02	08	32	09	00
B	2		09	17	09	42
C	3		09	50	10	18
D	4		10	28	10	50
A	5		11	02	11	30
B	6		11	45	12	10
C	7		13	20	13	50
D	8		14	00	14	20
A	9		14	34	15	00
B	10		15	20	15	42
C	11		15	50	16	20
D	12		16	30	16	50

ЗАДАНИЕ 6.4

Определить производительность, возможный объем перевозок и грузооборот при перевозке тарно-штучных грузов.

Марка автомобиля и транспортная характеристика груза - в соответствии с заданием 1.2 (таблица 1.3).

Значения скорости ($V_т$) принять по результатам решения задания 6.3.

Норму времени на погрузочно-разгрузочные работы принять: для бортовых автомобилей грузоподъемностью до 1тн включительно 12 мин , свыше 1тн - за каждую полную или неполную тонну груза добавляется 2 минуты дополнительно, пересчет грузовых мест - 4 минуты, оформление путевой документации - 5 минут, коэффициент неравномерности подачи подвижного состава под погрузку и выгрузку $К_н = 1,1$.

Схема перевозок приведена на рисунке 6.2. *А*

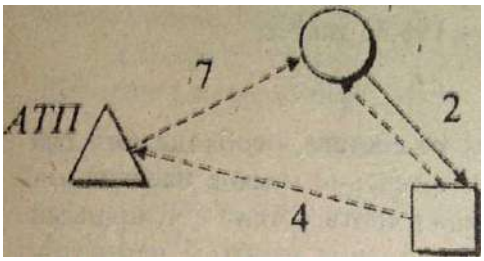


Рисунок 6.2 - Схема перевозок тарно-штучных грузов

ЗАДАНИЕ 6.5

Определить количество подвижного состава, необходимого для обеспечения бесперебойной перевозки в течение месяца навалочных грузов. Вид подвижного состава и грузов в соответствии с исходными данными по заданию 1 - табл. 1.2. Расстояния и объем перевозок приведены на рисунке 6.3 и в таблице 6.4, номер варианта тот же, что и в задании 1.1.

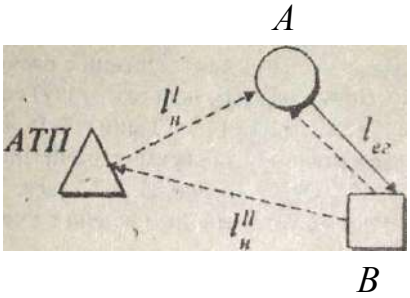


Рисунок 6.3 - Схема перевозки

В соответствии с исходными данными по заданию 1.1, в нижеприведенном примере определяется потребность в автомобилях КамЛЗ-55111 для перевозки угля и щебня. Вместимость автомобиля составляет: при перевозке угля - 7,5 м^3 , при перевозке щебня - 6,84 м^3.

Расстояния перевозки: $l_{н1}$ = 6 км, $l_{н2}$= 9 км, l_{er} = 12 км.

Объем перевозки: угля - 900 м^3, щебня - 1800 м^3.

Таблица 6.4 - Варианты заданий

Вариант	Расстояние перевозки			Объем перевозки	
	$l_{н1}$	$l_{н2}$	l_{er}	Вид груза	
				1	2
1	7	12	15	1000	2000
2	9	8	14	1200	2500
3	12	8	16	1150	2600
4	5	17	20	1300	2200
5	11	12	18	1400	2100
6	8	8	12	1200	2700
7	9	9	15	1600	2600
8	10	15	17	1550	2200
9	7	12	19	1300	2250
10	8	17	13	1400	2300
11	6	14	18	1200	2600
12	10	9	12	1600	2500
13	8	10	15	1550	2400
14	5	16	17	1100	2500
15	7	12	15	1000	2000
16	6	14	14	1200	2600
17	8	17	16	1150	2500
18	12	9	20	1300	2250

ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Волгин. Создание и спецификация: Практическое пособие. – 2-е изд. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2005. – 620 с.
2. Касаткин Ф. П., Коновалов С. И., Касаткина Э. Ф. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса. – М.: Академический Проект. 2004. – 352 с.
3. Логистические транспортно-грузовые системы. Учебник для студ. высш. учебн. заведений. / В. И. Апатцев, С. Б. Лёвин, В. М. Николашин и др.: Под ред. В. М. Николашина. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 304 с.

4. Положение и лицензировании перевозок автомобильным транспортом пассажиров и грузов в международном сообщении, а также грузов в пределах РФ. Утверждено постановлением правительства РФ от 16.03.97 №322.
5. Правила перевозки опасных грузов автомобильным транспортом. Утверждено Министерством транспорта РФ. – М.: Транспорт, 1996 – 98 с.
6. Правила перевозки грузов автомобильным транспортом. – М.: Транспорт, 1984 – 167 с.
7. Устав автомобильного транспорта – М.: Транспорт, 1982. – 64 с.
8. Федеральный закон о лицензировании отдельных видов деятельности. №128 – ФЗ от 8.08.01. г.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

1. Перед началом выполнения комплекса лабораторных работ для студентов (курсантов) необходимо провести:

- вводный инструктаж по безопасности труда;
- первичный инструктаж по безопасности труда на рабочем месте.

Вводный и первичный инструктаж регистрируются в журнале вводного и первичного на рабочем месте инструктажей по безопасности труда.

2. Состояние учебных и рабочих мест, размещение, содержание и эксплуатация в учебных лабораториях приборов, установок, стендов, тренажеров, инструментов, лабораторного и другого оборудования должно соответствовать правилам и нормам техники безопасности и производственной санитарии.

3. Лабораторные занятия должны проводиться при безусловной безопасности их выполнения и наличия оборудования, если оно необходимо для качественного выполнения работы, соответствующего требованиям охраны труда, технике безопасности и допущены преподавателем.

4. Студенты (курсанты) обязаны выполнять только ту работу, по которой проинструктированы по технике безопасности и допущены преподавателем.

5. За нарушение инструкции по охране труда и технике безопасности в лаборатории виновные лица несут административную, финансовую или уголовную ответственность в зависимости от характера и последствий нарушения.

Соблюдение правил безопасности является необходимым условием предупреждения производственных травм.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

К.П. Андреев

Рынок транспортных услуг и качество транспортного процесса

Методические указания и задания по выполнению практических работ

для студентов очной и заочной форм обучения
по направлению подготовки
23.03.01 - Технология транспортных процессов
профиль «Организация перевозок на автомобильном транспорте»

Рязань, 2024

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В РЫНОЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Основой рыночных отношений на автомобильном транспорте является конкуренция автотранспортных предприятий как производителей транспортной продукции за рынок сбыта своей продукции, т. е. перевозки грузов и услуги, с целью получения высоких финансовых результатов (доходов, прибыли).

В рыночных условиях преобладающим элементом транспортного рынка является клиент (отправитель – получатель грузов), который диктует автотранспортному предприятию условия транспортного обслуживания.

При этом в рыночных условиях предложение превышает спрос на перевозки и возникает конкуренция между автотранспортными предприятиями различных форм собственности.

В Законе Российской Федерации «О конкуренции и ограничении монополистической деятельности на товарных рынках» конкуренция определена как «состязательность хозяйствующих объектов, когда их самостоятельные действия эффективно ограничивают возможности каждого из них воздействовать на общие условия обращения товаров на данном рынке и стимулируют производство тех товаров, которые требуются потребителю».

К «хозяйствующим субъектам» на автомобильном транспорте относятся автотранспортные, транспортно-экспедиционные и другие предприятия и организации, осуществляющие перевозки грузов и (или) оказывающие услуги. К ним могут относиться частные, государственные, муниципальные или иные предприятия, акционерные общества или иные товарищества, союзы, ассоциации, концерны, межотраслевые, региональные и другие объединения предприятий, пользующихся правами юридического лица, а также граждане, занимающиеся самостоятельной предпринимательской деятельностью на автомобильном транспорте.

На автомобильном транспорте не допускается монополистическая деятельность, направленная на недопущение, ограничение или устранение конкуренции и причиняющая ущерб грузоотправителям, грузополучателям, другим потребителям услуг.

Автотранспортные предприятия (объединения) и организации не должны навязывать грузоотправителям (грузополучателям) условий договора на перевозку грузов или транспортно-экспедиционное обслуживание, на невыгодных для них или не относящихся к предмету договора.

В соответствии с Законом ежегодно Антимонопольный комитет РФ должен устанавливать предельные величины доли предприятий на рынке товаров и услуг. Вместе с тем, не может быть признано доминирующим положение автотранспортного предприятия (объединения), доля которого в перевозках определенных грузов или видах перевозок не превышает 35

процентов.

В рыночных условиях каждое автотранспортное предприятие должно уметь оценивать уровень своей конкурентоспособности и своевременно принимать меры по предотвращению убыточности и банкротства.

2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ. ВИДЫ КОНКУРЕНЦИИ. ПОКАЗАТЕЛИ, ВЛИЯЮЩИЕ НА УРОВЕНЬ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

Под конкурентоспособностью автотранспортного предприятия следует понимать его способность организовывать и осуществлять перевозки, которые по своему качеству и стоимости (тарифу) и другим характеристикам являются более привлекательными для клиентуры, чем перевозки и услуги, предлагаемые конкурентом.

Для рынка транспортных услуг характерны следующие виды конкуренции:

 конкуренция между автотранспортными предприятиями различных форм собственности (государственной, частной, кооперативной, акционерной и др.);

 конкуренция АТП различной ведомственной подчиненности;

 конкуренция АТП на различных видах перевозок грузов (строительных грузов, торговых грузов, сельскохозяйственных грузов и т. д.);

 конкуренция между различными видами транспорта. Наиболее ярко этот вид конкуренции проявляется между автомобильным и железнодорожным транспортом.

Основные способы конкуренции между АТП сводятся к двум видам: ценовым и неценовым.

Ценовой метод предполагает изменение (снижение) тарифа на перевозки, выполняемые одним АТП по сравнению с тарифами, применяемыми другим АТП. Изменение тарифов в сторону их снижения позволяет привлечь дополнительных клиентов и охватить большую долю транспортного рынка региона.

Неценовой метод предполагает деятельность АТП, направленную на повышение качества перевозок и услуг, развитие рекламной деятельности, развитие собственной производственно-технической базы, повышение квалификации водителей, ремонтных рабочих, специалистов по управлению.

Выбор способов конкуренции во многом зависит от условий конкурентной среды, в которой работает данное АТП. При этом возможны следующие варианты:

 наличие большого количества АТП разной специализации и большого количества клиентов, разнообразных и сравнительно больших объемов перевозок грузов. Эти условия характерны для большинства крупных городов и регионов и определяют рынок «чистой» или «неогра-

ниченной» конкуренции;

 наличие небольшого количества автотранспортных предприятий и ограниченного числа клиентов, средних объемов перевозок грузов определенной номенклатуры. Эти условия характерны для средних и небольших городов и регионов и определяют «рынок ограниченной конкуренции»;

 большинство перевозок осуществляется, как правило, одним автотранспортным предприятием и все клиенты зависят от количества и качества услуг, предлагаемых этим АТП. Эти условия характерны для сельских районов, районов Сибири и Севера и определяют «чистую монополию».

Основными показателями, влияющими на конкурентоспособность автотранспортного предприятия (АТП) являются:

 соотношение предложения и спроса на перевозки грузов;

 качество транспортного обслуживания;

 соотношение доходов и расходов на перевозки;

 количество видов перевозок грузов и услуг, выполняемых АТП;

 ресурсы АТП.

Данные показатели выбраны, потому что они, с одной стороны, дают возможность оценить работу АТП со стороны клиента (показатели спроса, качества), с другой – способность АТП успешно конкурировать на транспортном рынке за счет своих ресурсов и организации работы (ресурсы, издержки, количество видов перевозок).

При выборе показателей учитывалась также возможность их количественной оценки в рыночных условиях.

Кроме указанных, существует ряд других показателей, влияющих на конкурентоспособность АТП, по которым оценка их влияния на конкурентоспособность в случае необходимости может производиться самим автотранспортным предприятием.

К таким показателям, в частности, относятся производительность труда, квалификация производственного и управленческого персонала, которые косвенно влияют на повышение конкурентоспособности АТП.

В устойчивой рыночной системе для оценки уровня конкурентоспособности применяются также такие показатели, как динамика валовых доходов предприятий за последние 3 5 лет и размер ежегодных капиталовложений в развитие предприятий.

3. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Уровень конкурентоспособности автотранспортных предприятий рекомендуется оценивать по совокупности следующих основных показате-

лей:

1. соотношение предложения и спроса на перевозки грузов и услуги (СП);

2. качество транспортного обслуживания клиентуры (К);

3. соотношение доходов и расходов на перевозки (И);

4. количество видов перевозок, выполняемых автотранспортным предприятием (ВП);

5. обеспеченность автотранспортного предприятия ресурсами (производственно-технической базой и подвижным составом) (Р).

В общем виде, конкурентоспособность АТП ($К_о$) оценивается по сумме оценок приведенных показателей:

$$К_о = СП + К + И + ВП + Р. \quad (3.1)$$

Величина каждого показателя определяется по данным АТП за определенный период времени (год, квартал, полугодие) и оценивается коэффициентом конкурентоспособности данного показателя, соответственно $К_{сп}$, $К_к$, $К_и$, $К_{вп}$, $К_р$.

Итоговый интегральный показатель конкурентоспособности в целом по автотранспортному предприятию ($К_о$) предлагается определять как средневзвешенную величину полученных коэффициентов:

$$К_о = \left(К_{сп} + К_к + К_и + К_{вп} + К_р\right) / N, \quad (3.2)$$

где N – количество показателей, в данном случае 5.

Коэффициенты конкурентоспособности по отдельным показателям оцениваются следующим образом.

3.1. Соотношение предложения и спроса на перевозки

При определении $К_{сп}$ рекомендуется исходить из принципов рыночной экономики, для которых характерно превышение предложения над спросом (возможного объема над принятым). Поэтому конкурентоспособность АТП будет обеспечиваться когда $Q_{возм}$ больше $Q_{прин}$.

Учитывая зарубежный опыт и реальные условия транспортного рынка России в качестве критерия, определяющего оптимальную величину конкурентоспособности АТП по соотношению спроса и предложения на перевозки грузов, принимаем разность между $Q_{возм}$ и $Q_{прин}$ в размере 20 %, т. е. отношение $Q_{возм}$ к $Q_{прин}$ равно 1,25. При этом коэффициент конкурентоспособности АТП по данному показателю □ $К_{сп}$ составит 1. При разности между $Q_{возм}$ и $Q_{прин}$ менее 20 % конкурентоспособность АТП будет снижаться и пропорционально должен снижаться коэффициент конкурентоспособности $К_{сп}$.

Если возможности АТП, выраженные через $Q_{возм}$, будут ниже, чем $Q_{прин}$, это будет свидетельствовать о неконкурентоспособности АТП по данному показателю.

Коэффициент конкурентоспособности АТП по данному показателю ($К_{сп}$) должен рассчитываться следующим образом:

$$К_{сп} = \frac{Q_{возм} / Q_{прин}}{1,25}, \qquad (3.3)$$

где $Q_{возм}$ – возможный объем перевозок грузов конкретного АТП за определенный период времени в тоннах или возможная транспортная работа в т⊕км, рассчитанная с учетом провозных возможностей данного АТП и местных условий перевозок (среднего расстояния, структуры парка и т. п.);

$Q_{прин}$ – принятый АТП объем перевозок грузов в т или грузооборот в ткм за соответствующий период времени;

1,25 – соотношение $Q_{возм}$ и $Q_{прин}$ при коэффициенте конкурентоспособности 1.

Возможные соотношения предложения и спроса на перевозки и услуги и их экспертная оценка с позиции конкурентоспособности АТП приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Показатели конкурентоспособности АТП в зависимости от соотношения предложения и спроса на перевозки и услуги

Показатели и коэффициенты	Конкурентоспособность		Неконкурентоспособность
	высокая	средняя	
$Q_{возм}/Q_{прин}$	1,25 и выше	1,00 □ 1,24	менее 1,00
$К_{СП}$	1,00	0,80 □ 0,99	0,4

Коэффициент $К_{сп}$ более 1,25 обозначает, что у АТП имеются значительные резервы по удовлетворению спроса на перевозки и услуги, а менее 1 – что АТП приняло на себя невыполнимые обязательства и собственными ресурсами неспособно удовлетворить заявленный спрос на перевозки и услуги.

3.2. Качество транспортного обслуживания клиентуры

Одним из наиболее важных и значимых показателей при оценке конкурентоспособности автотранспортных предприятий является показатель качества транспортного обслуживания клиента (грузоотправителя и грузополучателя) – учитывающий скорость и своевременность доставки грузов, сохранность грузов, качество и полноту дополнительных услуг, предостав-

ляемых клиенту.

Качество транспортного обслуживания можно оценить по трем основным параметрам:

 по установленным стандартам и нормативам. Такие стандарты и нормативы для рыночных условий пока не созданы и их предстоит разрабатывать. Можно рекомендовать автотранспортным предприятиям самостоятельно с привлечением научных организаций разработать нормативы транспортного обслуживания для своих конкретных условий. К таким нормативам можно отнести сроки доставки отдельных видов грузов в зависимости от расстояний перевозки и других условий доставки, нормативы по обеспечению сохранности перевозимых грузов и др.;

 по качественным характеристикам аналогичных перевозок автотранспортных предприятий – конкурентов. Для этого необходимо изучение передового зарубежного и отечественного опыта по транспортному обслуживанию, а также изучению технологий и методов организации перевозок грузов других АТП в регионе;

 по требованиям клиентуры (отправителей и получателей грузов). Для этого необходимо изучение этих требований и условий доставки грузов, разработка мероприятий по удовлетворению этих требований и их реализация.

В реальных условиях транспортного рынка более важным может оказаться сравнительная характеристика качества транспортного обслуживания, выполняемая одним АТП с такой же характеристикой, выполняемой другим АТП. При этом важно оценить не только сам процесс перевозки, но и дополнительные услуги, предоставляемые клиенту.

С учетом анализа различных способов оценки качества транспортного обслуживания и возможности определения показателей качества, влияющих на конкурентоспособность АТП, выбраны следующие два основных показателя:

 уровень специализации парка автотранспортных средств;

 уровень перевозок грузов по графикам.

Уровень специализации парка автотранспортных средств характеризует способность выполнять перевозки различных грузов с наименьшими количественными и качественными потерями. Анализ зарубежного и отечественного опыта показывает, что автотранспортные предприятия с высоким уровнем специализации парка наиболее качественно выполняют доставку грузов, при этом коэффициент специализации парка составляет 70 % и более.

Уровень перевозок грузов по графикам характеризует способность АТП выполнять перевозки ритмично и в необходимое для клиента время.

Уровень специализации парка автотранспортных средств $У_{сп}$ определяется как отношение количества специализированных автомобилей к общему количеству автомобилей в парке:

$$У_{сп} = \frac{А_{сп}}{А_{общ}} \oplus 100\%, \qquad (3.4)$$

где $А_{сп}$ – количество специализированных автомобилей в парке;

К специализированным автомобилям относятся автомобили-самосвалы, автомобили-фургоны, автомобили-цистерны и другие автомобили со специализированными кузовами.

$А_{общ}$ – общее количество автомобилей в парке, включающее количество специализированных автомобилей и автомобилей с бортовыми платформами.

Если уровень специализации парка составляет 100% и более, экспертно можно принять, что АТП способно обеспечить сохранность перевозимых грузов, поэтому, в этом случае коэффициент конкурентоспособности по этому показателю составит 1.

При снижении уровня специализации парка, снижается и его способность в обеспечении сохранности перевозимых грузов, в связи с чем снижается и коэффициент конкурентоспособности $К_с$, а при уровне специализации парка менее 50% - предприятие следует считать неконкурентоспособным по данному фактору.

Уровень конкурентоспособности АТП в зависимости от уровня специализации парка рекомендуется оценивать по табл. 3.2.

Таблица 3.2

Показатели конкурентоспособности АТП в зависимости от уровня специализации парка автотранспортных средств

Показатели и коэффициенты	Конкурентоспособность		Неконкурентоспособность
	Высокая	средняя	
$У_{сп}$, %	90 □ 100	50 □ 89	менее 50
$К_с$	0,90 □ 1,0	0,50 □ 0,89	0,01 □ 0,49

При оценке конкурентоспособности АТП по показателю «качество транспортного обслуживания» одним из показателей выбран уровень перевозок, выполняемых по графикам.

Уровень графиковых перевозок характеризует способность АТП доставлять грузы своевременно, в намеченные сроки. Чем выше уровень графиковых перевозок, тем выше конкурентоспособность АТП, т. е. тем выше уровень качественного обслуживания клиента.

С учетом опыта организации перевозок высший уровень конкурентоспособности АТП по данному показателю $К_{гр}$ равен 1 при уровне графиковых перевозок 100 %. Снижение уровня графиковых перевозок приводит к снижению коэффициента конкурентоспособности $К_{гр}$. Если уровень перевозок грузов по графику менее 40 %, следует считать, что АТП неспособно качественно обслуживать клиента с обеспечением доставки грузов в

срок.

Уровень перевозок грузов по графикам определяется как отношение объема перевозок грузов, выполняемых по графикам к общему объему перевозок грузов, выполняемых АТП:

$$У_{гр} = \frac{Q_{гр}}{Q_{прин}} \oplus 100\%, \qquad (3.5)$$

где $У_{гр}$ – уровень перевозок грузов по графикам;

$Q_{гр}$ – объем перевозок грузов, выполняемый по графикам, т;

$Q_{прин}$ – объем перевозок грузов, принятый АТП к выполнению, т.

Уровень конкурентоспособности АТП в зависимости от уровня перевозок грузов, выполняемых по графикам, определяется по табл. 3.3.

Таблица 3.3

Показатели конкурентоспособности от уровня перевозок, выполняемых по графику

Показатели и коэффициенты	Конкурентоспособность		Неконкурентоспособность
	высокая	средняя	
$У_{сп}$, %	90 □ 100	40 □ 89	менее 40
$К_с$	0,90 □ 1,0	0,40 □ 0,89	0,01 □ 0,39

Совокупный коэффициент, характеризующий способность АТП выполнять перевозки на качественном уровне, определяется как полусумма коэффициентов $К_с$ и $К_{гр}$:

$$К_к = \left(К_с + К_{гр}\right)/2 \qquad (3.6)$$

3.3. Соотношение доходов и расходов на перевозки грузов

Этот показатель характеризует возможности АТП выполнять перевозки грузов рентабельно и с меньшими затратами. При определении этого показателя исходим из принципа меньших издержек по отношению к доходам. Поэтому в качестве оценочного показателя предлагается соотношение доходов и расходов.

Если соотношение доходов и расходов АТП составляет 1,3 и более, это свидетельствует об экономичной работе АТП, производительном использовании транспортных средств и рентабельной работе предприятия. Следовательно и конкурентоспособность АТП с позиции данного показателя является высокой и может быть оценена коэффициентом $К_и$ равным 1. Уменьшение этого соотношения приводит к соответствующему снижению конкурентоспособности АТП по данному показателю, а если соотношение доходов к расходам менее 1, т.е. расходы превышают доходы, предприятие

следует признать неконкурентоспособным.

Коэффициент конкурентоспособности определяется по формуле:

$$К_и = \frac{Д/Р}{1,3}, \qquad (3.7)$$

где Д – доходы АТП за определенный период, руб.;

Р – расходы АТП за тот же период, руб.;

1,3 – соотношение доходов и расходов при коэффициенте конкурентоспособности 1.

Уровень конкурентоспособности АТП в зависимости от соотношения доходов и расходов определяется по табл. 3.4.

Таблица 3.*4*

Уровень конкурентоспособности от соотношения доходов и расходов

Показатели и коэффициенты	Конкурентоспособность		Неконкурентоспособность
	Высокая	средняя	
Д/Р	более 1,25	1,00 □ 1,24	менее 40
$К_и$	0,90 □ 1,0	0,76 □ 0,89	0,4

3.4. Количество видов перевозок, выполняемых автотранспортным предприятием

При оценке данного показателя следует исходить из того, что в условиях рынка высокий уровень специализации автотранспортного предприятия необходим как основа для выполнения перевозок на высоком качественном уровне. Однако, рыночные условия и транспортный рынок подвержены различным, в т.ч. значительным колебаниям спроса на транспортную продукцию. Поэтому, с целью сглаживания негативных последствий рынка, автотранспортные предприятия должны заниматься и другими видами перевозок (междугородными, международными и т. д.) или другими видами деятельности, например, транспортно-экспедиционным обслуживанием и т. п.

В странах с рыночной экономикой многие транспортные фирмы занимаются «диверсификацией» производства, т. е. ищут и находят различные побочные сферы деятельности как связанные, так и не связанные с транспортным обслуживанием.

В нашей стране в переходных условиях к рынку АТП должны также, наряду с основным профилем предприятия, заниматься и другими видами перевозок, чтобы быть конкурентоспособными.

Поэтому, в методике предусмотрена зависимость коэффициента конкурентоспособности АТП $К_{вп}$ от количества видов осуществляемых перевозок, которые имеют следующую классификацию:

 внутригородские и пригородные перевозки товаров народного потребления;

 перевозки грузов самосвалами;

 внутриобластные перевозки;

 междугородные перевозки;

 международные перевозки.

Наибольший коэффициент конкурентоспособности $К_{вп}$ равным 1 имеют АТП, которые осуществляют 3 и более видов перевозок,. меньшее количество видов перевозок снижает коэффициент конкурентоспособности (табл. 3.5).

Таблица 3.5

Показатели конкурентоспособности АТП в зависимости от количества выполняемых видов перевозок (видов деятельности)

Количество видов перевозок	1	2	3 и более
Коэффициент конкурентоспособности, $К_{вп}$	0,6	0,8	1,0

3.5. Обеспеченность автотранспортного предприятия ресурсами (производственной базой и подвижным составом)

Конкурентоспособность АТП зависит от состояния производственной базы и соответствия парка подвижного состава условиям перевозок. Поэтому, в качестве основных показателей, определяющих конкурентоспособность АТП выбраны:

 соотношение между активной частью (подвижным составом) основных производственных фондов и основными производственными фондами, относящимися непосредственно к производственной базе АТП. В качестве критерия с учетом отечественного и зарубежного опыта рекомендуется величина 40 %, характеризующая оптимальную величину удельного веса производственной базы к основным производственным фондам (ОПФ);

 средняя грузоподъемность автомобильного парка. По этому показателю рекомендуется сравнивать фактические данные по отчету за определенный период с экспертными оценками рациональной величины средней грузоподъемности парка с учетом его специализации.

При удельном весе производственно-технической базы 40 % и более к основным производственным фондам конкурентоспособность АТП принята наивысшей и оценивается коэффициентом $К_{птб}$ равным 1.

Коэффициент конкурентоспособности АТП рекомендуется определять по формуле:

$$К_{птб} = \frac{ПТБ \oplus 100 / ОПФ}{40}, \qquad (3.8)$$

где ПТБ – стоимость производственно-технической базы, руб.;

ОПФ – стоимость основных производственных фондов, руб.;

40 – удельный вес ПТБ в ОПФ при коэффициенте конкурентоспособности 1.

Уровень конкурентоспособности АТП с позиции обеспеченности производственной базой рекомендуется оценивать по табл. 3.6.

Таблица 3.6.

Уровень конкурентоспособности АТП в зависимости от уровня развития производственной базы

Показатели и коэффициенты	Конкурентоспособность	
	высокая	средняя
Удельный вес ПТБ в ОПФ, %	36 □ 40	20 □35
Коэффициент, $К_{птб}$	0,9 □ 1,0	0,5 □ 0,89

При удельном весе производственной базы в основных производственных фондах менее 20 % предприятие следует считать неконкурентоспособным по этому фактору и оценить коэффициентом $К_{птб}$ равным 0,45.

Конкурентоспособность АТП рекомендуется оценивать также с позиции соответствия грузоподъемности парка его рациональному уровню.

При этом фактическую среднюю грузоподъемность ($Q_{фср}$) рекомендуется определять по отчетным данным, а рациональную – на основе экспертной оценки по группам специализации автомобилей по формуле:

$$Q_{ср} = \frac{Q_б A_б + Q_с A_с + Q_ф A_ф + Q_ц A_ц + Q_п A_п}{A_б + A_с + A_ф + A_ц + A_п}, \qquad (3.9)$$

где $Q_{ср}$ – средняя грузоподъемность рационального парка;

$Q_б$, $Q_с$, $Q_ф$, $Q_ц$, $Q_п$ – средняя рациональная грузоподъемность соответственно бортовых автомобилей, самосвалов, фургонов, цистерн и прочих автомобилей;

$А_б$, $А_с$, $А_ф$, $А_ц$, $А_п$ – среднесписочное количество соответственно бортовых автомобилей, самосвалов, фургонов, цистерн и прочих автомобилей.

Если фактическая средняя грузоподъемность парка ($Q_{фср}$) совпадает с рациональной ($Q_{ср}$), то следует считать, что АТП имеет парк, соответствующий условиям перевозок и, следовательно вполне конкурентоспособно, а коэффициент конкурентоспособности $К_п$ будет составлять 1.

Конкурентоспособность АТП в зависимости от соответствия фактической средней грузоподъемности парка рациональному уровню рекомендуется определять по табл. 3.7.

Таблица 3.7

Показатели конкурентоспособности АТП в зависимости от соответствия грузоподъемности парка условиям перевозок

Показатель конкурентоспособности	Соответствие фактической средней грузоподъемности парка рациональной, %					
	100	91/99	81/90	71/80	61/70	51/60
$К_п$	1,0	0,91/0,99	0,81/0,9	0,71/0,8	0,61/0,7	0,51/0,6

При соответствии фактической средней грузоподъемности парка рациональной менее чем на 50 % автотранспортное предприятие по данному показателю следует признать неконкурентоспособным и оценить коэффициентом $К_п$=0,45.

Совокупный коэффициент, характеризующий обеспеченность АТП ресурсами определяется как полусумма коэффициентов $К_{птб}$ и $К_п$:

$$К_р = (К_{птб} + К_п)/2 \qquad (3.10)$$

Общая конкурентоспособность автотранспортного предприятия определяется как средняя величина по сумме всех коэффициентов – $К_{сп}$, $К_к$, $К_и$, $К_{вп}$, $К_р$:

$$К_о = (К_{сп} + К_к + К_и + К_{вп} + К_р)/5 \qquad (3.11)$$

Если в результате интегральной оценки $К_о$ составит величину от 0,8 до 1 автотранспортное предприятие следует считать высоко конкурентоспособным, при $К_о$ от 0,5 до 0,79 – средней конкурентоспособности, менее 0,5 – неконкурентоспособным.

4. ПРИМЕР РАСЧЕТА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Расчет уровня конкурентоспособности проводился для двух грузовых автотранспортных предприятий г. Брянска и акционерного общества «ИПОГАТ» г. Ивантеевки Московской области. Основные исходные данные для расчета представлены в табл. 4.1.

4.1. Определение соотношения спроса и предложения на перевозки

Соотношение спроса на перевозки и предложения определяется по соотношению возможного объема перевозок к принятому объему. По АТП–1 это соотношение равно 1,42, По АТП□2 □ 1,53, по ИПОГАТ □ 1,04.

Таблица 4.1

Исходные данные для расчета уровня конкурентоспособности

Исходные данные	Автотранспортное предприятие		
	АТП□1	АТП□2	ИПОГАТ
Объем перевозок возможный, тыс. т.	945,4	1273,8	1132,9
Объем перевозок принятый, тыс. т.	668,8	830,5	1088,6
Объем перевозок по графику, тыс. т.	459,2	488,1	155,0
Доходы, млн. руб.	87,5	107,9	160,6
Расходы, млн. руб.	69,5	96,3	128,3
Списочное количество автомобилей, ед.	194	375	319
Количество специализированного подвижного состава, ед.	167	174	199
Количество видов перевозок, осуществляемых АТП	3	2	2
Стоимость ОПФ, млн. руб. в том числе: стоимость ПТБ, млн. руб.	165,8 35,7	200,7 60,6	198,8 77,4
Средняя грузоподъемность парка, т.	12,8	9,9	5,31

По формуле 3.3 определяем соответствующий коэффициент $К_{сп}$ и по табл. 3.1 определяем уровень конкурентоспособности предприятия по данному показателю.

Для АТП□1 и АТП□2 коэффициент $К_{сп}$ равен 1, что определяет высокую конкурентоспособность по данному показателю.

Для ИПОГАТ коэффициент $К_{сп}$ равен 0,83 и уровень его конкурентоспособности является средним.

4.2. Определение возможности осуществлять качественное обслуживание клиентуры

4.2.1. Определение уровня специализации парка

Уровень специализации находится как отношение специализированного подвижного состава к списочному количеству автомобилей (формула 3.4):

□ по АТП□1 уровень специализации составляет 86,0;

□ по АТП□2 уровень специализации составляет 46,0;

□ по ИПОГАТ уровень специализации составляет 62,4.

По таблице 3.2 определяем соответствующий коэффициент $К_с$ конкурентоспособности по уровню специализации.

Для АТП□1 коэффициент $К_с$ равен 0,86, что определяет средний уровень конкурентоспособности по уровню специализации.

Для АТП□2 коэффициент $К_с$ равен 0,46, для ИПОГАТ коэффициент

$К_с$ равен 0,62, что также определяет средний уровень конкурентоспособности по данному показателю.

4.2.2. Определение уровня осуществления перевозок по графикам

Уровень осуществления перевозок по графикам находится как отношение объема перевозок по графикам к общему объему перевозок (формула 3.5):

 по АТП 1 уровень перевозок по графикам составляет 68,7 %;

 по АТП 2 уровень перевозок по графикам составляет 58,8 %;

 по ИПОГАТ уровень перевозок по графикам составляет 14,29 %.

По таблице 3.3 определяем соответствующий коэффициент $К_{гр}$ и конкурентоспособность по уровню осуществления перевозок по графикам.

Для АТП 1 коэффициент $К_{гр}$ равен 0,69, что определяет средний уровень его конкурентоспособности по данному показателю.

Для АТП 2 коэффициент $К_{гр}$ равен 0,58, что также характеризует уровень его конкурентоспособности по данному показателю как средний.

Для ИПОГАТ коэффициент $К_{гр}$ равен 0,14 и по данному показателю предприятие является неконкурентоспособным.

По формуле 3.6 определяем совокупный коэффициент $К_к$, характеризующий возможность АТП осуществлять качественное обслуживание клиентуры, который составляет:

 по АТП 1 – 0,78;

 по АТП 2 – 0,52;

 по ИПОГАТ – 0,38.

4.2.3. Определение соотношения доходов и расходов на перевозки

 по АТП 1 соотношение доходов и расходов составляет 1,26;

 по АТП 1 1,12;

 по ИПОГАТ – 1,25.

По формуле 3.7 определяем коэффициент $К_и$ и по таблице зависимости 3.4 определяем конкурентоспособность предприятия по данному показателю.

По АТП 1 и ИПОГАТ этот коэффициент $К_и$ равен 0,96, что определяет высокий уровень конкурентоспособности по показателю издержек на перевозки.

Для АТП 2 коэффициент $К_и$ равен 0,86 и уровень его конкурентоспособности по данному показателю является средним.

4.2.4. Определение количества видов перевозок

На АТП□1 осуществляется три вида перевозок грузов: городские, междугородные и международные. В соответствии с этим коэффициент $К_{вп}$ равен 1 (табл. 3.5).

Для АТП□2 и ИПОГАТ этот коэффициент (в соответствии с количеством осуществляемых перевозок – городские и междугородные) равен 0,80.

4.3. Определение обеспеченности ресурсами

4.3.1. Определение обеспеченности производственно-технической базой

Удельный вес производственно-технической базы в ОПФ составляет:

□ по АТП□1 – 22 %;

□ по АТП□2 – 30 %;

□ по ИПОГАТ – 39 %.

По формуле 3.8 и по таблице 3.6 определяем коэффициент $К_{птб}$ и уровень конкурентоспособности по обеспеченности производственно-технической базой.

Для АТП□1 коэффициент $К_{птб}$ равен 0,55 и уровень конкурентоспособности по обеспеченности производственно-технической базы является средним.

Для АТП□2 коэффициент $К_{птб}$ равен 0,75 и уровень его конкурентоспособности по данному показателю является средним.

Для ИПОГАТ коэффициент $К_{птб}$ равен 0,98, что определяет высокий уровень его конкурентоспособности по данному показателю.

4.4. Определение соответствия грузоподъемности парка его рациональному уровню.

Процент соответствия грузоподъемности парка его рациональному уровню составляет:

□ по АТП□1 –64%;

□ по АТП□2 – 90%;

□ по ИПОГАТ – 66%.

По таблице 3.7 определяем коэффициент $К_{п}$.

Для АТП□1 коэффициент $К_{п}$ равен 0,64, для ИПОГАТ коэффициент $К_{п}$ равен 0,66. Для АТП□2 коэффициент $К_{п}$ равен 0,90.

По формуле 3.10 определяем совокупный коэффициент, характеризующий обеспеченность АТП ресурсами:

□ по АТП□1 коэффициент $К_{р}$ равен 0,60;

 по АТП 2 коэффициент $К_р$ равен 0,83;
 по ИПОГАТ коэффициент $К_р$ равен 0,82.

4.5. Определение показателя конкурентоспособности по АТП в целом

На основе определенных по каждому показателю коэффициентов, рассчитывается итоговый показатель конкурентоспособности:

$$К_о = \left(К_{сп} + К_к + К_и + К_{вп} + К_р\right) / 5.$$

Для АТП 1 показатель конкурентоспособности равен 0,87, для АТП 2 показатель конкурентоспособности равен 0,80 и уровень их конкурентоспособности в условиях рынка является высоким.

Для ИПОГАТ показатель конкурентоспособности равен 0,76, что определяет средний уровень их конкурентоспособности.

Показатель конкурентоспособности может быть выражен в процентах. Тогда уровень конкурентоспособности АТП 1 составляет 87 %, АТП 2 – 80 %. ИПОГАТ – 76 %.

Сводная таблица коэффициентов конкурентоспособности

Коэффициенты	Автотранспортное предприятие		
	АТП-1	АТП-2	ИПОГАТ
$К_{сп}$	1,00	1,00	0,83
$К_к$	0,78	0,52	0,38
$К_и$	0,96	0,86	0,96
$К_в$	1,00	0,80	0,80
$К_р$	0,60	0,83	0,82
Показатель конкурентоспособности	0,87	0,80	0,75

Следующим этапом исследований является разработка на основе полученных оценочных данных комплекса мероприятий, направленных на повышение конкурентоспособности как по отдельным показателям, так и по АТП в целом.

5. Контрольная работа

Контрольная работа по определению уровня конкурентоспособности автотранспортного предприятия выполняется согласно индивидуального задания, выданного преподавателем. Варианты заданий представлены в таблице.

Варианты исходных данных к контрольной работе

ЗРАСЧЕТ УРОВНЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙЗ

Исходные данные	Варианты заданий для выполнения контрольной работы																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Объем перевозок возможный, тыс. т.	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2300	2500	2700	2900	3000	3300	3600	3900	4000	4400	4700	5200	6000
Объем перевозок принятый, тыс. т.	1000	1100	1200	1400	1100	1300	1500	1400	1500	1500	2000	2100	2300	2200	2700	2900	3000	3100	3500	4000	4100	5000	5500
Объем перевозок по графику, тыс. т.	500	600	700	700	500	600	1000	1000	1200	800	1200	2000	1900	1800	2000	2100	1700	2500	2000	3000	3500	4000	5000
Доходы, млн. руб.	100	110	120	140	110	130	150	140	150	150	200	250	230	220	270	290	300	310	350	400	410	500	550
Расходы, млн. руб.	90	92	105	125	95	110	130	120	131	140	170	165	180	170	210	260	270	275	300	350	340	400	430
Списочное количество автомобилей, ед.	300	330	340	350	300	310	320	290	290	330	350	325	360	300	380	340	250	300	320	280	370	340	300
Количество специализированного подвижного состава, ед.	150	200	170	300	250	100	170	200	210	270	290	250	180	130	200	220	120	170	230	200	300	280	250
Количество видов перевозок, осуществ. АТП	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	2	3
Стоимость основных произв. фондов, млн. руб. в том числе: стоимость ПТБ, млн. руб.	160 40	210 50	180 37	310 110	240 40	90 20	150 30	210 40	180 50	230 60	200 70	270 45	200 55	140 65	150 30	200 40	80 25	130 20	250 50	170 35	270 60	250 50	290 60
Средняя грузоподъемность парка, т.	6	4	5	4,5	5,5	6	6,5	6	5,5	8	9	7	9,5	8,7	8	6,5	9	8	9,5	9	11	12	13

6. УПРАЖНЕНИЯ И ЗАДАЧИ

6.1. Виды рынков

6.1.1. Какой рынок соответствует положению, когда спрос превышает предложение?

1. рынок покупателя;
2. рынок ценных бумаг;
3. рынок продавца;
4. рынок товаров;
5. рынок труда.

6.1.2. Покажите по какой из приведенных формул следует рассчитывать емкость рынка:

1. Е=НП+Э+И;
2. Е=НП+И-Э+ЭК;
3. Е=НП-Э-И;
4. Е=НП+Э+И-ЭК;
5. Е=НП+И+ИК-Э-ЭК,

где НП – национальное производство товара;

Э, ЭК – прямой и косвенный экспорт товара;

И, ИК – прямой и косвенный импорт товара.

6.2. Сегментирование рынка

6.2.1. Формирование сегмента рынка по уровню дохода населения к какому относится принципу?

1. географическому;
2. демографическому;
3. поведенческому;
4. психографическому;
5. товарно-дифференцированному.

6.2.2. Для какого сегмента рынка можно использовать критерий «весомость заказчика»?

1. рынка товаров массового спроса;
2. рынка товаров промышленного назначения;
3. рынка труда;
4. рынка ценных бумаг;
5. фондового рынка.

6.2.3. Сотрудники службы маркетинга установили, что для товара фирмы лучше использовать целевой сегмент рынка. Для какого товара проводилось исследование?

1. туалетное мыло;
2. стиральный порошок;
3. зубная паста;
4. одеколон;
5. электролампы.

6.3. Маркетинговое сегментирование рынка

6.3.1. Вы создали малое предприятие, предполагаете выпускать кресла для дачных участков. Какой вид маркетинга вы предпочтете?

1. недифференцированный маркетинг;
2. дифференцированный маркетинг;
3. концентрированный маркетинг.

6.3.2. Увеличилось число конкурентов на вашем рынке. У вас хорошее финансовое положение, высокий имидж. Какие методы в борьбе с конкурентами вы примите?

1. прямую ценовую конкуренцию;
2. скрытую конкуренцию;
3. неценовую конкуренцию;
4. нечестную конкуренцию;
5. уйдете на другой рынок.

6.3.3. Определите потенциальную емкость рынка для следующих условий: объем национального производства товара – 500 тыс. штук в год; прямой импорт – 100 тыс. штук, косвенный - 50 тыс. штук; прямой экспорт – 200 тыс. штук, косвенный – 100 тыс. штук.

1. 950;
2. 50;
3. 150;
4. 350;
5. 650.

6.4. Спрос и предложение

6.4.1. Покажите, по какой из формул следует рассчитывать ценовую эластичность спроса:

1. (С1-С2):(Ц1-Ц2);
2. [(С1-С2)100:(С1+С2):2:]:[(Ц1-Ц2)100:(Ц1+Ц2)100:2];
3. (С1+П1):(С2+П2);
4. [(Ц1-Ц2)100:(Ц1+Ц2)]:[(С1-С2)100:(С1+С2)];
5. С1:С2:Ц1:Ц2,

где С1, С2 – спрос при цене Ц1 и Ц2;

П1, П2 – прибыль при цене Ц1 и Ц2.

6.4.2. Назовите, какой из перечисленных спросов удовлетворяет производителя.

1. полноценный;
2. чрезмерный;
3. нерациональный;
4. скрытый;
5. нерегулярный.

6.4.3. По какой из приведенных ниже информаций можно определить минимальную производственную мощность предприятия?

1. по кривой спроса;
2. по кривой предложения;
3. по графику совместных кривых спроса и предложения;
4. по закону спроса;
5. по кривой дохода.

6.5. Комплексное исследование рынка

6.5.1. Определите, в какое из направлений комплексного исследования рынка входит установление емкости рынка:

1. изучение товара;
2. изучение рынка;
3. изучение покупателей;
4. изучение конкурентов;
5. изучение правовых аспектов торговли

6.6. Понятие биржи

6.6.1. К какому типу биржи вы бы отнесли ярмарку товаров?

1. закрытой товарной бирже;
2. смешанной открытой товарной бирже;
3. открытой товарной бирже;
4. фьючерсной бирже;
5. фондовой бирже.

6.6.2. Кто является высшим органом управления биржей?

1. общее собрание ее членов-участников;
2. биржевой комитет;
3. исполнительная дирекция;
4. президент биржи;
5. биржевой совет.

6.7. Товарная биржа

6.7.1. На какой бирже осуществляются срочные сделки?

1. открытой;
2. закрытой;
3. фондовой;
4. валютной;
5. фьючерсной.

6.7.2. Что называют маржой?

1. комиссионные, выплачиваемые торговому агенту;
2. комиссионные, выплачиваемые брокеру;
3. предварительный взнос, вносимый клиентом в брокерскую контору;
4. премию, выплачиваемую брокеру за сделку по цене выше заявленной клиентом;
5. оплату труда дилера.

6.8. Фондовая биржа

6.8.1. Какие ценные бумаги продаются на фондовой бирже?

1. валюта;
2. акции;
3. векселя;
4. облигации;
5. сберегательные сертификаты.

6.8.2. Где вы сможете купить себе пальто?

1. на товарной бирже;
2. на фондовой бирже;
3. на фьючерсной бирже;
4. в магазине промтоваров;
5. в магазине оптовой торговли.

6.8.3. Какую группу людей на фондовой бирже называют «медведями»?

1. людей, играющих на понижении курса акций;
2. людей, играющих на повышении курса акций;
3. клиентов;
4. маклеров;
5. брокеров.

7. ОЦЕНКИ ОТВЕТОВ НА ВОПРОСЫ

Оценки ответов на вопросы заданий с пояснениями некоторых из них представлены в таблице.

Номер вопроса	Оценка (результат) ответа, балл					Примечание
	1	2	3	4	5	
6.1.1.	0	0	5	0	0	Правильный ответ – рынок продавца, поскольку его товар в дефиците, на него большой спрос.
6.1.2.	0	0	5	0	0	В случае, если вы выбрали другой ответ, вам следует еще раз внимательно проанализировать все составляющие приведенных формул.
6.2.1.	0	0	5	0	0	
6.2.2.	0	5	0	0	0	
6.2.3.	0	0	0	0	5	
6.3.1.	0	0	5	□	□	Поскольку у вас мало ресурсов, то не следует их тратить на рекламу и оплату труда, на посредников в различных сегментах рынка, поэтому правильный ответ □ концентрированный маркетинг
6.3.2.	0	3	5	0	0	
6.3.3.	950-0	50-0	150-0	350-5	650-0	В случае, если ваш ответ не совпадает с ответом 4, проанализируйте формулу определения емкости рынка
6.4.1.	0	5	0	0	0	
6.4.2.	5	0	0	0	0	
6.4.3.	0	0	5	0	0	Если вы не согласны с указанным ответом, постройте график и проанализируйте его.
6.5.1.	0	5	0	0	0	
6.6.1.	0	0	5	0	0	
6.6.2.	5	0	0	0	0	
6.7.1.	0	0	0	0	5	
6.7.2.	0	0	5	0	0	
6.8.1.	0	0	0	5	0	
6.8.2.	0	0	5	0	0	
6.8.3.	5	0	0	0	0	

8. ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ

Задание 1.

Разработайте возможно более полный перечень признаков сегментирования потребителей, которые целесообразно учитывать для успешного бизнеса:

а. пивоваренному заводу;

б. производителю домашней обуви (типа домашних тапочек);

в. производителю косметических средств по уходу за волосами;

д. производителю автомобильной косметики;

г. фабрике игрушек;
е. фабрике по пошиву верхней одежды;
ж. комбинату по изготовлению сухих завтраков;
з. производителю холодильников.

Задание 2.

Рассмотрите любое хорошо знакомое вам предприятие то, в котором вы работаете или проходили практику. Определите для выбранного вами предприятия, какие субъекты рыночной деятельности являются для него:

а. поставщиками;
б. маркетинговыми посредниками;
в. конкурентами;
г. клиентами;
д. контактными аудиториями.

В каждой аудитории участников микросреды выбранного вами предприятия приведите несколько примеров. Опишите характер отношений вашего предприятия с различными организациями. Чем эти отношения отличаются? Обоснуйте принадлежность каждой из названных фирм к определенной группе представителей микросреды.

Задание 3.

Назовите, какие факторы макросреды из разряда демографических, экономических, природных, технологических, социокультурных, политических и международных необходимо производителю:

а. спортивных велосипедов;
б. коллекционных кукол;
в. надувных лодок;
г. хлебо-булочных изделий;
д. спичек.

Задание 4.

Разработайте варианты позиционирования новых товаров, планируемых к выводу на рынок товаропроизводителями:

а. жевательной резинки;
б. стирального порошка;
в. детской одежды;
г. журналов для мужчин;
д. прохладительных напитков.

Задание 5.

Вспомните какой-либо товар длительного пользования, который вы приобретали сами. Постарайтесь восстановить процесс совершения выбора, которому вы следовали, источники информации, к которым вы обращались, и ваш подход к решению этой проблемы.

Используйте при этом следующие знания:

 осознаваемое множество;

 информационные издержки на просмотр, на восприятие, на оценку;

 оправданность информации;

 от чего зависит потребность в дополнительной информации;

 источники информации.

Задание 6.

Укажите, к каким из приведенных стратегий маркетинга относятся следующие определения.

Стратегии:

 диверсификации;

 развития рынка;

 проникновения на рынок;

 разработки товара.

Определения:

 фирма стремится расширит сбыт имеющихся товаров на существующих рынках посредством интенсификации товародвижения, поступательного продвижения самых конкурентоспособных товаров;

 фирма делает упор на новые модели, улучшение качества, разрабатывает новые или модифицированные товары для существующих рынков;

 фирма выпускает новые товары, ориентированные на новые рынки. Цели распределения, сбыта и продвижения отличаются от традиционных для фирмы;

 фирма стремится расширить свой рынок, возникают новые сегменты на рынке; для хорошо известной продукции выявляются новые области применения.

Задание 7.

Представьте, что вы находитесь в микроавтобусе, принадлежащем некоему частному автотранспортному предприятию, обслуживающему пригородный маршрут. В салоне микроавтобуса есть свободные места. Водитель уже отъезжает с конечной остановки и неожиданно замечает подбегающего к остановке потенциального пассажира. Притормозив, водитель впускает в салон опоздавшего пассажира и предлагает оплатить проезд в установленном размере. Клиент, как оказалось, весьма подкован в вопросах ценообразования и вместо полной суммы соглашается оплатить лишь часть, убедительно аргументируя свое (по мнению других пассажиров) «нахальство» следующим:

 водитель готов был уехать без него, следовательно, налицо факт покрытия всех расходов автопредприятием:

 причиненные клиентом неудобства состоят лишь в небольшой задержке микроавтобуса, некотором увеличении затрат на уборку салона, на амортизацию сидения, возможно и т.п.

Как вы думаете, к какому методу ценообразования апеллирует грамотный пассажир? Дополните список аргументов, выдвинутых пассажиром, подтверждая его точку зрения.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

К.П. Андреев

Пассажирские перевозки

Методические указания и задания по выполнению практических работ

для студентов дневной и заочной форм обучения
по направлению подготовки
23.03.01 - Технология транспортных процессов
профиль «Организация перевозок на автомобильном транспорте»

Рязань, 2024

Содержание

Введение ……..…….....4
1. Технико-эксплуатационные показатели работы автобусов и характеристик маршрутной сети.....5
2. Технико-эксплуатационные показатели работы таксомоторного транспорта.....12
3. Определение характеристик пассажиропотока …….....18
4. Оптимизация количества подвижного состава на маршруте с учетом экономической оценки затрат пассажиров на передвижение ..……..……22
5. Разработка рациональных графиков работы автобусов и водителей …….....……29
5.1. Определение необходимого количества ПС на маршруте по часам суток 30
5.2. Определение необходимого количества машино-часов работы 31
5.3. Определение количества смен и сменности работы автобусов …….....….31
5.4. Построение зон обеденных перерывов и отстоев 32
5.5. Выравнивание продолжительности работы автобусов по сменам ……..…….....…33
5.6. Назначение обеденных перерывов и пересмен 34
6. Составление расписаний …….....36
Библиографический список …….…….....…37

ВВЕДЕНИЕ

Удовлетворение потребностей пассажиров в перевозках с минимальными транспортными затратами является основной задачей, стоящей перед службой эксплуатации ПАТП. При решении данной задачи необходимо учитывать величину имеющегося на маршруте пассажиропотока, его колебания по часам суток и перегонам маршрута, провозные возможности и стоимостные показатели имеющегося ПС, “Положение о режимах труда и отдыха водителей” и т.д. Большое значение имеет сокращение непроизводительных пробегов, эффективное использование вместимости ПС, качество составления расписания движения автобусов на маршруте.

Данные методические указания рассматривают большой круг вопросов, связанных с организацией перевозок пассажиров на маршруте и включают следующие лабораторные работы:

− обработку материалов обследования пассажиропотока, проведенного счетно-табличным методом;

− оптимизацию количества ПС на маршруте с учетом стоимостной оценки временных затрат пассажиров;

− разработку рациональных графиков работы автобусов;

− организацию укороченных режимов движения на маршруте;

− составление сводного маршрутного расписания движения автобусов.

1.Технико-эксплуатационные показатели работы автобусов и характеристик маршрутной сети

При решении задач по данной теме используются следующие технико-эксплуатационные показатели (ТЭП) [1, 2, 3, 4].

Время в наряде, ч:

$$T_{Н} = T_{М} + t_{нул}, \quad (1)$$

где $T_М$ – время на маршруте, ч;

$t_{нул}$ – время на нулевой пробег, ч.

Время на маршруте, ч:

$$T_{М} = \frac{L_{общ.м.}}{V_{Э}}, \quad (2)$$

где $L_{общ.м}$ – полезный пробег автобуса за день, км;

$V_э$ – средняя эксплуатационная скорость на маршруте, км/ч.

Время рейса, ч:

$$t_{р} = t_{ДВ} + n_{ПО} \cdot t_{ПО} + t_{КО}, \quad (3)$$

где $t_{ДВ}$ – время движения за рейс, ч;

$n_{ПО}$ – количество промежуточных остановочных пунктов (ОП) за рейс;

$t_{ПО}$ – время стоянки на промежуточном ОП, ч;

$t_{КО}$ – время стоянки на конечном ОП, ч.

Время оборота для маятникового маршрута, ч:

$$t_{о} = 2 \cdot t_{р} = \frac{L_{м\,о}}{V_{Э}}, \quad (4)$$

где $L_{м\,о}$ – длина маршрута за оборот, км.

Для кольцевого маршрута время оборота определяется:

$$t_{0} = t_{р} = \frac{L_{м}}{V_{Э}}. \quad (5)$$

Скорость техническая, км/ч,

$$V_{т} = \frac{L_{м}}{t_{ДВ}}. \quad (6)$$

Скорость сообщения, км/ч,

$$V_C = \frac{L_M}{t_{ДВ} + n_{ПО} \cdot t_{ПО}} = \frac{L_M}{t_р - t_{КО}}. \quad (7)$$

Скорость эксплуатационная, км/ч,

$$V_Э = \frac{L_м}{t_{ДВ} + n_{ПО} \cdot t_{ПО} + t_{КП}}. \quad (8)$$

Коэффициент сменяемости пассажиров за рейс

$$\eta_{см} = \frac{L_м}{l_{ср}}, \quad (9)$$

где $l_{ср}$ – средняя дальность поездки пассажиров, км.

Количество рейсов автобуса за день

$$Z_р = \frac{T_м}{t_р}. \quad (10)$$

Суточная производительность автобуса в пассажирах

$$W^Q_{сут} = q_н \cdot \gamma_Д \cdot \eta_{см} \cdot Z_р, \quad (11)$$

где $q_н$ – номинальная вместимость автобуса, пасс.;

$\gamma_Д$ – динамический коэффициент использования вместимости.

Суточная производительность в пассажиро-километрах

$$W^P_{сут} = q_н \cdot \gamma_Д \cdot \eta_{см} \cdot Z_р \cdot l_{ср}. \quad (12)$$

Необходимое количество автобусов на маршруте

$$A_м = \frac{Q_{сут}}{W^Q_{сут}}, \quad (13)$$

где $Q_{сут}$ – объем перевозок за сутки, пасс.

Интервал движения автобусов, мин,

$$J = \frac{t_0}{A_м}, \tag{14}$$

Частота движения автобусов, ед./мин,

$$h = \frac{A_м}{t_0} = \frac{1}{J}. \tag{15}$$

Суточная выручка автобусов на маршруте

$$B = S \cdot Q_{сут} \cdot K_П, \tag{16}$$

где S – тариф за одну поездку, руб.;

$K_П$ –коэффициент, учитывающий пассажиров, не оплативших проезд.

Коэффициент регулярности на маршруте

$$K_р = \frac{Z_{рр}}{Z_{рп}}, \tag{17}$$

где $Z_{рр}$ – количество регулярных рейсов, выполненных всеми автобусами на маршруте за день;

$Z_{рп}$ – количество рейсов, выполняемых всеми автобусами на маршруте по плану.

Коэффициент выполнения рейсов

$$K_{р1} = \frac{Z_{рф}}{Z_{рп}}, \tag{18}$$

где $Z_{рф}$ – количество рейсов, фактически выполненных всеми автобусами на маршруте за день.

Уровень выполнения графика движения

$$K_{p2} = \frac{Z_{pp}}{Z_{pф}}. \quad (19)$$

Плотность транспортной сети, км/км^2,

$$\delta = \frac{L_{TC}}{F}, \quad (20)$$

где L_{TC} – длина транспортной сети, км;

F –площадь территории города, км^2.

Маршрутный коэффициент

$$\mu = \frac{L_{MC}}{L_{TC}}, \quad (21)$$

где L_{MC} – длина маршрутной сети (сумма длин маршрутов), км.

Коэффициент пересадочности

$$K_{пер} = \frac{\sum_{l=0}^{l_{\max}} D_l (1+1)}{\sum_{l=0}^{l_{\max}} D_l} = \frac{Q}{D} = \frac{l_c^c}{l_c^m}, \quad (22)$$

где D_l – количество передвижений с l пересадками;

D – общее количество передвижений за день;

l_c^c – средняя дальность сетевой поездки, км;

$l_c^м$ – средняя дальность маршрутной поездки, км.

Транспортная подвижность населения

$$П_N = \frac{Q}{Ч_N}, \quad (23)$$

где $Ч_N$ – численность населения города, чел.

Среднее время подхода к остановочному пункту, ч,

$$t_{под} = \frac{1}{3 \cdot \sigma \cdot V_П} + \frac{1}{4} \cdot \frac{\ln}{V_П}, \quad (24)$$

где $V_П$ − средняя скорость пешехода , км/ч;

ln − средняя длина перегона между ОП, км.

Среднее время передвижения пассажира, ч,

$$t_{пер} = 2t_{под} + K_{пер} \cdot (t_{ож} + \frac{l_c^м}{V_c}), \quad (25)$$

где $t_{ож}$ − среднее время ожидания пассажира, ч.

Задача 1.1

За счет сокращения остановок с небольшим пассажирообменом скорость сообщения на кольцевом маршруте увеличилась с 20 до 25 км/ч. Маршрут обслуживается автобусами ЛиАЗ - 5256 ($q_н$ = 90 пасс.); $\eta_{см}$ = 2,5; S = 2 руб.; число безбилетников и пассажиров, пользующихся правом бесплатного проезда, составляет 30 %; $t_{ко}$=3 мин; $l_н$=2 км. Существующие значения $T_н$, V_T, $L_м$, $A_м$, $\gamma_Д$ берутся согласно вариантам (табл. 1). Определить, насколько изменилась выручка АТП, если коэффициент сменяемости и коэффициент использования вместимости уменьшились на 3 %.

Задача 1.2

Городской маятниковый маршрут обслуживается 16-ю автобусами ЛиАЗ - 5256 ($q_н$ = 90 пасс.). Маршрут имеет следующие характеристики: $l_{ср}$=3,5 км; $t_{по}$=0,5 мин; $t_{ко}$=3 мин; V_T=24 км/ч; $\gamma_Д$=0,4; $l_н$=2 км. Значения $T_н$, $L_м$, $n_{по}$ взять согласно варианту (табл.1). Предлагается заменить автобусы ЛиАЗ-5256 на АКА-6226 ($q_н$=250 пасс.). Определить, сколько потребуется автобусов АКА-6226, если техническая скорость на данном маршруте составит 23 км/ч.

Задача 1.3

По результатам обследования пассажиропотока на маятниковом маршруте решено перевести его в полуэкспрессный режим с четырьмя промежуточными остановками за рейс ($t_{по}$ по 0,5 мин). При этом объем перевозок уменьшится в 1,6 раза. Значение $t_{ко}$ =3 мин, а $L_м$, $n_{по}^{сущ}$, $V_Э^{сущ}$, $A_м$ принять согласно варианту (см. табл.1). Определить потребность в подвижном составе на полуэкспрессном маршруте, при

условии сохранения коэффициента использования вместимости на прежнем уровне.

Задача 1.4

Городской маршрут обслуживают 15 автобусов. По графику движения каждый из них должен сделать за день 20 рейсов. Фактически обслуживание маршрута осуществлялось 12-ю автобусами, которые выполнили по 22 рейса. Из них 10 автобусов сделали по 20 регулярных рейсов, а 2 автобуса $Z_{рр}$ − регулярных рейсов (см. табл. 1). Рассчитать показатели регулярности $К_р$, $К_{р1}$, $К_{р2}$ на маршруте.

Задача 1.5

В связи с застройкой нового микрорайона длина маршрута за оборот увеличилась на 6 км. Значение $V_Э$ и первоначальное значение $L_м$ приведены в табл.1. Определить, сколько автобусов необходимо добавить на маршрут, чтобы сохранился интервал движения ($I_д$) 6 мин.

Задача 1.6

В городе с населением $Ч_N$=1260 тыс. чел. ежедневно пассажирским транспортом перевозится 1500 тыс. чел. (без учета безбилетников и пассажиров, пользующихся правом бесплатного проезда). Протяженность транспортной сети города $L_{ТС}$ = 570 км; средняя дальность маршрутной поездки $l_c^м$= 3,5 км; скорость сообщения $V_с$ = 20 км/ч; среднее время ожидания пассажиров $t_{ож}$ = 5 мин; доля пассажиров, пользующихся правом бесплатного проезда, и пассажиров, не оплачивающих проезд, 35 %. Значения показателей $L_{мс}$, F, l_c^c указаны в табл. 2. Скорость пешехода $V_п$ принять равной 4 км/ч, а среднюю длину перегона между остановочными пунктами $l_п$ = 0,5 км.

Необходимо определить: плотность транспортной сети δ; маршрутный коэффициент μ; коэффициент пересадочности $К_{пер}$; общее число передвижений D; среднее время подхода к остановочному пункту $t_{подх}$; среднее время передвижения пассажира

$t_{пер}$; транспортную подвижность населения $П_N$ и дать оценку уровня оптимальности полученных показателей.

Таблица 1

Технико-эксплуатационные показатели на маршрутах

Номер варианта	$L_м$, км	$n_{по}$,	$V_Т$, км/ч	$V_Э$, км/ч	$T_н$, ч	$\gamma_д$	$Z_р$, рейс	$A_м$, ед.	$Z_{рр}$, рейс
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	18	24	22	16	14	0,33	12	6	16
2	16	22	20	15	15	0,38	13	7	14
3	16	24	20	16	16	0,41	14	6	12
4	18	28	24	18	15	0,40	13	7	11
5	20	36	24	17	14	0,30	14	7	13
6	21	38	22	17	13	0,31	12	7	16
7	19	24	20	15	15	0,32	12	5	17
8	22	44	26	18	16	0,33	14	8	18
9	19	28	21	17	16	0,39	15	8	19
10	17	28	20	16	15	0,42	16	6	10
11	16	24	21	18	17	0,35	13	7	8
12	15	28	22	18	16	0,33	14	5	7
13	16	30	24	19	15	0,37	16	6	6
14	17	34	22	17	14	0,33	17	8	8
15	18	38	23	19	16	0,31	14	7	10
16	19	26	25	18	14	0,38	18	7	13
17	20	28	26	18	17	0,32	12	8	18
18	21	30	25	19	16	0,40	13	9	14
19	22	32	24	17	14	0,35	14	8	12
20	21	28	23	17	17	0,31	14	8	14
21	30	36	25	19	16	0,36	12	10	15
22	24	30	22	16	16	0,33	13	8	17
23	19	24	22	17	17	0,39	14	6	9
24	25	28	23	16	14	0,37	14	5	18
25	26	30	22	18	15	0,40	13	7	11

Таблица 2

Характеристика маршрутной сети города

Номер варианта	$L_{мс}$, тыс. км	F, км^2	l_c^c, км
1	2	3	4
1	3,1	325	4,5
2	3,5	385	5,3
3	2,9	350	5,1

4	2,7	330	4,7
5	3,2	370	5,2
6	3,2	300	4,6

Окончание табл. 2

1	2	3	4
7	3,8	345	4,8
8	4,1	360	5,4
9	2,8	390	5,7
10	3,0	314	4,5
11	4,3	355	5,3
12	3,5	375	5,5
13	3,5	335	4,6
14	3,9	350	4,9
15	2,7	480	5,6
16	3,0	495	6,0
17	3,4	340	4,7
18	3,6	430	5,5
19	3,4	425	5,1
20	3,6	365	4,8
21	3,3	320	4,9
22	3,9	500	5,8
23	3,7	387	5,0
24	4,2	415	5,9
25	3,2	310	5,0

2. Технико-эксплуатационные показатели работы таксомоторного транспорта

При организации таксомоторных перевозок используются следующие технико-эксплуатационные показатели [1, 3]:

Производительность автомобиля-такси за сутки

$$W_Q = \frac{T_H \cdot V_Э \cdot m_{ср} \cdot \beta_{пл}}{l_{ср}}, \qquad (26)$$

где $m_{ср}$ – среднее наполнение автомобиля-такси, пасс.;

$\beta_{пл}$ – коэффициент платного пробега;

$l_{ср}$ – средняя дальность поездки пассажира, км.

Необходимое количество автомобилей-такси для населенного пункта

$$A_T = \frac{Q_c^T \cdot l_{ср}}{T_н \cdot V_Э \cdot m_{ср} \cdot \beta_{пл}}, \quad (27)$$

где Q_c^T – суточный объем таксомоторных перевозок, пасс.,

$Q_c^T \approx (0{,}06...0{,}09)П_N^T$;

$П_N^T$ – транспортная подвижность населения на автомобилях-такси, поездок/сут.

Коэффициент платного пробега автомобиля-такси

$$\beta = \frac{L_{пл}}{L_{общ}}, \quad (28)$$

где $L_{пл}$ – платный пробег автомобиля-такси за сутки, км;

$L_{общ}$ – общий пробег автомобиля-такси за сутки, км.

Эксплуатационная скорость

$$V_Э = \frac{L_{общ}}{T_н}. \quad (29)$$

Средняя дальность поездки пассажира, км,

$$l_{ср} = \frac{L_{пл}}{Z_e}, \quad (30)$$

где Z_e – число поездок.

При решении задач полагается, что число поездок равно числу посадок: $Z_e = П$.

Время ездки

$$t_e = t_{ож}^n + t_{дв} + t_{оп}, \quad (31)$$

где $t_{ож}^n$ – среднее время ожидания пассажиров автомобилем-такси, ч;

$t_{дв}$ – среднее время движения за ездку, ч;

$t_{оп}$ – время оплаченного простоя за ездку, ч.

Суточная выручка

$$И_{сут} = И_{км} + И_{пос} + И_{оп}, \quad (32)$$

$$И_{сут} = L_{пл} \cdot S_{км} + П \cdot S_{пос} + T_{оп} \cdot S_{оп}, \quad (33)$$

где $S_{км}$ – тариф за 1 км пробега, руб.;

$S_{пос}$ – тариф за одну посадку, руб.;

$T_{оп}$ – время оплаченного простоя за сутки, ч;

$S_{оп}$ – тариф за час оплаченного простоя, руб.

Средняя доходная ставка

$$S_{став} = \frac{И_{сут}}{L_{пл}}. \quad (34)$$

Расчетное количество автомобилей-такси, необходимых в *к*-й час суток, исходя из стремления обеспечить равную часовую выручку автомобилей-такси в каждый час суток

$$a_к^р = \frac{И_к}{И^*}, \quad (35)$$

где $И_к$ – суммарная выручка автомобилей-такси в *к*-й час суток, руб.;

$И^*$ – среднечасовая выручка одного автомобиля-такси, руб.

Необходимое количество автомобилей-такси в *к*-й час суток с учетом реальных возможностей ПАТП по использованию подвижного состава на линии

$$a_к = \frac{a_к^р}{\sum_к a_к^р} \cdot АЧ_р^{факт}, \quad (36)$$

где $АЧ_р^{факт}$ – количество автомобиле-часов, выполняемых всеми автомобилями-такси за сутки.

Объем выборки по количеству автомобилей-такси в *к*-й час суток, которые должны быть обследованы для определения средней выручки автомобилей-такси в *к*-й час суток:

$$n_к = \frac{a_к^ф \cdot t^2 \cdot p \cdot (1-p)}{a_к^ф \cdot \Delta^2 + t^2 \cdot p \cdot (1-p)}, \quad (37)$$

где $a_к^ф$ − количество автомобилей-такси, фактически работающих на линии в *к*-й час суток, ед.;

t − коэффициент надежности результата, являющийся аргументом интеграла нормального распределения вероятности [5];

Δ − допустимое отклонение выборочной средней от генеральной средней;

p − предполагаемая доля выборки, необходимая для получения результата с заданной надежностью t и ошибкой Δ.

Задача 2.1

Время пребывания в наряде автомобиля-такси увеличилось с 10,5 до 12 часов. Средняя дальность поездки пассажиров составляет 5 км, значения $V_Э$, β, $t_{оп}$ принять по табл.3. Определить, насколько может увеличиться дневная выручка автомобиля-такси, если тариф за 1 км пробега −10 руб., за 1 час платного простоя − 100 руб., за 1 посадку −10 руб.

Задача 2.2

В результате обследования работы автомобилей-такси получены следующие данные : $m_{ср}$=2,5 пасс.; $l_{ср}$=5,2 км; V_T=29 км/ч; доля времени ожидания составляет 10 % от общего времени движения за ездку. Значения показателей $T_н$, $\beta_{пл}$, $t_{оп}$ представлены в табл. 3. Определить производительность автомобиля-такси за сутки.

Задача 2.3

АТП имеет следующие показатели работы : $S_{ст}$=10,8 руб./пл.км; β=0,85; $A_{инв}$=100 ед. Значения $T_н$ и $V_Э$ приведены в табл. 3. Определить, насколько может увеличиться выручка за месяц ($Д_к$=30 дней), если за счет организационных мероприятий удалось повысить коэффициент выпуска с 0,80 до 0,83.

Задача 2.4

В городе с населением 500 тыс. человек транспортная подвижность населения на автомобилях-такси по расчетам составила 30 поездок в год на одного человека. АТП имеет следующие показатели : $\alpha_в$=0,8; $m_{ср}$=2,3 пасс.; $l_{ср}$=5,2 км. Значения β и $L_{общ}$ принять по табл.3. Определить потребность в автомобилях-такси.

Таблица 3

Технико-эксплуатационные показатели автомобилей-такси

Вариант	$L_{сут}$, км	$\beta_{пл}$	$T_н$, ч	$V_Э$, км/ч	$t_{оп}$, мин	Δ, %
1	2	3	4	5	6	7
1	250	0,75	12	20	6	5
2	260	0,80	14	16	6	5
3	280	0,75	13	24	7	5
4	300	0,77	14	20	6	5
5	255	0,81	14	23	6	5
6	230	0,78	12	25	7	7
7	305	0,71	15	26	8	7
8	270	0,75	15	25	6	7
9	280	0,76	14	21	6	7
10	240	0,76	12	22	6	7
11	320	0,76	15	28	5	8
12	315	0,73	14	26	6	8
13	275	0,80	13	24	6	8
14	290	0,77	12	23	7	8
15	300	0,72	13	22	8	8
16	250	0,80	13	20	6	9
17	250	0,81	12	24	5	9
18	295	0.80	14	20	7	9
19	280	0,76	15	23	8	9
20	270	0,78	15	25	6	9
21	245	0,79	13	26	7	10
22	260	0,80	13	25	7	10
23	270	0,74	14	21	7	10
24	310	0,76	15	20	8	10
25	280	0,78	14	21	5	10

Задача 2.5

На основе приведенных в табл. 4 графиков выпуска автомобилей - такси на линию выполнить следующее:

1. Построить диаграмму наличия автомобилей-такси на линии по часам суток.

2. Для каждого часа суток определить необходимый объем выборки по количеству автомобилей-такси $n_к$ для проведения обследования средней часовой выручки (при этом допустимая ошибка Δ берется из табл. 3). Значение p принять равным 0,25.

3. Определить рациональное перераспределение автомобилей по часам суток, исходя из соображений выравнивания средней часовой выручки автомобилей-такси, если известно, что определенная в результате выборочного обследования средняя выручка автомобилей-такси по часам суток соответствует значениям, приведенным в табл.4.

Количество автомобилей-такси, выпускаемых на линию по часам суток, принять следующим:

· для вариантов 1–5 –в соответствии с табл. 4;
· для вариантов 6–10 –увеличить данные табл. 4 на 10 %;
· для вариантов 11–15 –увеличить на 20 %;
· для вариантов 16–20 –увеличить на 30 %;
· для вариантов 21–25 –уменьшить на 10 %.

Таблица 4

График выпуска автомобилей-такси на линию

Часы суток	Количество выпускаемых автомобилей			Средняя часовая выручка, руб.
	8-часовых	9-часовых	14-часовых	
5–6	-	-	-	46
6–7	-	-	-	47
7–8	-	-	200	45
8–9	160	-	100	44
9–10	100	-	40	40
10–11	-	160	-	41
11–12	180	-	-	46
12–13	-	-	-	47
13–14	20	-	-	43
14–15	20	-	-	42
15–16	-	60	-	37
16–17	20	-	-	38
17–18	-	-	-	44
18–19	-	-	100	45
19–20	-	-	-	47
20–21	-	-	-	48
21–22	-	-	-	50

22–23	-	-	-	51
23–24	-	-	-	53
24–1	-	-	-	52
1–2	-	-	-	45
2–3	-	-	-	34
3–4	-	-	-	25
4–5	-	-	-	26

3. Определение характеристик пассажиропотока

Задача 3.1

По данным обследования пассажиропотока, проведенного счетно-табличным методом с размещением счетчиков внутри ПС, можно получить следующие показатели пассажиропотока, используемые при организации перевозок пассажиров на маршруте [1]:

– объем перевозок, пасс.,

$$Q = \sum_{i=1}^{n} B_i = \sum_{i=1}^{n} C_i \,, \qquad (38)$$

где n – количество остановочных пунктов (ОП) на маршруте;

B_i – количество пассажиров, вошедших на i-м ОП, пасс.;

C_i – количество пассажиров, сошедших на i-м ОП, пасс.;

– пассажирооборот

$$P = \sum_{j=1}^{m} П_j l_j \approx \left(\sum_{j=1}^{m} П_j^{ПР} + \sum_{j=1}^{m} П_j^{ОБР} \right) \cdot l_{пер} \quad , \qquad (39)$$

где m – количество перегонов на маршруте;

$П_j$ – количество пассажиров, проехавших по j-му перегону, пасс.;

l_j – длина j-го перегона, км;

$l_{пер}$ – средняя длина перегона на маршруте, км;

– средняя дальность поездки пассажиров, км;

$$l_{ср} = \frac{P}{Q}, \qquad (40)$$

– коэффициент сменяемости пассажиров

$$\varepsilon_{см} = \frac{L_{мо}}{2l_{ср}}, \tag{41}$$

где $L_{мо}$ – длина маршрута за оборот, км;

– динамический коэффициент использования вместимости

$$\gamma_0 = \frac{P}{L_{мо} \cdot Z_о \cdot q_н}, \tag{42}$$

где P – суточный пассажирооборот, пасс.км;

$Z_о$ – количество оборотных рейсов, совершаемых всеми автобусами на маршруте за день;

$q_н$ – номинальная вместимость одного автобуса, пасс.;

– пассажиронапряженность, пасс.км/км,

$$H = \frac{Q \cdot l_{ср}}{L_м}; \tag{43}$$

– коэффициент неравномерности пассажиропотока по перегонам

$$K_{НП} = \frac{П^{max}}{П_{ср}}, \tag{44}$$

где $П^{max}$ – количество пассажиров, проехавших по наиболее загруженному перегону за день, пасс.;

$П_{ср}$ – среднее количество пассажиров, проезжающих по перегону за день.

$$П_{ср} = \frac{\sum_{j=1}^{m} П_j}{m}; \tag{45}$$

– коэффициент неравномерности пассажиропотока по времени

$$K_{нв} = \frac{Q^{max}}{Q_{ср}}, \tag{46}$$

где Q^{max} – максимальное количество перевезенных пассажиров за час, пасс.;

$Q_{ср}$ – среднее количество перевезенных пассажиров за час, пасс.

$$Q_{ср} = \frac{Q_{суу}}{T_{м}}, \tag{47}$$

где $Q_{сут}$ – суточный объем перевозок, пасс.;

$T_{м}$ – время работы маршрута, ч;

– коэффициент неравномерности по направлениям

$$K_{нн} = \frac{Q_{пр(обр)}}{Q_{обр(пр)}}, \tag{48}$$

где $Q_{пр(обр)}$ – объем перевозок в наиболее загруженном направлении, пасс.;

$Q_{пр(обр)}$ – объем перевозок в наименее загруженном направлении, пасс.

– необходимое количество ПС на маршруте, ед.;

$$A_{м} = \frac{П_{ЛП}^{ЧП}}{q_{н}} \cdot t_{об}, \tag{49}$$

где $П_{ЛП}^{ЧП}$ – загрузка лимитирующего перегона в час пик, пасс.;

$t_{об}$ – время оборота, ч.

Задача 3.2

По данным обследования пассажиропотока, проведенного счетно-табличным методом с размещением счетчиков внутри ПС, определить: суточный объем перевозок; пассажирооборот; пассажиронапряженность; среднюю дальность поездки пассажира; коэффициент сменяемости; коэффициент использования вместимости; коэффициенты неравномерности пассажиропотока по часам суток, перегонам и направлениям за сутки. Построить эпюры изменения пассажиропотока по часам суток и перегонам за сутки. Рассчитать необходимое количество автобусов для утреннего и

вечернего часов пик. При определении пассажирооборота считать, что длины перегона на маршруте одинаковы.

Данные о длине маршрута за оборот – $L_м$, количестве рейсов, выполняемых всеми автобусами за день – $Z_р$, типе подвижного состава на маршруте взять согласно варианту (см. табл.5). Эксплуатационная скорость на маршруте 17 км/ч. Данные о количестве пассажиров, вошедших и сошедших на каждом ОП и проехавших по данному перегону маршрута, принять следующим:

для вариантов 1-5 – в соответствии с табл. А1 и А2 приложения А;

для вариантов 6-10 – увеличить данные табл. А1 и А2 приложения А на 10 %;

для вариантов 11-15 – увеличить на 20 % ;

для вариантов 16-20 – увеличить на 30 % ;

для вариантов 21-26 – уменьшить на 10 % .

Таблица 5

Характеристики маршрута

№ варианта	Длина маршрута за оборот, км	Кол-во выполненных рейсов	Марка автобуса
1	14.2	109	ЛиАЗ-5256
2	17.4	126	ЛиАЗ-5256
3	15.8	128	ЛиАЗ-5256
4	14.6	105	ЛиАЗ-5256
5	15.2	118	ЛиАЗ-5256
6	18.5	119	ЛиАЗ-5256
7	17.6	113	ЛиАЗ-5256
8	18.0	121	ЛиАЗ-5256
9	17.9	109	ЛиАЗ-5256
10	18.2	99	ЛиАЗ-5256
11	19.4	124	ЛиАЗ-5256
12	17.8	111	ЛиАЗ-5256
13	18.6	117	ЛиАЗ-5256
14	19.0	127	ЛиАЗ-5256
15	17.2	89	ЛиАЗ-5256
16	20.0	100	АКА-6226
17	19.2	94	АКА-6226
18	19.7	97	АКА-6226
19	19.4	95	АКА-6226
20	18.9	88	АКА-6226
21	14.0	140	ЛАЗ-6954
22	16.0	150	ЛАЗ-6954

23	14.6	136	ЛАЗ-6954
24	16.4	146	ЛАЗ-6954
25	15.2	144	ЛАЗ-6954
26	16.8	138	ЛАЗ-6954

4. Оптимизация количества подвижного состава на маршруте с учетом экономической оценки временных затрат пассажиров на передвижение

Учет временных затрат пассажиров при определении необходимого количества ПС на маршруте может быть осуществлен в следующей постановке данной задачи. Определить оптимальное количество ПС на маршруте, которое бы минимизировало суммарные годовые приведенные строительно-эксплуатационные затраты F на организацию перевозок на рассматриваемом маршруте, включая стоимостную оценку потерь времени пассажиров на передвижения за год, а также обеспечивало бы освоение заданного пассажиропотока на маршруте и интервал движения на маршруте не более заданного $J_{\max}$ и не менее минимально допустимого $J_{\min}$. Математически эта постановка имеет следующий вид:

$$F_j = c \cdot a_j \cdot H \cdot L_м + e_j \cdot L_м + b_j \cdot A_{двj} + c \cdot f_j \cdot H \cdot L_м^2 / A_{двj} \to \min A_{двj}, \quad (50)$$

$$A_{двj} \geq A_{нj}, \quad (51)$$

$$A_{двj} \geq A_{\max j}, \quad (52)$$

$$A_{двj} \geq A_{\min j}, \quad (53)$$

где c –стоимость одного пассажиро - часа, руб.;

$$a_j = \frac{365}{l_{ср}} \cdot \left(\frac{l_{ср}}{V_{cj}} + \frac{l_{Пj}}{2V_П} + \frac{2}{3\sigma \cdot V_П} \right), \quad (54)$$

где V_{cj} – скорость сообщения j-го типа ПС, км/ч ;

$l_{Пj}$ – средняя длина перегона на j-м типе ПС, км ;

σ – плотность транспортной сети, км/км^2 ;

$V_П$ – средняя скорость пешехода, км/ч ;

$$e_j = \alpha_{cj} + E_н \cdot K_{cj}, \quad (55)$$

где α_{cj} – удельные эксплуатационные расходы на 1 км транспортной сети для j-го типа ПС, руб./км;

$E_н$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

K_{cj} – удельная стоимость строительства 1км сети, руб.;

$A_{двj}$ – количество ПС j-го типа в движении, ед.;

$$b_j = 365 \cdot \alpha_{кмj} \cdot V_{эj} \cdot T_{мj} + \frac{\alpha_{Гj}}{K_{Иj}} + \alpha_{Тj} + E_Н \cdot K_{Тj} + E_Н \cdot (K_{Пij} + K_{Гj}) / K_{Иj}, \quad (56)$$

где $\alpha_{кмj}$ – удельная норма эксплуатационных расходов на 1 км пробега, руб./км;

$\alpha_{Гj}$ – удельная норма эксплуатационных расходов на содержание единицы ПС j-го типа в гараже, руб./авт.;

$K_{Иj}$ – коэффициент использования парка для j-го типа ПС;

$\alpha_{Тj}$ – удельная норма эксплуатационных расходов на обслуживание АЗС и тяговых подстанций на 1 ПС в движении, руб./авт.;

$K_Г$ – удельная стоимость строительства гаража на 1 ПС, руб./авт.;

$K_Т$ – удельная стоимость строительства АЗС или тяговой подстанции на 1 ПС, руб./авт.;

$K_{ПС}$ – стоимость единицы ПС, руб.;

$$f_j = \frac{365}{2 \cdot l_{ср} \cdot V_{Эj}}, \quad (57)$$

$A_н$ – количество ПС, которое необходимо для освоения имеющегося на маршруте пассажиропотока, ед.

$$A_н = \frac{H \cdot L_м}{q_j \cdot \gamma_j \cdot V_{Эj} \cdot T_{мj}}, \quad (58)$$

$A_{\max}$ – максимальное количество ПС на маршруте, исходя из пропускной способности ОП, определяющей минимальный интервал движения ПС, $Y_{\min}$, ед.

$$A_{\max} = \frac{L_м}{V_{эj} \cdot Y_{\min}}; \quad (59)$$

$A_{\min}$ – минимальное количество ПС на маршруте, определяемое максимально допустимым интервалом движения, Y_{max}, исходя из необходимости обеспечения заданного уровня качества транспортного обслуживания, ед.

$$A_{\min} = \frac{L_м}{V_э Y_{\max}}. \qquad (60)$$

Продифференцировав функцию F ($A_{дв}$) и приравняв ее к нулю, мы можем определить количество ПС, которое соответствует минимальным затратам A^*:

$$A^* = \sqrt{\frac{cfH}{b}} \cdot L_м. \qquad (61)$$

Зависимость $A^*(H)$ имеет вид параболы, однако при определении оптимального количества ПС $A_{опт}$ необходимо учитывать ограничения (51-53). График $A_{опт}$ (H) в зависимости от величины $\boldsymbol{c}$ может иметь три характерных вида (рис. 1,2,3).

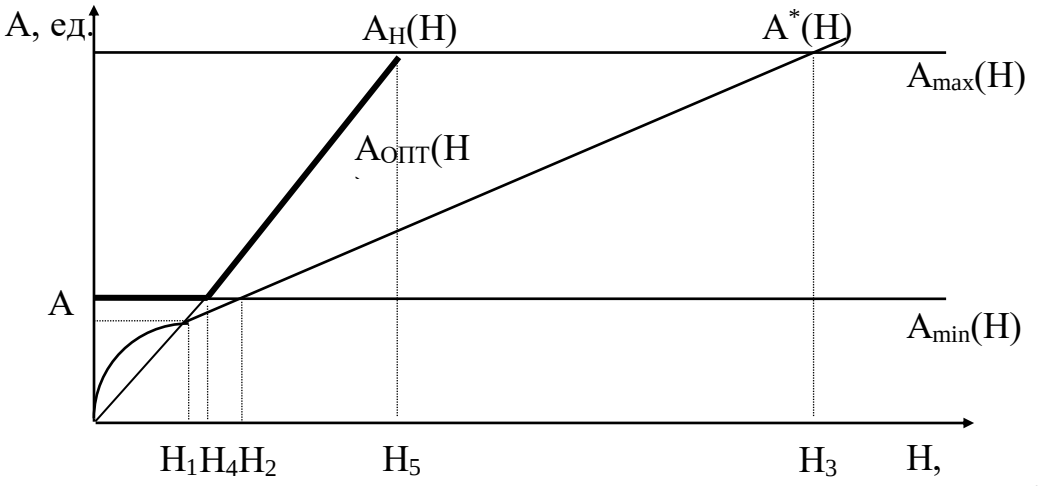


Рис. 1. Зависимость $A_{опт}$ (H) при $A_{\min} > A > 0$

Количество ПС, соответствующее равенству $A^* = A_н$, обозначим A. В первом случае $A_{\min} > A > 0$. Оптимальное количество ПС $A_{опт}$ (H) будет равно $A_{\min}$, если $0 < H \le H_4$ и $A_н$, если $H_4 \le H \le H_5$. То есть ни

приведенные затраты, на транспорт, ни стоимостная оценка времени пассажира не оказывают влияние на определение оптимального количества ПС.

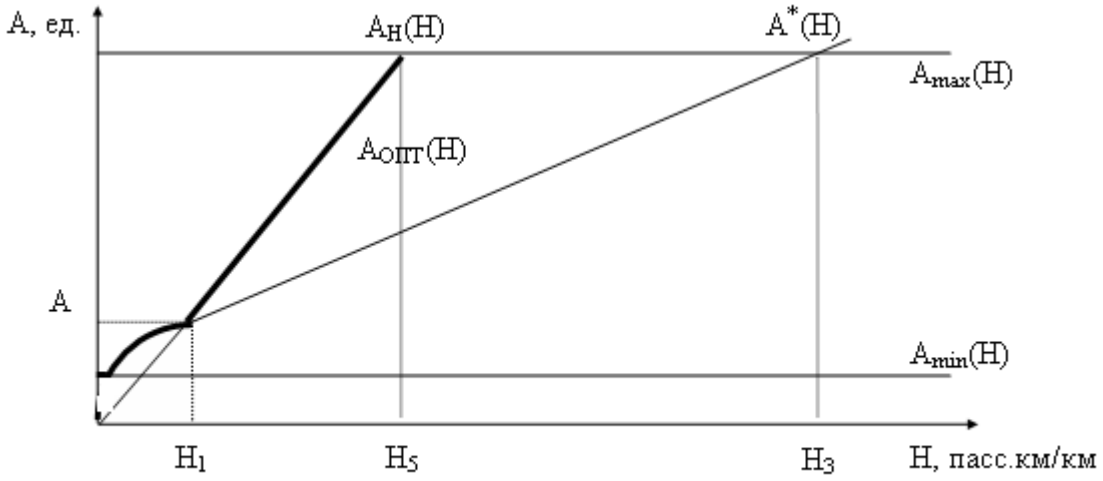


Рис.2.Зависимость $A_{опт}$ (H) при $A_{max} \geq A \geq A_{min}$

Во втором случае $A_{max} \geq A > A_{min}$. Оптимальное количество ПС будет равно A_{min} при $0 < H \leq H_1$; A^* при $H_2 \leq H \leq H_1$; $A_н$ при $H_1 \leq H \leq H_5$. Стоимостная оценка времени пассажира будет влиять на определение оптимального количества ПС при $H_2 \leq H \leq H_1$.

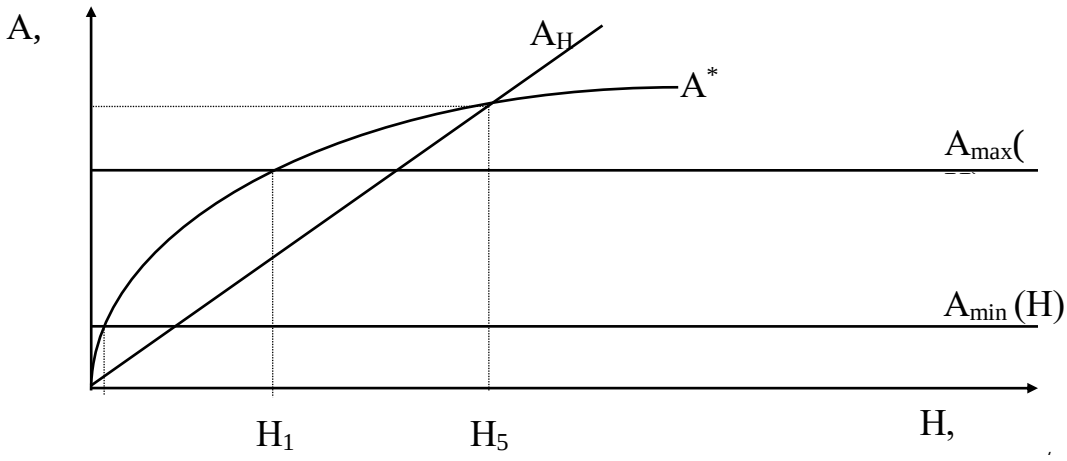


Рис.3. Зависимость $A_{опт}$ (H) при $A \geq A_{max}$

В третьем случае $A \geq A_{\max}$. Оптимальное количество ПС будет равно $A_{\min}$ при $0< H \leq H_2$; A^* при $H_2 \leq H \leq H_3$; $A_{\max}$ при $H_3 \leq H \leq H_5$. Приведенные строительно-эксплуатационные затраты с учетом стоимостной оценки времени пассажиров будут учитываться при определении оптимального количества ПС в диапазоне $H_2 \leq H \leq H_3$.

Задача

Задан маршрут протяженностью $L_м$, на котором работает ПС j-го типа. Технико-экономические характеристики ПС:
$q_н, L_{кмj}, \alpha_{Гj}, K_{ПСj}, V_э, T_м, \gamma_Д, H, L_м, l_{ср}, Y_{\max}, Y_{\min}$ взять согласно варианту (см. табл. 6). Значение показателей $K_Г = K_Т = K_{ПС} = 0$, $E_н = 0{,}15$.

Определить, при каком минимальном значении экономической оценки времени населения $C_{\min j}$ и при каком значении H учет времени пассажиров в критерии задачи (формула 13) начнет влиять на оптимальное решение.

Для заданного в табл. 6 значения H на маршруте и стоимости пассажиро-часа $C = C_j^{\min} + \Delta C$ (где ΔC берется по варианту по табл. 6) определить $A_{нj}$, $A_{\min}$, $A_{\max}$, A_j^*, $A_{оптj}$.

Построить график зависимости $A_{опт}$ (H) при $C = C_j^{\min} + \Delta C$.

Дать графическую иллюстрацию выбора оптимального количества ПС на графике зависимости F (A) при пассажиронапряженности H (см. табл. 6).

Технико-экономические характеристики ПС: тип ПС; $q_н$, пасс.; $\alpha_{кмj}$, руб.; $\alpha_{Гj}$, руб.; $\alpha_{Тj}$, руб.; $K_{ПС}$, тыс.руб.; $V_э$, км/ч; $L_м$, км; $l_{ср}$, км; $K_{Иj}$; $\gamma_д$; $T_м$, ч; $Y_{\max}$, мин; $Y_{\min}$, мин; H, тыс.пасс.км/км ; ΔC, руб. – рекомендуется представить в виде таблицы.

Таблица 6

Технико-экономические характеристики подвижного состава по вариантам

Вариант	$q_н$	$\alpha_{ПjТР}$	$\alpha_{Гj}$	α_{Ti}	α_{Lj}	K_{Ai}	$V_э$	L_M	$l_{ср}$	$\alpha_в$	γ_d	T_M	J_{max}	J_{min}	$E_н$	Н	С
1	37	14,5	20	0,4	12	50	19	15	3	0,75	0,25	11	15	2	0,15	2,5	1,3
2	62	20	20	0,4	12	73	19	16	4	0,8	0,26	12	20	2	0,15	3,5	1,4
3	80	24	20	0,4	12	123	18	17	5	0,85	0,27	11	15	2	0,15	5,0	1,5
4	72	28	20	0,4	12	128	18	18	6	0,75	0,28	12	20	2	0,15	4,5	1,6
5	115	31	20	0,4	12	146	18	19	3	0,8	0,29	11	15	2	0,15	6,0	6,0
6	84	22	48	5,0	48	175	17	20	4	0,85	0,30	12	20	2	0,15	5,0	1,5
7	119	20	50	5,0	105	260	17	21	5	0,75	0,31	11	15	2	0,15	7,0	1,4
8	132	25	50	5,0	105	371	17	22	6	0,8	0,32	12	20	2	0,15	7,5	1,3
9	212	30	50	5,0	25	796	17	23	3	0,85	0,33	11	15	2	0,15	10	1,3
10	71	19	48	3,0	34	166	17	24	4	0,75	0,34	12	20	2	0,15	4,0	1,4
11	510	40	30	0	2000	1260	40	25	5	0,8	0,35	11	15	2	0,15	20	1,5
12	680	43	30	0	2000	1680	40	26	6	0,85	0,34	12	20	2	0,15	25	1,6
13	680	43	30	0	2000	1680	40	27	3	0,75	0,33	11	15	2	0,15	25	1,6
14	510	40	30	0	2000	1260	40	28	4	0,8	0,32	12	20	2	0,15	20	1,5
15	71	19	48	5,0	34	166	17	15	5	0,85	0,31	11	15	2	0,15	4,0	1,4
16	212	30	50	5,0	25	796	17	16	6	0,75	0,30	12	20	2	0,15	10	1,5
17	132	25	50	5,0	105	371	17	17	3	0,8	0,29	11	15	2	0,15	7,5	1,3
18	119	20	50	5,0	105	260	17	18	4	0,85	0,28	12	20	2	0,15	7,0	1,4
19	84	22	48	5,0	48	175	17	19	5	0,75	0,27	11	15	2	0,15	5,0	1,5
20	115	31	20	0,4	12	146	18	20	6	0,8	0,26	12	20	2	0,15	6,0	1,6
21	72	28	20	0,4	12	128	18	21	3	0,85	0,25	11	15	2	0,15	4,5	1,6
22	80	24	20	0,4	12	123	18	22	4	0,75	0,25	12	20	2	0,15	5,0	1,5
23	80	24	20	0,4	12	123	18	23	5	0,8	0,26	11	15	2	0,15	5,0	1,4
24	62	20	20	0,4	12	73	19	24	6	0,85	0,27	12	20	2	0,15	3,5	1,3
25	37	14,5	20	0,4	12	50	19	15	3	0,75	0,28	11	15	2	0,15	2,5	1,3
26	80	24	20	0,4	12	123	18	20	4	0,8	0,29	12	20	2	0,15	5,0	1,4

5. Разработка рациональных графиков работы автобусов и водителей

Рациональные графики работы автобусов и водителей могут быть составлены при помощи графоаналитического метода, который включает в себя 6 этапов [3]:

1) Определение необходимого количества ПС на маршруте по часам суток.
2) Расчет необходимого количества автомобиле-часов работы.
3) Определение сменности работы автобусов.
4) Формирование зон обеденных перерывов и отстоев.
5) Выравнивание продолжительности работы автобусов.
6) Назначение обедов и пересмен.

Рассмотрим содержание каждого этапа на примере. При этом используются следующие исходные данные: время оборота – 1,17 ч; номинальная вместимость автобуса – 80 пасс.; максимально допустимый интервал 1–5 мин; коэффициент дефицита – 1; среднее время смены – 8 ч; время на нулевой пробег – 0,48 ч; загрузка лимитирующего перегона по часам суток в табл. 7.

Таблица 7

Результаты расчета необходимого количества автобусов на маршруте

Часы суток	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15
Загрузка лимитирующего перегона	63	569	849	874	822	691	700	966	848	667
Количество автобусов, ед.	1	9	13	13	12	10	11	14	13	10

Часы суток	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	24-1	1-2
Загрузка лимитирующего перегона	882	874	635	999	672	287	269	108	62	43	10
Количество автобусов, ед.	13	13	10	15	10	4	4	2	1	1	1

5.1. Определение необходимого количества ПС на маршруте по часам суток

Необходимое количество ПС на маршруте по часам суток может быть определено по формуле (12). Результаты расчетов по рассматриваемому примеру, представленные в таблице, используются для построения диаграммы распределения потребности в ПС на маршруте по часам суток (см. рис. 4). По оси абсцисс откладываются часы суток, а по оси ординат – необходимое количество автобусов.

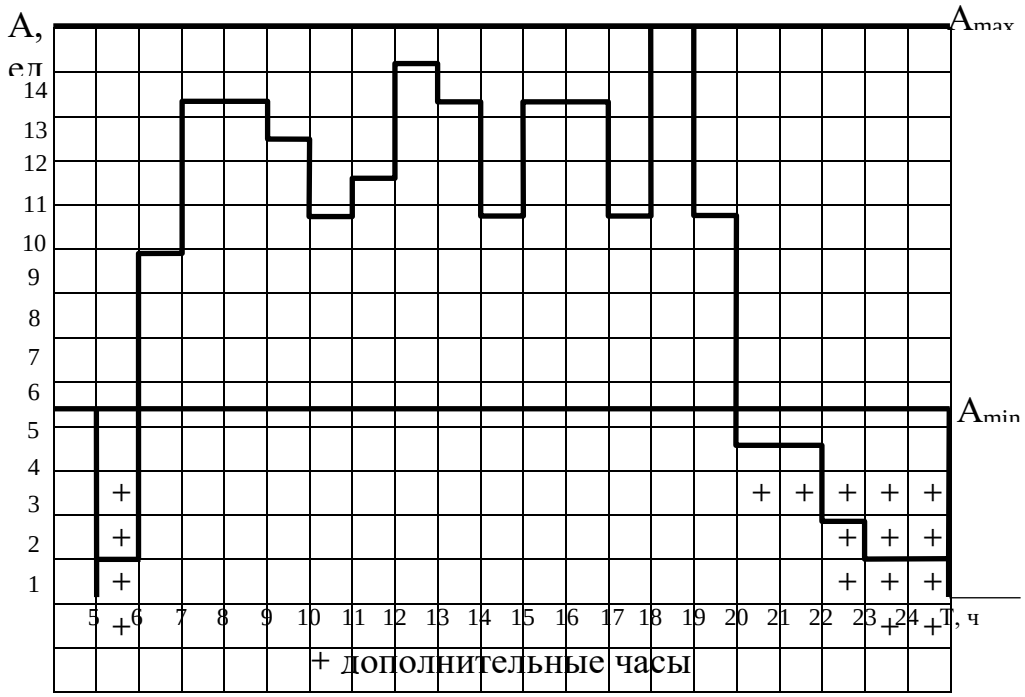


Рис. 4. Диаграмма необходимого количества автобусов по часам суток

На диаграмме также откладываются линии минимум и максимум. Линия минимум показывает минимальное количество автобусов на маршруте A_{min} (ед.), определяемое по максимально допустимому интервалу движения автобусов на маршруте Y_{max}, который соответствует требованию качества транспортного обслуживания пассажиров:

$$A_{\min} = \frac{t_o}{Y_{\max}}. \qquad (62)$$

В том случае, если в не[illegible] 30 часы необходимое количество автобусов меньше мини[illegible]о, добавляем на диаграмме 30 количество автобусов в [illegible]оответствующие часы суток до минимального (см. рис. 4). Для рассматриваемого примера:

$$A_{\min} = \frac{1{,}17}{0{,}24} = 5 \text{ ед.}$$

Линия максимум показывает реальные возможности ПАТП по обеспечению выпуска ПС на маршруты и определяется:

$$A_{\max} = \max_t A_t \cdot K_Д, \qquad (63)$$

где $\max_t A_t$ – максимальное количество ПС в *t*-й час суток, ед.;

$K_Д$ – коэффициент дефицита.

В нашем случае: $A_{\max}$ =15·1 = 15 ед.

В том случае, если коэффициент дефицита меньше единицы, клетки диаграммы, выходящие за линию максимум, отсекаются и в дальнейших построениях не показываются.

5.2. Определение необходимого количества машино-часов работы

Необходимое количество автомобиле-часов работы может быть определено путем суммирования клеток диаграммы необходимого количества автобусов на маршруте с добавлением дополнительных клеток, которые были достроены до линии минимум и отниманием клеток, находящихся выше линии максимум.

Для рассматриваемого примера: $АЧ_р$ = 197 авт.ч.

5.3. Определение количества смен и сменности работы автобусов

Общее количество смен может быть определено по формуле

$$d = \frac{АЧ_{р} + A_{\max} \cdot t_{нул}}{31}, \qquad (64)$$

где $t_{нул}$ – время на нулевой про

$t_{см}$ – среднее время смены, ч.

Для рассматриваемого примера: $d = \frac{197 + 15 \cdot 0{,}48}{8} = 26$.

Затем определяется коэффициент сменности:

$$\Delta П = d - 2\, A_{\max.} \qquad (65)$$

$$\Delta П = 26 - 30 = -4.$$

Для определения сменности воспользуемся табл. 8.

Таблица 8

Определение сменности в зависимости от величины $\Delta П$

Значение $\Delta П$	Количество автобусов		
	односменных	двухсменных	трехсменных
$\Delta П = 0$	-	$A_{\max}$	-
$\Delta П > 0$	-	$A_{\max} - \Delta П$	$\Delta П$
$\Delta П < 0$	$\lvert \Delta П \rvert$	$A_{\max} - \lvert \Delta П \rvert$	-

Так как в рассматриваемом примере $\Delta П = -4$, то согласно табл. 8 на маршруте будут работать 4 односменных и 11 двухсменных автобусов. Проводим на графике линию сменности (рис. 5).

5.4. Построение зон обеденных перерывов и отстоев

Обеды водителям предоставляются не ранее чем через 2 и не позднее чем через 5 часов работы. Однако количество автобусов на маршруте при этом не должно уменьшаться. С этой целью строят зоны утренних B_1 и вечерних B_2 обедов (см. рис. 5). При построении зон B_1 и B_2 желательно воспользоваться следующими рекомендациями:

– площадь зон B_1 и B_2 соответствует количеству 2-сменных автобусов;

– зону утренних обедов строят, как правило, после утреннего часа пик, таким образом, чтобы по возможности сгладить неровности диаграммы в межпиковый период;

– зону вечерних обедов, к 32 равило, строят перед и после вечернего часа пик, также по возможности сглаживая неровности диаграммы; при построении необходимо учитывать ограничения на назначение обедов, отстоя, продо ительности смен.

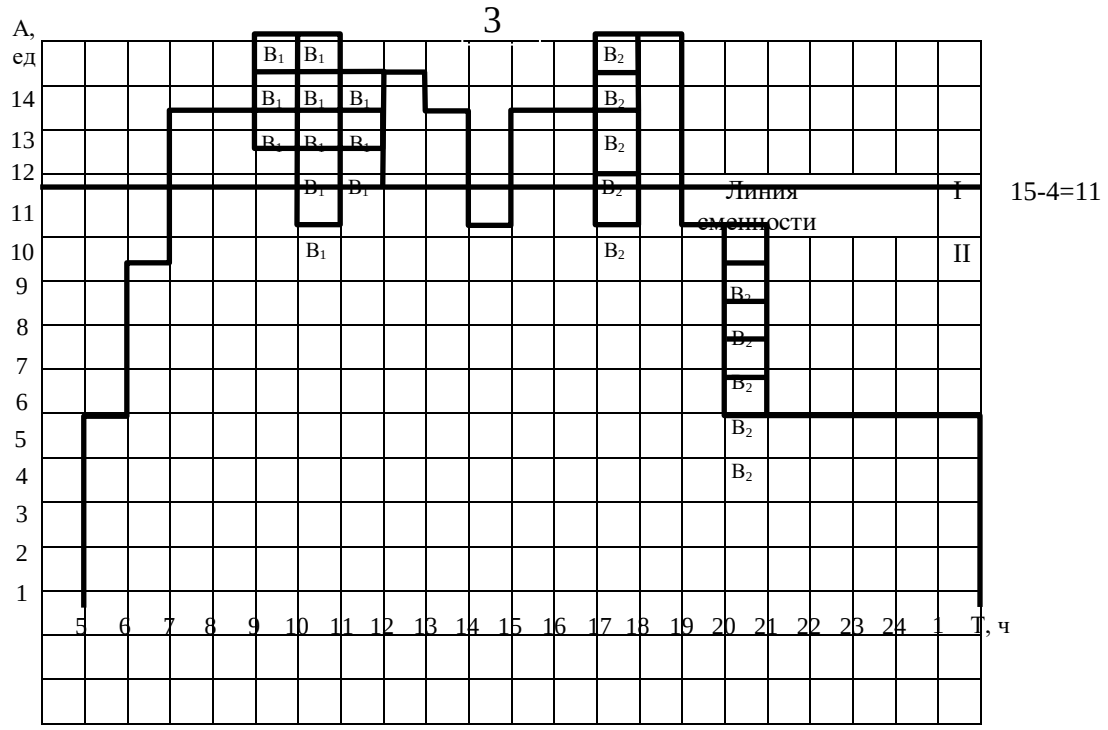


Рис. 5. Построение зон утренних B_1 и вечерних B_2 обедов и отстоя С

5.5. Выравнивание продолжительности работы автобусов по сменам

На этом этапе используется метод вертикального перемещения столбцов диаграммы или их частей. При этом количество работающих автобусов в каждый час (количество клеток по вертикали) не меняется, а продолжительность выхода (количество клеток по горизонтали) уменьшается или увеличивается. Основным требованием при этом является получение графиков,

удовлетворяющих требованиям “Положения о режимах труда и отдыха водителей”:

•продолжительность работы до и после перерыва – 2 – 5 ч;

•продолжительность отстоя – 2 – 5 ч;

•продолжительность обеда – 5 – 2 ч;

•продолжительность смены – 5 – 10 (по согласованию с профсоюзом – 12)ч.

В целях обеспечения выполнения данных требований, в исключительных случаях, допускается увеличение количества ПС на линии в отдельные часы суток по 33 ением к требуемому.

В рассматриваемом примере ставим справа от диаграммы продолжительность работы каждого выхода, полученную после формирования зон обедов (рис. 6).

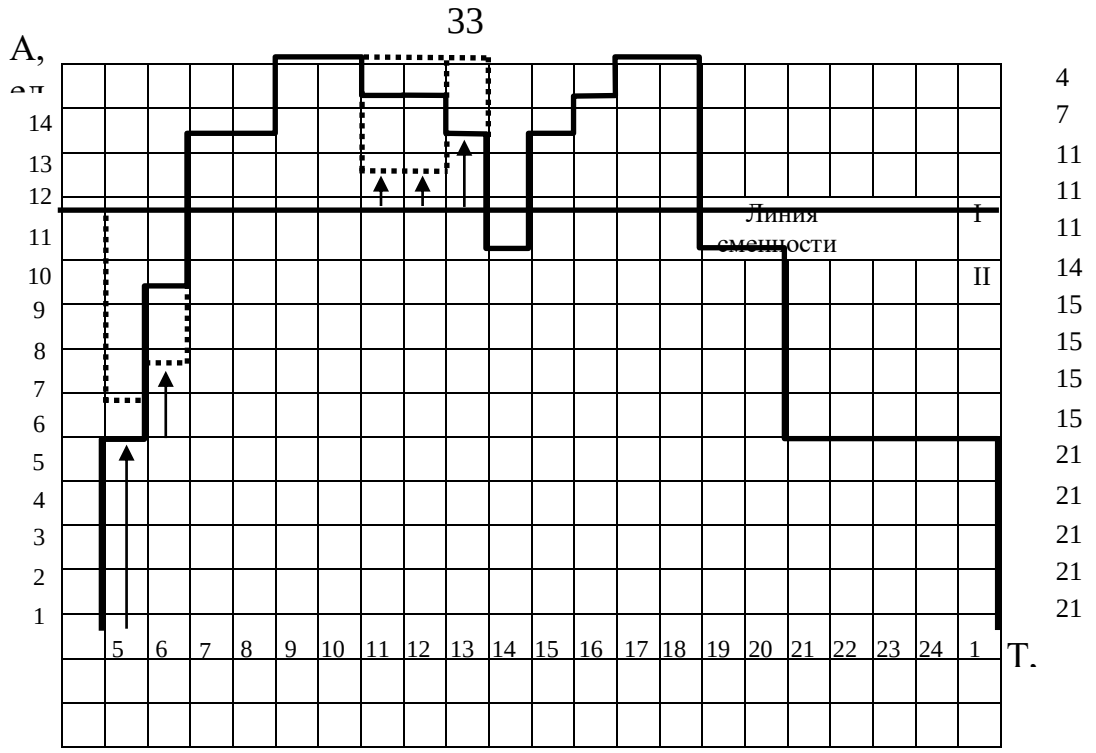


Рис.6. Продолжительность выходов до выравнивания

Затем, перемещая отдельные части диаграммы, максимально выравниваем продолжительность выходов (рис. 7).

5.6. Назначение обеденных перерывов и пересмен

Назначение обеденных перерывов осуществляется путем расформирования зон B_1 и B_2 , то есть, назначая обеды для 2-сменных выходов по времени соответственно расположению зон B_1 и B_2 (рис.7). При этом должны быть учтены ограничения на назначение обедов.

Для назначения пересмен 2-сменные выходы разбиваются пополам, при этом также должны быть учтены ограничения на продолжительность работы автобуса до и после обеда (рис. 8).

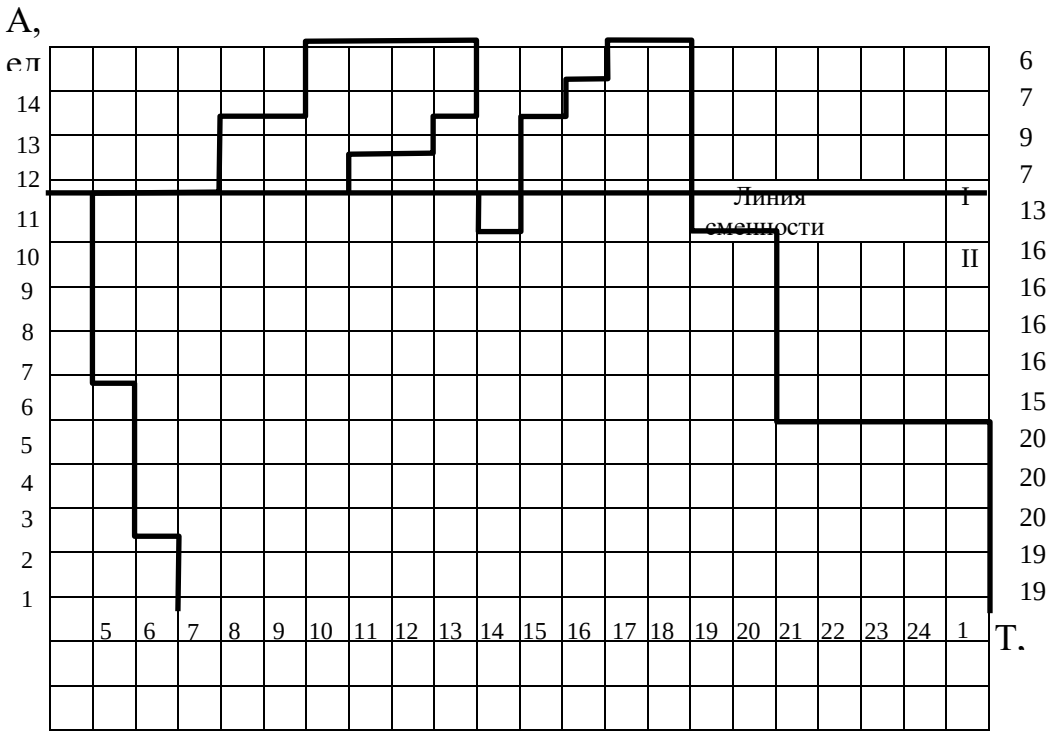
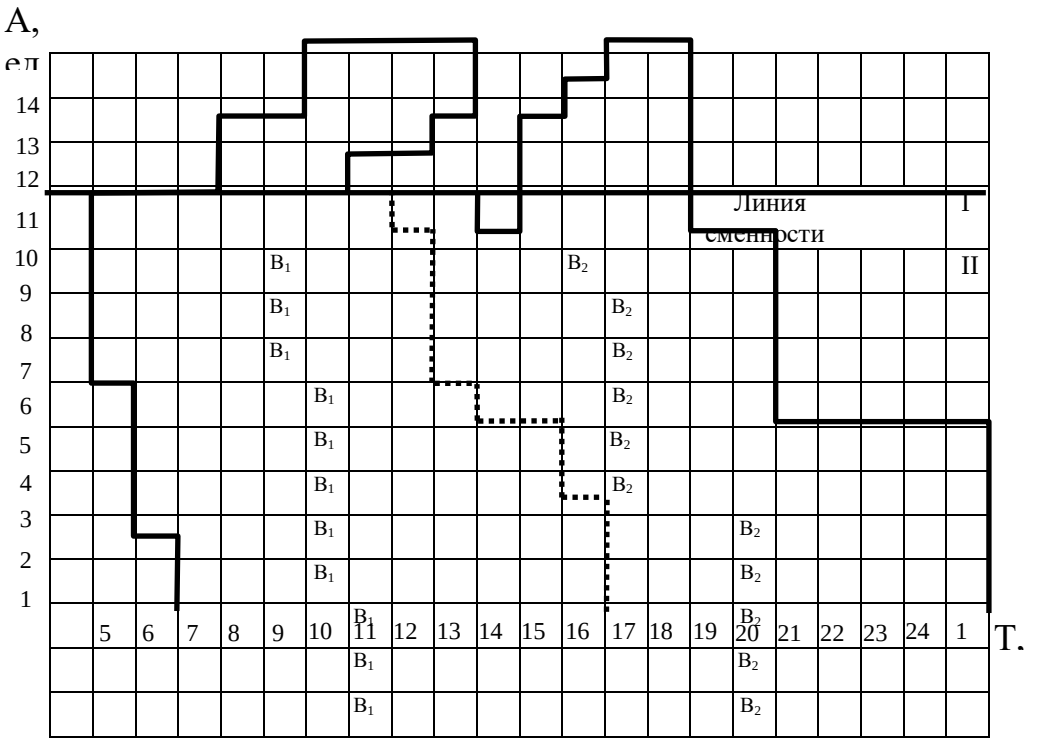


Рис.7. Продолжительность выходов после выравнивания



– линия разделения смены.

Рис. 8. Назначение обеденных перерывов и пересмен

ıча

Используя исходные данные задачи по определению характеристик пассажиропотока, по своему варианту разработать рациональные графики работы автобусов, применяя графоаналитический метод. Максимально допустимый интервал движения на маршруте – 20 мин; среднее время смены – 8 ч; коэффициент дефицита – 1; время на нулевой пробег для одного автобуса принять равным 30 мин.

6. Составление расписаний

Для составления расписаний вручную большое распространение получили два метода: метод контрольной строки и ленточный метод. При применении метода контрольной строки в качестве критерия используется минимизация неравномерности интервалов движения ПС, а время стоянки на конечных пунктах – в качестве ограничения. В ленточном методе напротив – в качестве критерия выступает минимизация суммарного ненормативного простоя, а в качестве ограничения – неравномерность интервалов.

Технология составления расписания ленточным методом и методом контрольной строки существенно отличается. При применении метода контрольной строки на основе данных о времени рейса строится контрольная строка, представляющая собой цепочку отправлений с КП по 1-му графику и контрольный столбец, путем задания отправлений автобусов в час пик с одного из КП. Затем задается порядок выпуска автобусов и расписание заполняется влево путем задания отправлений с КП.

Следующий этап – назначение утренних обедов и отстоев. При выполнении этого этапа используется прием “через один”, “через два на третий” или их комбинация. Далее задаются отправления с КП в межпиковый период, выпускаются автобусы с отстоя, затем назначаются вечерние обеды и осуществляется снятие автобусов с

линии. При ленточном методе последовательно назначаются прибытие и отправление автобусов с КП, начиная с этапа утреннего выпуска автобусов на линию до момента возвращения в парк.

36

...ие

Для графиков работы автобусов, полученных при решении предыдущей задачи, выполнить следующее:

– определить порядок выпуска автобусов на линию;

– построить контрольную строку и контрольный столбец;

– составить фрагмент расписания, соответствующий выпуску автобусов на линию;

– выполнить снятие автобусов на обед, отстой и выпуск с утреннего обеда;

– осуществить выравнивание интервалов для составленного фрагмента расписания путем изменения времени стоянки на КП;

– составить фрагмент расписания с момента выпуска автобусов на линию до момента окончания утренних обедов ленточным методом.

Нормативное время простоя на КП – 5 мин.

Минимальное время простоя на КП – 2 мин.

Библиографический список

1. Пассажирские автомобильные перевозки: Учеб. для вузов /В.А.Гудк*о,* Л.Б. Миротин ,А.В. Вельможин,С.А. Ширяев: под ред. В.А. Гудкова.– М.: Горячая линия, 2004 − 448 с.

2. *Варелопуло Г.А.* Организация движения и перевозок на городском пассажирском транспорте. − М.: Транспорт, 1990. − 200 с.

3. *Спирин И. В.* Перевозки пассажиров городским транспортом: справочное пособие. − М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. − 413 с.

4. *Спирин И.В.* Городские автобусные перевозки: справочник. − М.: Транспорт, 1991. −237 с.

5. *Митропольский А.К.* Техника статистических вычислений. − М.: Наука, 1971. −576 с.

6. Стандарт предприятия. Документация учебно-методическая к лабораторным работам. − Омск: Изд-во СибАДИ, 2004. –33 с.

7. Положение о рабочем времени и времени отдыха водителей автомобилей / Минтруда РФ, НИИ труда. − М. ,2002. − 23 с.

Приложение

Таблица П.1

Распределение пассажиров, вошедших и вышедших по остановкам и часам суток (прямое направление)

№ остановки	6-7		7-8		8-9		9-10		10-11		11-12		12-13		13-14		14-15		15-16		16-17		17-18		18-19		19-20		20-21	
	В	С	В	С	В	С	В	С	В	С	В	С	В	С	В	С	В	С	В	С	В	С	В	С	В	С	В	С	В	С
1	82	0	339	0	435	0	250	0	378	0	677	0	213	0	235	0	273	0	250	0	526	0	513	0	241	0	156	0	143	0
2	27	2	156	15	42	2	25	5	52	10	45	47	24	43	18	2	23	10	30	12	134	18	195	100	54	33	23	14	43	18
3	58	3	127	119	58	52	46	11	61	48	59	41	23	38	31	9	42	18	55	41	134	134	196	196	104	52	37	28	44	19
4	131	5	118	151	130	45	71	74	141	30	87	205	43	75	49	50	69	52	85	84	143	104	182	232	135	158	58	65	50	30
5	128	79	116	149	106	122	79	41	98	266	103	20	35	31	52	35	80	24	83	89	130	194	153	246	125	144	58	57	43	75
6	116	89	90	171	75	120	49	183	76	159	74	224	36	45	45	84	77	95	78	96	127	141	123	218	110	175	54	72	35	71
7	105	148	78	128	77	68	36	92	72	90	67	115	34	30	44	48	75	85	71	93	117	162	106	161	99	144	50	67	29	54
8	95	132	77	80	60	188	39	26	61	102	51	152	35	43	46	57	72	83	69	80	101	176	82	160	83	155	34	105	24	46
9	91	64	78	56	69	127	41	31	52	88	46	85	33	52	40	49	71	76	49	116	70	219	74	99	63	151	34	35	18	48
10	51	49	67	197	86	196	15	35	26	24	15	55	17	12	18	28	34	12	30	15	57	121	68	53	41	85	14	30	7	15
11	27	150	59	60	80	100	10	54	20	46	11	68	12	27	16	39	30	86	9	58	57	57	63	100	32	100	9	40	5	23
12	0	190	0	179	0	198	0	109	0	174	0	223	0	119	0	188	0	305	0	130	0	270	0	218	0	160	0	99	0	35

Таблица П.2

Распределение пассажиров, вошедших и вышедших по остановкам и часам суток (обратное направление)

№ остановки	6-7		7-8		8-9		9-10		10-11		11-12		12-13		13-14		14-15		15-16		16-17		17-18		18-19		19-20		20-21	
	В	С	В	С	В	С	В	С	В	С	В	С	В	С	В	С	В	С	В	С	В	С	В	С	В	С	В	С	В	С
1	0	569	0	437	0	499	0	625	0	292	0	464	0	459	0	291	0	186	0	334	0	283	0	570	0	157	0	154	0	62
2	36	125	40	200	26	43	63	79	30	34	21	69	37	27	30	38	20	15	30	63	40	91	48	84	20	50	20	49	10	15
3	66	93	45	199	38	40	68	50	58	40	100	50	40	144	37	30	26	10	35	30	51	56	100	48	30	41	29	11	19	9
4	123	91	148	160	67	0	131	98	88	71	120	105	77	79	67	68	44	71	73	75	108	85	144	107	63	59	53	70	31	33
5	117	90	150	114	55	17	124	71	83	55	116	99	77	53	57	60	49	27	74	29	101	104	134	64	62	64	58	0	32	28
6	117	12	143	43	54	17	113	70	75	1	122	4	73	0	78	1	48	21	72	38	102	61	116	46	63	37	40	40	30	28
7	98	2	123	65	49	16	104	28	53	46	81	51	61	47	50	55	38	63	47	37	89	65	98	62	54	27	40	35	29	36
8	77	21	112	94	45	53	88	9	50	21	73	24	58	28	52	36	44	33	32	1	81	66	91	2	46	15	38	40	32	5
9	66	15	111	10	46	28	71	35	42	1	81	5	53	1	48	19	41	36	113	3	76	50	66	14	36	27	39	39	20	9
10	18	60	40	35	17	4	22	9	12	14	15	3	45	10	41	6	20	6	15	48	30	16	20	4	16	3	10	3	6	4
11	33	120	48	33	26	12	42	30	17	20	26	2	45	5	41	3	20	3	20	15	38	10	32	2	20	2	29	2	4	2
12	447	0	430	0	306	0	278	0	103	0	121	0	187	0	106	0	129	0	162	0	171	0	154	0	72	0	87	0	18	0

Учебное издание

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ “ПАССАЖИРСКИЕ
АВТОМОБИЛЬНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ”

Составители: Сергей Владимирович Сорокин,
Ольга Валерьевна Быкова

Редактор Н.И. Косенкова

Подписано к печати 27.05.2009
Формат 60×90 1/16. Бумага писчая
Оперативный способ печати
Гарнитура Times New Roman Cyr
Усл.п.л. 2,75 , уч.-изд.л. 1,86
Тираж 70 экз. Заказ №___
Цена договорная

Издательство СибАДИ
644099, г.Омск, ул. П. Некрасова, 10

Отпечатано в подразделении ОП
издательства СибАДИ
644099, г.Омск,ул.П.Некрасова,10

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

Кафедра «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению практических работ

по дисциплине «Основы безопасности управления автомобилем»

направление подготовки:
23.03.01 Технология транспортных процессов

Направленность (профиль): Организация перевозок на автомобильном транспорте

Квалификация выпускника бакалавр

Рязань, 2024

Составитель:

Терентьев В.В., доцент кафедры «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»

Рассмотрены на заседании кафедры «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности» протокол № 8 от 20 марта 2024 г.

Зав. кафедрой «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»
(кафедра)



Терентьев В.В.
(подпись) (Ф.И.О.)

Практическая работа № 1

Исследование динамических габаритов ширины автомобиля на криволинейных участках дороги и их влияние на безопасные условия движения

Задание

1. Ознакомиться и изучить влияние динамических габаритов по ширине транспортных средств на криволинейных участках дороги на безопасность дорожного движения.

2. Изучить методику определения ДГШ для различных типов транспортных средств.

3. Рассчитать и исследовать динамические габариты по ширине различных типов транспортных средств на криволинейных участках дороги.

Методика выполнения работы

1. Безопасность движения транспортных средств (ТС) на дорогах, построенных в соответствии со СНиП 2.05.02-85 “Автомобильные дороги - проектирование” и СНиП 3.06.03-85 “Автомобильные дороги - строительство и реконструкция”, должна обеспечиваться едиными габаритными размерами и весовыми параметрами транспортных средств, предусмотренными ГОСТ 9314-89.

2. При движении ТС подвергается действию различных случайных возмущений: ударов колес на неровностях, поперечного уклона дороги, центробежным силам, ветру. В результате этих воздействий ТС движется не строго прямолинейно, а по кривым большого радиуса. Эти отклонения возрастают с увеличением длины ТС, скорости его движения и уменьшением радиуса поворота.

Важное значение для безопасности встречного разъезда транспортных средств, особенно на закруглениях и поворотах имеет динамический габарит по ширине (ДГШ).

ДГШ – полоса движения по ширине, очерченная крайними точками левой и правой сторон ТС.

Увеличенная по ширине полоса движения, занимаемая ТС на проездах с малыми радиусами, ухудшает условия движения для остальных транспортных средств и ведет к созданию аварийных ситуаций при относительно малой ширине полосы движения существующей сети дорог.

Однако уширение дорог не целесообразно, так как их строительство обходится довольно дорого. Поэтому для повышения безопасности движения в существующих условиях необходимо применять также сочетания конструктивных и эксплуатационных параметров ТС, дорог, организации движения, которые отвечали бы требованиям безопасности движения.

Увеличение ДГШ при криволинейном движении объясняется качением колес по различным радиусам и для одиночного ТС может быть определен по формуле:

$$ДГШ = R_H - R_{CP}; \qquad (1.1)$$

$$R_H = \frac{L + L_1}{\sin \alpha_П}, \qquad (1.2)$$

где L – база автомобиля, м;

L_1 – свес передних колес, м;

$\alpha_П$ – принимаемый угол поворота колес, соответствующий углу поворота внешнего колеса, $\alpha_П = 30^o...40^o$.

$$R_{CP} = \sqrt{R_H^2 - (L + L_1)^2} - B, \qquad (1.3)$$

где B – ширина транспортного средства.

Параметры L, L_1, B транспортных средств даны в приложении № 1.

ДГШ автопоезда с полуприцепом, база которого значительно превышает базу тягача, рассчитывают с достаточной для практики точностью как для одиночного ТС при условии, что поворот колес не превышает 15...20°. При больших углах поворота у таких поездов смещение происходит относительно двух центров поворота и метод расчета для одиночного ТС не пригоден. Расчет ведется в соответствии с рисунком 1 по формулам:

$$Д\,Г\,Ш = R_H - R_{min}; \quad (1.4)$$

$$R_{min} = \sqrt{(R_{CP} + \frac{B}{2})^2 - L_П^2} - B, \quad (1.5)$$

где $L_П$ – база прицепа, м.

Для автопоезда с прицепом или несколькими прицепами ДГШ рассчитывается по формуле:

$$ДГШ \approx \sqrt{(R_0 + \frac{B}{2})^2 + (L + L_1)^2} + \frac{B}{2} C_П - R_0, \quad (1.6)$$

где R_0 – радиус траектории середины заднего моста тягача.

$$R_0 = \sqrt{R_C^2 - L^2} - B, \quad (1.7)$$

$$R_C = \frac{L}{\sin \alpha_C}$$

где $\alpha_C \approx 30...40$ °;

$C_П$ – сдвиг заднего моста прицепа относительно моста тягача, м.

$C_П$ = 0,7...1,0 м – для первого прицепа;

$C_П$ = 1,4...2,0 м – для второго прицепа.

Приложение № 1

Краткая техническая характеристика автомобилей

	Марка (модель) автомобиля, прицепа	Ширина (B), мм	База автомобиля (L), мм	Передний вылет (L_1) , м
1.	КаМАЗ-5320	2500	3190	1235
2.	КаМАЗ-53202	2500	3690	1235
3.	КаМАЗ-5510	2500	2840	1235
4.	МАЗ-504	2500	3200	1230
5.	КрАЗ-258	2638	4780	1295
6.	Урал-377С	2500	4200	1350
7.	ЗИЛ-130 В1	2360	3300	980
8.	ЗИЛ-ММЗ-555	2415	3300	1085
9.	УАЗ-451 Д	2044	2300	1080
10.	ЗИЛ-130	2500	3800	1437
11.	ГАЗ-66	2342	3300	1125
12.	ГАЗ-53 А	2380	3700	1350
13.	УАЗ-452 Д	2044	2300	1080
14.	ЗИЛ-433360	2500	3800	1153
15.	ЗИЛ-5301 БО	2210	3650	850
16.	ЗИЛ-5301 ПО	2180	3650	850

Практическая работа № 2

Служебное расследование дорожно-транспортных происшествий

Задание

1. Изучить материалы дорожно-транспортных происшествий.

2. Провести служебное расследование ДТП с анализом происшествия и составить акт служебного расследования.

3. Дать комплексную оценку последствий ДТП.

Методика выполнения работы

1. Изобразить фактическую схему дорожно-транспортного происшествия и возможную схему дорожно-транспортной ситуации до дорожно-транспортного происшествия. Фактическая схема (рисунок 1) дорожно-транспортного происшествия изображается по заданию преподавателя с дополнительными параметрами и информацией ДТП (таблица 1).

2. При служебном расследовании должны быть выявлены обстоятельства, предшествующие происшествию; причины происшествия; последствия происшествия; лица, деятельность которых связана с возникновением происшествия и конкретная вина каждого из них; недостатки в работе автотранспортного предприятия, способствующие возникновению дорожно-транспортных происшествий.

Служебное расследование должно проводиться в срок до 5 суток во взаимодействии с органами дознания, следствия и организациями, несущими ответственность за состояние дороги, а в случае ранения и гибели работников предприятия с привлечением представителя профсоюзного комитета собирается информация и данные служебного расследования ДТП.

Выводы служебного расследования в отношении виновности водителя носят предварительный характер. Данные материалы служебного расследования могут быть использованы в практической работе студента “Планирование, учет и отчетность по безопасности дорожного движения”.

3. По результатам собранной информации составляется акт служебного расследования, который подписывается членами комиссии служебного расследования и утверждается руководителем автопредприятия.

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель предприятия

_____

(фамилия, подпись)
“___”_____20

г.

Акт служебного расследования ДТП

1. Состав комиссии, проводившей расследование

_____

_____

2. Каким приказом назначены расследование и комиссия _____

_____

(приказ №, дата, кем подписан)

Подробные данные о ДТП:

3. Дата, время и место происшествия _____

_____

4. Модель и номерной знак транспортного средства _____

5. Кто управлял транспортным средством _____

_____

(фамилия, имя, отчество, категорийность , класс)

_____

(стаж работы)

6. На каком часу работы водителя произошло происшествие, состояние водителя ___

_____

7. Вид и краткое описание происшествия _____

_____

_____

_____

8. Погода, условия видимости _____

_____

9. Дорожные условия _____

10. Причины происшествия _____

_____

11. Обстоятельства происшествия _____

_____

12. Схема дорожно-транспортной ситуации при ДТП № ____ _____

_____

13. Последствия происшествия:

а) погибло и умерло от ранений (человек)

_____

в том числе:

водитель _____ _____

пассажиры _____

_____

пешеходы _____ _____

_____

_____

б) получили тяжелые повреждения (человек) _____

в том числе:

водитель _____

пассажиры _____

_____

пешеходы _____

_____

_____

Примечание. При необходимости указываются фамилия, имя, отчество, место работы, возраст и т.п., число детей на иждивении.

в) техническое состояние транспортного средства и материальный ущерб от его

повреждения _____

_____

г) прочий ущерб (утрата груза и т.п.)

_____

14. Кто из работников предприятия выезжал на место происшествия _____

_____

15. Профилактические меры, принятые по данному происшествию

_____

_____

_____

16. Непосредственные причины и сопутствующие факторы, способствующие возникновению ДТП

_____

_____

_____

_____

_____

_____

17. Данные о прохождении обучения _____

_____

_____

(какое обучение проходил, дата и год)

18. Прохождение инструктажей _____

_____

_____

(вид инструктажа, когда проходил, дата)

19. Проверка правил дорожного движения _____

_____

(дата и год прохождения)

20. Нарушения установленного режима труда водителя, выполнения правил и режима перевозки грузов в автотранспортном предприятии в соответствии действующих инструкций и приказов _____

_____

21. Результаты проверки выполнения плановых и заявочного технического обслуживания и контроля технического состояния при выпуске на линию автотранспорта и соответствие их технической неисправности автотранспорта, обнаруженной при ДТП.

22. Выводы комиссии (причины, повлекшие ДТП; нарушение правил дорожного движения водителем и работниками автопредприятия, нарушение нормативных документов, инструкций, приказов со стороны службы эксплуатации и технической службы с указанием конкретных лиц)

Приложение 1

Определение коэффициента сцепления ($\varphi_Л$)

Дорога	Поверхность	
	сухая	мокрая
1. С асфальтобетонным или цементно-бетонным покрытием	0,7 - 0,8	0,35 - 0,45
2. С щебеночным покрытием	0,6 - 0,7	0,3 - 0,4
3. Грунтовая	0,5 - 0,6	0,2 - 0,4
4. Обледенелая	0,1 - 0,2	
5. Покрытая снегом	0,2 - 0,3	

Приложение 2

Определение времени, характеризующего увеличение замедления от нуля до максимального значения ($t_У$)

Наименование автотранспорта	$t_У$, с

1. Легковые автомобили	0,05 - 0,2
2. Грузовые автомобили и автобусы с гидравлическим приводом тормозов	0,05 - 0,4
3. Грузовые автомобили с пневматическим приводом тормозов грузоподъемностью до 4500 кг	0,15 - 1,2
4. Грузовые автомобили с пневматическим приводом тормозов грузоподъемностью свыше 4500 кг	0,2 - 1,5
5. Автобусы с пневматическим приводом тормозов	0,2 - 1,3

Практическая работа № 3

Автотехническая экспертиза дорожно-транспортных происшествий

Задание

1. Изучить материалы дорожно-транспортных происшествий.

2. Провести автотехническую экспертизу ДТП с теоретическим исследованием процесса наезда.

3. Дать комплексную оценку последствий ДТП.

Методика выполнения работы

Дорожно-транспортная экспертиза дает научно-техническую характеристику всех фаз ДТП, устанавливает причины его возникновения и выясняет поведение отдельных участников.

Исходными данными для проведения экспертизы служат результаты осмотра места происшествия и автомобилей, а также результаты опроса участников и очевидцев происшествия. Путем осмотра зоны происшествия определяют тип и состояние покрытия (по заданию преподавателя). Студент

выясняет технические причины ДТП, определяет скорости движения транспортных средств, величины тормозного и остановочного путей и другое, опираясь на исходные данные. Исходными данными для проведения экспертизы служат результаты осмотра места происшествия и автомобилей, а также результаты опроса участников и очевидцев происшествия. По заданию преподавателя определяют коэффициент сцепления покрытия ($\varphi_{Л}$) по таблицам (приложение 1), задаются коэффициентом эффективности торможения ($K_{Э}$), который учитывает степень использования теоретически возможной эффективности тормозной системы. В среднем коэффициент $K_{Э}$ = 1,1 - 1,2 для легковых автомобилей, $K_{Э}$ = 1,4 - 1,6 для грузовых автомобилей и автобусов. На основе этих данных определяют примерное максимальное замедление автомобиля ($j_{з\ MAX}$) от начала полного скольжения шин (т.е. начало тормозного пути) по формуле

$$j_{з\ MAX} = \varphi_{Л} \frac{g}{K_{Э}}, \quad (3.1)$$

где $\varphi_{Л}$ – коэффициент сцепления; g – ускорение свободного падения, м/с ^{2}; $K_{Э}$ – коэффициент эффективности торможения.

Рассмотрим в качестве примера ДТП, результатом которого был наезд автомобиля на пешехода (рисунок 1).

А – автомобиль; П – пешеход; I_A, II_A, III_A, IV_A – положение автомобиля; $I_П$, $II_П$ – положение пешехода; 1 – длина следа юза ($S_Ю$)

Рисунок 1 – Положение автомобиля и пешехода во время ДТП

Автомобиль А двигается на расстоянии $S_П$ от тротуара, на краю которого находился пешеход П. Когда между автомобилем и пешеходом было расстояние S, пешеход начал движение по проезжей части перпендикулярно направлению движения автомобиля. На рисунке 1 положение автомобиля и пешехода, соответствующее этому моменту, отмечено цифрами I_A. Водитель затормозил, однако избежать наезда не смог. Автомобиль, ударив пешехода (положение III_A), переместился еще на некоторое расстояние ($S_Н$) и остановился (положение IV_A). Место наезда отмечено крестом.

Примерная последовательность расчетов при экспертизе ДТП такова. По схеме происшествия определяют перемещение автомобиля $S_Н$ после наезда в заторможенном состоянии и вычисляют скорость автомобиля в момент наезда на пешехода:

$$V_H = \sqrt{2 S_H} \cdot j_{З\,MAX}, \quad (3.2)$$

где S_H – перемещение автомобиля после наезда, м;

$j_{З\,MAX}$ – максимальное замедление после начала полного скольжения шин, м/с ^{2}.

Затем определяют скорость автомобиля перед началом торможения по формуле:

$$V = 0{,}5 \cdot t_У \cdot j_{З\,MAX} + \sqrt{2 S_Ю \cdot j_{З\,MAX}}, \quad (3.3)$$

где $t_У$ – время, характеризующее увеличение замедления от нуля до максимального

значения, сек;

$S_{ЮО}$ – длина следа юза шин на покрытии дороги, м.

Время ($t_У$) , характеризующее увеличение замедления автомобиля на соответствующем покрытии дороги, определяется из приложения 2.

Остановочный путь ($S_О$) определяется по формуле:

$$S_О = V\left(t_Р + t_{ПР} + \frac{t_У}{2}\right) + \frac{V^2}{2\,j_{З\,МАХ}} = V\left(t_Р + t_{ПР} + \frac{t_У}{2}\right) + \frac{V^2 \cdot K_Э}{2\,\varphi_Л \cdot g}, \quad (3.4)$$

где $t_Р$ – время реакции водителя ($t_Р$ = 0,5 - 0,8 с);

$t_{ПР}$ – время срабатывания тормозного привода ($t_{ПР}$ = 0,1 - 0,3 с).

Время движения автомобиля до наезда ($t_Н$) определяют по формуле:

$$t_Н = t_Р + t_{ПР} + 0{,}5\,t_У + \frac{V - V_Н}{j_{З\,МАХ}} = t_{СУМ} + \frac{V - V_Н}{j_{З\,МАХ}} \quad (3.5)$$

При экспертных расчетах скорость движения пешехода обычно считают постоянной ($V_П = const$), а шириной полосы его движения пренебрегают. При этих допущениях время движения пешехода по проезжей части определяется выражением:

$$t_П = \frac{S_П}{V_П}, \quad (3.6)$$

где $S_П$ – путь, пройденный пешеходом от тротуара до места наезда, м;

$V_П$ – скорость движения пешехода, м/с.

Условия своевременности торможения автомобиля можно записать следующим образом:

$$t_Н \geq t_П \quad (3.7)$$

Если это условие не выполнено и время t_H меньше времени $t_П$, то водитель действовал с запозданием и автомобиль успел переместиться из положения I_A в положение II_A (рисунок 1). Чтобы установить, мог ли водитель избежать наезда на пешехода, если бы не допустил этого запаздывания, а действовал своевременно, расчеты продолжают, определяя промежуток времени, просроченный водителем

$$t_{ЗАП} = t_{П} - t_{Н} \quad (3.8)$$

За этот промежуток времени автомобиль, двигаясь с начальной скоростью V, перемещается на расстояние

$$S_{ЗАП} = V \cdot t_{ЗАП} \quad (3.9)$$

Согласно рисунку 1 расстояние S между передней частью автомобиля и пешеходом в момент начала движения последнего по проезжей части равно

$$S = S_O + S_{ЗАП} - S_H - l, \quad (3.10)$$

где l – расстояние от места удара до передней части автомобиля, м.

Если в результате расчетов получится, что расстояние S больше остановочного пути S_O, то водитель мог, применив экстренное торможение, остановить автомобиль до линии следования пешехода. При $S \leq S_O$ водитель не имел возможности предотвратить наезд путем торможения, т.к. пешеход начал движение на слишком малом расстоянии перед автомобилем или двигался с большой скоростью. Проведение дорожно-транспортной экспертизы при наезде на неподвижное препятствие или столкновение с автомобилем аналогично разобранному выше.

Исходные данные (по заданию преподавателя) и результаты проведенной студентом дорожно-транспортной экспертизы заносятся в таблицу 2.

По полученной информации и расчетным данным о ДТП эксперт-автотехник делает заключение (произвольная форма). В данной работе студенту предлагается заключение автотехнической экспертизы сделать самостоятельно.

Форма письменного заключения состоит из трех частей: вводной части; исследовательской и выводов.

В вводной части указывают наименование экспертизы, наименование органа, назначившего экспертизу. Сообщают сведения об эксперте, даты поступления материалов на экспертизу, перечисляют обстоятельства дела, имеющие значение для дачи заключения. Приводят исходные данные, перечисляют используемые справочно-нормативные документы. В конце вводной части приводят вопросы, поставленные на разрешение.

В исследовательской части заключения описывают процесс исследования и его результаты, а также научное объяснение установленных фактов. Приводят результаты следственных действий, имеющих значение для выводов.

Выводы излагают в виде ответов на поставленные вопросы в той последовательности, в которой вопросы приведены в вводной части. На каждый из поставленных вопросов должен быть дан ответ по существу.

Приложение 1

Определение коэффициента сцепления ($\varphi_Л$)

Дорога	Поверхность	
	сухая	мокрая
6. С асфальтобетонным или цементно-бетонным покрытием	0,7 - 0,8 0,6 - 0,7	0,35 - 0,45 0,3 - 0,4

7. С щебеночным покрытием	0,5 - 0,6	0,2 - 0,4
8. Грунтовая		
9. Обледенелая	0,1 - 0,2	
10. Покрытая снегом	0,2 - 0,3	

Приложение 2

Определение времени, характеризующего увеличение замедления от нуля до максимального значения (t_y)

Наименование автотранспорта	t_y , с
6. Легковые автомобили	0,05 - 0,2
7. Грузовые автомобили и автобусы с гидравлическим приводом тормозов	0,05 - 0,4
8. Грузовые автомобили с пневматическим приводом тормозов грузоподъемностью до 4500 кг	0,15 - 1,2
9. Грузовые автомобили с пневматическим приводом тормозов грузоподъемностью свыше 4500 кг	0,2 - 1,5 0,2 - 1,3
10. Автобусы с пневматическим приводом тормозов	

Практическая работа № 4

Спасательные и аварийно-восстановительные работы при дорожно-транспортных происшествиях

Задание

1. Научиться оказывать первую доврачебную помощь с использованием медицинских (аптечка) и других средств.

2. Ознакомиться и изучить порядок сообщения о ДТП и проведения спасательных работ с использованием технических средств.

3. Ознакомиться с порядком ликвидации последствий ДТП.

4. Ознакомиться и изучить порядок организации аварийно-восстановительных работ на проезжей части.

Общие сведения и методика выполнения работы

Одной из основных проблем современности стало обеспечение безопасности движения транспортных средств на дорогах. Особенность ДТП состоит в том, чтобы в первый час совершенной аварии нужно оперативно провести спасательные работы, оказать первую доврачебную помощь пострадавшим. Это обусловлено тем, что кровопотеря у человека в течение первого часа бывает столь велика и сильна, что даже блестяще проведенная спасательно-техническая операция оказывается бесполезной.

Для организации дальнейшего безопасного движения транспортных средств на дорогах проводятся мероприятия по ликвидации последствий ДТП и аварийно-восстановительные работы.

В связи с этим требуется:

1. Провести спасательные работы с применением технических средств и оказанием первой доврачебной помощи с применением набора медицинских средств. При этом учитывается характер повреждения транспортных средств и полученных травм пострадавшими при ДТП.

Первая медицинская помощь оказывается на месте происшествия, а ее вид определяется характером повреждений, состоянием пострадавшего и конкретной обстановкой в зоне аварии.

Описание проводимых операций и набор технических средств (Приложение 1), а также характер травм, полученных пострадавшими,

применение медицинских средств (Приложение 2) и оказанная помощь отражаются в отчете о работе (таблица 4.1).

2. Организовать порядок сообщения о ДТП с необходимыми данными (отразить в отчете о работе, таблица 4.2).

3. Организовать порядок ликвидации последствий ДТП, используя при этом технические средства (грузоподъемные, транспорт и др.).

Результаты отражаются в отчете о работе, таблица 4.3.

4. Организовать аварийно-восстановительные работы на проезжей части, используя при этом исходные данные и технические средства (Приложение 3). Для этих целей разрабатываются специальные меры безопасности: проверяется возможность пропуска транспортных потоков; намечаются возможные объездные маршруты; разрабатывается система оповещения и информации участников движения об объездном маршруте. Для более оперативной работы по восстановлению дорожных покрытий, отдельных элементов обустройства и сооружений на дороге (знаки ограждения и т.д.) проводят обследование аварийного участка.

Результаты обследования участка дороги (по заданию преподавателя), а также применяемые материалы и технические средства отражаются в отчете о работе. Дать схему участка ДТП, движения на объездном участке и установки необходимых знаков.

Приложение 1

Примерный комплект технических средств

№ п/п	Наименование оборудования	Характеристика
1	2	3

1.	Растяжки гидравлические	4 т и 10 т
2.	Цилиндры гидравлические	3 т и 8 т
3.	Портативный генератор	Переменно-постоянный ток, вес 23 кг
4.	Сварочный генератор	Переменно-постоянный ток, вес 92 кг
5.	Двигатель общего назначения	Максимально-крутящий момент 2,4 кг м / 2500 об/мин, вес 31 кг
6.	Компрессор	Давление до 10 МПа
7.	Электромолоток МЭУ-125	-
8.	Болгарка	230 мм; 8500 об/мин
9.	Электродрель МЭС-300Э-6 с насадками	-
10.	Электроножницы	-
11.	Ножницы механические (универсальные)	-
12.	Набор ключей	-
13.	Набор головок	-

Приложение 2

Состав автомобильной аптечки первой помощи

(Утвержден Минздравом РФ, согласован с МВД в августе 1996 г.)

1. Обезболивающие, противовоспалительные и противошоковые средства при травме (ушибы, переломы, вывихи), ранениях, шоке:

1.1. Анальгин 0,5 № 10 (или аналог), аспирин 0,5 № 10……..…. по 1 уп.

1.2. Портативный гипотермический (охлаждающий) пакет-контейнер…….. 1 шт.

1.3. Раствор сульфацила натрия …….. 1 фл.

2. Средства для остановки кровотечения, обработки и перевязки ран:

2.1. Жгут для остановки артериального кровотечения с дозированной компрессией (сдавливанием) ……..…….. 1 шт.

2.2. Бинт стерильный 10 × 5 см ……..…. 1 шт.

2.3. Бинт нестерильный 10 × 5 см ……..…. 1 шт.

2.4. Бинт нестерильный 5 × 5 см ……. 1 шт.

2.5. Атравматическая повязка МАГ с диоксином или нитратом серебра 8 × 10 см для перевязки ран ……. 1 шт.

2.6. Лейкопластырь бактерицидный 2,5×7,2 или 2×5 см…… 8 шт.

2.7. Салфетки стерильные для остановки капиллярного и венозного кровотечения “Колтекс ГЕМ” с фурагином 6×10 см, 10×18 см …….. 3 шт.
или Статин (порошок) 1,0 г ……. 3 уп.

2.8. Раствор йода спиртовой 5% или бриллиантовой зелени 1% …… 1 фл.

2.9. Лейкопластырь 1×500 или 1×250 см …… 1 шт.

2.10. Бинт эластичный трубчатый медицинский нестерильный № 1, 3, 6 ……..….по 1 шт.

3. Средства при болях в сердце

3.1. Нитроглицерин таб. № 40 или капс. № 20 (тринитролонг) …… 1 уп.

3.2. Валидол таб. или капс. ……..……..…… 1 уп.

4. Средства для сердечно-легочной реанимации при клинической смерти

4.1. Устройство для сердечно-легочной реанимации при клинической смерти “Устройство-рот-устройство” ……..……. 1 шт.

5. Средства при обмороке (коллапсе)

5.1. Аммиака раствор (нашатырный спирт) …….. 1 фл.

6. Средства для дезинтоксикации при отравлениях пищей и т.д.

6.1. Энтеродез …… 2 уп.

или уголь активированный в табл. № 10 ……. 1 уп.

7. Средства при стрессовых реакциях

7.1. Корвалол ……. 1 фл.

8. Ножницы тупоконечные …… 1 шт.

Не допускается произвольная замена указанных в перечне лекарственных средств и изделий медицинского назначения.

Не применяйте средства с поврежденной маркировкой и просроченным временем использования.

При использовании любого средства аптечку срочно дополнить.

Приложение 3

Примерный набор машимн и механизмов

№ п/п	Наименование механизмов	Количество
1	2	3
1.	Каток	1
2.	Бульдозер	1
3.	Экскаватор ЭО-3322	1
4.	Камаз бортовой 5320	2
5.	Автомобильный кран	1
6.	Камаз-самосвал	2
7.	Грейдер	1
8.	Экскаватор (на базе ЮМЗ)	1

Практическая работа № 5

Проверка буксировочных устройств и приспособлений для транспортировки аварийных транспортных средств

Задание

1. Ознакомиться с методикой определения годности канатов и цепи.
2. Ознакомиться с работой приборов (микрометра, штангенциркуля) и научиться пользоваться ими.
3. Провести проверку надежности сцепного устройства и жесткой сцепки.
4. Провести проверку состояния каната и цепи, произвести расчет.

Методика выполнения работы

1. Проверить внешним осмотром состояние сцепного устройства и жесткой сцепки. Результаты осмотра занести в таблицу.
2. Проверить состояние гибкой сцепки, состоящей из каната и коушей. Выбрать наихудшие места гибкой сцепки (каната) и измерить его элементы (диаметр каната и проволочек) штангенциркулем и микрометром. Выявить наличие оборванных проволочек в канате в выбранном наихудшем месте (на шаге свивки каната) и сравнить их количество с допустимыми нормативными значениями (Приложение 1).

Замерить диаметр каната в местах, подверженных коррозии и износу. Сравнить с допустимыми значениями. Допустимый износ и коррозия должны составлять не более 7% по сравнению с номинальным диаметром каната (Приложение 1) гибкой сцепки. Результаты занести в таблицу. Произвести осмотр крепления концов каната к коушу (Приложение 2).

Произвести расчет гибкой сцепки на прочность с учетом схемы ее установки (рисунок 1) по формуле:

$$F_0 \geq S \cdot Z_P , \qquad (1)$$

где F_0 – разрывное усилие каната в целом, Н;

S – наибольшее натяжение ветви каната. Н;

Z_P – минимальный коэффициент запаса прочности каната.

1 – буксирующее транспортное средство; 2, 4 – элементы сцепного устройства; 3 – ветви каната гибкой сцепки; 5 – буксируемое транспортное средство

Рисунок 1 – Схема крепления

Расчет наибольшего натяжения ветви каната определяется выражением:

$$S = \frac{10 \cdot Q_П}{n \cdot \cos \alpha}, \quad (2)$$

где $Q_П$ – полная масса буксируемого транспортного средства, Н;

α – угол между ветвями каната;

n – количество ветвей каната.

Полученные данные расчета занести в таблицу 6.3.

3. Проверить состояние жесткой сцепки внешним осмотром и занести результаты осмотра в таблицу.

4. Проверить состояние страховочной цепи и измерить ее параметры.

Измерить длину выбранного звена цепи, т.е. увеличенную длину звена цепи, в соответствии с рисунком (рисунок 2) штангенциркулем. Результаты занести в таблицу.

L_0 – первоначальная длина звена цепи, мм; L_1 – увеличенная длина звена, мм

Рисунок 2 – Удлинение звена цепи

Произвести замер диаметра звена цепи в соответствии с рисунком (рисунок 3) микрометром. Результаты занести в таблицу 4.

d_0 – первоначальный диаметр, мм; d_1, d_2 – фактические диаметры сечения звена цепи, измеренные во взаимно перпендикулярных направлениях, мм.

Рисунок 3 – Уменьшение диаметра сечения звена цепи

Полученные результаты сравнить с допустимыми значениями по формулам:

$$L_1 \leq L_0 + 3\% \qquad \text{и} \qquad \frac{d_1 + d_2}{2} \geq 0{,}9\ d_0$$

Цепное устройство подлежит браковке при удлинении звена цепи более 3% первоначального размера и при уменьшении диаметра сечения звена цепи вследствие износа более 10%.

Приложение 1

Нормы браковки канатов

I. Браковка канатов, находящихся в эксплуатации, должна проводиться согласно инструкции по эксплуатации грузовых машин, составленной с учетом требований ИСО 4309.

Для оценки безопасности использования канатов используют следующие критерии:

1. Характер и число обрывов проволок (рис. 1 - 3), в том числе наличие обрывов проволок у концевых заделок, наличие мест сосредоточения обрывов проволок, интенсивность возрастания числа обрывов проволок (Таблица № 1).
2. Разрыв пряди.
3. Поверхностный и внутренний износ.
4. Поверхностная и внутренняя коррозия.
5. Местное уменьшение диаметра каната, включая разрыв сердечника.
6. Уменьшение площади поперечного сечения проволок каната (потери внутреннего сечения).
7. Деформация в виде: а) волнистости; б) корзинообразности; в) выдавливания проволок и прядей; г) раздавливания прядей; д) заломов; е) перегибов.... и т.д.
8. Повреждения в результате температурного воздействия или электрического дугового разряда.

Таблица 1 – Число обрывов проволочек, при наличии которых канаты двойной свивки, работающие со стальными и чугунными блоками, отбраковываются

Число несущих проволочек в наружных прядях, n	Типовые примеры конструкций канатов	Группа классификации (режима) механизма							
		М 1, М 2, М 3 и М 4				М 5, М 6, М 7 и М 8			
		крестовая свивка		односторонняя свивка		крестовая свивка		односторонняя свивка	
		на участке длиной							
		6 d	30 d	6 d	30 d	6 d	30 d	6 d	30 d
$n \leq 50$	6×7 (1+6)+1×7(1+6) 6 × 7 + 1 о.с.	2	4	1	2	4	8	2	4
$51 \leq n \leq 75$	8 × 6 (0 + 6) + 9 о.с.	3	6	2	3	6	12	3	6
		4	8	2	4	8	16	4	8
$75 \leq n \leq 100$		5	10	2	5	10	19	5	10
$101 \leq n \leq 120$	6×19 (1+9+9) +1 о.с. 6×19(1+9+9)+7×7(1+6) 6×25(1+6;6+12)+1	6	11	3	6	11	22	6	11

	о.с								
121 ≤ *n* ≤ 140	6×25(1+6;6+12)+7×7(1+6)	6 6	13 13	3 3	6 6	13 13	26 26	6 6	13 13
	6×19(1+6+6/6)+7×7(1+6)*								
141 ≤ *n* ≤ 160	6×19(1+6+6/6)+1 о.с.*								
161 ≤ *n* ≤ 180	8×16(0+5+11)+9 о.с.								
	18×7(1+6)+1 о.с.								
	8×19(1+6+6/6)+1о.с.*								
	и т.д.								

Примечание:

1. *n* – число несущих проволок в наружных прядях каната; d – диаметр каната, мм.
2. Проволоки заполнения не считаются несущими, поэтому не подлежат учету. В канатах со стальным сердечником последний рассматривается как внутренняя прядь и не учитывается.
3. Расчет числа видимых обрывов для канатов прядевой конструкции определяется по приведенным формулам. При этом полученное значение округляется до целого в большую сторону.
4. Для канатов с неодинаковыми диаметрами внешних проволок в наружных прядях класс конструкции в таблице понижен и отмечен звездочкой.

II. При уменьшении диаметра каната в результате поверхностного износа или коррозии на 7% и более по сравнению с номинальным диаметром канат бракуется даже при отсутствии видимых обрывов проволок.

При уменьшении диаметра каната в результате повреждения сердечника - внутреннего износа, обмятия, разрыва и т.п. (на 3% от номинального диаметра каната у некрутящихся канатов и на 10% у остальных канатов) канат бракуется даже при отсутствии видимых обрывов проволок.

При наличии у каната поверхностного износа или коррозии проволок число обрывов как признак браковки должно быть уменьшено в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 - Нормы браковки каната в зависимости от поверхности износа и коррозии

Уменьшение диаметра проволок в результате поверхностного износа и коррозии, %	Число обрывов проволок на шаге свивки; % от норм, указанных в таблице 1
10	85
15	75
20	70
25	60
30 и более	50
на 40% и более	бракуется

Определение износа или коррозии проволок по диаметру производится с помощью микрометра.

III. Волнистость каната характеризуется шагом и направлением ее спирали. При совпадении направлений спирали волнистости и свивки каната и равенстве шагов спирали волнистости $H_в$ и свивки каната $H_к$ канат бракуется при $d_в \geq 1{,}08\ d_к$ ($d_в$ - диаметр спирали волнистости, $d_к$ - диаметр каната номинальный). При несовпадении направлений спирали волнистости и свивки каната и неравенстве шагов спирали волнистости и свивки каната или

совпадении одного из параметров канат бракуется при $d \geq 4/3\ d_к$ (длина отрезка каната не должна быть больше $25\ d_к$) (рисунок 1).

IY. Канаты не должны допускаться к работе при обнаружении: корзинообразной деформации; выдавливания сердечника; выдавливания или расслоения прядей; местного уменьшения диаметра каната; местного увеличения диаметра каната; раздавленных участков; перекручиваний, заломов; перегибов; повреждений в результате температурных воздействий или электрического дугового разряда.

Приложение 2

КАНАТЫ

(должны иметь сертификат) (ГОСТ 3241, ГОСТ 18899 или ИСО 2408)

1. Петля на конце каната при креплении его, сопряжении с кольцами, крюками и другими деталями, должны быть выполнены с применением: коуша с заплеткой свободного конца каната или установкой зажимов; стальной кованной, штампованной, литой втулки с закреплением клином; путем заливки легкоплавким сплавом или другим способом в соответствии с нормативной документацией. Применение сварных втулок не допускается (кроме крепления конца каната во втулке электротали). Корпуса, втулки и клинья не должны иметь острых кромок, чтобы не перетирался канат.

2. Число проколов каната каждой прядью при заплетке должно соответствовать указанному:

Диаметр каната, мм	Минимальное число проколов каждой прядью
до 15	4
от 15 до 28	5
от 28 до 60	6

Последний прокол каждой прядью должен производиться половинным числом ее проволок (половины сечения пряди).

Допускается последний прокол делать половинным числом прядей каната.

Количество зажимов определяется проектированием, но должно быть не менее трех. Шаг расположения зажимов и длина свободного конца каната за последним зажимом должны быть не менее шести диаметров каната. Скобы зажима устанавливаются на свободном конце каната. Установка зажимов горячим (кузнечным) способом не разрешается.

Рисунок 1 – Волнистость каната

Практическая работа № 6

Исследование участков дороги и их влияние на безопасный проезд автомобиля

Задание

1. Изучить методику по выполнению данной работы.

2. Определить шероховатость поверхности дорожного покрытия и сравнить с нормативными значениями.

3. Определить коэффициент происшествий на участке дороги.

4. Определить коэффициент безопасности и коэффициент относительной аварийности в соответствии с исходными данными к работе.

5. Определить коэффициент аварийности.

6. Произвести расчет и определить эквивалентный радиус заданного участка дороги.

7. Провести анализ участка дороги и его влияние на безопасный проезд автомобиля.

Методика выполнения работы

Автомобильные дороги должны удовлетворять потребностям хозяйства и населения страны в перевозках пассажиров и грузов и обеспечить безопасность движения автомобилей. Автомобильные дороги делят на пять категорий, имеющих соответствующую пропускную способность, основание и покрытие для обеспечения движения по ним транспортных средств с различной осевой нагрузкой, имеют полосы движения с определенной шириной, ограниченные продольные уклоны и радиусы поворотов и ряд других параметров дороги, влияющих на безопасность движения транспортных средств.

Для повышения безопасности дорожного движения и снижения высокой вероятности возникновения дорожно-транспортных происшествий надо систематически проводить анализ сопоставимых дорожных условий, используя при этом систему показателей (отраженных ниже) с последующей разработкой мероприятий и принятием мер по ликвидации причин дорожно-транспортных происшествий. С этой целью и проводится данная работа.

В связи с этим требуется:

1. определить шероховатость поверхности дорожных покрытий, используя при этом образец цементно-бетонного или асфальтобетонного покрытия. Шероховатость выбранного образца измерить методом песчаного пятна. Метод песчаного пятна заключается в распределении на поверхности покрытия (предварительно промытой кистью и высушенной) определенного объема песка (обычно 10…30 см ^{3}) с размером частиц 0,15…0,3 мм. Песок разравнивают

вровень с поверхностью отдельных выступов покрытия, придавая песчаному пятну форму правильного круга. По замеренному диаметру пятна и объему песка вычисляют среднюю глубину шероховатости.

$$h_{CP} = \frac{4V}{\pi D^2} = 1{,}275 \frac{V}{D^2},$$

где V – объем песка, см ^{3}; D – диаметр песчаного пятна, см.

Если вычисленная средняя величина глубины шероховатости на участках дорог с продольными уклонами до 30 ‰ на покрытиях с применением органических вяжущих материалов меньше 0,7 мм, а на цементно-бетонных покрытиях – менее 0,5 мм, то шероховатость характеризуется как неудовлетворительная, 0,7…1,5 и 0,5…0,6 мм – удовлетворительная, 1,5…2,0 и 0,6…0,8 мм – хорошая и более 2,0 и 0,8 – очень хорошая.

На участках дорог с большими уклонами шероховатость нормируют с учетом их величины (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Нормированная средняя глубина шероховатости с учетом уклона

Величина уклона, ‰	Средняя глубина шероховатости, мм
4	3,5
5	6
6	8
7	10
8	12

Результаты исследований шероховатости поверхности занести в таблицу 5.1 (отчет о работе).

2. На выбранном участке макета дороги, с использованием исходных данных (по заданию преподавателя) и метода оценки аварийности определить коэффициент происшествий.

Для длинных и однородных по геометрическим элементам участков коэффициент происшествий (ДТП / 1 млн. авт-км) определяется:

$$И_{ПР} = \frac{10^6 \cdot Z}{365 \cdot L \cdot N}, \qquad (1)$$

где Z – число происшествий в год; N – среднегодовая суточная интенсивность движения в обоих направлениях, авт/сут; L – длина участка дороги, км.

Для коротких участков (мосты, перекрестки и т.д.) коэффициент происшествий измеряется (ДТП / 1 млн. авт.)

$$И_{ПР} = \frac{10^6 \cdot Z}{365 \cdot N}, \qquad (2)$$

Коэффициенты, определяемые по этим формулам, используются для обработки статистических данных об аварийности выбранных участков.

3. Определить коэффициент безопасности на выбранном участке дороги, используя исходные данные по формуле:

$$К_Б = \frac{V_{MAX,\,УЧ}}{V_{MAX,\,Н}} \qquad (3)$$

где $V_{MAX,\,УЧ}$ – максимальная скорость движения на участке, км/ч; $V_{MAX,\,Н}$ – максимальная скорость при въезде на участок, км/ч.

Результаты занести в таблицу 5.2 и по полученным данным построить график (Приложение 1).

Определить коэффициент относительной аварийности, используя исходные и табличные данные, по формуле:

$$И_А = 0{,}1 + 0{,}001\ К \qquad (4)$$

где $К$ – число конфликтных ситуаций на 1 млн. авт-км.

Оно определяется выражением

$$К = К' \cdot 10^6 / (N_r h) \qquad (5)$$

где $К'$ - число конфликтных ситуаций, приведенных к критической; N_r – часовая интенсивность движения, авт/ч; h – длина участка дороги, км.

Число конфликтных ситуаций, приведенных к критической, определяется по формуле:

$$К' = 0{,}44\ К_1 + 0{,}83\ К_2 + К_3 \qquad (6)$$

где K_1 – легкие конфликтные ситуации;

K_2 – средние конфликтные ситуации;

K_3 – критические конфликтные ситуации.

Величина K_1, K_2, K_3 определяется заданием преподавателя.

По полученным данным оценивают участки по опасности движения, исходя из значений, отраженных в Приложении 2.

При разработке проектов реконструкции и капитального ремонта дорог следует проектировать участки с числом конфликтных ситуаций более 310.

Результаты расчетов занести в отчет о работе.

4. Определить коэффициент аварийности, который представляет собой произведение частных коэффициентов, учитывающих влияние отдельных элементов плана и профиля (значения этих коэффициентов берутся из Приложения 3) по формуле:

$$K_{AB} = \sum_{i=1}^{n} \cdot K_i \qquad (7)$$

где K_i – частные коэффициенты.

Результаты расчетов занести в отчет о работе.

5. Произвести расчет и определить эквивалентный радиус заданного участка дороги по формуле:

$$R_{ЭКВ} = \frac{\varphi_{КР} \pm i_{КР}}{\varphi_{ПР} + i_{ПР}} \cdot R_{КР} \qquad (8)$$

где φ - коэффициент поперечной силы, принимаемый равным коэффициенту поперечного сцепления (используются данные Приложения 4); i – поперечный уклон в десятичных дробях; $R_{КР}$ – радиус кривой, м.

Индекс “кр” относится к рассматриваемой кривой, а индекс “пр” – к характеристике проезжей части на прилегающем участке. Радиус кривой ($R_{КР}$) определяют методом хорды (рисунок 1)

АС – хорда; ВД – расстояние от середины хорды до края дороги;

1 – проезжая часть; 2 – осевая линия

Рисунок 1 – Схема определения радиуса кривой дороги

Измеряют расстояние на макете участка дороги *АС*. Находят середину (точку *Д*) *АС* и определяют длину *а* (расстояние *АД*). Затем измеряют высоту *в* (расстояние *ВД*) от этой точки до кромки проезжей части.

Радиус закругления подсчитывают по формуле:

$$R_{КР} = \frac{а^2 + в^2}{2в} \qquad (9)$$

Полученные значения занести в отчет о работе и сравнить с нормированными данными (Приложение 5).

6. По полученным данным сделать анализ участка дороги и влияние полученных значений на безопасный проезд автомобиля.

Приложение 1

скорость движения одиночного автомобиля, км/ч	120 100 80 60	

	40 20	
коэффициент безопасности, $К_Б$	1,0 0,8 0,6 0,4 0,2	

Приложение 2

Наименование	Характеристика участка			
	неопасный	малоопасный	опасный	очень опасный
Число конфликтных ситуаций на 1 млн. авт-км	менее 210	210-310	310-460	более 460

Приложение 3

Интенсивность движения, тыс. авт./сут	3	5	7	9	11	13	15	20
$К_1$ для дорог:								
двухполосных	0,75	1,0	1,30	1,70	1,80	1,5	1,0	0,6
трехполосных	0,65	0,75	0,9	0,96	1,25	1,5	1,3	1,0

Интенсивность движения, тыс. авт./сут	10	15	18	20	25	28	30
$К_1$ (четыре полосы и более).	1,0	1,1	1,3	1,7	2,2	2,8	3,4

Ширина проезжей части, м	6	7	7,5	9	10,5	14-15	14
K_2 для обочин:							
укрепленных	1,35	1,05	1,00	0,8	0,7	0,6	0,5
неукрепленных	2,5	1,75	1,5	1,0	0,9	0,8	0,7

Ширина обочин, м	0,5	1,5	2,0	3,0	4,0
K_3 для дорог:					
двухполосных	2,2	1,4	1,2	1,0	0,8
трехполосных	1,37	0,73	0,65	0,49	0,35

Продольный уклон, ‰	20	30	50	70	80	
K_4	1,0	1,25	2,5	2,8	3,0	
Радиус кривых в плане, м	100	150	200-300	400-600	1000-2000	> 2000
K_5	5,4	4,0	2,25	1,6	1,25	1,0

Видимость, м	50	100	150	200	250	350	400	500
K_6 в плане	3,6	3,0	2,7	2,25	2,0	1,45	1,2	1,0
K_6 в профиле	5,0	4,0	3,4	2,5	2,4	2,0	1,4	1,0

Ширина проезжей части мостов по отношению к проезжей части дороги	Меньше на 1 м	Равна	Шире на 1 м	Шире на 2 м	Равна ширине земляного полотна
K_7	6,0	3,0	2,0	1,5	1,0

Длина прямых участков, км	3,0	5	10	15	20	25
K_8	1,0	1,1	1,4	1,6	1,9	2,0

Тип пересечения	В разных уровнях	Кольцевые пересечения	В одном уровне при интенсивности движения на пересекаемой дороге, % от суммарной на двух дорогах:		
			10	10-20	> 20

K_9	0,35	0,70	1,5	3,0	4,0
Пересечение в одном уровне, интенсивность движения по основной дороге, авт./сут . . . . . . K_{10}	1600-3500 2,0		3500-5000 3,0	5000-7000 и более 4,0	

Приложение 4

Коэффициент сцепления (СНиП 11-Д.5-72 и 2.05.02-85)

Условия Движения	Характеристика участков дорог	Коэффициент сцепления шин автомобилей с поверхностью покрытий при скорости 60 км/ч, не менее
Легкие	Участки прямые или кривые с радиусами 1000 м и более, горизонтальные или с продольными уклонами не более 30 ‰, с элементами поперечного профиля, соответствующими нормам таблицы 30, и с укрепленными обочинами, без пересечений в одном уровне, при уровне загрузки не свыше 0,3	0,45
Затрудненные	Участки на кривых в плане с радиусами 250…1000 м, на спусках и подъемах с уклонами 30…60 ‰, участки в зонах сужений проезжей части (при реконструкции), а также участки дорог, отнесенные к легким условиям движения, при уровнях загрузки в пределах 0,3…0,5	0,50…0,45
Опасные	Участки с видимостью менее расчетной, подъемы и спуски с уклонами, превышающими расчетные, зоны пересечений и примыканий в одном уровне, а также участки, отнесенные к легким и затрудненным условиям, при уровнях загрузки свыше 0,5	0,60

Приложение 5

Предельные допустимые нормы плана и продольного профиля автомобильных дорог

Расчетная скорость, км/ч	Наибольшие продольные уклона,‰	Наименьшее расстояние видимости, м		Наименьшие радиусы кривых, м				
				в плане		в продольном профиле		
		Для остановки	Для встречного автомобиля	основные	в горной местности	выпуклых	Вогнутых	
							основные	в горной местности
150	30	300	-	1200	1000	30000	8000	4000
120	40	250	450	800	600	15000	5000	2500
100	50	200	350	600	400	10000	3000	1500
80	60	150	250	300	250	5000	2000	1000
60	70	85	170	150	125	2500	1500	600
50	80	75	130	100	100	1500	1200	400
40	90	55	110	60	60	1000	1000	300
30	100	45	90	30	30	600	600	200

Примечание. Наименьшее расстояние видимости для остановки должно обеспечивать

видимость любых предметов, имеющих высоту 0,2 м и более, находящихся на середине полосы движения, с высоты глаз водителя автомобиля 1,2 м от поверхности проезжей части

Практическая работа № 7

Планирование, учет и отчетность по безопасности дорожного движения

Задание

1. Составить журнал учета ДТП и журнал учета нарушений Правил дорожного движения водителями.

2. Разработать план мероприятий по обеспечению безопасности движения.

3. Составить личную карточку водителя по учету нарушений Правил дорожного движения и ДТП.

4. Составить донесения в вышестоящие организации о ДТП.

5. Составить акт служебного расследования ДТП.

6. Составить журнал регистрации замечаний и предложений в работе по обеспечению безопасности движения.

Методика выполнения работы

1. Составить журнал учета ДТП и журнал учета нарушений Правил дорожного движения, используя исходные данные. В журнале учета ДТП (таблицы № 1 и 2) заполняются сведения по всем ДТП, совершенным при участии водителя данной организации.

2. Разработать план мероприятий по обеспечению безопасности движения (таблица № 3). Заполнить личную карточку водителя и отразить в таблице 1, 2, 3 и4 закрепление за ним автомобиля, прохождение медосвидетельствования, наличие дорожно-транспортных происшествий и нарушений правил дорожного движения.

3. В разделах № 5 (таблицы 1, 2), № 6, № 7 оформить порядок сообщения о ДТП с легкой степенью тяжести получения травм и с особо тяжкими последствиями, регистрацию замечаний и предложений в работе по предупреждению ДТП, произвести служебное расследование ДТП и составление соответствующего акта.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

КАФЕДРА ЭКОНОМИКИ И МЕНЕДЖМЕНТА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКОНОМИКА ОТРАСЛИ»

для студентов очной и заочной формам обучения
по направлению подготовки
23.03.01 «Технология транспортных процессов»

г. Рязань 2024 год

Методические указания для проведения практических занятий по дисциплине «Экономика отрасли» для студентов очной и заочной формам обучения по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Разработчик – заведующий кафедрой экономики и менеджмента, кандидат экономических наук, доцент _____ А.Б. Мартынушкин

рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «20» марта 2024 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой экономики и менеджмента _____ А.Б. Мартынушкин

СОДЕРЖАНИЕ

Тема 1.1. Автотранспорт как отрасль материального производства

Тема 1.2. Элементы экономической теории автомобильного транспорта

Тема 2.1. Основные производственные фонды автомобильного транспорта

Тема 2.2. Оборотные фонды автотранспортного предприятия

Тема 2.3. Трудовые ресурсы и оплата труда в автомобильном транспорте

Тема 3.1. Издержки и себестоимость перевозок на автомобильном транспорте

Тема 3.2. Формирование доходов на автомобильном транспорте

Тема 4.1. Развитие и реформирование автотранспортного предприятия

Тема 4.2. Основы внутрифирменного планирования на АТП

Тема 4.3. Управление перевозками на автомобильном транспорте

ТЕМА 1.1. АВТОТРАНСПОРТ КАК ОТРАСЛЬ МАТЕРИАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

1. Предметом экономики автомобильного транспорта являются:

а) формирование и структура распределения трудовых, материальных и финансовых ресурсов при производстве автотранспортных услуг;

б) экономические отношения, законы и закономерности функционирования и развития производства автотранспортных услуг;

в) сектор экономики, в котором предприятия и предприниматели автомобильного транспорта продают свои услуги потребителям;

г) производственные силы в их взаимодействии с производственными решениями при производстве автотранспортных услуг.

2. Экономика автомобильного транспорта представляет собой:

а) совокупность знаний и опыта, позволяющих реализовать специфику экономических законов в автотранспортной отрасли;

б) совокупность знаний, позволяющих сформулировать стратегию развития автотранспортной отрасли и рынка автотранспортных услуг на основе анализа конъюнктуры, спроса и предложения;

в) совокупность знаний и опыта, позволяющих найти экономически обоснованные решения проблем отраслевого характера;

г) совокупность данных, позволяющих найти оптимальный уровень концентрации и специализации производства автотранспортных услуг с учетом развития рыночных отношений.

3. К основным задачам изучения курса «Экономика автомобильного транспорта» относят:

а) обоснование масштабов и методов государственного регулирования автотранспортной отрасли;

б) выбор и реализация методов экономии ресурсов при экономически эффективной доставке грузов и пассажиров;

в) исследование закономерностей и принципов развития производительных сил при перевозке грузов и пассажиров;

г) изучение процесса координации и взаимной увязки всех показателей, отражающих экономическую эффективность автотранспортной отрасли.

4. Что из ниже перечисленного не является особенностью транспорта как отрасли материального производства:

а) при производстве транспортных услуг не используется сырье, а в затратах на производство транспортных услуг велика доля заработной платы;

б); транспортная услуга существенно отличается от других видов продукции;

в) труд работников транспортных предприятий не является производительным, при этом его результаты воплощены в вещественной форме;

г) производство транспортных услуг сильно зависит от внешней среды.

5. К свойствам продукции транспорта (транспортных услуг) относят:

а) неодинаковость;

б) непостоянство;

в) непоследовательность;

г) неравномерность в пространстве.

6. Контроль за грузами в пути следования относят к:

а) транспортным операциям;

б) экспедиционным операциям;

в) координационным операциям;

г) сопутствующим операциям.

7. Под транспортным комплексом следует понимать:

а) совокупность транспортных средств, путей сообщения, оборудования для перемещения грузов и для обеспечения развития дорожной инфраструктуры;

б) систему видов транспорта, имеющую определенную структуру, отвечающую целям государственного регулирования и удовлетворения реальных потребностей (в услугах транспорта) страны, где потенциал

каждого элемента оценивается через провозные возможности и экономический вклад в развитие страны;

в) совокупность эффективно взаимодействующих путей сообщения и транспортных средств, обеспечивающих погрузочно-разгрузочные работы, перевозку людей и грузов с использованием современных технологий в целях наилучшего удовлетворения спроса населения и грузовладельцев на транспортные услуги;

г) организационное единство процесса транспортного обслуживания как форму технологического и экономического объединения субъектов хозяйствования различных видов транспорта и инфраструктурных предприятий с целью обеспечения потребностей экономики в доставке грузов и пассажиров.

8. Понятие транспортная система отражает необходимость:

а) процесса координации и взаимной увязки всех элементов системы;

б) сопоставления частных и обобщающих экономических показателей системы;

в) адаптации системы к воздействиям внутрипроизводственной среды;

г) управления техническими элементами системы.

9. Дорожные условия характеризуются –

а) прочностью и ровностью дорожного покрытия, продольным профилем дороги (предельными величинами уклонов и подъемов);

б) состоянием дорожного покрытия в различное время года, интенсивностью движения;

в) всеми вышеперечисленными факторами.

10. Для рациональной организации погрузочно-разгрузочных работ необходимо:

а) правильно рассчитать производительность погрузочно-разгрузочных машин или механизмов;

б) определить необходимое число рабочих и механизмов, занятых на погрузочно-разгрузочных или складских работах;

в) согласовать работу погрузочно-разгрузочных механизмов с задействованными автотранспортными средствами;

г) произвести все вышеперечисленное.

11. Под динамичностью автомобиля понимают его способность:

а) изменять направление движения изменением положения управляемых колес;

б) перевозить грузы и пассажиров с максимально возможной средней скоростью при заданных дорожных условиях;

в) работать в тяжелых дорожных условиях.

12. Транспортные условия характеризуются

а) объемом перевозок и их партионностью (размером партии), видом груза;

б) расстоянием перевозки, условиями погрузки-разгрузки;

в) особенностями вида и организации перевозок;

г) всеми вышеперечисленными факторами.

13. Подвижной состав служит для …

а) выполнения транспортных (перевозка грузов, пассажиров и специального оборудования);

б) выполнения нетранспортных работ (производство различных операций);

в) выполнения транспортных (перевозка грузов, пассажиров и специального оборудования) и нетранспортных работ (производство различных операций).

14. В состав погрузочно-разгрузочных пунктов входят

а) подъездные пути и площадки для маневрирования; складские помещения; средства механизации ПРР;

б) складские помещения; весовые устройства; средства механизации ПРР; средства оперативной связи;

в) подъездные пути и площадки для маневрирования; складские помещения; весовые устройства; служебные и бытовые помещения; средства механизации ПРР; средства оперативной связи.

15. Условия эксплуатации подвижного состава - это особенности осуществления перевозок, определяемые различными сочетаниями:

а) перевозочных, технических и климатических факторов;

б) транспортных, дорожных и климатических факторов;

в) транспортных, дорожных и экономических факторов.

16. Эксплуатационные свойства автомобиля характеризуют -

а) возможность его эффективного использования в определенных условиях;

б) возможность его эффективного использования в определенных условиях и позволяют оценить, в какой мере конструкция автомобиля соответствует требованиям эксплуатации;

в) свойства автомобиля, обусловливающих его пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с его назначением.

ТЕМА 1.2. ЭЛЕМЕНТЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Задание 1

Дано: Функция спроса $Q_d = 2700 - 5P$;

Функция предложения $Q_s = 2P - 800$;

Найти:

1) Равновесную цену P_e и равновесный выпуск Q_e

2) Избыточный спрос при $P = 420$

3) Избыточное предложение при $P = 520$

Задание 2

Дано: на рынке три группы покупателей, спрос каждой из которых описывается соответствующей функцией:

1) $P = 6 - 0.25Q$

2) $P = 9 - 0.5Q$

3) $P = 2 - 0.1Q$

Рыночное предложение товаров задано функцией $Q = 6P + 14$. Правительство вводит потоварный налог в размере $T = 2$

Найти: как изменяется количество и равновесная цена продаваемых товаров?

Задание 3

Дано: Функция спроса $Q_d = 56 - 8P$;

Функция предложения $Q_s = 6P$;

Найти:

1) Равновесную цену P_e и равновесный выпуск Q_e

2) Излишек потребителя (CS)

3) Излишек производителя (PS)

Задание 4

Дано: Функция спроса $Q_d = 540 - 5P$;

Функция предложения $Q_s = 7P - 60$;

Государство устанавливает «потолок цены» $P_{потолок} = 45$

Государство устанавливает «цену поддержки» $P_{поддержка} = 53$

Найти:

1) Равновесную цену P_e и равновесный выпуск Q_e

2) Размер дефицита после введения «потолка цены»

3) Размер избытка после введения «цены поддержки»

4) Дополнительные бюджетные расходы на выкуп государством избытка товаров

Задание 5

Дано:

функция спроса машин $Q_d = 360 – 8*P$

величина предложения машин $(Q_s) = 2*p – 40$.

государство устанавливает "потолок цены": $P_{потолок} = 35$

функция предложения машин в долгосрочном периоде $Q_s = 12*P – 200$

Найти:

1) дефицит машин в краткосрочном и долгосрочном периодах;

2) при какой цене рынок будет сбалансирован в долгосрочном периоде.

Задание 6

Дано:

функция спроса $Q_d = 5100 – 2*P$

функция предложения $Q_s = 12*P – 500$

величина спроса сократилась на 1100

государство вводит "цену поддержки": $P_{поддержка} = 360$

Найти:

1) старые и новые равновесные цены и равновесные выпуски;

2) избыток при P = 380;

3) дополнительные бюджетные расходы государства на выкуп избытка.

Задание 7

Дано:

Функция спроса $Q_d = 2100 - 4P$;

Функция предложения $Q_s = 3P - 700$

Найти:

1) Равновесную цену P_e и равновесный выпуск Q_e

2) Избыточный спрос при $P = 360$

3) Избыточное предложение при $P = 430$

Задание 8

Дано: функция спроса $Q_d = 400 – 30*P$

Функция предложения $Q_s = 20*P - 500$

Найти:

1) при какой цене избыточное предложение будет равно величине спроса и при какой цене избыточный спрос будет равен величине предложения?

2) излишки потребителя (CS) и излишки производителя (PS).

Задание 9

Дано:

функция спроса на компьютеры в стране *X*: $Q_d = 80 - 5P$

функция предложения на компьютеры в стране *X*: $Q_s = 40 + 15P$

функция спроса на компьютеры в стране *Y*: $Q_d = 80 - 20P$

функция предложения на компьютеры в стране *Y*: $Q_s = 20 + 30P$

Найти:

1) Равновесную цену в стране *X*

2) Равновесную цену в стране *Y*

3) Какая страна будет экспортировать, а какая – импортировать товары

4) Равновесный выпуск в случае общего рынка двух стран

5) Общий доход (выручку) в случае общего рынка двух стран

Задание 10

Дано: Таблица спроса:

P	24	20	16	12	8
Q_d	15	18	23	30	49
Точки	A	B	c	Б	E

Найти:

Коэффициенты ценовой дуговой эластичности спроса на отрезках AB, BC, CD и DE.

Задание 11

Дано:

функция спроса $Q_d = 400 - 5P$;

функция предложения $Q_s = 7P - 380$

Найти: Значения коэффициентов точечной эластичности спроса и предложения в точке равновесия.

Задание 12

Дано: функция спроса товара X: $Q_d^X = 15P_X - 30P_Y + 0{,}1M$

Цена товара $X \rightarrow P_X = 10$

Цена товара $Y \rightarrow P_Y = 5$

M (доход)=1400

Найти:

Значение точечных коэффициентов ценовой эластичности спроса на товар X; перекрестной эластичности спроса на товар X по цене товара Y; эластичности спроса на товар X по доходу.

Задание 13

Дано:

Цена товара выросла на 5%, а доход потребителя товара вырос на 9%.

Эластичность спроса по цене равна - 0,20;

Эластичность спроса по доходу равна 0,35.

Найти:

Изменение количества потребляемого товара.

Задание 14

Дано:

Известны следующие данные, отражающие макроэкономическое состояние некой страны за определенный год (в млрд. ден. ед.):

- ✓ трансфертные платежи – 4,5;
- ✓ валовые внутренние инвестиции – 17,4;
- ✓ косвенные налоги на бизнес – 6,5;
- ✓ личные подоходные налоги – 2,8;
- ✓ чистый экспорт – 1,7;
- ✓ нераспределенная прибыль корпораций – 2,2;
- ✓ амортизация – 8,2;
- ✓ личные потребительские расходы – 80,4;
- ✓ налоги на прибыль корпораций – 1,9;
- ✓ взносы на социальное страхование – 0,4;
- ✓ государственные закупки товаров и услуг – 9,2.

Найти:

1) ВВП; 2) личный располагаемый доход, 3) величину частных сбережений; 4) величину изменения запаса капитала в экономике

Задание 15

Дано:

Экономика описана следующими показателями:

- ✓ потребительские расходы (C) = 2450;
- ✓ инвестиции (I) = 550;

- ✓ государственные расходы (G) = 970;
- ✓ государственные трансферты (TR) = 120;
- ✓ выплата процентов по государственному долгу (N) = 240;
- ✓ налоги (T) = 860.

Найти: 1) частные сбережения (S^p); 2) государственные сбережения (S^g); 3) стоимость дополнительных государственных облигаций (ΔB) и дополнительного количества денег (ΔM), выпущенных для покрытия дефицита госбюджета (BD), если известно, что дефицит на 64% финансируется выпуском облигаций.

Задание 16

Дано: Функция потребления домашних хозяйств: $C = 80 + 0{,}65y^v$. Ставка подоходного налога равна 25% и общий доход домашних хозяйств равен 400 ед.

Найти: Объем сбережений.

ТЕМА 2.1. ОСНОВНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ФОНДЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Задача 1

Определить коэффициенты обновления, износа, годности, прироста и выбытия основных фондов автотранспортного предприятия. Основные фонды на начало года $ОФ_{нг}$ = 15 млн. руб.; основные фонды, вновь поступившие, $ОФ_{в}$ = 0,75 млн. руб.; основные фонды, выбывшие за год, $ОФ_{выб}$ = 0,62 млн. руб.; износ основных фондов за год И = 3,1 млн. руб.

Методические указания

Показатели, характеризующие состав и структуру основных производственных фондов:

- коэффициент обновления (%) $К_{об} = ОФ_{в} \cdot 100 / (ОФ_{к} – И)$,

где $ОФ_к$ – стоимость основных производственных фондов на конец года, руб.;

- коэффициент износа (%) $К_и$, определяется отношением износа основных фондов к стоимости основных фондов на конец года $ОФ_к$;

- коэффициент годности (%) $К_г = 100 – К_и$;

- коэффициент выбытия (%) $К_в = ОФ_{выб} • 100 / ОФ_{нг}$;

- коэффициент прироста (%) $К_{пр} = (ОФ_в – ОФ_{выб}) • 100 / ОФ_к$.

Задача 2

Определить показатели, характеризующие состав и структуру основных производственных фондов. Основные фонды на начало года – 1400 млн. руб. Основные фонды, вновь поступившие, – 230 млн. руб. Основные фонды, выбывшие за год, – 130 млн. руб. Износ основных фондов за год – 360 млн. руб.

Задача 3

Определить коэффициенты обновления, выбытия и прироста основных производственных фондов автотранспортного предприятия. Стоимость основных производственных фондов на начало года – 15 млн. руб. В течение года было введено – 5,4 млн. руб., списано с баланса предприятия – 2,7 млн. руб., износ – 3,2 млн. руб.

Задача 4

Определить стоимость вводимых и выбывающих основных производственных фондов АТП, коэффициенты прироста и выбытия. Стоимость основных производственных фондов на начало года – 2 млн. руб.; прирост основных производственных фондов – 0,2 млн. руб.; коэффициент обновления – 0,35, износ – 0,2 млн. руб.

Задача 5

Определить среднегодовую стоимость основных фондов. На 1 января было 800 млн. руб. основных фондов; 1 мая поступило 100 млн. руб.; 5 сентября поступило 60 млн. руб.; 1 июня выбыло 80 млн. руб.; 17 августа выбыло 50 млн. руб.

Методические указания

Среднегодовая стоимость основных фондов определяется по формуле:

$$ОФ = ОФ_{нг} + \frac{\sum ОФ_{в_i} \cdot К_i}{12} - \frac{\sum ОФ_{выб_i} \cdot (12 - К_i)}{12},$$

где $К$ – количество полных месяцев функционирования основных фондов в течение года.

Задача 6

Определить среднегодовую стоимость основных фондов. На 1 января было 100 млн. руб.; 10 сентября поступило 80 млн. руб.; 25 сентября выбыло 50 млн. руб.; 4 октября поступило 70 млн. руб.; 5 октября выбыло 30 млн. руб.; 15 октября поступило 16 млн. руб.

Задача 7

Определить первоначальную и остаточную стоимости подвижного состава. Стоимость подвижного состава автотранспортного предприятия – 50 млн. руб. Расходы по доставке подвижного состава – 2,5 млн. руб. За три года начислена сумма амортизации на восстановление 200 тыс. руб.

Методические указания

Основные фонды оцениваются по первоначальной стоимости, представляющей собой затраты на приобретение, включая стоимость доставки и монтажа; по остаточной стоимости, представляющей собой первоначальную стоимость за вычетом стоимости износа.

Задача 8

Определить первоначальную и остаточную стоимости оборудования. Оптовая цена приобретенного оборудования – 270 тыс. руб. Расходы по доставке оборудования – 9 тыс. руб. Расходы по монтажу оборудования – 3 тыс. руб. Стоимость износа оборудования – 115 тыс. руб.

Задача 9

Определить первоначальную и остаточную стоимости основных производственных фондов автотранспортного предприятия. Стоимость строительства автотранспортного предприятия – 24 млн. руб. Оптовая цена подвижного состава – 50 млн. руб. Оптовая цена приобретенного оборудования и инструмента – 15 млн. руб. Расходы по доставке и монтажу – 3 млн. руб. За период эксплуатации износ основных фондов составил 15 млн. руб.

Задача 10

Определить показатели эффективности использования основных фондов автотранспортного предприятия. Балансовая прибыль АТП за год – 1917 тыс. руб. Среднегодовая стоимость основных производственных фондов – 5644 тыс. руб. Годовая сумма доходов – 9632 тыс. руб. Среднесписочная численность работающих – 188 чел.

Методические указания

Показатели, характеризующие эффективность использования основных фондов:

- фондоотдача, определяется отношением доходов к среднегодовой стоимости основных производственных фондов;

- фондоемкость, обратный показатель фондоотдачи;

- фондовооруженность, определяется отношением среднегодовой стоимости основных производственных фондов к численности работников;

- рентабельность основных фондов, определяется отношением прибыли предприятия к стоимости основных производственных фондов.

Задача 11

Определить норму амортизации на восстановление по автомобилю ГАЗ-3307. Первоначальная стоимость $С_н$ = 650 тыс. руб. Нормативный срок службы Т = 7 лет.

Методические указания

В основе построения норм амортизации по подвижному составу заложена восстановительная стоимость в размере 90 % и остаточная стоимость $С_о$ =10 %.

Норма амортизации по подвижному составу на восстановление:

$$Н_а = (С_н – С_о) • 100 / (С_н • Т).$$

Задача 12

Определить рентабельность использования основных производственных фондов. Общая сумма прибыли авторемонтного предприятия – 24 млн. руб. Среднегодовая стоимость основных производственных фондов – 420 млн. руб.

Задача 13

Определить коэффициенты интенсивного и экстенсивного использования подвижного состава, коэффициент интегральной загрузки. Плановая продолжительность работы автомобиля КамАЗ-55111 – 9,6 ч, фактическая – 10,8 ч. Плановая выработка автомобиля – 200 т-км, фактическая – 230 т-км.

Методические указания

Коэффициент экстенсивного использования основных фондов представляет собой отношение фактически отработанного времени в часах к плановому.

Коэффициент интенсивного использования основных фондов определяют отношением фактически выполненной работы за 1 ч к плановой.

Коэффициент интегральной загрузки определяется умножением коэффициентов интенсивного и экстенсивного использования основных производственных фондов.

Задача 14

Определить норму и сумму годовых амортизационных отчислений. Первоначальная стоимость станка – 40 тыс. руб., срок его полезного использования 5 – лет. АТП применяет линейный способ начисления амортизации.

Методические указания

При линейном способе годовая сумма амортизации определяется по первоначальной стоимости объекта основных средств и принятой норме амортизации, исчисленной исходя из срока полезного использования этого объекта.

Задача 15

Определить процент и сумму амортизационных отчислений по годам использования оборудования. При начислении амортизации АТП применяет способ списания стоимости по сумме чисел лет срока полезного использования. Первоначальная стоимость оборудования – 225 тыс. руб., срок его полезного использования – 10 лет.

Методические указания

При способе списания стоимости по сумме чисел лет срока полезного использования годовая сумма амортизационных отчислений определяется исходя из первоначальной стоимости объекта и годового соотношения, где в числителе – число лет, остающихся до конца срока службы объекта, а в знаменателе – сумма чисел лет срока службы объекта.

Задача 16

Определить ежемесячную норму и сумму амортизационных отчислений, применяя линейный способ начисления амортизации. АТП приобрело стенд по ремонту головок блоков цилиндров стоимостью 15 тыс. руб. Срок службы стенда – 10 лет.

ТЕМА 2.2. ОБОРОТНЫЕ ФОНДЫ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Задача 1

Определить расход топлива на эксплуатацию автомобилей КамАЗ-5320. Общий пробег автомобилей КамАЗ-5320 – 15 тыс. км, транспортная работа – 29 тыс. т-км.

Методические указания

Норма расхода топлива на эксплуатацию для грузовых автомобилей складывается из расхода топлива на пробег и транспортную работу. Норма расхода топлива на пробег для КамАЗа-5320 – 25 л/100 км. Норма расхода топлива на транспортную работу - 1,3 л/100 т-км.

Задача 2

Определить расход топлива на эксплуатацию автомобилей КамАЗ-55111. Общий пробег – 10,3 тыс. км; количество ездок – 740.

Методические указания

Расход топлива на эксплуатацию для автомобилей-самосвалов складывается из расхода топлива на пробег и на каждую ездку с грузом. Норма расхода топлива на ездку – 0,25 л. Норма расхода топлива на пробег – 37 л/100 км.

Задача 3

Определить расход топлива на эксплуатацию автобуса ЛиАЗ-52567, работающего в черте города с частыми остановками. Время пребывания в наряде – 11,6 ч; средняя эксплуатационная скорость – 20 км/ч.

Методические указания

При работе автобусов, требующих частых технологических остановок, связанных с посадкой-высадкой пассажиров, расход топлива на пробег увеличивается на 10 %. Норма расхода топлива на пробег - 37,4 л/100 км.

Задача 4

Определить годовую потребность грузового АТП в топливе. Списочное количество $A_{сп}$ автомобилей ЗИЛ-130 – 93 ед. Среднесуточный пробег автомобиля $l_{сс}$ = 175 км. Коэффициент выпуска автомобилей на линию $\alpha_в$ = 0,7. Среднесуточный объем перевозок парка автомобилей $Q_{сут}$ = 2550 т. Длина груженой ездки $l_{ге}$ = 17 км.

Методические указания

Рассчитываются автомобиле-дни в эксплуатации $АД_э = 365 \cdot A_{сп} \cdot \alpha_в$. Определяется общий пробег парка автомобилей $L_{общ} = l_{сс} \cdot АД_э$. Рассчитывается общий объем перевозок парка автомобилей за год: $Q_{общ} = Q_{сут} \cdot АД_э$. Определяется грузооборот парка автомобилей за год: $P_{общ} = Q_{общ} \cdot l_{ге}$. Норма расхода топлива на пробег ЗИЛ-130 – 31л/100км. Норма расхода топлива на транспортную работу – 2 л/100 ткм. Надбавка к расходу топлива в зимнее время – 12 %. Продолжительность зимнего периода – 5,5 месяцев. Расход топлива на внутригаражные нужды увеличивается на 0,5 %.

Задача 5

Используя данные таблицы, определить годовой расход смазочных материалов на эксплуатацию грузового АТП.

Марка автомобиля	Норма расхода топлива, л/100 км	Транспортная работа, тыс. ткм	Пробег автомобилей, тыс. км	Норма расхода масел и смазок, л (кг)			
				моторные	трансмиссионные	специальные масла и жидкости	пластичные

ЗИЛ-131	41	19800	7590	2,2	0,3	0,1	0,2
КамАЗ-4310	31	23760	9208	2,8	0,4	0,15	0,35

Методические указания

Расход *i*-го вида смазочных материалов определяется по элементам *отдельно по маркам подвижного состава:* $P_i = \frac{H_i \cdot P_{общ}}{100}$, где H_i – норма расхода моторного масла, л на 100 л общего расхода топлива.

Задача 6

Используя данные автомобильных шинах.

Марка автомобиля	Общий пробег автомобилей, км	Марка шины	Нормативный пробег шин, тыс. км	Количество колес, шт.
ЗИЛ-4331	2327431	260-508	88	10
КамАЗ-53212	1428759	320R-508	93	10

Методические указания

Потребность в автомобильных шинах: $K_ш = n_к \bullet L_{общ} / L_{норм}$, где $n_к$ – количество колес на один автомобиль, ед.; $L_{общ}$ – общий пробег автомобилей, км; $L_{норм}$ – норма эксплуатационного ресурса шин, тыс. км.

Задача 7

Используя данные таблицы, определить расход запасных частей для выполнения текущего ремонта в АТП.

Марка автомобиля	Пробег автомобилей, км	Норма расхода запасных частей и агрегатов на 1000 км пробега, ед.				
		ДВС	КПП	ПМ	ЗМ	РМ
ЗИЛ-130	1152900	0,0007	0,0005	0,0005	0,0005	0,0003
ЗИЛ- 431510	1595944	0,0008	0,0006	0,0008	0,0006	0,0004

Методические указания

Расход запасных частей и агрегатов *i*-й системы автомобиля [двигатель внутреннего сгорания (ДВС), коробка перемены передач (КПП), задний мост (ЗМ), передний мост (ПМ), рулевой механизм (РМ)] определяется:

$P_{зч_i} = \frac{H_{зч_i} \cdot L_{общ}}{1000}$, где $H_{зч_i}$ – норма расхода запасных частей и агрегатов *i*-й системы на 1000 км пробега, ед./1000 км; $L_{общ}$ – общий пробег автомобилей, км.

Задача 8

Используя данные таблицы, определить потребность АТП в материалах для выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей ЗИЛ-130. Годовой пробег составляет 8530 тыс. км.

Вид обслуживания	Норматив расхода ремонтных материалов на 1000 км пробега, л (кг)							
	Смазочные материалы, л (кг)				Обтирочные материалы	Амортизационная жидкость	Серная кислота	Спирт этиловый
	Моторное масло	трансмиссионное масло	специальные смазки	пластичные смазки				
ЕО	0,6	0,07	0,02	-	0,004	-	-	-
ТО-1	0,52	0,06	0,02	0,372	0,022	0,004	-	-
ТО-2	5,21	0,66	0,22	0,186	0,09	0,003	0,015	0,0000
ТР	1,12	0,14	0,05	0,062	0,033	0,004	0,135	0,0000

Задача 9

По данным таблицы определить показатели эффективности использования оборотных средств и относительное высвобождение оборотных средств.

Показатели	Предшествующий период	Отчетный период	Отчетный период к предшествующему, %
Валовые доходы от всех видов деятельности, тыс. руб.	7482	7976	106,6
Среднегодовая стоимость нормируемых оборотных средств, тыс. руб.	326,5	328,2	100,5

Методические указания

Показатели эффективности использования оборотных средств АТП:

- число оборотов определяется отношением годовой суммы доходов АТП к среднегодовой стоимости оборотных средств;

- продолжительность одного оборота определяется отношением календарного числа дней в году (360) к числу оборотов.

Если темп увеличения оборотных средств ниже темпа увеличения доходов, это указывает на относительное высвобождение оборотных средств: $\Delta Ф_{об} = \frac{Д_{отч}}{n_{об_б}} - Ф_{об_{отч}}$, где $Д_{отч}$ – валовые доходы отчетного периода, руб.; $n_{об_б}$ – число оборотов в предшествующем периоде; $Ф_{об_{отч}}$ – среднегодовая стоимость оборотных средств, руб.

Задача 10

Определить относительное высвобождение оборотных средств АТП, если среднегодовая стоимость нормируемых оборотных средств в отчетном периоде 220 тыс. руб., в предшествующем – 200 тыс. руб.; валовые доходы от эксплуатации в отчетном периоде – 4945 тыс. руб., в предшествующем – 4300 тыс. руб.

Задача 11

Определить, на сколько сократится потребность в оборотных средствах АТП, если число их оборотов увеличится на 2. Среднегодовая стоимость оборотных средств предприятия – 315,4 тыс. руб., а валовые доходы от всех видов деятельности – 4738 тыс. руб.

Задача 12

Определить, на сколько сокращается потребность в оборотных средствах АТП в результате сокращения продолжительности одного оборота на 4 дня, если известно, что среднегодовая стоимость оборотных средств 192,2 тыс. руб.; валовые доходы от всех видов деятельности составляют 4560 тыс. руб.

ТЕМА 2.3. ТРУДОВЫЕ РЕСУРСЫ И ОПЛАТА ТРУДА В АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Задача 1

Определить численность персонала СТО при годовой производственной программе основных работ 168 тыс. чел. ч. Трудоемкость вспомогательных работ составляет 20 % от основных. Фонд рабочего времени рабочих – 1770 ч. Численность руководителей и специалистов принять в размере 10 % от численности ремонтных и вспомогательных рабочих, служащих – 5 % от численности ремонтных и вспомогательных рабочих, младшего обслуживающего персонала и пожарно-сторожевой службы – 2 % от численности ремонтных и вспомогательных рабочих.

Методические указания

Численность ремонтных и вспомогательных рабочих определяется делением производственной программы на фонд рабочего времени.

Общая численность персонала определяется суммированием всех категорий персонала.

Задача 2

Определить численность производственного персонала агрегатного участка АТП. Годовая производственная программа основных работ – 25000 чел. - ч. Трудоемкость вспомогательных работ составляет 20 % от основных. Фонд рабочего времени рабочих – 1870 ч. Коэффициент, учитывающий численность руководителей, специалистов и служащих, включаемых условно в состав бригады $К_{рсс}$ – 1,1.

Методические указания

Численность производственного персонала определяется так:

$$N = (N_{рр} + N_{всп}) \bullet К_{рсс}.$$

Задача 3

Определить процент выполнения нормы выработки, если за смену слесарь обработал 20 деталей (при норме 15).

Задача 4

Определить фонд рабочего времени ремонтного рабочего АТП за год. $Д_к$ – дни календарные (365 дней); $Д_п$ – праздничные дни (11 дней); $Д_{вых}$ – выходные дни (52 дня); $Д_{от}$ – дни отпуска (28 дней); $Д_б$ – дни невыхода на работу по болезни, составляют 2 % от дней календарных; $Д_{го}$ – дни выполнения общественных и государственных обязанностей, составляют 0,25 % от дней календарных; $Т_{см}$ – продолжительность рабочей смены (8 часов); $Д_{пп}$ – предпраздничные дни; $Д_{пвых}$ – предвыходные дни; $Д_{пот}$ – дни отпуска, совпадающие с предвыходными и предпраздничными днями (2); $t_{сокр}$ – время, на которое сокращен рабочий день в предпраздничные и предвыходные дни (1 ч).

Методические указания

Годовой плановый фонд рабочего времени (ч):

$$ФРВ = (Д_к - Д_п - Д_{вых} - Д_{от} - Д_б - Д_{го}) \cdot Т_{см} - (Д_{пп} + Д_{пвых} + Д_{пот}) \cdot t_{сокр}.$$

Задача 5

Определить численность ремонтных рабочих. Бригада ремонтных рабочих произвела за год технические обслуживания и текущие ремонты подвижного состава в объеме 18900 ч, выполнив норму на 116 %. Фонд рабочего времени ремонтного рабочего составляет 1960 ч.

Задача 6

Определить численность водителей АТП. На балансе АТП 93 ед. подвижного состава; коэффициент выпуска автомобилей на линию – 0,7; средняя продолжительность нахождения в наряде – 8 ч, плановый фонд рабочего времени водителя (ФРВ) – 1850 ч.

Методические указания

Численность водителей: $N_в = \dfrac{АЧ_э + АЧ_{п-з}}{ФРВ}$, где $АЧ_э$ – автомобиле-часы в эксплуатации; $АЧ_{п-з}$ – подготовительно-заключительное время, составляет 0,043 ч на 1 ч работы автомобиля.

Задача 7

Определить рост производительности труда при оказании отдельных услуг и в целом по всем услугам, предоставляемым АТП двумя методами, если в плановом периоде объем производства услуги А составляет $Д_{плА}$ = 800 тыс. руб., услуги Б – $Д_{плБ}$ = 200 тыс. руб., услуги В - $Д_{плВ}$ = 100тыс. руб.; численность работающих при оказании услуги А равна $Ч_{плА}$ = 40 человек, услуги Б – $Ч_{плБ}$ = 20 человек, услуги В – $Ч_{плВ}$ = 80 человек. В отчетном периоде $Д_{отчА}$ = 880 тыс. руб.; $Д_{отчБ}$ = 360тыс. руб.; $Д_{отчВ}$ = 150тыс. руб.; $Ч_{отчА}$ = 40 человек; $Ч_{отчБ}$ = 30человек; $Ч_{отчВ}$ = 125человек.

Методические указания

Первый метод.

Определяется производительность труда планового и отчетного периодов ($ПТ_{пл}$ и $ПТ_{отч}$) как отношение объема производства услуги к численности работников. Изменение производительности:

$$i = \frac{ПТ_{отч}}{ПТ_{пл}} \cdot 100 - 100 .$$

Второй метод предусматривает сопоставление темпов роста объема производства ($t_рД = Д_{отч} / Д_{пл}$) и численности работающих ($t_рЧ = Ч_{отч} / Ч_{пл}$).

Производительность труда повышается при условии, если темпы роста объема производства опережают темпы роста численности, т. е. $t_рД > t_рЧ$.

Задача 8

Определить производительность труда по отдельным услугам и в целом по всем услугам, предоставляемым СТО, а также отклонение производительности труда при оказании услуг от средней производительности, если цена услуги А составляет $Ц_А$ = 50 руб., услуги Б – $Ц_Б$ = 80руб., услуги В – $Ц_В$ = 150 руб. Объем услуг А – $Q_А$ = 50 ед., услуг Б – $Q_Б$ = 150 ед., услуг В – $Q_В$ = 350ед. Численность работающих составляет 60 человек, из которых в выполнении услуги А участвует 5 %, услуги Б – 15 %.

Методические указания

Производительность – это отношение стоимости выполненных услуг к численности работающих: ПТ = Д / Ч.

По отдельной услуге Д = Ц • Q, где Ц – цена; Q – количество услуг.

По всем услугам, предоставляемым СТО, $Д = \sum_{i=1}^{к} Ц_i \cdot Q_i$, где $к$ – количество номенклатурных позиций; i = 1, 2, 3, ... ,$к$.

Задача 9

Определить темпы роста производительности труда по отдельным услугам и в целом по всем услугам, предоставляемым СТО, если трудоемкость услуги А в плановом периоде $T_{плА}$ = 15 мин, услуги Б – $T_{плБ}$ = 20 мин, услуги В – $T_{плВ}$ = 30 мин; объем услуг $А$ – $Q_А$= 200 ед., услуг Б – $Q_Б$ = 250 ед., услуг В – $Q_В$ = 300 ед. В отчетном периоде $T_{отчА}$ = 12мин; $T_{отчБ}$ = 15мин; $T_{отчВ}$ = 25мин.

Методические указания

Изменение производительности труда по отдельным услугам определяется как отношение плановой трудоемкости услуги $T_{пл}$ к фактическим затратам времени на производство одной услуги $T_{отч}$.

Темпы роста производительности труда по всем услугам, предоставляемым СТО, определяются как отношение суммарных затрат планового времени на весь объем оказываемых услуг (по всем номенклатурным позициям) к фактическим затратам времени:

$$t_р ПТ = \left[\sum_{i=1}^{к} \left(T_{пл_i} \cdot Q_{пл_i} \right) / \sum_{i=1}^{к} \left(T_{отч_i} \cdot Q_{пл_i} \right) \cdot 100 \right].$$

Задача 10

Определить коэффициент использования рабочего времени одного рабочего в течение смены, если время сверхплановых простоев $t_{сп}$ = 30 мин; номинальное время работы $t_н$ = 540 мин; время плановых простоев $t_{пл}$ = 60 мин.

Методические указания

Коэффициент использования рабочего времени одного рабочего рассчитывается по формуле

$$K_{ирв} = 1 - \frac{t_{сп}}{t_{н} - t_{пл}}.$$

Задача 11

Определить изменение плановой численности рабочих СТО за счет сокращения сверхплановых простоев, если в плановом периоде каждый рабочий должен был отработать в течение года 230 дней ($Д_{пл}$). В результате сокращения числа заболеваемости и невыходов с разрешения администрации количество отработанных дней в году составило $Д_{ф}$ = 235 дней. Численность производственного персонала $Ч_{пп}$ = 500 человек; доля рабочих $a_{раб}$ = 0,8.

Методические указания

Изменение численности рабочих вследствие проведения организационно-технических мероприятий по сокращению сверхплановых простоев определяется по следующей формуле:

$$\pm Ч_{раб} = \left(\frac{Д_{пл}}{Д_{ф}} - 1 \right) \cdot \alpha_{раб} \cdot Ч_{пп}.$$

Задача 12

Определить общую численность работников АТП на плановый период, если численность работающих в базисном периоде $N_{баз}$ составила 450 чел.; рост объемов оказанных услуг $P_{р}$ составил 11,1 %, а рост производительности труда $P_{пт}$ – 7,1 %.

Методические указания

Численность работающих на плановый период определяется:

$$N_{пл} = N_{баз} \cdot \frac{P_{р} + 100}{P_{пт} + 100}.$$

Задача 13

Определить изменение производительности труда одного работника. В отчетном году объем транспортной работы в денежном выражении $\sum Д_{отч}$ составил 260 тыс. руб. Среднесписочная численность производственного персонала АТП $N_{отч}$ = 120 чел. В планируемом году объем транспортной работы $\sum Д_{пл}$ составит 280 тыс. руб., а численность ΔN сократится на 10 чел.

Методические указания

Производительность труда одного работника в отчетном году: $ПТ_{отч} = \frac{\sum Д_{отч}}{N_{отч}}$; производительность труда одного работника в плановом году: $ПТ_{пл} = \frac{\sum Д_{пл}}{N_{отч} - \Delta N}$; изменение производительности труда: $ПТ$ = ($ПТ_{пл}$ / $ПТ_{отч}$) • 100 – 100.

Задача 14

Определить производственную мощность механообрабатывающего цеха двумя методами, если производительность станка $ПР$ = 4 детали в час. Годовой фонд времени единицы оборудования при односменном режиме $Ф$ = 1800 ч; режим работы цеха $К$ = 2 смены; количество установленного оборудования n = 12 ед.; станкоемкость детали S = 15 мин.

Методические указания

Первый метод.

Годовой выпуск продукции одного станка $Q = ПР • Ф • К$.

Производственная мощность производственного подразделения АТП $ПМ = Q • n$.

Второй метод.

Годовой эффективный фонд времени парка установленного оборудования (мин) $Ф_{эф} = Ф • К • n • 60$. Производственная мощность $ПМ = Ф_{эф} / S$.

Задача 15

Определить процент дополнительной заработной платы ремонтного рабочего, работающего по 6-дневной рабочей неделе.

Методические указания

Процент дополнительной заработной платы (%):

$$В_{доп} = \frac{Д_{от}}{Д_к - Д_{вых} - Д_п - Д_{от}} \cdot 100 + 1{,}0$$

Задача 16

Определить общий фонд заработной платы ремонтных рабочих за год. Бригада ремонтных рабочих выполнила за год работы по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей в объеме 23620 ч. За это время автомобили проработали 3000 автомобиле-дней. Средняя часовая тарифная ставка – 12 руб. Сумма премий бригаде за обеспечение выполнения дневных заданий – 25 руб. за 1 автомобиле-день работы. Размер дополнительной заработной платы – 11,7% от основной.

Задача 17

Определить среднемесячную заработную плату ремонтного рабочего, если годовой фонд заработной платы, начисленный бригаде из 10 рабочих, составляет 421606 руб.

Задача 18

Определить заработную плату токаря за июль. Токарю АТП установлена часовая ставка заработной платы 25 руб./ч. В июле работник отработал 184 часа (23 рабочих дня по 8 ч).

Методические указания

При простой повременной системе оплаты труда организация оплачивает работникам фактически отработанное время.

Если работнику установлена часовая ставка, то заработная плата начисляется за то количество часов, которое он фактически отработал в конкретном месяце.

Задача 19

Определить заработную плату слесаря за март. Слесарю АТП установлена дневная ставка заработной платы 300 руб./дн. В марте слесарь отработал 20 дней.

Методические указания

Если работнику установлена дневная ставка, то заработная плата начисляется за то количество дней, которое он фактически отработал в конкретном месяце.

Задача 20

Определить заработную плату мастера за январь. Мастеру агрегатного участка установлен месячный оклад в размере 6000 руб. В январе из 20 рабочих дней мастер проработал 15 дней (5 дней находился в отпуске без сохранения заработной платы).

Методические указания

Работнику может быть установлен месячный оклад. Если все дни в месяце отработаны работником полностью, размер его заработной платы не зависит от количества рабочих часов или дней в конкретном месяце. Оклад начисляется в полном размере. Если работник отработал не весь месяц, то заработная плата начисляется только за те дни, которые фактически отработаны.

Задача 21

Определить заработную плату работника отдела сбыта. Работнику отдела сбыта АТП установлен месячный оклад в размере 5000 руб. Положением о премировании АТП установлено, что работникам отдела

сбыта, добросовестно выполняющим служебные обязанности, выплачивается ежемесячная премия 1000 руб.

Методические указания

Заработная плата при повременно-премиальной оплате труда рассчитывается так же, как и при простой повременной оплате труда.

Сумма премии прибавляется к заработной плате работника и выплачивается вместе с заработной платой.

Задача 22

Определить сдельную расценку и заработную плату токаря за апрель. Часовая ставка токаря АТП – 20 руб./ч. Норма выработки составляет 2 детали за 1 ч. За апрель токарь изготовил 95 деталей.

Методические указания

При простой сдельной оплате труда заработная плата исчисляется исходя из сдельных расценок, установленных в АТП, и количества продукции (работ, услуг), которую изготовил работник. Заработную плату можно рассчитать перемножением сдельной расценки на количество изготовленной продукции.

Сдельная расценка определяется делением часовой (дневной) ставки на часовую (дневную) норму выработки.

Задача 23

Определить сумму заработной платы, начисленной токарю за апрель. Токарю 3-го разряда АТП установлена сдельная оплата труда. Сдельная расценка для токаря 3-го разряда составляет 40 руб. за одно готовое изделие. Согласно Положению о премировании работников АТП, при отсутствии брака работникам основного производства ежемесячно выплачивается премия 600 руб. В апреле токарь изготовил 100 изделий.

Методические указания

Заработная плата при сдельно-премиальной оплате труда рассчитывается так же, как и при простой сдельной системе оплаты труда. Сумма премии прибавляется к заработной плате работника и выплачивается вместе с заработной платой.

Задача 24

Определить заработную плату работника. В АТП установлены следующие сдельные расценки:

Количество продукции, произведенной за месяц	Сдельная расценка
До 110 шт.	45 руб./шт.
Свыше 110 шт.	50 руб./шт.

За апрель работник АТП изготовил 120 изделий.

Методические указания

При сдельно-прогрессивной системе оплаты труда сдельные расценки зависят от количества произведенной продукции за тот или иной период времени (например, месяц). Чем больше работник изготовил продукции, тем больше сдельная расценка.

Задача 25

Определить заработную плату работника за ноябрь. Работнику вспомогательного производства АТП установлена косвенно-сдельная оплата труда. Работник получает 3 % от заработка работников основного производства. В ноябре заработок работников основного производства составил 86000 руб.

Методические указания

При косвенно-сдельной системе оплаты труда заработная плата работников обслуживающих производств устанавливается в процентах от общей суммы заработка работников того производства, которое они обслуживают.

Задача 26

Определить сумму, причитающуюся к выплате слесарям за выполненную работу, сумму, причитающуюся к выплате одному слесарю, сумму, причитающуюся к выплате наладчику. В АТП бригада в составе двух слесарей и одного наладчика осуществила ремонт подъемника за 3 дня (24 ч рабочего времени). Общая стоимость работ – 2 400 руб. Слесари работали по 18 часов, а наладчик – 6 ч.

Методические указания

Аккордная система оплаты труда применяется при оплате труда бригады работников. При этой системе бригаде, состоящей из нескольких человек, дается задание, которое необходимо выполнить в определенные сроки. За выполнение задания бригаде выплачивается денежное вознаграждение.

Сумма вознаграждения делится между работниками бригады исходя из того, сколько времени отработал каждый член бригады.

Задача 27

Определить среднюю часовую тарифную ставку ремонтных рабочих АТП.

Разряд	2	3	4	5
Количество ремонтных рабочих N_i , чел.	10	38	38	15
Часовая тарифная ставка $C_ч$, руб./ч	10	17	21	27

Методические указания

Средняя часовая тарифная ставка ремонтных рабочих:

$$C_{ср.ч} = \frac{\sum C_ч \cdot N_i}{\sum N_i},$$

где $C_ч$ – часовая тарифная ставка ремонтного рабочего в зависимости от разряда, руб.; N_i – число ремонтных рабочих i - го разряда, чел.

Задача 28

Определить заработную плату ремонтного рабочего, оплачиваемого по повременно-премиальной системе. За месяц слесарь отработал 176 ч. Часовая тарифная ставка рабочего – 18 руб./ч. Месячный фонд заработной платы рабочих производственного участка по тарифу за отработанное время $\sum ФЗП_{уч}$ составляет 59,6 тыс. руб. За месяц участку начислена премия $\sum П_{уч}$ за обеспечение выпуска автомобилей на линию 24 тыс. руб.

Методические указания

Размер премии за обеспечение выпуска автомобилей на линию, приходящийся на 1 руб. тарифного заработка рабочих производственного участка: $ЗП^{п}_{уч} = \sum П_{уч} / \sum ФЗП_{уч}$.

Размер премии слесарю $ЗП_{п} = ЗП_{т} \bullet ЗП^{п}_{уч}$, где $ЗП_{т}$ – заработная плата за отработанное время.

Задача 29

Определить сдельные расценки для оплаты труда водителя 3-го класса при работе на автомобиле ЗИЛ-ММЗ-555. Часовая тарифная ставка водителя 3-го класса – 25 руб./ч. Норма времени на погрузку и разгрузку 1т строительного раствора бункером – 0,2 мин.

Методические указания

Расценка за перевозку 1 т груза (руб./т):

$$C_{т} = \frac{C^{3кл}_{ч} \cdot t_{пр}}{60 \cdot q \cdot \gamma},$$

где $C^{3кл}_{ч}$ – часовая тарифная ставка водителя 3-го класса; $t_{пр}$ – норма времени простоя под погрузкой-разгрузкой, приходящаяся на 1 т груза с учетом времени на выполнение подготовительно-заключительных операций, мин.; 60 – коэффициент перевода часов в минуты; q – грузоподъемность транспортного средства, т; γ – коэффициент использования грузоподъемности.

Расценка за 1 т-км транспортной работы (руб./т-км):

$$C_{т-км} = \frac{C_ч^{3кл} \cdot \left(t_{дв} + t_{п-з}\right)}{60 \cdot q \cdot \gamma \cdot V_т \cdot \beta},$$

где $t_{дв}$ – время движения автомобилей, мин, принимается 60 мин, $t_{п-з}$ – подготовительно-заключительное время на 1 ч работы автомобиля на линии, 2,5 мин; $V_т$ – средняя техническая скорость движения, км/ч, для автомобилей грузоподъемностью до 7 т – 25 км/ч, более 7 т – 24 км/ч; β – коэффициент использования пробега, β = 0,5.

Задача 30

Определить заработную плату водителя 3-го класса автомобиля ЗИЛ-130, работавшего на перевозке кирпича. За месяц водитель перевез Q = 600 т груза и выполнил P = 15800 т-км транспортной работы. Норма времени на выполнение погрузочно-разгрузочных операций – 3,7 мин. Часовая тарифная ставка водителя 3-го класса – 25 руб./ч. Районный поясной коэффициент $К_п$ = 1,15.

Методические указания

Заработная плата за перевозку 1 т груза $ЗП_т = Q \bullet C_т$. Заработная плата за выполнение 1т-км транспортной работы $ЗП_{ткм} = P \bullet C_{ткм}$. Заработная плата за выполненную работу $ЗП_{тар} = (ЗП_т + ЗП_{ткм}) \bullet К_п$. Доплаты за первый класс – 25 %.

Задача 31

Требуется определить среднемесячную заработную плату одного работающего АТП по категориям персонала. Годовой фонд заработной платы водителей – 5295 тыс. руб., ремонтных и вспомогательных рабочих – 869 тыс. руб., руководителей и специалистов – 481,7 тыс. руб., служащих – 185,6 тыс. руб. Выплаты из фонда материального поощрения водителям – 639,5 тыс. руб., ремонтным и вспомогательным рабочим – 175,2 тыс. руб., руководителям и специалистам – 100,2 тыс. руб., служащим – 32,2 тыс. руб.

Численность водителей – 89 чел., ремонтных и вспомогательных рабочих – 20 чел., руководителей и специалистов – 9 чел., служащих – 5 чел.

Задача 32

Определить коэффициент опережения темпа роста производительности труда по сравнению с ростом средней заработной платы по АТП за отчетный год, если производительность труда одного работающего в рублях дохода по плану $ПТ_{пл}$ = 7713 руб., по отчету $ПТ_{отч}$ = 7929 руб.; средняя заработная плата одного работающего по плану $ЗП_{пл}$ = 4468 руб., по отчету $ЗП_{отч}$ = 4531 руб.

Методические указания

Индекс по производительности труда $i_{ПТ} = ПТ_{отч} / ПТ_{пл}$, по заработной плате $i_{ЗП} = ЗП_{отч} / ЗП_{пл}$. Коэффициент опережения темпа роста производительности труда по сравнению с темпом роста средней заработной платы одного работающего $К = i_{ПТ} / i_{ЗП}$.

Задача 33

Определить заработную плату ремонтного рабочего, если рабочий в течение месяца отработал 155 ч. Часовая тарифная ставка – 18 руб./ч. За профессиональное мастерство и высокое качество работ рабочему установлена надбавка к тарифной ставке 16 %. Простой не по вине рабочего – 16 ч, в ночное время он отработал 18 ч. Рабочему начислена премия за качественное и своевременное выполнение задания в размере 25 % тарифной ставки за отработанное время.

Методические указания

За работу в ночное время с 22 до 6 ч утра установлена доплата в размере 40 % часовой тарифной ставки. Простой не по вине рабочего оплачивается в размере 50 % часовой тарифной ставки.

Задача 34

Определить заработную плату рабочих бригады за месяц, работающих в условиях бригадного подряда. Оплата труда производится по единому наряду и конечным результатам. В бригаде 11 чел., заработная плата бригады, начисленная по единому наряду и коллективным сдельным расценкам, составляет 58,64 тыс. руб. Остальные исходные данные приведены в таблице.

Рабочие	Тарифный разряд	Часовая тарифная ставка, руб./ч	Отработано за месяц, ч	Коэффициент трудового участия (КТУ)
1	5	21	182	0,9
2	4	18	182	1,1
3	3	15	174	1,15
4	4	18	156	1,3
5	3	15	182	0,98
6	3	15	178	1,25
7	5	21	182	1,05
8	4	18	182	1,13
9	3	15	174	1,2
10	2	12	182	1,18
11	2	12	168	1,3

Методические указания

1. Определяется заработная плата каждого рабочего по часовым тарифным ставкам за отработанное время и общая сумма.

2. Определяется расчетная сумма тарифной заработной платы каждого рабочего с учетом КТУ и общая сумма.

3. Рассчитывается величина сдельного приработка рабочих бригады вычитанием из суммы заработной платы, начисленной по единому наряду и коллективным сдельным расценкам, суммы тарифной заработной платы всех рабочих бригады.

4. Определяется удельная величина сдельного приработка, приходящаяся на 1 руб. общей суммы расчетной заработной платы.

5. Рассчитывается сумма сдельного приработка, приходящаяся на каждого рабочего с учетом его КТУ.

6. Общая сумма месячной заработной платы каждого рабочего определяется суммированием его расчетной суммы с учетом КТУ и его сдельного приработка.

ТЕМА 3.1. ИЗДЕРЖКИ И СЕБЕСТОИМОСТЬ ПЕРЕВОЗОК НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Задача 1

Определить затраты на оплату труда водителей и величину единого социального налога. Численность водителей пассажирского АТП составляет 155 человек, в том числе водителей 1-го класса –77 чел., 2-го класса –78 чел. Автомобиле-часы в эксплуатации $АЧ_э$ составляют 323298 ч; часовая тарифная ставка водителя 3-го класса $с_{час}$ = 25 руб./ч; районный поясной коэффициент $к_п$ = 1,15. Премия $ЗП_п$ составляет 30 % от суммы заработной платы по тарифу и надбавок за классность. Процент дополнительной заработной платы составляет 11,6 %.

Методические указания

Заработная плата по тарифу водителей автобусов

$ЗП_{тар} = (АЧ_э + АЧ_{п-з}) \cdot с_{час} \cdot к_п$, где $АЧ_{п-з}$ − подготовительно-заключительное время, установлено в размере 0,043 ч на 1 ч работы. Размер надбавок $ЗП_н$ принимается для водителей 1-го класса 25 %, 2- го класса – 10 % от часовой тарифной ставки водителя 3-го класса.

Отчисления на социальные нужды в виде единого социального налога – 30 %. Отчисления на социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний – 0,7 %

Задача 2

По данным таблицы определить затраты пассажирского АТП на горюче-смазочные материалы. Цена топлива – 11 руб./л, моторного масла – 100 руб./л, трансмиссионного – 90 руб./л, специального – 80 руб./л,

пластичных смазок – 70 руб./кг. Продолжительность зимнего периода – 5,5 месяцев. Расход топлива на работу в зимних условиях увеличивается на 12 %. Внутригаражный расход топлива – 0,5 % от расхода топлива в эксплуатацию и в зимнее время.

Марка подвижного состава	Норма расхода топлива, л/100км	Пробег автомобилей, км	Норма расхода смазочных материалов, л (кг) на 100 л общего расхода топлива			
			мотор-ные	трансмис-сионные	специаль-ные	пластичные
ПАЗ-3205	34	1162800	2,1	0,3	0,1	0,25
ЛАЗ-695	44	479400	2,0	0,3	0,1	0,1
ЛиАЗ-5256	35,6	2086920	2,8	0,4	0,3	0,35
«Каросса»	28,8	510510	3,2	0,4	0,1	0,3

Задача 3

Определить затраты ПАТП на техническое обслуживание и ремонт парка автомобилей. Трудоемкость работ по ТО и ТР ПАТП – 94890 чел. ч. Средняя часовая тарифная ставка ремонтного рабочего – 18 руб./ч, районный поясной коэффициент – 1,15. Премии ремонтным рабочим – 30 % от заработной платы по тарифу. Доплаты за работу в вечернее и ночное время составляют 2 %. Процент дополнительной заработной платы составляет 13,6 %.

Марка автомобиля	Пробег автомобилей, км	Норма затрат на запасные части, руб./1000 км	Норма затрат на материалы, руб./1000 км
ГАЗ-322132	587520	600	400
ПАЗ-3205	1162800	700	400
ЛАЗ-695	479400	850	450
ЛиАЗ-5256	2086920	1100	850
«Каросса»	510510	1250	900

Методические указания

Затраты на ТО и ТР слагаются из фонда оплаты труда ремонтных рабочих с отчислениями на социальное страхование, затрат на запасные части и материалы.

Задача 4

Определить затраты АТП на амортизацию подвижного состава и автомобильные шины. Стоимость шины – 2,5 тыс. руб. Норма амортизационных отчислений на полное восстановление – 15%.

Марка автомобиля	Количество единиц	Балансовая стоимость, тыс. руб.	Пробег автомобилей, км	Марка шины	Нормативный пробег шин, тыс. км	Число колес, шт.
ПАЗ-3205	36	450	1162800	240-508	82	6
ЛАЗ-695	10	500	479400	280-508	77	6
ЛиАЗ-5256	44	750	2086920	280-508	77	6
«Каросса»	11	920	510510	280-508R	88	10

Задача 5

Используя данные решений предыдущих задач, определить себестоимость 1 км пробега автобусов АТП. Накладные расходы принять в размере 150 % от основной заработной платы водителей.

Задача 6

Определить себестоимость капитального ремонта автомобиля ГАЗ-33212 на авторемонтном заводе, если норма расхода основных материалов на 1 капитальный ремонт – 14 тыс. руб., норма расхода запасных частей на 1 капитальный ремонт – 56 тыс. руб. Заработная плата персонала с отчислениями на социальные нужды – 2560 тыс. руб. в год, общепроизводственные расходы – 3800 тыс. руб. Годовая производственная программа авторемонтного завода – 200 капитальных ремонтов автомобиля ГАЗ-33212 в год.

Задача 7

Определить себестоимость 1ч технического обслуживания автомобилей марки ГАЗ-3307, если трудоемкость работ по ТО-1 34 тыс. чел. ч в год. Средняя часовая тарифная ставка ремонтных рабочих − 19 руб./ч; районный поясной коэффициент – 1,2. Премия составляет 40 % от

заработной платы, начисленной по тарифу, доплаты составляют 15 % от заработной платы, начисленной по тарифу. Коэффициент, учитывающий численность руководителей и специалистов, условно включаемых в состав бригады, − 1,1. Дополнительный фонд заработной платы составляет 10 % от основного. На балансе АТП 280 автомобилей ГАЗ-3307; среднегодовой пробег одного автомобиля – 79 тыс. км. Норма затрат на ремонтные материалы составляет 86 руб. на 1000 км пробега. Накладные расходы принять в объеме 110 % от фонда оплаты труда производственного персонала.

Задача 8

Определить себестоимость 1ч технического обслуживания автомобилей марки ЗИЛ-130 на СТО. Количество обслуживаемых автомобилей за год − 2000 ед., среднегодовой пробег одного автомобиля – 22 тыс. км. Норма затрат на запасные части – 436,5 руб. на 1000 км пробега; норма затрат на материалы – 125,6 руб. на 1000 км пробега. Трудоемкость работ по текущему ремонту – 168 тыс. чел.-ч в год. Средняя часовая тарифная ставка ремонтных рабочих – 20,67 руб./ч. Надбавки ремонтным и вспомогательным рабочим составляют 2 % от заработной платы, начисленной по тарифу, размер премии – 30 % от суммы заработной платы, начисленной по тарифу, и надбавок. Дополнительный фонд заработной платы ремонтных и вспомогательных рабочих составляет 8 % от основного. Фонд заработной платы остального персонала – 2026,06 тыс. руб. в год. Годовая сумма амортизационных отчислений – 1484,79 тыс. руб. Прочие общепроизводственные затраты составляют 11591,25 тыс. руб.

Задача 9

Определить снижение себестоимости эксплуатации подвижного состава за счет относительного сокращения расходов по статье «Автомобильное топливо» по АТП, если затраты на автомобильное топливо

в планируемом периоде – 937,9 тыс. руб., в предыдущем – 912,5 тыс. руб.; грузооборот в планируемом периоде – 93500 тыс. т-км, в предыдущем – 87380 тыс. т-км; общая сумма затрат на перевозки в базовом периоде – 5876,8 тыс. руб.

Методические указания

Снижение себестоимости эксплуатации подвижного состава за счет относительного сокращения расходов по отдельным статьям

$$\Delta S_i = \left(\frac{I_i}{I_p} - 1 \right) \cdot У_i \text{ ,}$$, где I_i − индекс изменения затрат по *i*-й статье расходов; I_p − индекс изменения объема перевозок; $У_i$ − удельное содержание *i*-й статьи расходов в общих затратах на перевозки в базовом периоде, %.

Задача 10

Определить относительную экономию условно-постоянных расходов в планируемом периоде по сравнению с прошлым по ПАТП в связи с изменением объема перевозок. Темп прироста объема перевозок в планируемом периоде по сравнению с базовым – 6,8 %, сумма условно-постоянных расходов в базовом периоде – 3171 тыс. руб.

Методические указания

Экономия по доле косвенных расходов в себестоимости эксплуатации подвижного состава определяется через относительную экономию косвенных расходов

$$Э_{косв} = \frac{\Delta Q \cdot C_{косв}}{100} \text{ ,}$$

где ΔQ − темп прироста объема перевозок в планируемом периоде по сравнению с базовым, %; $C_{косв}$ − сумма косвенных расходов в базовом периоде, руб.

Задача 11

Определить снижение себестоимости эксплуатации подвижного состава за счет относительного сокращения расходов по статье «Ремонтный фонд подвижного состава» по АТП, если затраты на ТО и ТР в планируемом периоде – 161,2 тыс. руб., в базовом – 156,5 тыс. руб.; грузооборот в планируемом периоде – 3580,5 тыс. т-км, в базовом – 3410,2 тыс. руб.; общая сумма затрат на эксплуатацию в базовом периоде – 1664,9 тыс. т-км.

ТЕМА 3.2. ФОРМИРОВАНИЕ ДОХОДОВ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Задача 1

Определить доходы по грузовому АТП, если объем перевозок – 568 тыс. т; среднее расстояние перевозки грузов − 12,5 км; автомобиле-часы работы повременных автомобилей – 596 тыс. ч; цена 1 т-км транспортной работы – 7,2 руб.; 1 автомобиле-часа – 158 руб.; доходы за экспедиционные операции – 86,8 тыс. руб.; за погрузочно-разгрузочные работы – 58,9 тыс. руб.

Задача 2

Определить прибыль автотранспортного предприятия, если сумма доходов составляет 1200 тыс. руб., а общая сумма расходов – 973,8 тыс. руб.

Задача 3

Определить рентабельность АТП, если прибыль – 489,2 тыс. руб.; основные фонды – 1339,5 тыс. руб.; оборотные средства – 83,6 тыс. руб.

Задача 4

Определить балансовую прибыль АТП, если грузооборот – 2650 тыс. т-км; цена 1 т-км – 6,29 руб.; себестоимость 1 т-км – 5,98 руб.; прибыль от

выполнения транспортно-экспедиционных, погрузочно-разгрузочных и других работ – 1,2 тыс. руб.

Задача 5

Определить балансовую прибыль АТП и рентабельность, если доходы от эксплуатации транспортных средств – 1230 тыс. руб.; затраты на эксплуатацию – 710 тыс. руб.; прибыль от выполнения транспортно-экспедиционных, погрузочно-разгрузочных и других работ – 27 тыс. руб.; среднегодовая стоимость основных производственных фондов и нормируемых оборотных средств – 2010 тыс. руб.

ТЕМА 3.1. РАЗВИТИЕ И РЕФОРМИРОВАНИЕ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Задача 1

Определить прирост производительности труда, объема производства и экономический эффект в результате улучшения условий труда ремонтных рабочих на участке ремонта двигателей, если доля фазы повышенной работоспособности в общем фонде рабочего времени смены до внедрения мероприятия P составляет 0,56 %, после внедрения P'– 0,69 %; производственная программа по ремонту двигателей N = 650 ед.; стоимость капитального ремонта одного двигателя $Ц$ = 10 тыс. руб.; постоянные расходы $З_{пост}$ в себестоимости продукции − 1710 тыс. руб.; стоимость технологического оборудования $С_о$ на участке – 2380 тыс. руб.

Методические указания

Прирост производительности труда за счет увеличения продолжительности фазы устойчивой работоспособности $W = (P' - P) / (P + 1) \cdot 100$. Прирост объема производства $\Delta Q = N \cdot Ц \cdot W /100$. Экономия на постоянных расходах $Э_{пост} = З_{пост} \cdot W / 100$. Экономия за счет улучшения использования оборудования $Э_о = С_о \cdot W / 100$. Общая экономия $Э_{общ} = Э_{пост} + Э_о$.

Задача 2

Определить экономию трудовых затрат, прирост производительности труда, объема производства и экономию затрат по АТП в результате внедрения мероприятий по сокращению потерь рабочего времени ремонтными рабочими. Количество ремонтных рабочих на участке $N_1 = 15$ чел., производственная программа $Т = 33120$ чел.ч; себестоимость продукции – 5400 тыс. руб.; постоянные расходы в составе себестоимости (%) $З_{пост} = 24$ %; годовой фонд рабочего времени одного рабочего $Д = 235$ дн.; стоимость оборудования на участке $С_о = 980$ тыс. руб.; сокращение потерь рабочего времени на одного рабочего в смену $t = 37$ мин.

Методические указания

Сокращение потерь рабочего времени в процентах $Б_1 = t / 480 \cdot 100$, где 480 – продолжительность смены в минутах. Относительная экономия численности в результате сокращения потерь рабочего времени $Э_N = (Б_1 - Б) / (100 - Б) \cdot N_1$, где $Б$ – потери рабочего времени после внедрения мероприятия. Прирост производительности труда $W = \frac{Э_N \cdot 100}{N_1 - Э_N}$. Экономия рабочего времени $Э_{р.в} = t \cdot Д \cdot N_1 / 60$. Прирост объема производства $\Delta Q = Э_{р.в} / Т \cdot 100$. Экономия на постоянных расходах $Э_{пост} = S \cdot З_{пост} \cdot \Delta Q / 100$. Экономия за счет улучшения использования оборудования $Э_о = С_о \cdot \Delta Q / 100$. Общая экономия $Э_{общ} = Э_{пост} + Э_о$.

Задача 3

Определить экономию СТО на условно-постоянных расходах, если себестоимость обслуживания $C_{тп}$ = 550тыс. руб.; доля условно-постоянных затрат $\alpha_{уп}$ = 0,5 ; годовой объем обслуживаний в базисном году $Q_{б}$ = 50 тыс. ед. В плановом периоде вследствие внедрения плана организационно-технических мероприятий предусматривается обеспечить дополнительный объем обслуживаний за счет роста производительности труда $Q_{пт}$ = 2 тыс. ед., улучшения использования основных производственных фондов $Q_{опф}$ = 3 тыс. ед. Прирост условно-постоянных расходов по плану $\Delta З_{уп}$ = 8,5 тыс. руб.

Методические указания

Экономия на условно-постоянных расходах достигается тогда, когда темпы роста объема обслуживаний значительно опережают темпы роста условно-постоянных расходов. Экономия рассчитывается в такой последовательности. Определяется удельная величина условно-постоянных расходов, приходящихся на единицу продукции: $З'_{уп} = (C_{тп} \bullet \alpha_{уп}) / Q_{б}$. Устанавливается экономия по каждому из запланированных мероприятий как произведение удельной величины условно-постоянных расходов на прирост объема обслуживаний по соответствующему мероприятию: $Э_{пт} = З'_{уп} \bullet Q_{пт}$; $Э_{опф} = З'_{уп} \bullet Q_{опф}$.

Общая экономия по всем плановым мероприятиям: $Э_{общ} = Э_{пт} + Э_{опф}$. В случае роста условно-постоянных расходов по сравнению с базисным периодом экономия представляет разницу между общей экономией и приростом условно-постоянных расходов $\Delta З_{уп}$: $Э'_{общ} = Э_{общ} - \Delta З_{уп}$.

Задача 4

Определить экономию на условно-постоянных расходах $Э_{уп}$ в результате увеличения объема оказываемых услуг АТП, если себестоимость услуг в базисном году $C_{б}$ = 250 тыс. руб.; удельный вес условно-постоянных расходов $\alpha_{б}$ = 8%; темпы прироста объема оказываемых услуг в планируемом году по сравнению с базисным $t_{р}ТП$ = 15 %; темпы прироста условно-

постоянных расходов в связи с ростом объема оказываемых услуг $t_р З_{уп}$ = 1,2%.

Методические указания

Величина условно-постоянных расходов в базисном году $З_{уб} = С_б \bullet \alpha_б / 100$. Расчетная величина условно-постоянных расходов на новый объем при неизменной доле условно-постоянных расходов $З_{уп} = З_{уб} \bullet (1 + t_р ТП / 100)$. Планируемая величина прироста условно-постоянных расходов $З_{уп}' = З_{уб} \bullet t_р З_{уп} /100$. Экономия на условно-постоянных расходах $Э_{уп} = З_{уп} - (З_{уб} + З_{уп}')$.

Задача 5

Определить снижение себестоимости услуг АТП за счет используемых источников по индексному методу, если в отчетном периоде по сравнению с плановым норма расхода материалов $\alpha_{мр}$ снизилась на 5 % при неизменной цене. Рост объема производства составил 10 %; производительность труда возросла на 7 %, средняя заработная плата – на 3,5 %, а расходы по управлению и обслуживанию производства – на 3 %. Доля материальных затрат в себестоимости услуг – 0,6; заработная плата с отчислениями – 20 %; расходы по управлению – 12 %.

Методические указания

Метод расчета экономии на основе индексных оценок предусматривает выделение основных источников: снижение материальных затрат ($МЗ_{пл} > МЗ_{отч}$), опережающий рост производительности труда по сравнению с темпами роста заработной платы, т. е. $t_р ПТ > t_р ЗП$, сокращение затрат по управлению производством и его обслуживанию ($ЗУ_{пл} > ЗУ_{отч}$).

Исходной информацией для решения задачи служат материалы анализа затрат в плановом и отчетном периодах.

На первом этапе определяются индексы изменения отдельных технико-экономических показателей и элементов затрат: индекс материальных ресурсов $И_{мр} = (1 - \alpha_{мр})$; индекс цены $И_ц = 1 \pm Ц$; индекс производительности труда $И_{пт} = 1 \pm t_р ПТ$; индекс заработной платы $И_{зп} = 1 \pm t_р ЗП$; индекс затрат

по управлению и обслуживанию $И_{уо}$ =1 ± $t_р З_{уо}$; индекс объема производства $И_о$ =1 ± $t_р ТП$, где $\alpha_{мз}$ − доля снижения материальных затрат; $t_р ПТ$, $t_р ЗП$, $t_р З_{уо}$, $t_р ТП$ − изменение (рост или снижение) соответственно производительности труда, заработной платы, затрат на управление и обслуживание, объема производства.

Экономия от снижения себестоимости:

а) на материальных ресурсах $Э_{мр} = (1 - И_{мр} \cdot И_ц) \cdot \beta_{мр}$;

б) на заработной плате $Э_{зп} = \left(1 - \frac{И_{зп}}{И_{пт}}\right) \cdot \beta_{зп}$;

в) на управлении и обслуживании $Э_{уо} = \left(1 - \frac{И_у}{И_о}\right) \cdot \beta_{уо}$,

где $\beta_{мр}$, $\beta_{зп}$, $\beta_{уо}$ − доля затрат в себестоимости по материальным ресурсам, заработной плате, управлению и организации производства. Общая экономия от снижения себестоимости $Э_{общ} = Э_{мр} + Э_{зп} + Э_{уо}$.

ТЕМА 3.2. ОСНОВЫ ВНУТРИФИРМЕННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ НА АТП

Задача 1

Определить экономию АТП на амортизационных отчислениях двумя методами, если стоимость основных производственных фондов – 10 тыс. руб.; норма амортизации − 10 %; годовой объем производства $Q_с$ = 20 тыс. ед.; $Q_н$ = 25 тыс. ед.

Методические указания

Первый метод. Определяется величина годовых амортизационных отчислений: $А_г = Ц_{об} \cdot Н_а$, где $Ц_{об}$ − балансовая стоимость оборудования; *На* − норма амортизации.

Экономия на амортизационных отчислениях есть произведение удельных амортизационных отчислений ($А_{уд} = А_г / Q_{пл}$, где $Q_{пл}$ − годовой

объем услуг в плановом периоде) на прирост годового объема, т. е. на разницу между фактической и плановой величиной $Э_а = А_{уд} \bullet (Q_{факт} - Q_{пл})$.

Второй метод. Экономия определяется по формуле

$Э = [Ц_{об} \bullet Н_а \bullet (Q_{факт} - Q_{пл})] / Q_{пл}$.

Задача 2

Определить экономию трудовых затрат и темп роста производительности труда работников АТП за счет внедрения комплексных бригад при перевозке строительных грузов в планируемом году по сравнению с отчетным годом, если объем доходов от внедрения данного мероприятия увеличивается на 6 %, трудоемкость работ снижается на 5 %, численность работающих в АТП в отчетном году – 906 чел., из них водителей, непосредственно занятых в данном мероприятии, – 22 чел.

Методические указания

Относительная экономия затрат труда за счет факторов технического перевооружения и улучшения организации процессов:

$Э'_{тр} = N_б \cdot I_д \cdot \frac{У_N}{100} \cdot \frac{Т_{сн}}{100}$, где $N_б$ − численность персонала в базовом периоде, чел.; $I_д$ − индекс изменения суммы доходов; $У_N$ − удельное содержание численности персонала, участвующего в данном мероприятии, %; $Т_{сн}$ − снижение трудоемкости работ в результате внедрения данного мероприятия, %.

Рост производительности труда $W_{рост} = \frac{Э_{тр}}{N_б \cdot I_д - Э_{тр}} \cdot 100.$

Задача 3

Определить экономию трудовых затрат и темп роста производительности труда работников АТП за счет внедрения механизации работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей, позволяющей снизить трудоемкость этих работ на 14 %. Численность работающих – 980

чел., в том числе рабочих, непосредственно занятых на ТО и ТР, – 16 %; увеличение доходов от внедрения комплексной механизации – 5 %.

Задача 4

Определить экономию трудовых затрат и темп роста производительности труда работников АТП за счет сокращения внутрисменных потерь рабочего времени водителей и ремонтных рабочих, если количество работающих в базовом периоде 856 чел., в том числе рабочих – 85 %; увеличение доходов планируется на 4 %; внутрисменные простои составят 3,2 % от явочного фонда рабочего времени базового периода, их планируется снизить на 2,1 %.

Методические указания

Относительная экономия затрат труда за счет факторов улучшения организации труда $Э''_{тр} = \left(\frac{t_{пл} - t_{ф}}{100 - t_{пл}} \cdot \frac{У_N}{100} \right) \cdot N_б \cdot I_д - Э_N$, где $t_{пл}$, $t_ф$ – планируемые и фактические потери рабочего времени, %; $Э_N$ − экономия численности рабочих за счет предыдущих факторов, чел.

Задача 5

Определить экономию трудовых затрат и темп роста производительности труда работников АТП за счет сокращения потерь рабочего времени, происходящих по различным причинам, включая выходные и праздничные дни. Количество работающих в базовом периоде – 978 чел., в том числе рабочих – 91 %; валовые доходы – 4768 тыс. руб.; увеличение доходов планируется на 2,6 %; неявки рабочих на работу по различным причинам, включая выходные и праздничные дни, – 39,8% от календарного фонда рабочего времени, снижение неявок планируется на 1,9 %.

ТЕМА 4.3. УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕВОЗКАМИ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

1. Транспортный коридор – это:

а) часть транспортной системы, включающая в себя подвижной состав и транспортную инфраструктуру всех видов транспорта;

б) транспортная магистраль, предназначенная для прямых смешанных перевозок;

в) часть транспортно-технологической системы, с помощью которой осуществляется лихтерные и пакетные перевозки.

2. Общими функциями управления являются:

а) наказания и поощрения;

б) стимулирование, изучение;

в) контроль, регулирование, планирование.

3. Какими параметрами характеризуется транспортный поток?

а) грузооборотом, количеством оборотов;

б) расстоянием, количеством автомобилей, временем перемещения;

в) объемом перевозок, расстоянием, временем перемещения.

4. Эффективность выбранной технологии перевозок оценивается показателями:

а) коэффициентом технической готовности, коэффициентом выпуска;

б) себестоимостью, производительностью подвижного состава, качеством перевозок;

в) классом груза, наполняемостью автомобиля.

5. В технологическом процессе перевозки груза оформление путевой документации осуществляет:

а) грузоотправитель;

б) перевозчик;

в) грузополучатель.

6. Технологическая схема процесса перевозки груза состоит из этапов:

а) подготовка груза к перевозке, погрузка, транспортировка, ожидание груза, разгрузка;

б) подготовка груза к перевозке, погрузка, транспортировка, складирование груза, подготовка подвижного состава к подаче;

в) подготовка груза к перевозке, погрузка, транспортировка, разгрузка, простой автомобиля перед подачей на погрузку;

г) паллетирование груза, напольное штабелирование, хранение.

7. Транспортная характеристика груза определяет:

а) режимы перевозки, перегрузки и хранения, а также требования к техническим средствам выполнения этих операций;

б) тип транспортного средства, оптимальные маршруты движения, минимальную себестоимость перевозки единицы груза;

в) объем транспортной и перегрузочной работы, затраты на хранение грузов и стоимость оборудования.

8. Диспетчерская группа в службе эксплуатации выполняет следующие функции:

а) контроль технического состояния автомобилей;

б) выпуск и оперативное руководство подвижным составом;

в) обеспечение безопасности движения на линии.

9. Технологический процесс перевозки грузов состоит из следующих этапов:

а) погрузки, разгрузки;

б) транспортирования, планирования, перемещения;

в) всех вышеперечисленных.

10. При организации перевозочного процесса необходимо знать:

а) расстояние перевозок и объем выполняемой транспортной работы, и потребное число транспортных единиц;

б) законы распределения входящих потоков, транспортных средств и их числовые характеристики;

в) объем перевозок на единицу валовой продукции в стоимостном выражении, объем предстоящих перевозок по конкретным грузам.

11. В технологическом процессе перевозки груза контроль на линии за работой подвижного состава ведет:

а) грузоотправитель;

б) перевозчик;

в) грузополучатель.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

Автодорожный факультет

Кафедра Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности

Методические указания
по выполнению практических работ
по дисциплине

Основы военной подготовки

для студентов очной и заочной форм обучения
по направлению подготовки
23.03.01 Технология транспортных процессов

Рязань 2024

Составитель:
Терентьев В.В., доцент кафедры «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности « 20 » марта 2024 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»



Терентьев В.В.

(подпись) (Ф.И.О.)

Раздел «Строевая подготовка»

РАБОТА №1 (часть 1,семинар)
СТРОЕВЫЕ ПРИЕМЫ И ДВИЖЕНИЕ БЕЗ ОРУЖИЯ.
Цель занятия

1. Ознакомление студентов с общими положениями Строевого устава ВС РФ.
2. Изучение элементов строя как основы действия военнослужащих при выполнении команд командиров.
3. Изучение обязанностей командира перед строем и в строю. Правила подачи команд.
4. Правила выполнения основных команд предусмотренных ст.27-38 Строевого устава ВС РФ: строевая стойка (п.п. 27 - 29), повороты на месте (п. 30), движение (п.п. 31 - 37), повороты в движении (п. 38).

К общевоинским уставам Вооруженных Сил Российской Федерации относятся: Устав внутренней службы, Дисциплинарный устав, Устав гарнизонной и караульной служб и Строевой устав. Они представляют собой основополагающие документы, регламентирующие уклад жизни и деятельности личного состава Вооруженных Сил. Положения этих уставов обязательны для всех военнослужащих Вооруженных Сил Российской Федерации, поэтому их называют общевоинскими.

Строевой устав Вооруженных сил РФ – документ, определяющий ключевые приемы и действия военнослужащих в строю. На его основе ведется подготовка личного состава, отрабатываются действия в составе подразделения. Помимо выполнения команд, солдаты приучаются к дисциплинированности и слаженности. Вырабатывается чувство единства и войскового товарищества.

Введение Строевого устава ориентировано на решение следующих задач:

- определение приемов и движения в строю с оружием и без него;
- утверждение порядка построения подразделений, а также выполнения приветствий и смотров;
- определение положения Боевого знамени в строю, порядок выноса и относа Государственного флага России;
- утверждение обязанностей военнослужащих в строю, их обучение;
- определение способов передвижения и действий в боевых условиях, включая внезапное нападение противника.

Документ действует для всех воинских частей и формирований, включая военные организации, предприятия и образовательные учреждения. Его положения распространяются и на новые формирования, а также на граждан, призываемых из запаса.

Строевой устав определяет строевые приёмы и движение без оружия и с оружием; строи подразделений и воинских частей в пешем порядке и на машинах; порядок выполнения воинского приветствия, проведения строевого смотра; положение Боевого знамени воинской части в строю, порядок его выноса и относа; обязанности военнослужащих перед построением и в строю и требования к их

строевому обучению, а также способы передвижения военнослужащих на поле боя и действия при внезапном нападении противника.

Для успешного выполнения приемов и действий в строю военнослужащему необходимо иметь представление о строе, знать его элементы, порядок выполнения команд, обязанности перед построением и в строю.

Строй и его элементы

Строй - установленное Строевым уставом размещение военнослужащих и подразделений для их совместных действий в пешем порядке и на машинах.

Строй имеет следующие элементы:

Фланг - правая (левая) оконечность строя. При поворотах строя названия флангов не изменяются.

Фронт - сторона строя, в которую военнослужащие обращены лицом (машины - лобовой частью).

Тыльная сторона строя - сторона, противоположная фронту.

Интервал - расстояние по фронту между военнослужащими (машинами) и подразделениями.

Дистанция - расстояние в глубину между военнослужащими (машинами) и подразделениями.

Ширина строя - расстояние между флангами.

Глубина строя - расстояние от первой шеренги (впереди стоящего военнослужащего) до последней шеренги (позади стоящего военнослужащего), а при действиях на машинах - расстояние от первой линии машин (впереди стоящей машины) до последней линии машин (позади стоящей машины).

В зависимости от назначения строи бывают развернутые и походные.

Развернутый строй - это такой строй, в котором подразделения построены на одной линии по фронту в одношереножном или двухшереножном строю (в линию машин) на интервалах, установленных уставом или командиром. Шеренга (или одношереножный развернутый строй) - это строй, в котором военнослужащие размещены один возле другого на одной линии. Линия машин - это размещение машин одна возле другой на одной линии.

Развернутый строй применяется для проведения поверок, рас четов, смотров, парадов, а также в других необходимых случаях.

Двухшереножный строй - строй, в котором военнослужащие одной шеренги расположены в затылок военнослужащим другой шеренги на дистанции одного шага (вытянутой руки, наложенной ладонью на плечо впереди стоящего военнослужащего). Шеренги называются первой и второй. При повороте строя названия шеренг не изменяются.

Два военнослужащих, стоящие в двухшереножном строю в затылок один другому, составляют ряд. Если за военнослужащим первой шеренги не стоит в затылок военнослужащий второй шеренги, такой ряд называется неполным. Последний ряд всегда должен быть полным. При повороте двухшереножного строя кругом военнослужащий неполного ряда переходит во впереди стоящую шеренгу. Четыре человека и менее всегда строятся в одну шеренгу.

Одношереножный и двухшереножный строи могут быть сомкнутыми и разомкнутыми. В сомкнутом строю военнослужащие в шеренгах расположены по

фронту один от другого на интервалах, равных ширине ладони между локтями. В разомкнутом строю военнослужащие в шеренгах расположены по фронту один от другого на интервалах в один шаг или на интервалах, указанных командиром.

Походный строй - строй, в котором подразделение построено в колонну на дистанциях, установленных уставом или командиром. Он применяется для движения подразделений.

Колонна - строй, в котором военнослужащие расположены в затылок друг другу, а подразделения (машины) - одно за другим на дистанциях, установленных уставом или командиром. Колонны могут быть по одному, по два, по три, по четыре и более. Четыре человека и менее всегда строятся в колонну по одному.

Военнослужащий (машина), движущийся головным в указанном направлении, является направляющим, а движущийся последним в колонне - замыкающим.

Управление строем

Управление строем осуществляется командами и приказаниями, которые подаются голосом и сигналами. При подаче команды **голосом** ее разделяют на предварительную и исполнительную. Например: **"Отделение - СТОЙ"**; здесь "отделение" - предварительная команда, а "стой" - исполнительная.

По предварительной команде военнослужащие, находящиеся в строю и вне строя на месте, принимают положение "смирно", а в движении ногу ставят тверже. Эта команда подается отчетливо, громко и протяжно, чтобы находящиеся в строю поняли, каких действий от них требует командир.

С целью привлечь внимание подразделения или отдельного военнослужащего в предварительной команде при необходимости называется наименование подразделения или звание и фамилия военнослужащего. Например: **"Третий взвод - СТОЙ" или "Рядовой Иванов - СТОЙ"**.

При выполнении приемов с оружием в предварительной команде при необходимости указывается наименование оружия, например: **"Автоматы на - ГРУДЬ"**.

По исполнительной команде производится немедленное и точное ее выполнение. Исполнительная команда (в учебнике напечатана крупным шрифтом) подается после паузы громко, отрывисто и четко.

Для немедленного выполнения приема может подаваться только исполнительная команда, например: **"ВСТАТЬ"** или **"СМИРНО"** и др. Чтобы отменить команду или прекратить выполнение приема, подается команда **"ОТСТАВИТЬ"**. По этой команде принимается положение, которое было до выполнения приема.

Подача команд **сигналами** осуществляется с помощью рук, флажков и фонаря. Флажки (прямоугольные полотнища 32 Х 22 см, прикрепленные к древку длиной 40 см) используются двух цветов: желтый и красный (вместо желтого флажка может быть использован белый). Фонари применяются трехцветные: белый, красный и зеленый. При передаче команды сигналом предварительно подается сигнал "Внимание". Готовность к принятию команды сигналом обозначается также сигналом "Внимание".

Получение сигнала подтверждается его повторением или подачей соответствующего сигнала своему подразделению.

Обязанности солдата перед построением и в строю

26. Военнослужащий обязан: проверить исправность закрепленных за ним оружия и боеприпасов, вооружения и военной техники, средств индивидуальной защиты и индивидуальной бронезащиты, шанцевого инструмента, обмундирования и снаряжения; аккуратно заправить обмундирование, правильно надеть и подогнать снаряжение, помочь товарищу устранить замеченные недостатки; знать свое место в строю, уметь быстро, без суеты занять его; в движении сохранять равнение, установленные интервал и дистанцию; соблюдать требования безопасности; не выходить из строя (машины) без разрешения; в строю без разрешения не разговаривать и не курить; быть внимательным к приказаниям и командам своего командира, быстро и точно их выполнять, не мешая другим; передавать приказания, команды без искажений, громко и четко.
Каждый солдат обязан твердо знать, умело добросовестно выполнять свои обязанности. **Перед построением** солдат обязан:
- проверить исправность своего оружия, закрепленной за ним военной техники, боеприпасов, средств индивидуальной защиты, шанцевого инструмента, обмундирования и снаряжения; иметь аккуратную прическу;
- аккуратно заправить обмундирование, правильно надеть и пригнать снаряжение,
- помочь товарищу устранить замеченные недостатки.
В строю он обязан:
- знать свое место, уметь быстро без суеты занять его, в движении сохранять равнение, установленные интервал и дистанцию;
- не выходить из строя (из машины) без разрешения;
- без разрешения не разговаривать и соблюдать полную тишину;
- быть внимательным к приказам (приказаниям) и командам (сигналам) своего командира, быстро и точно их выполнять, не мешая другим;
- будучи наблюдателем, передавать команды и сигналы без искажений, громко и четко.
В соответствии с п.16 Строевого устава ВС РФ управление строем осуществляется командами и приказаниями, которые подаются командиром голосом, сигналами и личным примером, а также передаются с помощью технических и подвижных средств. Команды и приказания могут передаваться по колонне через командиров подразделений (старших машин) и назначенных наблюдателей.

Управление строями осуществляется командами и приказаниями, которые подаются командиром голосом, сигналами, а также передаются с помощью технических и подвижных средств.

Команды и приказания могут передаваться по колонне через командиров подразделений и назначенных наблюдателей.

При управлении строем командами должны выполняться следующие правила:

- Команды разделяются на предварительную и исполнительную, но могут быть и только исполнительные.

- Предварительная команда подается отчетливо, громко и протяжно, чтобы находящиеся в строю поняли, каких действий от них требует командир.

- По всякой предварительной команде военнослужащие, находящиеся в строю и вне строя на месте, принимают положение «смирно», а в движении ногу ставят тверже.

- Исполнительная команда подается после паузы громко, отрывисто и четко. По исполнительной команде производится немедленное и точное ее выполнение.

- Чтобы привлечь внимание отдельного военнослужащего или подразделения в предварительной команде, при необходимости называется звание и фамилия военнослужащего или наименование подразделения, например:«Взвод -- СТОЙ»; «Второе отделение, шагом — МАРШ»; «Рядовой Иванов, кру-ГОМ» и т. д.

- Голос при подаче команд должен соразмеряться с протяженностью строя, а рапорт отдаваться четко, без резкого повышения голоса.

- В заключение командир поясняет, что для отмены приема (действия) или для прекращения его подается команда «Отставить»; рассказывает и показывает, что по этой команде принимается положение, в котором обучаемые находились до выполнения приема.

Правила выполнения основных команд предусмотренных ст.27-38 Строевого устава ВС РФ: строевая стойка (п.п. 27 - 29), повороты на месте (п. 30), движение (п.п. 31 - 37), повороты в движении (п. 38).

Строевая стойка и выполнение команд

Строевая стойка (рис. 1) является основным элементом строевой выучки. Она принимается по командам: **"СТАНОВИСЬ"** и **"СМИРНО"** и без команды: при отдании и получении приказания, при рапорте и обращении военнослужащих друг к другу, во время исполнения Государственного гимна СССР и гимнов союзных республик, при отдании чести, а также при подаче команд.

Для принятия строевой стойки необходимо стать прямо без напряжения, каблуки поставить вместе, а носки развернуть по линии фронта на ширину ступни; ноги в коленях выпрямить, но не напрягать; грудь приподнять, а все тело несколько подать вперед; живот подобрать; плечи развернуть; руки опустить так, чтобы кисти, обращенные ладонями внутрь, были сбоку и посредине бедер, а пальцы полусогнуты и касались бедра; голову держать высоко и прямо, не выставляя подбородка; смотреть прямо перед собой; быть готовым к немедленному действию.

По команде **"ВОЛЬНО"** стать свободно, ослабить в колене правую или левую ногу, но не сходить с места, не снижать внимания и не разговаривать.

Команды **"РАВНЯЯСЬ"** и **"ЗАПРАВИТЬСЯ"** подаются при нахождении военнослужащих в строю.

По команде **"РАВНЯЙСЬ"** все, кроме правофлангового, поворачивают голову направо (правое ухо выше левого, подбородок приподнят) и выравниваются так, чтобы каждый видел грудь четвертого человека, считая себя первым. **По команде "Налево - РАВНЯЙСЬ"** все, кроме левофлангового, поворачивают голову налево (левое ухо выше правого, подбородок приподнят).

При выравнивании военнослужащие могут несколько передвигаться вперед, назад или в стороны. По окончании выравнивания по команде**"СМИРНО"** все военнослужащие быстро ставят голову прямо.

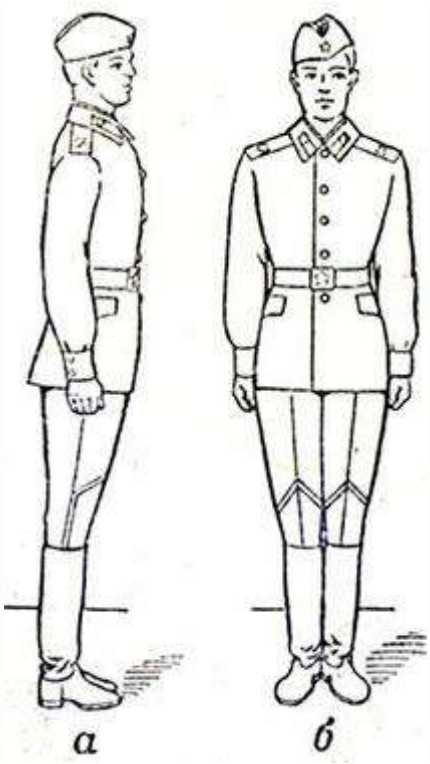


Рис. 1. Строевая стойка: а - вид сбоку; б - вид спереди

По команде **"ЗАПРАВИТЬСЯ"**, не оставляя своего места в строю, можно поправить оружие, обмундирование и снаряжение. При необходимости выйти из строя надо обратиться за разрешением к непосредственному начальнику. Разговаривать в строю можно только с разрешения старшего командира.

Для снятия головных уборов подается команда **"Головные уборы** (головной убор) - **СНЯТЬ"**, а для надевания - **"Головные уборы**(головной убор) - **НАДЕТЬ"** .Головной убор снимается и надевается правой рукой. Снятый головной убор держать в левой руке, согнутой в локте, звездой (кокардой) вперед (рис. 2).

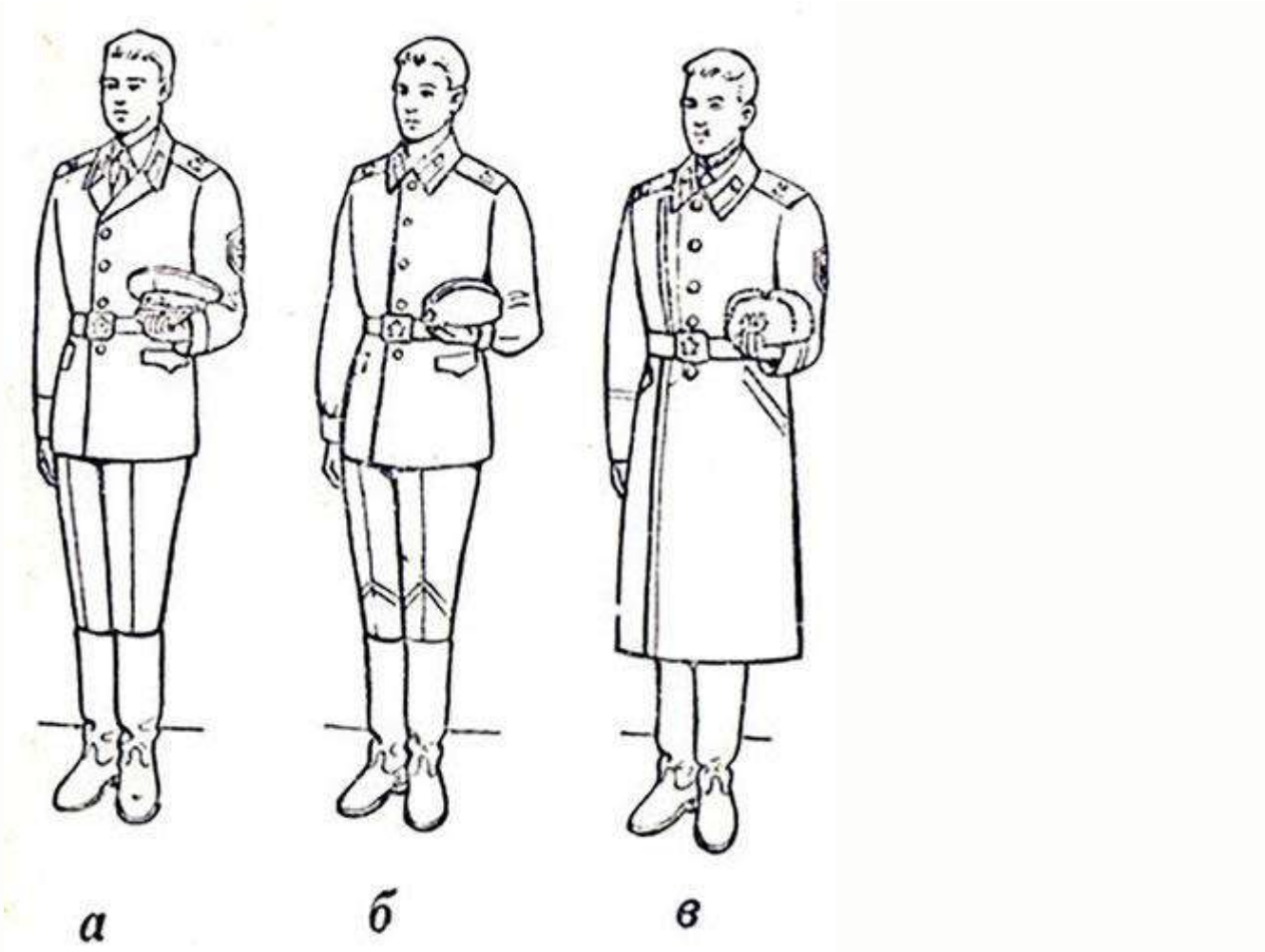


Рис. 2. Положение снятого головного убора: а - фуражки; б - пилотки; в - шапки-ушанки

Повороты на месте

Повороты на месте выполняются по командам: **"Нале-ВО", "Напра-ВО", "Кру-ГОМ"**.

Повороты налево (на 1/4 круга) и кругом (на 1/2 круга) производятся в сторону левой руки на левом каблуке и на правом носке; направо - в сторону правой руки на правом каблуке и на левом носке.

Повороты выполняются на два счета: по первому счету повернуться, сохраняя правильное положение корпуса, и, не сгибая ног в коленях, перенести тяжесть тела на впереди стоящую ногу; по второму счету кратчайшим путем приставить другую ногу. При этом необходимо сочетать перенос тяжести тела на ту ногу, в сторону которой делается поворот, с одновременным резким поворотом корпуса в сторону поворота и сильным упором на носок другой ноги, сохраняя устойчивое положение туловища. Повороты выполняются с соблюдением всех правил строевой стойки.

Движение

Движение совершается шагом или бегом.

Нормальная скорость движения шагом 110 - 120 шагов в минуту (размер шага 70 - 80 см). Нормальная скорость движения бегом 165 - 180 шагов в минуту (размер шага 85 - 90 см).

Шаг бывает строевой и походный.

Строевой шаг применяется при прохождении подразделений торжественным маршем; при отдании чести в движении; при подходе военнослужащего к начальнику и отходе от него; при выходе из строя и возвращении в строй, а также на строевых занятиях.

Движение строевым шагом начинается по команде **"Строевым шагом - МАРШ"**. По предварительной команде подать корпус несколько вперед, перенести тяжесть его больше на правую ногу, сохраняя устойчивость; по исполнительной команде начать движение с левой ноги полным шагом.



Рис 3. Движение строевым шагом

При движении строевым шагом (рис. 3) ногу оттянутым вперед носком выносить на высоту 15 - 20 см от земли и ставить ее твердо на всю ступню, отделяя в то же время от земли другую ногу. Руками производить, начиная от плеча, движения около тела: вперед - сгибая их в локтях так, чтобы кисти поднимались выше пряжки пояса на ширину ладони и на расстоянии ладони от тела; назад - до отказа в плечевом суставе (пальцы рук полусогнуты). В движении голову и корпус держать прямо, смотреть перед собой (рис. 3).

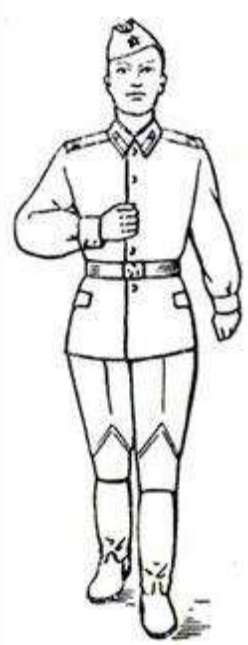


Рис. 4. Действия рук при движении

Походный шаг применяется во всех остальных случаях (при совершении марша, передвижении на занятиях и др.).



Рис. 4. Шаг на месте

Движение походным шагом начинается по команде **"Шагом - МАРШ"**. При движении ногу выносить свободно, не оттягивая носок, и ставить ее на землю, как при обычной ходьбе; руками производить свободное движение около тела.

При движении походным шагом по команде **"СМИРНО"** перейти на строевой шаг, а при движении строевым шагом по команде **"ВОЛЬНО"**идти походным шагом.

Обозначение шага на месте производится по команде **"На месте, шагом - МАРШ"** (в движении - **"НА МЕСТЕ"**). По этой команде шаг обозначать подниманием и опусканием ног, при этом ногу поднимаешь на 15 - 20 см от земли и ставить ее на землю с передней части ступни; руками производить движения в

такт шага (рис.4). По команде **"ПРЯМО"**, подаваемой одновременно с постановкой левой ноги на землю, сделать правой ногой еще один шаг на месте и с левой ноги начать движение полным шагом.

Для прекращения движения подается команда, например: **"Рядовой Иванов - СТОЙ"**. По исполнительной команде, подаваемой одновременно с постановкой на землю левой или правой ноги, сделать еще один шаг и, приставив ногу, принять положение "смирно".

Для изменения скорости движения подаются команды: **"ШИРЕ ШАГ", "КОРОЧЕ ШАГ", "ЧАЩЕ ШАГ", "Ре-ЖЕ", "ПОЛШАГА", "ПОЛНЫЙ ШАГ".**

Для перемещения одиночных военнослужащих на несколько шагов в сторону подается команда, например: **"Рядовой Иванов. Два шага вправо (влево), шагом - МАРШ"**. По этой команде сделать два шага вправо (влево), приставляя ногу после каждого шага.

Для перемещения вперед или назад на несколько шагов подается команда, например: **"Два шага вперед (назад), шагом - МАРШ".** По этой команде сделать два шага вперед (назад) и приставить ногу. При перемещении вправо, влево и назад движение руками не производится.

Движение бегом начинается по команде **"Бегом - МАРШ".** Движение бегом осуществляется с темпом 165 - 180 шагов в минуту. Размер шага - 85 - 90 см. Для перехода с бега на шаг подается команда "Шагом - МАРШ". Исполнительная команда подается одновременно с постановкой правой ноги на землю. По этой команде сделать еще два шага бегом и с левой ноги начать движение шагом.

Повороты в движении

Повороты в движении применяются для изменения направления движения как одиночными военнослужащими, так и подразделениями при их совместных действиях.

Повороты в движении выполняются по командам: **"Направо", "Нале-ВО", "Кругом - МАРШ"**.

Для поворота направо по исполнительной команде, поданной одновременно с постановкой на землю правой ноги, левой ногой сделать шаг и повернуться на носке левой ноги. Одновременно с поворотом вынести правую ногу вперед и продолжать движение в новом направлении.

Для поворота налево по исполнительной команде, поданной одновременно с постановкой на землю левой ноги, правой ногой сделать шаг и повернуться на носке правой ноги. Одновременно с поворотом вынести левую ногу вперед и продолжать движение в новом направлении.

Для поворота кругом по исполнительной команде, которая подается одновременно с постановкой на землю правой ноги, сделать еще один шаг левой ногой (по счету раз), вынести правую ногу по полшага вперед и несколько влево и, резко повернувшись в сторону левой руки на носках обеих ног (по счету два), продолжать движение с левой ноги в новом направлении (по счету три).

При поворотах движения руками производятся в такт шага.

В ходе проведения семинара студенты отвечают на вопросы и получают знания по теме семинара:

- Уясняют и характеризуют общее понятие «строй» и его виды и элементы строя.
- Изучают и запоминают основные команды, которые подаются для управления строем.
- Перечисляют обязанности военнослужащих перед построением и в строю.
- Изучают правила выполнения основных строевых приемов в строю и команды на их выполнение.

Вопросы для контроля.

1. Какие обязанности должен выполнить военнослужащий перед построением?
2. Кто может отдавать команды и приказания при управлении строем?
1. С каким темпом осуществляется движение строевым шагом?
2. Какие ошибки допускают военнослужащие при отработке движения строевым шагом?
3. Перечислите команды подаваемые для начала движения строевым шагом.
4. Способы передвижения военнослужащих.
5. На какую высоту поднимается нога при движении строевым шагом?
6. С каким темпом осуществляется движение бегом?
7. Какие команды используются для изменения скорости передвижения военнослужащих?
8. Для чего служат предварительная и исполнительная команды?
9. Какие команды отдает командир подразделения и какие действия совершают военнослужащие по предварительной (исполнительной) команде при отработке движения: строевым шагом, походным шагом, бегом?

РАБОТА №1 (часть 2, практическое занятие)

СТРОЕВЫЕ ПРИЕМЫ И ДВИЖЕНИЕ БЕЗ ОРУЖИЯ.

Цель занятия.

Практическое изучение техники строевых приемов и команд для управления строем:

1. Строевая стойка и выполнение команд «Становись», «Смирно», «Вольно».
2. Повороты на месте согласно отданным командам.
3. Движение строевым шагом.
4. Повороты в движении по командам.

Общие требования к проведению занятий:

1. Занятия проводятся в месте, которое определено учебным расписанием (спортивный зал, стадион).
2. По прибытии к месту занятий обучаемые выстраиваются под руководством преподавателя (командира) в развернутый двухшереножный (одношереножный) строй.

3. Разучивание нового строевого приема (действия) командир начинает с показа его в целом, а затем по элементам в медленном и в уставном темпе, при этом комментируя свои действия.
4. Закончив показ и установив, что обучаемые поняли прием, командир приступает к разучиванию строевого приема с обучаемыми сначала по элементам в медленном темпе, а затем в целом.
5. Когда прием разучен обучаемые приступают к тренировкеэтого приема самостоятельно, попарно и в стою по команде командира. При проведении попарной тренировки (в паре) обучаемые поочередно выступают в роли командира.
6. В ходе занятий для отработки слаженности при выполнении строевых приемов может быть использован барабан.

ИЗУЧЕНИЕ СТРОЕВЫХ ПРИЕМОВ.

1.Строевая стойка и выполнение команд «Становись», «Смирно», «Вольно».

Строевая стойка принимается по команде **«СТАНОВИСЬ»** или **«СМИРНО».** По этой команде стоять прямо, без напряжения, каблуки поставить вместе, носки выровнять по линии фронта, поставив их на ширину ступни; ноги в коленях выпрямить, но не напрягать; грудь приподнять, а всё тело несколько подать вперёд; живот подобрать; плечи развернуть; руки опустить так, чтобы кисти обращённые ладонями внутрь, были сбоку и посредине бёдер, а пальцы полусогнуты и касались бедра; голову держать высоко и прямо, не выставляя подбородка; смотреть прямо перед собой; быть готовым к немедленному действию.

Строевая стойка на месте принимается и без команды: при отдании и получения приказа, при докладе, при исполнении Государственного гимна Российской Федерации, при выполнении воинского приветствия, а также при подаче команд.

Для обучения студентов строевой стойке преподаватель строит группу в одну шеренгу и, выйдя перед серединой строя, показывает, как нужно принимать строевую стойку.

Начиная занятие, руководитель занятия знакомит студентов с элементами строевой стойки путём образцового ее показа. При этом студенты должны видеть руководителя при показе спереди и сбоку. Закончив показ, преподаватель размыкает взвод и дает возможность студентам принять положение строевой стойки, а сам проверяет каждого обучаемого, добиваясь устранения допущенных им ошибок. Затем преподаватель приступает к разучиванию строевой стойки по элементам.

Если большинство студентов допускает ошибки, преподаватель приступает к практическом изучению приема с помощью подготовительных упражнений. Для этого студенты в разомкнутом одношереножном строю становятся на линию строевой площадки. Преподаватель показывает первое подготовительное упражнение — «Развертывание носков по линии фронта на ширину ступни». Дает студентам возможность выполнить в течение двух-трех минут это подготовительное упражнение, а сам следит за положением носков сапог. После этого преподаватель приступает к тренировке.

Выполнение этого упражнения осуществляется по команде «Носки свести. _ делай — РАЗ, носки развести, делай— ДВА, носки свести, делай — РАЗ и т. д.

Подавая команды, преподаватель следит за шириной разведения носков и указывает на допускаемые обучаемыми ошибки. Сначала упражнения несколько раз выполняется под команду, затем преподаватель проверяет выполнение упражнений каждым студентом. После этого он приказывает еще раз приступить к самостоятельной тренировке. Выполнять упражнения нужно по нескольку раз и только после этого проверять, не отклонились ли носки от линии. Во время самостоятельной тренировки преподаватель проверяет поочередно каждого обучаемого, добивается устранения допущенных ими ошибок.

После одиночной тренировки преподаватель может перейти к попарной тренировке, для чего производит расчет во взводе на первый и второй и командует: «Первые номера налево, а вторые напра-ВО, затем «Первые номера проверяют, вторые выполняют — к попарной тренировке — ПРИСТУПИТЬ», а сам следит за тренировкой, исправляет ошибки, допускаемые обучаемыми, и периодически меняет тренирующихся и контролирующих.

Затем преподаватель показывает второе подготовительное упражнение — приподнимите груди с подачей корпуса несколько вперед, подбиранием живота, развертывание плеч и опусканием рук посредине бедер. Это упражнение отрабатывается в такой же последовательности, как и предыдущее. Преподаватель разъясняет студентам, что, начиная это упражнение, необходимо сделать глубокий вдох и в таком положении задержать грудную клетку, сделать выдох и продолжать дыхание с приподнятой грудью. Приподняв грудь, корпус следует немного подать вперед и подобрать живот, а плечи развернуть. Руки при этом опускаются так, чтобы кисти, обращенные ладонями внутрь, были сбоку и посредине бедер, а пальцы полусогнуты и касались бедер. Чтобы проверить правильность подачи корпуса несколько вперед, необходимо приподняться на носки, а затем, не изменяя наклона корпуса, опуститься на всю ступню. Разучивание этого подготовительного упражнения производится по команде «Грудь приподнять, живот подобрать, плечи развернуть, корпус тела подать вперед, делай — РАЗ, принять первоначальное положение, делай— ДВА». Упражнение выполняется до тех пор, пока каждый обучаемый не почувствует отличия положения корпуса при правильной строевой стойке от положения в свободном состоянии.

Для показа отличия этих положений необходимо использовать зеркало или расположить одну шеренгу против другой, а затем подать команду «Первые номера — стоять вольно, вторые номера — грудь приподнять». Такая же команда повторяется для первых номеров, а вторые номера стоят в положении «вольно». Проделав несколько раз это упражнение, студенты наглядно убедятся в отличии положения строевой стойки от положения «вольно».

При отработке второго подготовительного упражнения преподаватель показывает, как обучаемые должны держать голову при строевой стойке. Чтобы проверить правильность положения головы, необходимо принять строевую стойку и, не опуская головы, посмотреть вниз перед собой. При правильном

положении головы военнослужащий должен видеть на плацу самую близкую точку *в* двух-трех шагах от себя, любое другое положение головы обучаемого будет неправильным. Обращает внимание студентов на то, что при правильной строевой стойке грудь всегда находится несколько впереди подбородка.

Отработав подготовительные упражнения преподаватель приступает к тренировке всех элементов строевой стойки в целом, для чего подает команды «СТАНОВИСЬ», «СМИРНО» или другие команды, например: «Два шага вперед (назад), шагом — МАРШ», «Студент Петров. Шаг вперед, шагом — МАРШ» и т. д. Для проверки правильного выполнения строевой стойки необходимо в ходе тренировки приказать студентам подняться на носки. Если строевая стойка была принята правильно, то все студенты легко, без наклона вперед выполнят команду. Можно проверить правильность строевой стойки поднятием косков. Преподаватель подает команду «Поднять носки, делай — РАЗ». Те, кто принял правильно строевую стойку, носки поднять не смогут.

Научив принимать строевую стойку по разделениям, преподаватель тренирует студентов в выполнении приема в целом, для чего подает команды, например: «Взвод, в одну шеренгу -СТАНОВИСЬ» или «Взвод — СМИРНО». Обучаемые выполняют команды, принимают строевую стойку, а руководитель следит за их действиями и добивается устранения допущенных ими ошибок.

2.Повороты на месте

Руководитель занятия объясняет, что повороты на месте выполняются одиночными военнослужащими на всех занятиях, при подходе к начальнику и отходе от него, а также при постановке в строй и подразделениями как на занятиях, так и во время построений и передвижений.

Для обучения поворотам на месте Руководитель занятия выстраивает взвод по периметру строевой площадки (в одну шеренгу с интервалом четыре шага) и, выйдя на середину строя, показывает поворот в целом в уставном темпе.

Показывая прием по разделениям, поясняет, что поворот кругом и налево производится в сторону левой руки на левом каблуке и правом носке, я поворот направо — в сторону правой руки на правом каблуке и левом носке.

Все повороты выполняются на два счета: по первому счету надо повернуться, сохраняя правильное положение корпуса, и, не сгибая ног в коленях, перенести тяжесть тела на впереди стоящую ногу, по второму счету кратчайшим путем приставить другую ногу.

Для четкого и красивого поворота на месте необходимо перенести тяжесть тела на ту ногу, в сторону которой делается поворот, с одновременным рывком корпуса в сторону поворота и сильным упором на носок противоположной ноги, сохраняя устойчивое положение туловища. После этого руководитель занятия показывает прием в медленном темпе с одновременным разъяснением порядка действий по предварительной и исполнительной командам. Поворот направо разучивается по разделениям на два счета.

Показав прием по разделениям, командир отделения командует: «Направо, по разделениям, делай — РАЗ, делай — ДВА».

Руководитель занятия следит за тем, чтобы обучаемые по первому счету, резко повернувшись в сторону правой руки на правом каблуке и на левом носке, сохраняли положение корпуса, как при строевой стойке, и не сгибали ног в коленях, перенося тяжесть тела на впереди стоящую ногу. Каблук сзади стоящей ноги и носок впереди стоящей ноги должны быть развернуты так, чтобы после окончания поворота носки, оказались развернутыми на ширину ступни. Положение рук должно быть, как при строевой стойке.

При неправильном или нечетком выполнении элемента по счету «раз» подается команда «ОТСТАВИТЬ».

По счету «делай - ДВА» кратчайшим путём приставить левую ногу, не сгибая её в колене.

Разучив со взводом поворот направо по разделениям, руководитель занятия приступает к разучиванию его в целом. Для этого он подаёт команду «Напра - ВО» и сопровождает её подсчетом: «РАЗ, ДВА».

Изучение приема можно продолжать под счет вслух самих обучаемых или под барабан.

При изучении поворота необходимо обратить внимание на то, чтобы он выполнялся не только с помощью ног, но и с помощью резкого движения корпусом *в* сторону поворота с соблюдением всех правил строевой стойки.

Закончив тренировку в выполнении поворота направо, руководитель занятия сначала показывает в целом, а затем по разделениям поворот налево. Поворот налево также выполняется на два счета.

По команде «Налево, по разделениям, делай — РАЗ» обучаемые должны повернуться на левом каблуке и на правом носке, перенести тяжесть тела на левую ногу, сохранял правильное положение корпуса, не сгибая ног в коленях и не размахивая во время поворота руками. По счету делай — ДВА» правую ногу надо кратчайшим путем приставить к левой так, чтобы каблуки были вместе, а носки развернуты на ширину ступни.

После показа и пояснения поворота налево в такой же последовательности проводится тренировка в выполнении этого поворота.

Изучив с группой поворот налево, руководитель занятия переходит к изучению поворота кругом. Он показывает прием в целом, затем по разделениям на два счета. Далее поясняет, что поворот кругом выполняется по команде «Кру-ГОМ» так же, как поворот налево, с той лишь разницей, что разворот корпуса делается на 180° .

По команде «Кругом, по разделениям, делай — РАЗ» надо резко повернуться на левом каблуке и на правом носке, не сгибая ног в коленях, перенести тяжесть тела на каблук левой ноги, подавая корпус немного вперед. При повороте кругом также не допускается размахивание руками вокруг корпуса. По счету «делай — ДВА» надо кратчайшим путем приставить правую ногу к левой так, чтобы каблуки были вместе, а носки развернуты на ширину ступни.

Добившись правильного выполнения приема по разделениям, следует перейти к тренировке обучаемых в выполнении поворота кругом в целом.

При обучении повороту кругом руководитель занятия должен внимательно следить за тем, чтобы студент не отрывал преждевременно, с места сзади стоящую ногу, а при повороте не допускал колебания корпусом и размахивания руками.

Тренировка в поворотах направо, налево, кругом проводится самостоятельно, попарно и в составе взвода до полного усвоения.

Если студент выполняет поворот или его элемент неправильно, руководитель занятия подает команду «ОТСТАВИТЬ», указывает на ошибку и подает команду на повторение.

Если студент повторяет ошибку, то руководитель занятия выводит его из строя, показывает ему ошибку, подает команды, обучает его, устраняя в процессе выполнения команды все неправильные действия. Находящиеся в это время в строю выполняют прием по командам руководителя вместе с обучаемым**.** По окончании обучения студента, допустившего ошибку, руководитель занятия приказывает ему встать в строй и вызывает для обучения очередного студента из строя.

При выполнении поворотов на месте характерны следующие ошибки: преждевременный поворот корпуса по предварительной команде, сгибание ног в коленях, размахивание руками при повороте, наклонение головы вниз, опускание груди или выпячивание живота, отклонение корпуса назад, поворот не на каблуке, а на всей ступне, при повороте кругом неполный разворот, приставление ноги не кратчайшим путем и при этом качание корпуса.

В ходе обучения руководитель занятия совершенствует свою строевую выучку, поэтому он, подавая команды личному составу, сам образцово выполняет приемы.
3.Движение строевым шагом.

Строевой шаг является одним из наиболее сложных и трудных по усвоению строевых приемов, выполнение которого требует от обучаемых особой собранности, подтянутости, четкости, согласованного движения рук и ног.

Строевой шаг применяется при прохождении подразделений торжественным маршем, при отдании ими чести в движении, при подходе военнослужащего к начальнику и отходе от него, при выходе из строя и возвращении в строй, а также на строевых занятиях.

Последовательность обучения движению строевым шагом рекомендуется следующая:

тренировка в движении руками

тренировка в обозначении шага на месте

тренировка в движении строевым шагом на четыре счета

Рассказав о применении строевого шага, командир приступает к его разучиванию с отделением. Обучение движению строевым шагом, как и каждый новый прием, следует начинать с образцового показа и пояснения.

Показав движение строевым шагом в целом, командир отделения показывает по разделениям первое подготовительное упражнение – движение руками, а затем подает команду «Движение руками, делай РАЗ, делай ДВА». По счету «делай - РАЗ» обучаемые должны согнуть правую руку в локте от плеча около тела так, чтобы кисть руки поднялась на ширину ладони выше пряжки пояса и находилась на расстоянии ладони от тела, одновременно левую руку отвести назад до отказа в плечевом суставе. По счету «делай - ДВА» обучаемые должны произвести движение левой рукой вперед, а правой, начиная от плеча, назад до отказа.

Обозначение шага на месте производится по команде «На месте, шагом - МАРШ». По этой команде обучаемые поднимают ногу на 15-20 см. от земли и ставят ее на землю на всю ступню.

Командир отделения подает команду «Движение руками шагом на месте, делай – РАЗ, делай - ДВА». В период тренировки особое внимание обращается на правильное движение и положение рук.

При обучении движению строевым шагом необходимо добиться, чтобы обучаемые при движении не раскачивались из стороны в сторону.

В последствии перейти к тренировке движения строевым шагом в строю отделения.

По окончании обучения движению строевым шагом командир отделения принимает зачет от каждого обучаемого.

Нормальная скорость движения шагом 110-120 шагов в минуту. Размер шага 70-80 см. Движение бегом начинается по команде «Бегом - МАРШ».

Обучение шагу на месте производится по разделениям на два счета. «Делай - РАЗ» - поднять левую ногу на 15-20 см. от земли, правой рукой при этом произвести движение так, чтобы кисть ее поднялась выше пряжки пояса на ширину ладони и на расстояние ширины ладони от тела. По счету «Делай - ДВА» - левую поставить на землю с передней части ступни на весь след. Руки опустить, кисти сбоку и посредине бедер.

Тренировка проводится по команде «На месте шагом - МАРШ». При переходе с шага на месте к движению шагом одновременно с постановкой левой ноги на землю (при шаге на месте) подается команда «ПРЯМО». По этой команде обучаемый делает еще один шаг на месте и с левой ноги начинает движение полным шагом.

Показав и рассказав технику движения шагом и бегом, перехода с шага на бег и наоборот, пояснив требования Строевого устава по их выполнению, командир приступает к тренировке разученных приемов и действий.

Убедившись, что большинство обучаемых правильно усвоили технику движения шагом и бегом, командир, указывая на недостатки отдельным обучаемым, предлагает устранить их во внеучебное время, а сам приступает к объяснению и

показу выполнения приемов изменения скорости движения. С этой целью командир размыкает обучаемых на интервал пять-шесть шагов для удобства проведения тренировки.

4.Повороты в движении по командам.

Повороты в движении выполняются по командам: **«Напра-ВО», «Пол-оборота напра-ВО», «Нале-ВО», «Пол-оборота нале-ВО», «Кругом - МАРШ».**

Для поворота направо, пол-оборота направо (налево, пол-оборота налево) исполнительная команда подается одновременно с постановкой на землю правой (левой) ноги. По этой команде с левой (правой) ноги сделать шаг, повернуться на носке левой (правой) ноги, одновременно с поворотом вынести правую (левую) ногу вперед и продолжать движение в новом направлении.

Для поворота кругом исполнительная команда подается одновременно с постановкой на землю правой ноги. По этой команде сделать еще один шаг левой ногой (по счету раз), вынести правую ногу на полшага вперед и несколько влево и, резко повернувшись в сторону левой руки на носках обеих ног (по счету два), продолжать движение с левой ноги в новом направлении (по счету три).

При поворотах движение руками производится в такт шага.

Разучивание с отделением поворотов в движении начинается с показа их командиром. После показа командиром поворота направо в движении в целом поворот разучивается по разделениям на три счета. Командир командует: «Поворот в движении направо, по разделениям: делай – РАЗ, делай – ДВА, делай - ТРИ». По счету «делай РАЗ» необходимо сделать строевой шаг левой ногой вперед, произведя взмах руками в такт шага, и остановиться в положении с опущенными руками, по счету «делай - ДВА» резко повернуться направо на носке левой ноги одновременно с поворотом вынести правую ногу вперед и сделать шаг в новом направлении, по счету «делай - ТРИ», приставить левую ногу.

Для тренировки командир рассчитывает отделение на первый и второй, располагает солдат друг против друга в восьми шагах с интервалом четыре шага, чтобы каждый из них находился против малого квадрата на внутренних линиях строевой площадки. Тренировка проводится на 4 счета с движением три шага вперед по команде «Поворот в движении направо на четыре счета, шагом - МАРШ» и посчитывает: «раз, два, три, ЧЕТЫРЕ». Под счет «раз, два, три» обучаемые делают три строевых шага вперед вдоль линии квадрата, а под громкий счет «ЧЕТЫРЕ» - поворот направо и шаг. Под следующий счет «раз, два, три, ЧЕТЫРЕ» упражнение повторяется. Обучаемые совершают движение по квадрату 4х4 шага. Вначале темп движения 60 шагов в минуту, а затем 110 -120 шагов в минуту под барабан.

Для тренировки командир отводит отделение на шаг назад и располагает его на внешней линии прямоугольника. Выполнение поворота начинается по команде «Поворот в движении налево на четыре счета, шагом - МАРШ» и затем ведется под счет «РАЗ, два, три, четыре», а под следующий громкий счет «РАЗ» обучаемые делают поворот и шаг, под счет «два, три, четыре» продолжают движение.

Перед изучением поворота кругом в движении командир отделения накануне изучает с личным составом требования ст. 40 Строевого устава. Поворот в движении кругом требует особо тщательного обучения, более длительной тренировки.

Для поворота кругом по счету «делай - РАЗ» обучаемые делают шаг вперед с левой ноги и остаются в таком положении, по счету «делай - ДВА» выносят правую ногу на полшага вперед и несколько влево и, резко повернувшись в сторону левой руки на носках обеих ног, остаются в таком положении. По счету «делай - ТРИ» делают шаг с левой ноги вперед, а по счету «делай - ЧЕТЫРЕ» приставляют правую ногу.

При выполнении поворота кругом особое внимание обращается на резкость поворота, а также на движение рук в такт шага.

Заканчивая занятие, командир тренирует в движении строевым шагом и выполнении поворотов одновременно всех солдат. Для этого расставляет их на строевой площадке с дистанцией четыре шага и приказывает, чтобы они по команде прошли этот прямоугольник в течение 30 с. По команде командира «Строевым шагом - МАРШ» обучаемые начинают движение, а командир следит за ними и через 30 с подает команду «СТОЙ». По команде «Стой» обучаемые останавливаются, а по командам «Вольно», «Заправиться» смотрят, достигли ли они того места, откуда начали движение. Затем это упражнение повторяется под барабан.

Поворот и полуобороты направо и налево при движении бегом выполняются по тем же командам, что и при движении шагом, поворотом на одном месте на два счета и в такт бега.

Поворот кругом на бегу производится в сторону левой руки на одном месте, на четыре счета в такт бега.

Для закрепления навыков в поворотах в движении следует их периодически включать в упражнения утренней физической зарядки , а также специальные строевые тренировки и состязания на лучшее подразделение.

Раздел «Огневая подготовка из стрелкового оружия»

Работа №2 (семинар)

ОСНОВЫ, ПРИЕМЫ И ПРАВИЛА СТРЕЛЬБЫ ИЗ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ

Цель занятия

1. Ознакомление студентов с процессами, происходящими при стрельбе из стрелкового оружия.

2. Изучение приемов и правил ведения стрельбы из стрелкового оружия (мелкокалиберной винтовки, автомата) и при метании гранат.

Основы стрельбы включают теоретические положения, которые необходимы для понимания процессов, происходящих при стрельбе, и усвоения приемов и правил стрельбы.

Правила стрельбы включают основные положения и рекомендации по подготовке и ведению стрельбы. Ими руководствуются при стрельбе по различным целям в любых условиях для надежного выполнения огневых задач с наименьшим расходом боеприпасов и времени.

Явление выстрела

Выстрелом называется выбрасывание пули (снаряда) из канала ствола под действием пороховых газов, образующихся при сгорании порохового заряда. Он происходит в очень короткий промежуток времени (0,001 - 0,06 с). От удара бойка по капсюлю патрона возникает пламя, воспламеняющее пороховой заряд; при этом образуется большое количество сильно нагретых газов, которые, увеличиваясь в объеме, создают высокое давление, действующее во все стороны с одинаковой силой. Под давлением газов 250 - 500 кгс/см^2 (1 кгс/см^2 ≈ 0,1 МПа) пуля сдвигается с места, врезается в нарезы и получает вращательное движение. Порох продолжает гореть, а следовательно, количество газов (объем и давление) в канале ствола увеличивается. Наибольшей величины (2 800 кгс/см2) давление газов достигает, когда пуля пройдет 4 - 6 см пути. Затем вследствие быстрого увеличения скорости движения пули объем запульного пространства увеличивается быстрее притока новых газов и давление начинает падать. К моменту вылета пули из канала ствола оно составляет 300 - 900 кгс/см^2. Однако скорость движения пули в канале ствола возрастает, так как газы, хотя и в меньшей степени, продолжают на нее давить. Пуля продвигается по каналу ствола с непрерывно возрастающей скоростью и выбрасывается наружу по направлению оси канала ствола. Раскаленные газы, истекающие из канала ствола вслед за пулей, при встрече с воздухом образуют пламя и ударную волну, которая является источником звука при выстреле.

Далее полет пули в воздухе продолжается по инерции и в значительной степени зависит от ее начальной скорости.

В момент выстрела из автоматического оружия, устройство которого основано на принципе использования энергии пороховых газов, отводимых через отверстие в стенке ствола (например, автомат и пулеметы Калашникова, снайперская винтовка Драгунова), часть пороховых газов после прохождения пулей газоотводного отверстия устремляется через него в газовую камеру, ударяет в поршень и отбрасывает поршень с затворной рамой (толкатель с затвором) назад. При этом происходит отпирание затвора, сжимается возвратная (возвратно-боевая) пружина, а затвор извлекает из патронника гильзу. При движении затворной рамы вперед под действием сжатой пружины затвор досылает очередной патрон в патрон-ник и вновь запирает канал ствола.

При выстреле из пистолета Макарова, автоматического пистолета Стечкина давление газов через дно гильзы передается на затвор и вызывает движение затвора с гильзой назад. Отходя назад, затвор сжимает возвратно-боевую пружину, затем под действием энергии сжатой пружины он возвращается вперед и досылает очередной патрон в патронник, т. е. для автоматического перезаряжания оружия используется энергия отдачи.

Начальная скорость

Начальной скоростью пули называется скорость, с которой пуля покидает канал ствола,- скорость движения пули у точки вылета.

Начальная скорость пули - одна из важнейших характеристик боевых свойств оружия. Возрастание начальной скорости увеличивает дальность полета пули, ее пробивное и убойное действие, уменьшает влияние внешних условий на ее полет.



Рис. 59. Подбрасывание дульной части ствола оружия вверх при выстреле в результате действия отдачи

Величина начальной скорости пули зависит от длины ствола, массы пули, массы порохового заряда и от других факторов. Чем длиннее ствол (до известных пределов), тем дольше действуют на пулю пороховые газы и тем больше ее начальная скорость.

Ввиду того что давление газов в канале ствола действует во все стороны с одинаковой силой, при выстреле оно не только выталкивает пулю вперед, но и отталкивает оружие назад. Движение оружия (ствола) назад во время выстрела называется отдачей. Отдача стрелкового оружия ощущается в виде толчка в плечо, руку или в грунт. Действие отдачи оружия характеризуется величиной скорости и энергии, которой оно обладает при движении назад. Скорость отдачи оружия примерно во столько раз меньше начальной скорости пули, во сколько раз пуля легче оружия. Энергия отдачи у автомата не превышает 2 кгс • м (19,6 Дж) и воспринимается стреляющими безболезненно.

Сила давления пороховых газов (сила отдачи) и сила сопротивления отдаче (упор приклада, рукоятки, центр тяжести оружия и т. д.) расположены не на одной прямой и направлены в противоположные стороны. Они образуют пару сил, под действием которой дульная часть оружия отклоняется кверху (рис. 59). Отклонение тем больше, чем больше плечо этой пары сил. Кроме того, при выстреле ствол оружия совершает колебательные движения - вибрирует. В результате вибрации дульная часть ствола в момент вылета пули может также отклониться от первоначального положения в любую сторону (вверх, вниз, вправо, влево). Величина этого отклонения увеличивается при неправильном использовании упора для стрельбы, загрязнении оружия и т. п.

Влияние вибрации ствола, отдача оружия и другие причины приводят к образованию угла между направлением оси канала ствола; до выстрела и ее

направлением в момент вылета пули из канала ствола; этот угол называется углом вылета. Угол вылета считается положительным, когда ось канала ствола в момент вылета пули выше ее положения до выстрела, и отрицательным, когда она ниже. Для обеспечения однообразия угла вылета и уменьшения влияния отдачи на результаты стрельбы необходимо точно соблюдать приемы стрельбы и правила ухода за оружием.

Образование траектории

В момент выстрела ствол автомата в зависимости от угла возвышения занимает определенное положение. Полет пули в воздухе начинается по прямой линии, представляющей продолжение оси канала ствола в момент вылета пули. Эта линия называется линией бросания. При полете в воздухе на пулю действуют две силы: сила тяжести и сила сопротивления воздуха. Сила тяжести все больше и больше отклоняет пулю вниз от линии бросания, а сила сопротивления воздуха замедляет движение пули в воздухе, стремится опрокинуть ее головной частью назад. Под действием этих двух сил пуля продолжает полет по кривой, расположенной ниже линии бросания (рис. 60). Кривая линия, которую описывает центр тяжести пули при полете в воздухе, называется траекторией. Форма траектории зависит от величины угла возвышения и влияет на величину дальности прямого выстрела, прикрытое, поражаемое и мертвое пространство. С увеличением угла возвышения высота траектории и полная горизонтальная дальность полета пули увеличиваются, но это происходит до известного предела. За этим пределом высота траектории продолжает увеличиваться, а полная горизонтальная дальность уменьшаться.

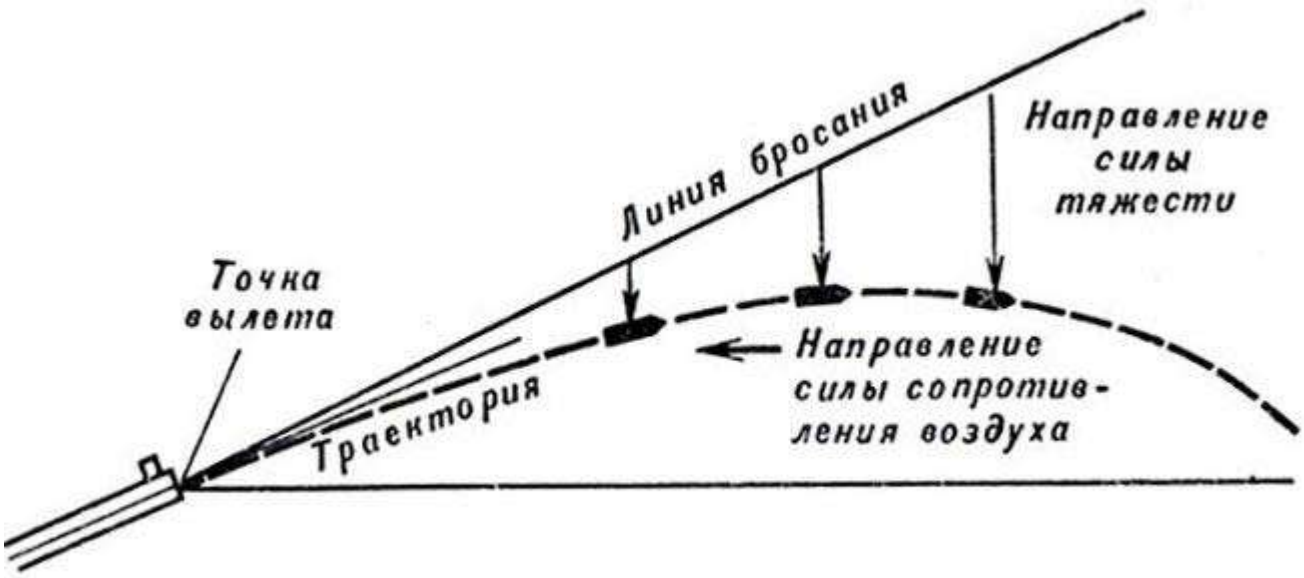


Рис. 60. Траектория полета пули

Угол возвышения, при котором полная горизонтальная дальность полета пули становится наибольшей, называется углом наибольшей дальности. Величина угла наибольшей дальности для пуль различных видов оружия составляет около 35°.

Траектории, получаемые при углах возвышения, меньших угла наибольшей дальности, называются настильными.

Прямой выстрел и его практическое значение

Прямым выстрелом называется выстрел, при котором траектория полета пули не поднимается над линией прицеливания выше цели на всем своем протяжении (рис. 61). Практическое значение его заключается в том, что в напряженные моменты боя стрельба может вестись без перестановки прицела, при этом точка прицеливания по высоте будет выбираться по нижнему обрезу цели.

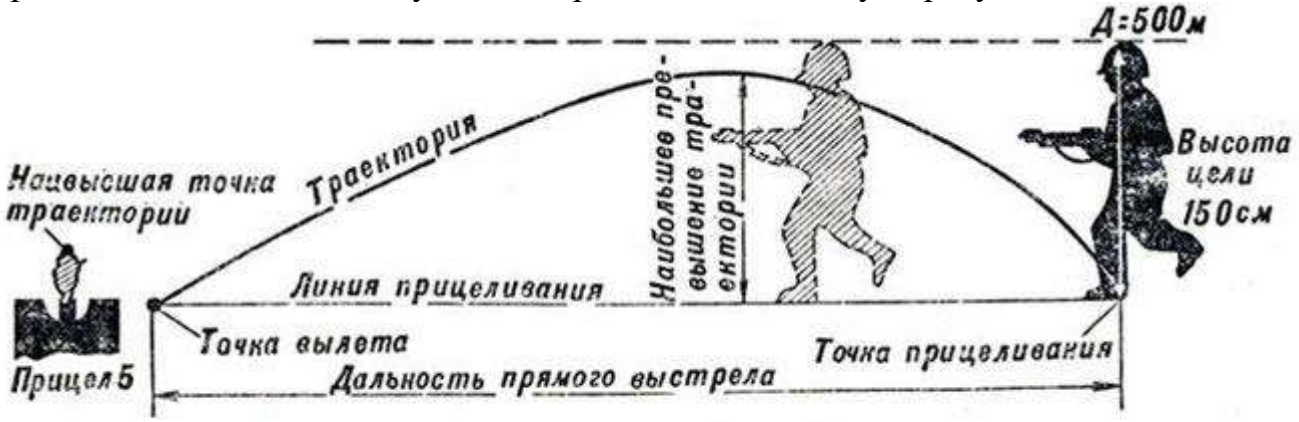


Рис. 61. Прямой выстрел

Дальность прямого выстрела зависит от высоты цели и настильности траектории. Чем выше цель и настильнее траектория, тем больше дальность прямого выстрела и, следовательно, расстояние, на котором цель может быть поражена с одной установкой прицела. Это дает возможность ускорить поражение цели, упредить противника в ответном выстреле.

Прикрытое, поражаемое и мертвое пространство

Пространство за укрытием, не пробиваемым пулей, от его гребня до точки встречи называется прикрытым пространством (рис. 62).

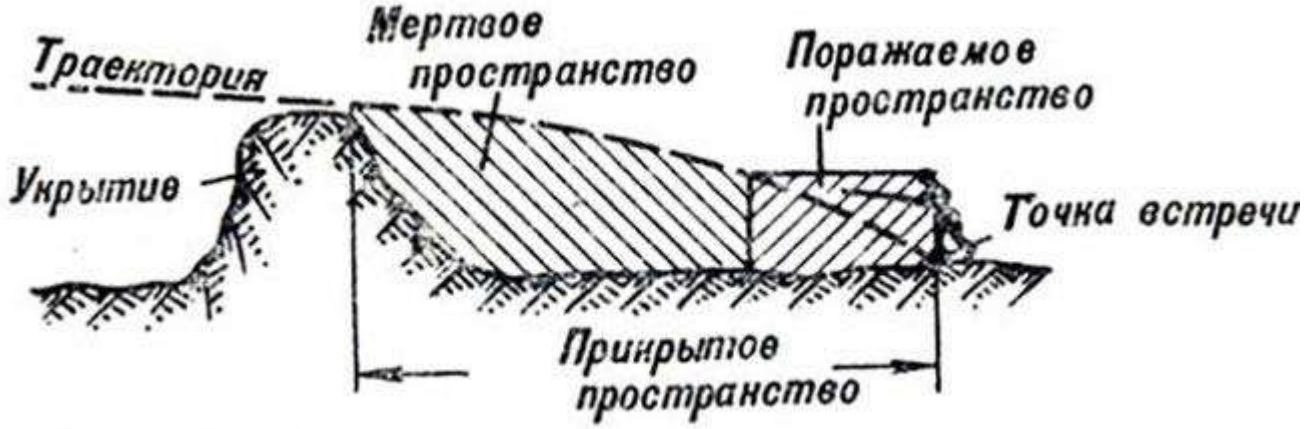


Рис. 62. Прикрытое, поражаемое и мертвое пространство

Прикрытое пространство тем больше, чем выше укрытие и настильнее траектория.

Часть прикрытого пространства, на котором цель не может быть поражена при данной траектории, называется **мертвым (непоражаемым) пространством**. Оно тем больше, чем больше высота укрытия, меньше высота цели и настильнее траектория. Прикрытое и мертвое пространство необходимо умело использовать для защиты от огня противника.

Часть прикрытого пространства, на которой цель может быть поражена, составляет поражаемое пространство - расстояние, на котором нисходящая ветвь траектории не превышает высоты цели. **Поражаемое пространство** зависит от высоты цели, настильности траектории и угла падения. Его практическое значение в том, что оно компенсирует ошибки, допускаемые при определении установки прицела, и позволяет округлять измеренную дальность до цели в большую сторону.

Способы определения дальности и применение формулы тысячной

Дальность до цели обычно определяется глазомерно (в любых условиях обстановки) и по ее угловой величине. Глазомерно дальность определяется: сравнением ее с известной дальностью до местного предмета (ориентира) ; по отрезку местности, хорошо запечатлевшемуся в зрительной памяти; по степени видимости и кажущейся величине цели. Дальность до цели по угловым величинам, если известен размер цели (высота, ширина или длина), можно определить по формуле тысячной*

* (*Тысячная-угловая величина, равная 1/1000 радиана или центральному углу, опирающемуся на дугу, равную 1/6000 части окружности.*)

$$Д = \frac{В \cdot 1000}{У},$$

где Д - дальность до цели в метрах; В - высота (ширина или длина) цели в метрах; У - угловая величина цели в тысячных. Угловые величины целей измеряются в тысячных с помощью полевого бинокля или другого прибора наблюдения - по угломерным шкалам этих приборов (рис. 63). Величина одного большого деления шкалы соответствует 10 тысячным, малого - 5 тысячным (записывается 0 - 10, 0 - 05).

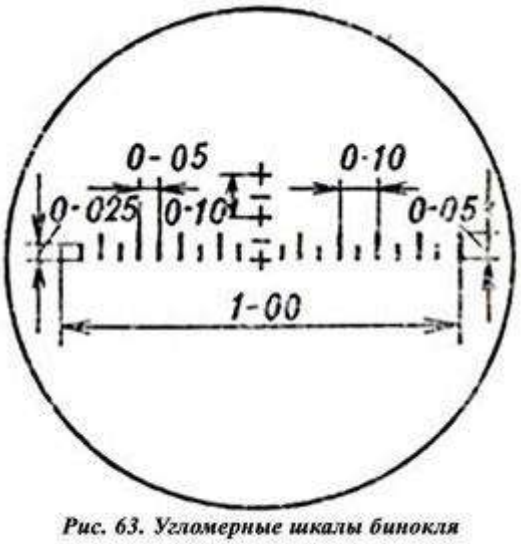


Рис. 63. Угломерные шкалы бинокля

Например, угловая величина наблюдаемого в бинокль человека (средний рост которого 1,7 м) равна одному малому делению сетки бинокля (0-05). Следовательно, дальность до человека

Угловые величины цели можно определить также с помощью подручных предметов (линейки, карандаша, спичечной коробки) и с помощью пальцев руки. Для этого нужно знать значение этих предметов в тысячных:

1 мм линейки - 0 - 02;

карандаш круглый - 0,12;

спичечная коробка: по длине - 0 - 90; по ширине - 0 - 60; по высоте - 0 - 30;

пальцы руки: большой - 0 - 40; указательный - 0 - 30; мизинец - 0 - 20.

Например, если при определении угловой величины цели с помощью линейки расстояние между краями цели по ширине, высоте или длине будет 4 мм, то угловая величина цели равна 0 - 02 X 4 = = 0 - 08.

Точность определения угловых величин цели с помощью подручных предметов зависит от точности выноса их на расстояние 50 см от глаз.

Элементы наводки

Наводка - придание оси канала ствола автомата необходимого для стрельбы положения в пространстве. Она включает следующие элементы: взятие ровной мушки и совмещение ее с точкой прицеливания (рис. 64). Точка на цели, в которую наводится автомат, называется точкой прицеливания. Взятие ровной мушки - это правильное совмещение мушки с прорезью прицельной планки. Ее вершина должна быть видна в центре прорези прицельной планки на одном уровне с ее верхними краями.

Выбор прицела и точки прицеливания при стрельбе по неподвижным целям

Прицел и точка прицеливания выбираются с таким расчетом, чтобы при стрельбе средняя траектория проходила посредине цели. При стрельбе из автомата на дальность до 300 м огонь следует вести, как правило, с прицелом 3 или "П", прицеливаясь в нижний край цели или в середину, если цель высокая (бегущие фигуры и т. п.). Например, при стрельбе из автомата по цели "Грудная фигура" на дальности 100 м точку прицеливания удобно выбрать на нижнем обрезе цели и огонь вести с прицелом "П". При этом превышение траектории над линией прицеливания на этой дальности равно 25 см, что соответствует прохождению траектории через центр цели.

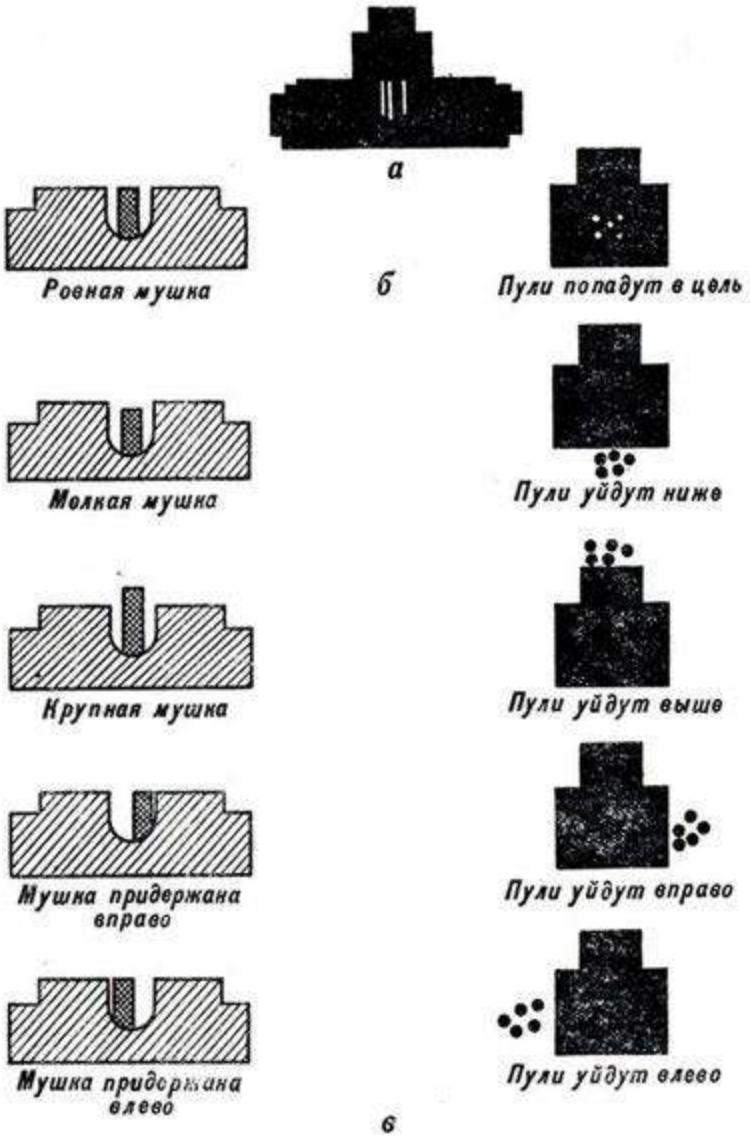


Рис. 64. Правильное прицеливание и ошибки при прицеливании: а - взятие ровной мушки и совмещение ее с точкой прицеливания; б - правильное прицеливание; в - ошибки при прицеливании

При стрельбе на дальности, превышающие 300 м, прицел устанавливается соответственно расстоянию до цели, округленному до целых сотен метров. За точку прицеливания, как правило, принимается середина цели. Если условия обстановки не позволяют изменять установку прицела в зависимости от расстояния до цели, то в пределах дальности прямого выстрела огонь следует вести с прицелом "П", прицеливаясь в нижний край цели.

Поправки на превышение местности над уровнем моря и на угол места цели вносятся в установку прицела только при стрельбе в горах на расстояние свыше 400 м.

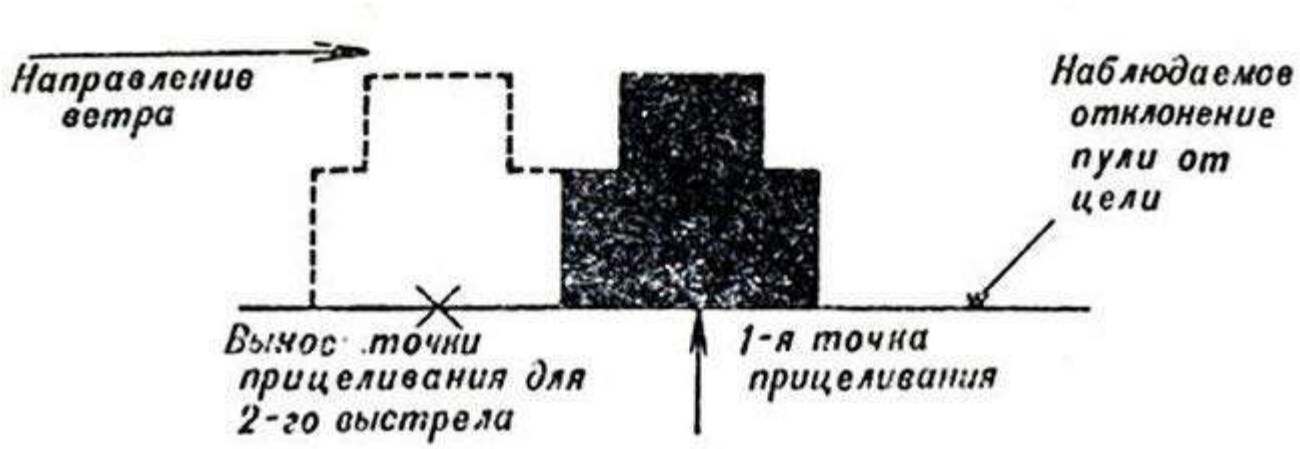


Рис. 65. Вынос точки прицеливания в фигурах цели

Боковой ветер оказывает значительное влияние на полет пули, отклоняя ее в сторону. Поправка на боковой ветер учитывается выносом точки прицеливания в метрах, фигурах цели, или делениях целика (при стрельбе из пулемета). При этом отсчет выноса точки прицеливания производится от середины цели в ту сторону, откуда дует ветер (рис. 65).

Приемы стрельбы из стрелкового оружия включают: изготовку, прицеливание, спуск курка и организацию дыхания при стрельбе.

Изготовка. Правильная изготовка к стрельбе обеспечивает устойчивость оружия, которая оказывает влияние на меткость стрельбы. Изготовка включает принятие положения для стрельбы, заряжание оружия и прикладку.

Чтобы принять положение для стрельбы лежа из малокалиберной винтовки, надо, удерживая винтовку в правой руке дульной частью вперед, сделать правой ногой полный шаг вперед и немного вправо. Наклониться вперед и опуститься на левое колено. Затем, опираясь левой рукой о землю, последовательно опуститься на бедро левой ноги и предплечье левой руки. Лечь на левый бок и быстро повернуться на живот, слегка раскинув ноги в стороны носками наружу. При этом корпус располагается под углом 25–30° к плоскости стрельбы. Винтовка кладется цевьем на ладонь левой руки (рис. 53). Для заряжания малокалиберной винтовки надо правой рукой открыть и отвести назад затвор, взять патрон за шляпку большим и указательным пальцами правой руки и ввести пулю в патронник; большим пальцем подтолкнуть патрон вперед, пока закраина гильзы не натолкнется на торец пенька ствола; правой рукой закрыть затвор.

Для прикладки с малокалиберной винтовкой левую руку, согнутую в локте, надо выдвинуть вперед так, чтобы винтовка нижней плоскостью цевья лежала на ее ладони ближе к мякоти большого пальца. Пальцы левой руки лишь слегка, без малейшего напряжения, прикасаются к цевью винтовки. Кистью правой руки следует несколько обхватить шейку ложи, а указательный палец ложится первым суставом на спусковой крючок. Приклад серединой затыльника должен упираться в выемку плеча.

Для придания оружию большей устойчивости при стрельбе из положения лежа можно пользоваться упором. В качестве упора применяются мешочки с песком или опилками высотой 20–25 см.

Правильное положение корпуса относительно упора стрелок находит, незначительно перемещая корпус вперед или назад до тех пор, пока не примет удобного для себя положения. Если этого добиться не удается, надо подогнать высоту упора и повторить прием изготовки.

Правильная прикладка зависит от положения корпуса, ног, рук и головы стреляющего. А от правильной прикладки в свою очередь зависит устойчивость оружия.

При стрельбе лежа между корпусом стреляющего и плоскостью стрельбы должен быть некоторый угол. Величина смещения корпуса влево от направления стрельбы зависит от телосложения стреляющего. Если руки короткие, то корпус целесообразно располагать под бóльшим углом к направлению стрельбы, если длинные – под меньшим углом. Обычно величина угла между корпусом и направлением стрельбы колеблется от 25° до 30°.

Голову надо немного наклонить вперед и, не напрягая шеи, правую щеку слегка прижать к прикладу. При этом правый глаз должен находиться на уровне прицела и в 25–30 см от него или на таком расстоянии, которое позволяло бы стреляющему наиболее ясно и всегда однообразно видеть прорезь прицела и мушку. Затыльник приклада должен плотно прилегать к плечу серединой.

Прицеливание – это совокупность действий стрелка, предназначенных для придания каналу ствола оружия положения в пространстве, обеспечивающего полет пули в нужном направлении и на необходимую дальность. Эти действия выполняются с помощью прицела и мушки.

Для того чтобы на протяжении всей стрельбы сохранилось однообразие изготовки и прикладки, первоначальную наводку оружия в цель следует производить не руками, а перемещением корпуса, не изменяя положения левой руки. Если оружие направлено низко, то корпус надо переместить назад. Если оружие направлено высоко, корпус подается вперед. При перемещении корпуса вместе с ногами вправо ствол оружия отклоняется влево, а когда корпус передвигается влево, ствол перемещается вправо.

Полезно по окончании грубой наводки оружия в направлении цели закрыть глаза и расслабить мышцы. Затем, открыв глаза, посмотреть, куда направлено оружие, и при необходимости поправить грубую наводку.

Для прицеливания (рис. необходимо зажмурить левый глаз, а правым смотреть через прорезь прицела на мушку так, чтобы мушка находилась строго посредине прорези, а ее вершина оказалась вровень с верхними краями гривки прицельной планки. Это и называется *взять ровную мушку*; ее надо удерживать. Затем, задерживая дыхание на выдохе, подвести ровную мушку к точке прицеливания, одновременно нажимая на спусковой крючок.

При смещении мушки в сторону от середины прорези, а также выше или ниже ее краев меткой стрельбы не получится (рис. 55). При этом, чем больше ошибка в

положении мушки относительно прорези прицела, тем больше будут отклонения пуль от точки прицеливания. Во всех случаях пули отклоняются в сторону смещения мушки.

Спуск курка – один из наиболее важных и ответственных элементов техники производства стрельбы. Накладывать на спусковой крючок необходимо указательный палец правой руки первым суставом и нажимать плавно и прямо назад. Если палец накладывать вторым суставом, то нажим будет происходить влево назад, вследствие чего и оружие будет смещаться влево. Для спуска курка надо, затаив дыхание, плавно нажимать на спусковой крючок до тех пор, пока курок незаметно для стреляющего не спустится с боевого взвода, т.е. пока не произойдет выстрел.

Во время прицеливания и спуска курка необходимо ***задерживать дыхание***. Наиболее целесообразным моментом для задержки дыхания является окончание выдоха. Следует сначала осуществить грубую наводку, сделать глубокий вдох, а затем, медленно выдыхая, выполнить точную наводку с одновременным плавным нажатием на спусковой крючок, чтобы ликвидировать его мертвый ход. Уточняя прицеливание и затаив дыхание на окончании выдоха, стрелок, продолжая плавно нажимать на спусковой крючок, производит выстрел.

Приемы и правила стрельбы из автомата. Стрельба из автомата состоит из изготовки к стрельбе, производства стрельбы (выстрела) и прекращения стрельбы.

Изготовка к стрельбе включает принятие положения для стрельбы и заряжание автомата. При ведении огня с места автоматчик принимает положение для стрельбы стоя, с колена или лежа, в зависимости от условий местности и огня противника. В движении автоматчик может вести огонь без остановки и с короткой остановкой. Изготовка к стрельбе производится по команде командира или самостоятельно. Руководствуясь общими правилами выполнения приемов стрельбы и учитывая свои индивидуальные особенности, каждый автоматчик вырабатывает и применяет наиболее выгодные и устойчивые положения для стрельбы, добиваясь однообразного положения головы, корпуса, рук и ног.

Производство стрельбы включает установку прицела, постановку переводчика на требуемый вид огня, прикладку, прицеливание, спуск курка и удержание автомата при стрельбе. В зависимости от поставленной задачи и обстановки огонь ведется по команде командира или самостоятельно. В команде для открытия огня обычно указывается, кому стрелять, цель, прицел и точка прицеливания. При стрельбе по целям на дальностях до 300 м прицел и точка прицеливания могут не указываться.

При ведении огня очередями надо прочно удерживать приклад автомата в плече, не изменяя положения локтей, сохраняя ровно взятую мушку под выбранной точкой прицеливания. При стрельбе из положения лежа разрешается упирать автомат магазином в грунт.

В зависимости от обстановки прекращение стрельбы может быть временным и полным. Для временного прекращения стрельбы подается команда "Стой" или "Прекратить огонь". По этим командам автоматчик прекращает нажатие на спусковой крючок, ставит автомат на предохранитель и, если необходимо,

сменяет магазин. Для полного прекращения стрельбы после команды "Стой" или "Прекратить огонь" подается команда "Разряжай". По этой команде автоматчик ставит автомат на предохранитель, устанавливает прицел "П" и разряжает автомат.

Прицел и точка прицеливания выбираются автоматчиком с таким расчетом, чтобы при стрельбе средняя траектория проходила посредине цели. При стрельбе на дальность до 300 м огонь следует вести, как правило, с прицелом 3 или "П", прицеливаясь в нижний край цели или в середину, если цель высокая.

При стрельбе на дальности, превышающие 300 м, прицел устанавливается соответственно расстоянию до цели, округленному до целых сотен метров. За точку прицеливания, как правило, принимается середина цели. Если условия обстановки не позволяют изменять установку прицела в зависимости от расстояния до цели, то в пределах дальности прямого выстрела огонь следует вести с прицелом "П", прицеливаясь в нижний край цели.

Метание ручных гранат

На занятиях и учениях метание гранат производится по команде командира (руководителя занятий), а в бою – в зависимости от обстановки по команде или самостоятельно. Метание гранаты состоит из следующих приемов: изготовки для метания (заряжание и принятие соответствующего положения) и метания гранаты.

Заряжание гранаты. Заряжание гранаты выполняется по команде "Подготовить гранаты", а в бою, кроме того, и самостоятельно.

Для заряжания ручной осколочной гранаты необходимо (рис. 56) достать гранату левой рукой из сумки, а правой рукой вывинтить пробку из трубки корпуса. Затем, держа гранату в левой руке, правой рукой извлечь из гнезда сумки запал. Вставить запал в центральную трубку и ввинтить до отказа. Граната готова к броску

Метание ручной осколочной гранаты. Метание гранаты производится из различных положений: стоя, с колена, лежа, а также в движении из БМП (БТР) и в пешем порядке (только наступательных). Для метания гранаты выбирается место и принимается такое положение, чтобы можно было сделать бросок без помех, т.е. чтобы на пути полета гранаты не было ветвей деревьев, высокой травы, проводов и других препятствий.

Метание гранаты производится по команде "Гранатой – огонь", а в бою, кроме того, и самостоятельно.

Для метания гранаты необходимо взять гранату в руку и пальцами плотно прижать спусковой рычаг к корпусу гранаты (рис. 57). Продолжая плотно прижимать спусковой рычаг, другой рукой сжать (выпрямить) концы предохранительной чеки; удерживая спусковой рычаг в прижатом положении, за кольцо выдернуть предохранительную чеку; размахнуться и бросить гранату в цель (при метании оборонительной гранаты сразу после броска укрыться).

При метании гранаты в движении шагом или бегом (рис. 58) необходимо, удерживая гранату в правой полусогнутой руке, а оружие – в левой, выдернуть предохранительную чеку. С шагом левой ногой вынести руку с гранатой вперед и вниз. На втором шаге (правой ногой) рука продолжает движение по дуге вниз назад с одновременным поворотом корпуса вправо. На третьем шаге, выставив левую ногу по направлению к цели на носок и согнув правую ногу в колене, закончить поворот корпуса и замах рукой. Используя скорость движения, вложить в бросок последовательно силу ног, корпуса и руки, метнуть гранату, пронося ее над плечом.

Для метания гранаты из траншеи или окопа (рис. 59) необходимо положить оружие на бруствер, взять гранату в правую руку и выдернуть предохранительную чеку; отставить (насколько можно) правую ногу назад; прогибаясь в пояснице и слегка сгибая обе ноги, отвести правую руку с гранатой назад до отказа; опираясь на левую руку, резко выпрямиться и метнуть гранату в цель, после чего укрыться в траншее (окопе).

Для поражения живой силы противника, расположенной в окопе (траншее), нужно метать гранату под углом к горизонту примерно 35 – 45°, чтобы граната падала в окоп по навесной траектории и меньше перекатывалась через траншею.

Метание ручной противотанковой (кумулятивной) гранаты. Метание гранаты складывается из выполнения следующих приемов: изготовки для метания (заряжание гранаты и принятие соответствующего положения) и метания гранаты. Заряжание гранаты выполняется по команде "Подготовить кумулятивные гранаты", а в бою, кроме того, и самостоятельно.

Метание противотанковой гранаты производится из положений стоя и с колена (из положения лежа, поднимаясь на колено) только из-за вертикального укрытия или из траншеи, воронки и т.п.

Учитывая вес противотанковой гранаты, замах следует делать более спокойно, а бросок выполнять с плавно возрастающей скоростью. Бросок совершается с большой силой по настильной траектории. Метнув гранату, необходимо немедленно укрыться, не ожидая ее попадания в цель или падения на землю.

В ходе проведения семинара студенты отвечают на вопросы и получают знания по теме семинара:

- Уясняют и характеризуют явления, происходящие при выстреле и его виды и элементы.
- Изучают и запоминают основные приемы, которые необходимо выполнять при стрельбе.
- Решают задачи по определению дальности до цели выстрела, угловой величины щели и др.

Вопросы и задания

- 1. Расскажите о явлении выстрела.
- 2. Что называется начальной скоростью пули? От чего она зависит?

- 3. Что такое отдача? Как уменьшают вредное влияние отдачи на результаты стрельбы?
- 4. Как образуется траектория полета пули?
- 5. Что означает пробивное действие пули и убойное действие пули?
- 6. Какой выстрел называется прямым? От чего зависит дальность прямого выстрела?
- 7. Что означает прикрытое, мертвое (непоражаемое), поражаемое пространство?
- 8. Расскажите про способы определения дальности до цели.
- 9. Определите дальность до цели высотой 2,5 м, если она заключается в малом делении шкалы бинокля.
- 10. Определите угловую величину цели, если ее ширина 3 м, а дальность до нее 200 м.
- 11. Что означает наводка?
- 12. Как выбирается прицел и точка прицеливания?
- 13. При стрельбе в каких условиях следует вводить поправки в прицеливание?
- 14. Расскажите и покажите, как правильно изготовиться к стрельбе лежа из малокалиберной винтовки.
- 15. Расскажите о прицеливании. Какие ошибки случаются при прицеливании, к чему они приводят?
- 16. Для чего на прицельной планке автомата Калашникова есть постоянная установка прицела "П"?
- 17. Перечислить п**риемы и правила стрельбы из автомата.**

Работа №3 (часть 1,семинар)

НАЗНАЧЕНИЕ, БОЕВЫЕ СВОЙСТВА, МАТЕРИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ И ПРИМЕНЕНИЕ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ, РУЧНЫХ ПРОТИВОТАНКОВЫХ ГРАНАТОМЕТОВ И РУЧНЫХ ГРАНАТ

Цель занятия

1.Ознакомление студентов с характеристиками стрелкового оружия по целевому назначению. Боевые свойства – одна из главных характеристик стрелкового оружия.

2.Изучение боевых свойств и возможностей стрелкового оружия определяющих эффективность его огня.

3. Ознакомление с показателями боевых свойств стрелкового оружия с целью оценки боевых возможностей стрелкового оружия, стоящего на вооружении армии РФ.

Вооружённые силы немыслимы без оружия, что прямо следует из их названия. У военных много различного вооружения, которое можно классифицировать по самым разным критериям. .

Для начала необходимо определиться с термином «оружие», для чего обратимся к Федеральному закону от 13.12.1996 N 150-ФЗ «Об оружии». Согласно первой статье, оружие – это устройства и предметы, конструктивно предназначенные для поражения живой или иной цели, подачи сигналов. Этот же закон делит оружие на три вида: гражданское, служебное, боевое ручное стрелковое и холодное.

Понятие «стрелковое оружие» в виде чёткого определения закон не содержит, но оно вытекает из первой статьи и формулируется так: «Стрелковое оружие – ствольное оружие для стрельбы пулями или другими поражающими элементами.

В зависимости от источника энергии для метания поражающего элемента различают огнестрельное, пневматическое, механическое и электрическое стрелковое оружие».

Есть более ёмкая формулировка, содержащаяся в ГОСТе 28653-90, который определяет стрелковое оружие как ствольное оружие калибром менее 20 мм, предназначенное для метания пули, дроби или картечи

Боевое стрелковое оружие различается по способу подачи патронов в канал ствола :

а). С ручной перезарядкой – подача патрона в ствол осуществляется мускульной силой стрелка перед каждым выстрелом. Например, высокоточные снайперские винтовки.

б). Автоматическое – огнестрельное оружие, в котором перезаряжание и выстрел происходят автоматически за счёт энергии предыдущего выстрела или энергии внешнего источника (пневматического, пиротехнического, электрического). Стреляет непрерывно или очередями.

в). Самозарядное – стрелковое оружие с автоматическим перезаряжанием только для одиночной стрельбы.

КЛАССИФИКАЦИЯ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ ПО ЦЕЛЕВОМУ НАЗНАЧЕНИЮ И БОЕВЫМ ВОЗМОЖНОСТЯМ

Боевое ручное стрелковое огнестрельное оружие может представлять собой следующие виды:

- Винтовки (карабины) – огнестрельное оружие, конструктивно предназначенное для удержания и управления при стрельбе двумя руками с упором приклада в плечо во время ведения огневого боя, а также для действия в рукопашном бою штыком и прикладом. Облегчённый вариант винтовки с укороченным стволом называется карабин.

- Автоматы – разновидность индивидуального автоматического оружия, созданного под патрон, занимающий по мощности промежуточное положение

между винтовочным и пистолетным. Предназначены для ведения огневого боя, а также действия в рукопашном бою штыком и прикладом.

- Пистолеты, револьверы – стрелковое оружие, конструктивно предназначенное для удержания и управления одной рукой для стрельбы на коротких дистанциях (как правило – до 50 м). Отличие пистолета от револьвера заключается в способе подачи патронов: у пистолетов он магазинный, у револьверов – барабанный.

- Пулемёты – автоматическое стрелковое оружие для ведения длительной непрерывной стрельбы с целью создания высокой плотности огня. Пистолеты-пулемёты – автоматическое огнестрельное оружие для ведения боя на ближних и средних дистанциях, созданное под пистолетный патрон. Совмещает в себе компактность пистолетов и плотность огня автоматов.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПО КАЛИБРУ

Согласно ГОСТу 28653-90, калибр используемого боеприпаса делит стрелковое оружие на малокалиберное – до 6,5 мм включительно, нормального калибра – свыше 6,5 до 9 мм включительно, крупнокалиберное – свыше 9 до 20 мм исключительно.

В ходе развития и эксплуатации стрелкового оружия были выявлены его основные свойства, которыми, независимо от класса и вида, оно должно обладать. Всю совокупность свойств стрелкового оружия можно разделить на следующие группы: боевые свойства; служебно-эксплутационные свойства; производственно-эксплуатационные свойства.

БОЕВЫЕ СВОЙСТВА СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ

Под боевыми свойствами понимается совокупность таких свойств оружия, которые характеризуют возможность огневого воздействия на противника при нормальном техническом состоянии и безотказном действии

К боевым свойствам и ТТХ оружия относятся:

- прицельная дальность эффективного огня (максимальное удаление цели, при которой еще возможно произвести прицельный выстрел);
- дальность прямого выстрела (дальность полета пули, при которой высота траектории полета пули не превысит высоты цели);
- боевая скорострельность (количество выстрелов, которое в состоянии выполнить стреляющий за одну минуту с учетом времени, необходимого на прицеливание, обработку спуска, заряжание, смену магазина и т.п.);
- темп стрельбы у автоматического оружия (количество выстрелов, которое в состоянии произвести оружие за одну минуту без учета времени на смену магазина, заряжание и т.п.);
- начальная скорость пули (скорость пули у дульного среза ствола);
- дальность полета пули, на которой сохраняется ее убойная сила (максимальное расстояние, преодолеваемое пулей в воздухе, в пределах которого она способна вывести из строя живую цель);

- калибр (расстояние между противоположными полями нарезов ствола).

Под боевыми возможностями понимаются свойства оружия, определяющие эффективность его огня.

Боевые свойства и качества оружия обычно рассматриваются с трех сторон: мощность стрельбы, маневренность и надежность действия. Все эти качества определяются перечисленными выше ТТХ и в совокупности характеризуют боевые возможности конкретного оружия.

Так как вес пули при стрельбе из одного вида оружия считается постоянным, то энергия пули у цели увеличивается только за счет скорости у цели. Поскольку дистанция до цели не меняется, то скорость пули у цели зависит только от начальной скорости и от баллистических свойств пули, которые определяются ее формой. Следовательно, чем совершеннее форма пули, тем больше ее скорость и энергия у цели. С увеличением **дальности** стрельбы уменьшается скорость пули у цели, и, следовательно, уменьшается мощность стрельбы. С возрастанием **скорострельности** увеличивается мощность стрельбы. Поэтому автоматическое оружие является мощным оружием, особенно при большой вероятности попадания. Однако меткость у автоматического оружия ниже, чем у неавтоматического и самозарядного, поскольку на рассеивание пуль дополнительно влияет еще колебание оружия. Вот почему переходят к стрельбе очередями, содержащими по три выстрела.

С увеличением вероятности попадания возрастает и **мощность стрельбы**. Вероятность попадания характеризует меткость стрельбы. Она зависит от многих факторов, которые совместно вызывают так называемое рассеивание стрельбы. В понятие мощности стрельбы входят **баллистические свойства**: эффективность (действенность) пули по цели; меткость стрельбы; дальнобойность оружия; скорострельность оружия. Под эффективностью, или действием пули по цели, понимается тот эффект, который она производит, будучи выпущенной из данного образца оружия и попадая в заданную цель на рассматриваемой дальности. Применительно к оружию, предназначенному главным образом для поражения живой силы противника, практический интерес представляет, прежде всего, **убойное действие** пули, обеспечивающее поражение живых целей вследствие нарушения функций организма.

Для револьверов, пистолетов и пистолетов-пулеметов, применяемых для стрельбы на близкое расстояние, важным является тот компонент убойного действия, который называется **останавливающим действием**, то есть способность пули наиболее быстро расстраивать жизненные функции организма, немедленно лишая противника возможности владеть своим оружием и способности его к дальнейшему сопротивлению. Убойное (останавливающее) действие пули определяется проникающим (пробивным) и боковым действием пули. Убойность пули характеризуется живой (кинетической) силой удара, т. е. энергией пули в момент встречи с целью. Так, для вывода человека из строя достаточно энергии, равной 8 кгм, а животного — около 20 кгм.

Убойность пули зависит от ее пробивной способности, бокового действия, скорости и останавливающего действия. Пробивное действие пули

характеризуется глубиной ее проникновения в преграду определенной плотности. Вопрос о пробивной способности пули сейчас встал довольно остро в связи с внедрением индивидуальных средств защиты — всевозможных бронежилетов. На глубину проникновения влияют: живая сила пули в момент встречи с преградой; калибр и вес пули; угол встречи с преградой; свойства пробиваемой среды.

Пробивная способность считается пропорциональной удельной энергии пули в момент встречи с преградой. Удельная энергия пули — это отношение кинетической энергии пули к площади ее поперечного сечения.

Скорость пули влияет на величину удельной энергии, с одной стороны, а с другой, как свидетельствует полевая хирургия, — пуля с большой скоростью при попадании в органы, насыщенные жидкостью (мозг, печень и др.), на близких дистанциях дает ранения, которые напоминают действие разрывной пули. Боковое действие пули — это способность пули поражать области организма, расположенные по соседству с пулевым входом. Боковое действие пули зависит от ее величины устойчивости и способности к деформации. Величина устойчивости пули зависит от формы пули и стабильности положения ее центра тяжести.

Так, остроконечные пули, у которых сравнительно легкая головная часть и расположение центра тяжести ближе к донному срезу, создают условия для изменения движения при попадании в тело. Это вызывает больший боковой эффект, чем у тупоголовой пули. Пули со смещенным центром тяжести, который создает комбинированный сердечник, обладают способностью кувыркаться при попадании в тело, что вызывает большое боковое действие. Останавливающее действие пули — это способность пули передавать максимум своей кинетической энергии телу при минимальном проникновении внутрь тела. Оно зависит от калибра, массы и скорости пули; места попадания пули в живой организм; глубины раневого канала; бокового действия пули; величины удельной энергии пули и ее конструкции. Часть из перечисленных факторов была разобрана выше, другая не требует пояснений.

Остановимся на рассмотрении влияния только двух факторов: калибра пули и ее конструкции. Пули малого калибра могут даже убивать, но их останавливающее действие ничтожно. Многие конструкторы различными способами пытались повысить эффективность малокалиберного оружия: использовались патроны, обеспечивающие высокую начальную скорость пули, создавались пули с высокой поперечной нагрузкой, экспансивные пули и т. п. В результате было создано боевое оружие малых калибров с длинным стволом, которое используется сегодня в армиях большинства стран, но в области создания короткоствольного оружия успеха пока не достигнуто.

На основании опыта боевых эпизодов было установлено, что **останавливающее действие** пистолетной пули возрастает с увеличением ее калибра. Пули большого калибра глубоко не проникают, но наносят сильный конфузящий удар, немедленно парализующий весь организм. Однако увеличение калибра связано с: увеличением мощности патрона, что приводит к увеличению отдачи; уменьшением удельной нагрузки пули, что приводит к снижению ее

баллистических качеств; увеличением габаритов боеприпасов, что приводит к уменьшению количества зарядов в оружии.

По конструкции пули разделяются на обыкновенные и экспансивные

Обыкновенная пуля, если она не попала в жизненно важные центры, не раздробила костей, может навылет пройти через тело и не лишить противника возможности сопротивляться. Экспансивная пуля, так же как и обыкновенная, преодолевает поверхностные слои ткани, но внутри, раскрываясь, вызывает мгновенный болевой шок и приводит к тяжелым последствиям даже при попадании в неопасные для жизни участки тела. Несмотря на все вышеизложенное, до настоящего времени нет надежной методики для оценки останавливающего действия пули.

В России расчет останавливающего действия пули ведут: либо по минимально необходимой кинетической энергии, которую берут равной 80 Дж; либо по минимально требуемой удельной энергии, величина которой равна 1,5 Дж/мм². Однако оба эти метода предполагают не быстрое лишение противника способности к сопротивлению, а только нанесение ему ущерба, который рано или поздно не даст ему возможности продолжать схватку. По закону рассеивания пуль меткость стрельбы можно характеризовать как совокупность степени группирования точек попадания вокруг центра группирования (кучность стрельбы) и степени совмещения центра группирования (средней точки попадания) с желаемой точкой цели (точность стрельбы). Меткость стрельбы на практике оценивается характеристиками рассеивания, присущими данному образцу оружия. Решающее влияние на рассеивание при автоматической стрельбе оказывает устойчивость оружия, т. е. способность сохранять положение, приданное ему до стрельбы.

Большое значение для обеспечения меткости стрельбы имеет стабильность боя стрелкового оружия

Дальнобойность — это совокупность свойств оружия, характеризующих возможность эффективной стрельбы в зависимости от дальности. К ним относятся: предельная дальность полета пули; дальность действительного огня; дальность прямого выстрела; прицельная дальность. Предельная дальность полета пули отражает предельные возможности применения оружия (для оценки стрелкового оружия в настоящее время не используется). Дальность действительного огня — это дальность, при которой еще обеспечивается заданная эффективность (вероятность попадания в цель и действие пули по цели). Дальность прямого выстрела — это та дальность, при которой высота траектории равна высоте цели.

Прицельная дальность соответствует наибольшему делению прицела. Важно, чтобы она превосходила дальность действительного огня. Скорострельность — это предельно возможное количество выстрелов, которое в среднем можно произвести в единицу времени (минуту) из данного образца оружия. На скорострельность оказывает влияние удобство заряжания и перезаряжания, темп стрельбы, емкость магазина и пр. Темп стрельбы — это предельное количество

выстрелов, которое можно произвести из самострельного автоматического оружия одной очередью в единицу времени (минуту).

В ходе проведения семинара студенты получают знания и отвечают на вопросы по теме семинара:

-Знакомятся с общими характеристиками стрелкового оружия по целевому назначению.

- Подробно изучают боевые свойства и ТТХ стрелкового оружия.

- Изучают, какие свойства стрелкового оружия особенно важны при его применении в условиях ведения боевых действий.

Вопросы и задания

1. Как определяется термин «стрелковое оружие» в Федеральном Законе «Об оружии» №150-ФЗ от 13.12.1996 года?
2. Как различается стрелковое оружие по способу подачи патронов в канал ствола?
3. Какие виды стрелкового оружия существуют по целевому назначению?
4. Какие калибры стрелкового оружия определены в ГОСТ28653-90?
5. Какие показатели относятся к боевым свойствам и ТТХ оружия?
6. Как скорострельность оружия влияет на мощность стрельбы?
7. Что такое баллистические свойства оружия?
8. Что такое останавливающее действие оружия?
9. Пробивная способность пули – чем определяется и от чего зависит?
10. Как конструкция пули, применяемой в оружии, влияет на останавливающее действие оружия?

Работа №3 (часть 2,практическое занятие)

НАЗНАЧЕНИЕ, БОЕВЫЕ СВОЙСТВА, МАТЕРИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ И ПРИМЕНЕНИЕ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ, РУЧНЫХ ПРОТИВОТАНКОВЫХ ГРАНАТОМЕТОВ И РУЧНЫХ ГРАНАТ

Цель занятия

1.Ознакомление студентов с характеристиками, назначением и материальной частью и боевыми свойствами оружия, стоящего на вооружении ВС РФ.

2.Изучение устройства автомата Калашникова АК-74, пулемета Калашникова РПК, пулемета Калашникова танкового ПКТ.

3. Изучение работы частей и механизмов автомата Калашникова АК-74, пулемета Калашникова РПК, пулемета Калашникова танкового ПКТ.

4.При наличии материально-технического обеспечения освоить процесс неполной разборки и сборки 5,45-мм автомата Калашникова АК-74.

В работе №3 (часть 1) было показано, что стрелковое оружие, обладает боевыми свойствами, которые дают право считать его вооружением, объединяемым

понятием «оружие ближнего боя». Оно остается самым массовым и находит применение во всех видах боевых действий.

На сегодняшний день в России производится вся гамма оружия ближнего боя. Русское оружие доказало свою эффективность в войнах и военных конфликтах, за что заслужило авторитет и уважение во многих странах мира. Кроме того, большинство производимых российской промышленностью образцов по своим боевым характеристикам не имеют аналогов за рубежом. Поистине умом и руками отечественных конструкторов-оружейников создано самое надежное и эффективное оружие.

Оружие ближнего боя стоит на вооружении ВС РФ во всем его разнообразии, включая пистолеты, револьверы, пистолеты-пулеметы, автоматы, ручные, единые и крупнокалиберные пулеметы, подствольные и автоматические гранатометы, ручные противотанковые гранатометы и реактивные гранаты, новейшие образцы специального стрелкового оружия, бесшумные снайперские винтовки, а также не имеющее зарубежных аналогов подводное оружие. При этом оружие ближнего боя рассматривается как комплекс, включающий собственно оружие, боеприпасы, прицельные приспособления.

Одними из наиболее распространенных видов вооружения в сухопутных частях являются автоматы Калашникова АК-74, ручные пулеметы Калашникова РПК, пулеметы танковые ПКТ. Рассмотрим данные виды вооружения более подробно.

1. Назначение и материальная часть

1.1. Назначение 5,45-мм автомата Калашникова АК-74

5,45-мм автомат Калашникова АК-74 является индивидуальным оружием и предназначен для уничтожения живой силы и поражения огневых средств противника. Для поражения противника в рукопашном бою к автомату присоединяется штык-нож.

1.2. Назначение 7,62-мм ручного пулемета Калашникова РПК

7,62-мм ручной пулемет Калашникова является наиболее мощным автоматическим оружием стрелкового отделения. Он предназначен для уничтожения живой силы и поражения огневых средств противника.

1.3. Назначение 7,62-мм пулемета Калашникова танкового ПКТ

7,62-мм пулемет Калашникова танковый (ПКТ) является мощным автоматическим оружием и предназначен для уничтожения живой силы и огневых средств противника. Пулемет ПКТ установлен внутри башенной пулеметной установки системы 15В94.

1.4. Боевые свойства 5,45-мм автомата Калашникова АК-74

Для стрельбы из автомата применяются патроны с обыкновенными (со стальным сердечником) и трассирующими пулями.

Из автомата ведется автоматический или одиночный огонь. Автоматический огонь является основным видом огня: он ведется короткими (до 5 выстрелов) и длинными (до 10 выстрелов) очередями и непрерывно. Подача патронов при стрельбе производится из коробчатого магазина емкостью 30 патронов. Магазины

автомата взаимозаменяемы.
Прицельная дальность стрельбы – 1000 м. Наиболее действительный огонь по наземным целям, по самолетам, вертолетам и парашютистам – на дальности до 500 м. Сосредоточенный огонь по наземным групповым целям ведется на дальность до 1000 м.
Дальность прямого выстрела: по грудной фигуре – 440 м, по бегущей фигуре – 625 м.
Темп стрельбы около 600 выстрелов в минуту.
Боевая скорострельность: при стрельбе очередями – до 100 выстрелов в минуту; при стрельбе одиночными выстрелами – до 40 выстрелов в минуту.
Вес автомата без штыка-ножа со снаряженным патронами пластмассовым магазином: АК74 – 3,6 кг. Вес штыка-ножа с ножнами – 490 г.

1.5. Боевые свойства 7,62-мм ручного пулемета Калашникова РПК

Для стрельбы из пулемета применяются патроны образца 1943 года с обыкновенными, трассирующими и бронебойно-зажигательными пулями.
Огонь из пулемета ведется короткими, (до 5 выстрелов) и длинными (до 15 выстрелов) очередями и непрерывно. Кроме того, ударно-спусковой механизм позволяет вести и одиночный огонь.
Подача патронов при стрельбе производится из барабанного магазина емкостью на 75 патронов или из коробчатого магазина емкостью на 40 патронов.
Наиболее действительный огонь из пулемета по наземным целям – на расстояния до 800 м, а по самолетам и парашютистам – на расстояния до 500 м. Прицельная дальность стрельбы – 1000 м.
Дальность прямого выстрела по грудной фигуре – 365 м, по бегущей фигуре – 540 м.
Темп стрельбы – около 600 выстрелов в минуту.
Боевая скорострельность: при стрельбе очередями – до 150 выстрелов в минуту, при стрельбе одиночными выстрелами – до 50 выстрелов в минуту.
Вес пулемета РПК со снаряженным барабанным магазином – 6,8 кг, а со снаряженным коробчатым магазином – 5,6 кг.

1.6. Боевые свойства 7,62-мм пулемета Калашникова танкового ПКТ

Для стрельбы из пулемета применяются патроны с обыкновенными, трассирующими и бронебойно-зажигательными пулями.
Стрельба из пулемета ведется короткими (до 10 выстрелов) и длинными (до 30 выстрелов) очередями и непрерывно.
Подача патронов в приемник при стрельбе производится из металлической лепты, уложенной в коробку. Емкость ленты 250 патронов.
Наиболее действительный огонь из пулемета по наземным и воздушным целям – на расстояния до 1000 м.
Дальность прямого выстрела по грудной фигуре – 400 м, а по бегущей фигуре – 650 м.
Темп стрельбы (техническая скорострельность) – 700–800 выстрелов в минуту.
Боевая скорострельность – до 250 выстрелов в минуту.
Охлаждение ствола пулемета воздушное, допускающее ведение непрерывного

огня до 500 выстрелов, посла чего при необходимости продолжения стрельбы нагретый ствол должен быть заменен запасным.
Пулемет ПКТ, установленный в БПУ имеет угол горизонтального обстрела 360°.
Весовые данные: пулемета ПКТ – 10,5 кг; коробки с лентой и с 250 патронами – 9,4 кг.

1.7. Сводная таблица баллистических и конструктивных данных АК-74, РПК и ПКТ

п.	именование данных	74		
	дельная дальность, м			
	ность прямого выстрела:			
	по грудной фигуре, м			
	по бегущей фигуре, м			
	ы стрельбы, выстрелов в минуту			700
	ая скорострельность, выстрелов в минуту:			
	при стрельбе одиночными выстрелами			
	при стрельбе очередями			50
5	более действительный огонь по наземным м, м	до 500	до 500	1000
6	более действительный огонь по самолетам, олетам и парашютистам, м	до 500	до 500	1000
7	редоточенный огонь по наземным групповым м, м	до 1000	-	-
8	льная скорость пули, м/сек	900	745	855
9	ность, до которой сохраняется убойное твие пули, м	1350	1500	3800
10	дельная дальность полета пули, м	3150	3000	3800
11	ота линии огня, мм	-	305	
12	автомата (пулемета), кг*:			10,5
	вес ствола, кг	-	-	3,23
	с неснаряженным пластмассовым зином	3,3	-	-
	со снаряженным пластмассовым зином	3,6	-	-
	с неснаряженным магазином на 75 онов	-	5,6	-
	со снаряженным магазином на 75 онов	-	6,8	-
	с неснаряженным магазином на 40 онов	-	5,0	-
	со снаряженным магазином на 40 онов	-	5,6	-

13	ость магазина (для ПКТ коробки), патронов	30	5 и 40	250
14	магазина (для ПКТ коробки со снаряженной ой на 250 патронов), кг			
	пластмассового для АК-74	0,23	-	-
	на 75 патронов для РПК	-	0,9	-
	на 40 патронов для РПК	-	0,2	-
	коробки со снаряженной лентой на патронов	-	-	9,4
15	штыка-ножа, кг:			-
	с ножнами	0,49	-	-
	без ножен	0,32	-	-
16	ибр, мм	5,45	7,62	7,62
17	на автомата (пулемета), мм:			1098
	автомата с примкнутым штыком-ом	1089	-	-
	автомата без штыка-ножа	940	-	-
	пулемета	-	1040	-
18	на ствола, мм	415	590	-
19	на нарезной части ствола, мм	372	544	550
20	ло нарезов, шт.	4	4	4
21	на хода нарезов, мм	200	240	240
22	на прицельной линии, мм	379	555	-
23	щина мушки, мм	2	2	-
24	патрона, г	10,2	16,2	21,8
25	пули со стальным сердечником, г	3,4	7,9	9,6
26	порохового заряда, г	1,45	1,6	3,1

1.8. Общее устройство 5,45 мм автомата Калашникова АК-74



ий вид 5,45-мм автоматы Калашникова



овные части и механизмы автомата и его принадлежности:

твол со ствольной коробкой, с ударно-спусковым механизмом, прицельным пособлением, прикладом и пистолетной рукояткой, а у пулемета и с сошкой; 2 - ный тормоз-компенсатор;
рышка ствольной коробки; 4 - затворная рама с газовым поршнем; 5 - затвор; 6 - ратный механизм; 7 - газовая трубка со ствольной накладкой; 8 - цевье; 9 - зин; 10 - штык-нож; 11 - шомпол; 12 - пенал принадлежности.

Автомат состоит из следующих основных частей и механизмов:

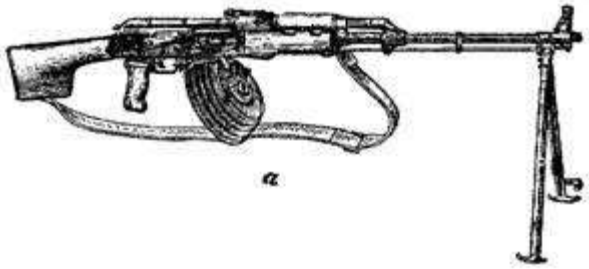
- ствола со ствольной коробкой, прицельным приспособлением, прикладом и пистолетной рукояткой;
- крышки ствольной коробки;
- затворной рамы с газовым поршнем;
- затвора;
- возвратного механизма;
- газовой трубки со ствольной накладкой;
- ударно-спускового механизма;
- цевья;
- магазина.

Кроме того, у автомата имеется дульный тормоз-компенсатор и штык-нож.

В комплект автомата входят:

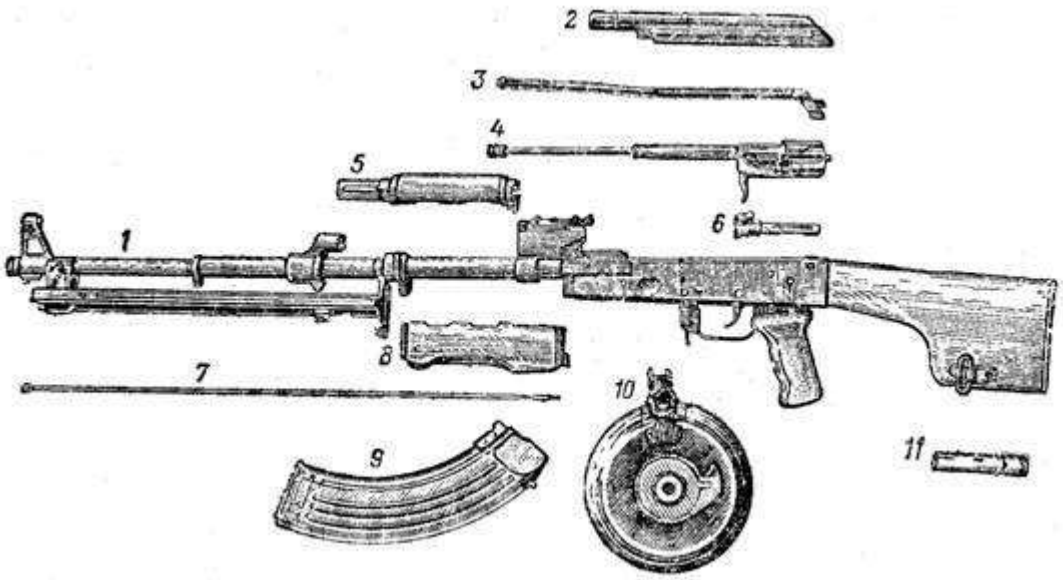
- принадлежность, ремень и сумка.

1.9. Общее устройство 7,62 мм ручного пулемета Калашникова РПК



ий вид ручного пулемета Калашникова (РПК):

барабанным магазином



овные части и механизмы ручного пулемета и его принадлежности:
твол со ствольной коробкой, с прицельным приспособлением, сошкой и прикладом;
рышка ствольной коробки; 3 – возвратный механизм; 4 – затворная рама с газовым по
вая трубка со ствольной накладной; 6 – затвор; 7 – шомпол; 8 – цевье; 9 – коробчатый
банный магазин; 11 – пенал с принадлежностью.

Пулемет состоит из следующих основных частей и механизмов:

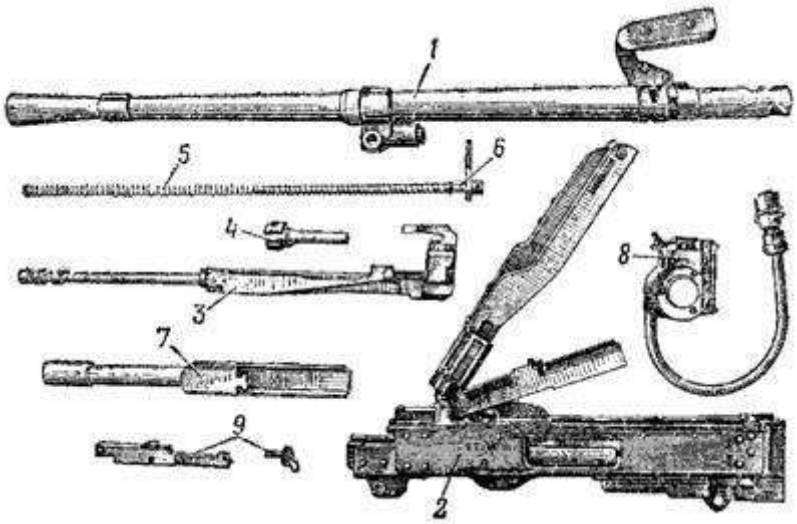
- ствола со ствольной коробкой, с прицельным приспособлением, сошкой и прикладом;
- крышки ствольной коробки;
- затворной рамы с газовым поршнем;
- затвора;
- возвратного механизма;
- газовой трубки со ствольной накладкой;
- ударно-спускового механизма;
- цевья;
- магазина (барабанного или коробчатого).

В комплект пулемета входят: принадлежность, ремень и сумки для магазинов.

1.10. Общее устройство 7,62-мм пулемета Калашникова танкового ПКТ



ий вид 7,62-мм пулемета Калашникова танкового ПКТ.



Основные части и механизмы пулемета ПКТ:
ствол; 2 – ствольная коробка с крышкой и основанием приемника; 3 – затворная ı с извлекателем и газовым поршнем; 4 – затвор; 5 – возвратно-боевая пружина; 6 – направляющий стержень; 7 – трубка газового поршня; 8 – электроспуск; 9 - спусковой механизм.

Пулемет состоит из следующих основных частей и механизмов:

- ствола;
- ствольной коробки с крышкой и основанием приемника;
- затворной рамы с извлекателем и газовым поршнем;
- затвора;
- возвратно-боевой пружины с направляющим стержнем;
- трубки газового поршня;
- спускового механизма;
- электроспуска

В комплект пулемета входят коробки с лентами, принадлежность, запасные части и приспособление для стрельбы холостыми патронами.

2. Работа частей и механизмов

2.1. Работа частей и механизмов 5,45-мм автомата Калашникова

Автоматическое действие автомата основано на использовании энергии пороховых газов, отводимых из канала ствола в газовую камору.

При выстреле часть пороховых газов, следующих за пулей, устремляется через отверстие в стенке ствола в газовую камору, давит на переднюю стенку газового поршня и отбрасывает поршень и затворную раму с затвором в заднее положение.

При отходе затворной рамы назад происходит отпирание затвора, затвор извлекает из патронника гильзу и выбрасывает ее наружу; затворная рама сжимает возвратную пружину и взводит курок (ставят его на взвод автоспуска).

В переднее положение затворная рама с затвором возвращается под действием возвратного механизма, затвор при этом досылает очередной патрон из магазина в патронник и закрывает канал ствола, а затворная рама выводит шептало автоспуска из-под взвода автоспуска курка. Курок становится на боевой взвод.

Запирание затвора осуществляется его поворотом вокруг продольной оси вправо, в результате чего боевые выступы затвора заходят за боевые упоры ствольной коробки.
Если переводчик установлен на автоматический огонь, то стрельба будет продолжаться до тех пор, пока нажат спусковой крючок и в магазине есть патроны.
Если переводчик установлен на одиночный огонь, то при нажатии на спусковой крючок произойдет только один выстрел; для производства следующего выстрела необходимо отпустить спусковой крючок и нажать на него снова.

2.2. Работа частей и механизмов 7,62-мм ручного пулемета Калашникова РПК

Автоматическое действие пулемета основано на использовании энергии пороховых газов, отводимых из канала ствола к газовому поршню затворной рамы.
При выстреле часть пороховых газов, следующих за пулей, устремляется через отверстие в стенке ствола в газовую камеру, давит на переднюю стенку газового поршня и отбрасывает поршень с затворной рамой в заднее соложение.
При отходе затворной рамы назад происходит отпирание затвора, извлечение гильзы из патронника и выбрасывание ее из ствольной коробки наружу, сжатие возвратной пружины и взведение курка (курок становится на взвод автоспуска).
Отпирание затвора осуществляется его поворотом вокруг продольной оси влево, в результате чего боевые выступы затвора выходят из вырезов ствольной коробки.
В переднее положение затворная рама с затвором возвращается под действием возвратного механизма, затвор при этом досылает очередной патрон из магазина в патронник и закрывает канал ствола, а затворная рама выводит шептало автоспуска из-под взвода автоспуска курка. Курок становится на боевой взвод.
Запирание затвора осуществляется его поворотом вокруг продольной оси вправо, в результате чего боевые выступы затвора заходят за боевые упоры ствольной коробки.
Если переводчик поставлен на автоматический огонь, то стрельба будет продолжаться до тех пор, пока нажат спусковой крючок и в магазине есть патроны.
Если переводчик установлен на одиночный огонь, то при нажатии на спусковой крючок произойдет только один выстрел; для производства следующего выстрела необходимо отпустить спусковой крючок и снова нажать па него.

2.3. Работа частей и механизмов 7,62-мм пулемета Калашникова танкового ПКТ

Автоматическое действие пулемета основано на использовании энергии пороховых газов, отводимых из канала ствола к газовому поршню затворной рамы.
При выстреле часть пороховых газов, действующих на пулю, устремляется через отверстие в стенке ствола в газовую камеру, давит на переднюю стенку газового поршня и отбрасывает поршень с затворной рамой в заднее положение. При отходе затворной рамы назад происходит отпирание затвора, извлечение гильзы из патронника и выбрасывание се из ствольной коробки наружу, извлечение очередного патрона из ленты и подача его в продольное окно приемника,

перемещение ленты в приемнике влево на одно звено и сжатие возвратно-боевой пружины.
Отпирание затвора осуществляется поворотом его под действием затворной рамы вокруг продольной оси влево, в результате чего боевые выступы затвора выходят из-за боевых упоров ствольной коробки. Затворная рама в крайнем заднем положении ударяется об ограничитель и под действием возвратно-боевой пружины начинает движение вперед. Если кнопка электроспуска нажат, то затворная рама с затвором, не задерживаясь шепталом спускового рычага, продолжает движение вперед, досылателем затвора выталкивает патрон из продольного окна приемника и досылает его в патронник, зацепы извлекателя захватывают очередной патрон в ленте, а палец подачи перемещается вправо на одно звено ленты. При подходе затворной рамы в крайнее переднее положение происходит запирание затвора и разбитие капсюля патрона бойком. Запирание затвора осуществляется его поворотом вокруг продольной оси вправо, в результате чего боевые выступы затвора заходят за боевые упоры ствольной коробки. Ударник под действием кольцевой проточки затворной рамы продвигается вперед и бойком наносит удар по капсюлю патрона. Происходит выстрел, и работа автоматики пулемета повторяется.
Если после выстрела кнопка электроспуска не будет нажат, то затворная рама с затвором остановится в заднем положении на боевом взводе; для продолжения стрельбы необходимо вновь нажать на кнопку электроспуска. Стрельба будет продолжаться до тех пор, пока не будет отпущена кнопка электроспуска или пока в ленте не будут израсходованы все патроны.

3. Неполная разборка и сборка, чистка и смазка

3.1. Неполная разборка и сборка 5,45-мм автомата Калашникова АК-74

Разборка автомата может быть неполная и полная:

- неполная разборка применяется для чистки, смазки и осмотра автомата;
- полная разборка применяется для чистки при сильном загрязнении автомата, после нахождения его под дождем или в снегу, при переходе на новую смазку и при ремонте.

Излишне частая разборка автомата вредна, так как ускоряет изнашивание частей и механизмов.
Разборку и сборку автомата производить на столе или чистой подстилке; части и механизмы класть в порядке разборки, обращаться с ними осторожно, не класть одну часть на другую и не применять излишних усилий и резких ударов. При сборке автомата сличить номера на его частях; у каждого автомата номеру на ствольной коробке должны соответствовать номера на газовой трубке, затворной раме, затворе, крышке ствольной коробки и других частях автомата.
Обучение разборке и сборке на боевых автоматах допускается лишь в исключительных случаях и с соблюдением особой осторожности в обращении с частями и механизмами.

Порядок неполная разборка автомата

елить магазин. Удерживая автомат левой
й за шейку приклада или цевье, правой
й обхватить магазин; нажимая большим



Отделение магазина



Отделение шомпола



деление крышки ствольной коробки



Отделение возвратного механизма

цем на защелку, подать нижнюю часть зина вперед и отделить его.

верить, нет ли патрона в патроннике, для опустить переводчик вниз, отвести рукоятку рной рамы назад, осмотреть патронник, стить рукоятку затворной рамы и спустить к с боевого взвода.

уть пенал с принадлежностью из гнезда лада. Утопить пальцем правой руки крышку да приклада так, чтобы пенал под действием ины вышел из гнезда; раскрыть пенал и ть из него протирку, ершик, отвертку, лотку и шпильку. У автомата со дывающимся прикладом пенал носится в ане сумки для магазинов.

елить шомпол. Оттянуть конец шомпола от ла так, чтобы его головка вышла из-под а на основании мушки, и вынуть шомпол х. При отделении шомпола разрешается зоваться выколоткой.

елить у автомата дульный тормоз-енсатор. Утопить отверткой фиксатор ного тормоза-компенсатора. Свернуть ный тормоз-компенсатор с резьбового упа основания мушки (со ствола), вращая ротив хода часовой стрелки.

елить крышку ствольной коробки. Левой й обхватить шейку приклада, большим цем этой руки нажать на выступ авляющего стержня возвратного механизма, ой рукой приподнять вверх заднюю часть шки ствольной коробки и отделить крышку.

елить возвратный механизм. Удерживая мат левой рукой за шейку приклада, правой й подать вперед направляющий стержень ратного механизма до выхода его пятки из ольного паза ствольной коробки; однять задний конец направляющего жня и извлечь возвратный механизм из ла затворной рамы.

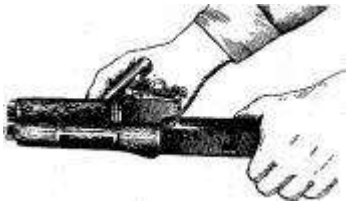
елить затворную раму с ором. Продолжая удерживать автомат левой й правой рукой отвести затворную раму д до отказа, приподнять ее вместе с затвором отделить от ствольной коробки.



деление затворной рамы с затвором



деление затвора от затворной рамы



деление газовой трубки со ствольной накладкой

елить затвор от затворной рамы. Взять рную раму в левую руку затвором кверху; ой рукой отвести затвор назад, повернуть ак, чтобы ведущий выступ затвора вышел из рного выреза затворной рамы, и вывести р вперед.

елить газовую трубку со ствольной адкой. Удерживая автомат левой рукой, ой рукой надеть пенал принадлежности оугольным отверстием на выступ кателя газовой трубки. Повернуть катель от себя до вертикального положения нять газовую трубку с патрубка газовой ры.

адок сборки автомата после неполной орки

соединить газовую трубку со ствольной адкой. Удерживая автомат левой рукой, ой рукой надвинуть газовую трубку дним концом на патрубок газовой каморы и кать задний конец ствольной накладки к ту; повернуть с помощью пенала адлежности замыкатель на себя до входа его атора в выем на колодке прицела.

Присоединить затвор к затворной раме. Взять затворную раму в левую руку, а затвор в правую руку и вставить затвор цилиндрической частью в канал рамы; повернуть затвор так, чтобы его ведущий выступ вошел в фигурный вырез затворной рамы, и продвинуть затвор вперед.
Присоединить затворную раму с затвором к ствольной коробке. Взять затворную раму в правую руку так, чтобы затвор удерживался большим пальцем в переднем положении. Левой рукой обхватить шейку приклада, правой рукой ввести газовый поршень в полость колодки прицела и продвинуть затворную раму вперед настолько, чтобы отгибы ствольной коробки вошли в пазы затворной рамы, небольшим усилием прижать ее к ствольной коробке и продвинуть вперед.
Присоединить возвратный механизм. Правой рукой ввести возвратный механизм в канал затворной рамы; сжимая возвратную пружину, подать направляющий стержень вперед и, опустив несколько книзу, ввести его пятку в продольный паз ствольной коробки.

Присоединить крышку ствольной коробки. Вставить крышку ствольной коробки передним концом в полукруглый вырез на колодке прицела; нажать на задний конец крышки ладонью правой руки вперед и книзу так, чтобы выступ направляющего стержня возвратного механизма вошел в отверстие крышки ствольной коробки.

Спустить курок с боевого взвода и поставить на предохранитель. Нажать на спусковой крючок и поднять переводчик вверх до отказа. **присоединить дульный тормоз-компенсатор**. Навернуть дульный тормоз-компенсатор на резьбовой выступ основания мушки (на ствол) до упора. **Присоединить, шомпол**.



кладка пенала в гнездо приклада

Вложить пенал в гнездо приклада. Уложить инадлежность в пенал и закрыть его крышкой, кить пенал дном в гнездо приклада и утопить его так, чтобы гнездо закрылось крышкой.

рисоединить магазин к автомату. Удерживая омат левой рукой за шейку приклада или цевье, ой рукой ввести в окно ствольной коробки зацеп агазина и повернуть магазин на себя так, чтобы щелка заскочила за опорный выступ магазина.

В ходе проведения семинара студенты получают знания и отвечают на вопросы по теме семинара:

-Знакомятся с назначением оружия ближнего боя.

- Подробно изучают назначение, материальную часть и боевые свойства автомата Калашникова АК-74, ручного пулемета Калашникова РПК, пулемета танкового ПКТ.

- Изучают устройство и работу автомата Калашникова АК-74, ручного пулемета Калашникова РПК, пулемета танкового ПКТ.

- Осваивают порядок неполной разборки 5,45 мм автомата Калашникова.

Вопросы и задания.

1.Что относится к оружию ближнего боя?

2.Рассказать о назначении , боевых свойствах, баллистических и конструктивных данных автомата Калашникова АК-74.

3. Рассказать о назначении , боевых свойствах, баллистических и конструктивных данных ав ручного пулемета Калашникова РПК.

4. Рассказать о назначении , боевых свойствах, баллистических и конструктивных данных пулемета танкового ПКТ.

5.Из каких основных частей и механизмов состоит автомат Калашникова АК-74?

6. Из каких основных частей и механизмов состоит ручной пулемет Калашникова РПК?

7. Рассказать о работе частей и механизмов автомата Калашникова АК-74.

8. Рассказать о работе частей и механизмов ручного пулемета Калашникова РПК.

9. Рассказать о работе частей и механизмов пулемета танкового ПКТ.

10. Произвести неполную разборку 5,45 мм автомата Калашникова.

Работа №3 (часть 3,практическое занятие)

НАЗНАЧЕНИЕ, БОЕВЫЕ СВОЙСТВА, МАТЕРИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ И ПРИМЕНЕНИЕ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ, РУЧНЫХ ПРОТИВОТАНКОВЫХ ГРАНАТОМЕТОВ И РУЧНЫХ ГРАНАТ

Цель занятия

1.Ознакомление студентов с ручными противотанковыми гранатометами как одним из определяющих видов вооружения сухопутных войск при ведении боевых действий.

2. Изучение устройства, боевых свойств и принципа действия ручного противотанкового гранатомета РПГ-7.

3. Изучение приемов стрельбы из ручного противотанкового гранатомета РПГ-7.

4. Изучение боевых свойств и устройства ручных ранат.

1. Назначение и боевые свойства ручных противотанковых гранатометов.

Первые образцы ручных гранатометов появились в годы Второй мировой войны: 60 мм гранатомет "Базука" (США, 1942 г) и гранатомет одноразового действия фаустпатрон (Германия, 1943 г).

В Советской армии в годы войны широко использовались ПТР (противотанковое ружье). Это было ПТР конструкции Дегтярева, принятое на вооружение в 1941 году. По тем временам это было эффективное противотанковое средство калибра 14,5 мм, начальной скоростью пули - 1012 м/с и бронепробиваемостью до 35 мм. Как недостаток - однозарядное. Одновременно было принято на вооружение ПТР Симонова (самозарядное, емкость магазина - 5 патронов).

В послевоенные годы резкое развитие ручных противотанковых гранатометов было обусловлено возрастанием роли танков, а позже БМП, БТР в современном бою.

Как показывает опыт, ведения боевых операций в локальных войнах и конфликтах наметилась устойчивая тенденция повышения роли небольших подразделений и отдельных групп в достижении успеха на поле боя. В ходе боев солдатам приходится решать задачи эффективного поражения огневых точек противника, оборудованных во всевозможных искусственных и естественных укрытиях. Число и типаж этих укрытий резко возрастают в случае, когда боевые действия ведутся в городской или горно-лесистой местности. Поразить противника там, применяя только стрелковое оружие, практически невозможно.

И тут решающую роль должны сыграть хорошо известные и отлично зарекомендовавшие себя со времен Второй мировой войны противотанковые гранатометы.

Современные гранатометы подразделяются:

1) по принципу действия: динамо-реактивные, реактивные, активные и активно-реактивные;
2) по кратности применения: одноразовые, многоразового использования;
3) по конструкции: ручные, винтовочные, станковые;
4) по назначению: противотанковые, противопехотные;
5) по устройству ствола: гладкоствольные, нарезные, со складывающимся стволом, с разъемным стволом.
На вооружение Советской армии в середине 50-х годов был принят на вооружение гранатомет РПГ-2 с прицельной дальностью 150 метров. В последующем он был модернизирован и получил индекс РПГ-7В (н) и РПГ-7 (д

Ручной противотанковый гранатомет РПГ-7 (рис. 1) Ручной противотанковый гранатомет РПГ-7 предназначен для борьбы с танками, самоходно-артиллерийскими установками и другими бронированными средствами противника. Кроме того, он может быть использован для уничтожения живой силы противника, находящейся в легких укрытиях, а также в сооружениях городского типа.



Рис. 1. Ручной противотанковый гранатомет РПГ-7

Разработка нового гранатомета на замену РПГ-2 была начата в 1958 году. В 1961 году новый гранатомет, получивший обозначение РПГ-7, был принят на вооружение Советской армии, и до сих пор остается на вооружении не только Российской армии, но и армий еще как минимум 50 государств.

РПГ-7 представляет собой гладкоствольное однозарядное пусковое устройство безоткатного типа, с открытым сзади стволом.

Стрельба ведется с плеча, поэтому ствол имеет в средней части специальный теплоизолирующий кожух. В задней части ствола расположено сопло для выброса пороховых газов, в передней - рукоятка управления огнем в сборе с ударно-спусковым механизмом (УСМ), и задняя рукоятка для удержания.

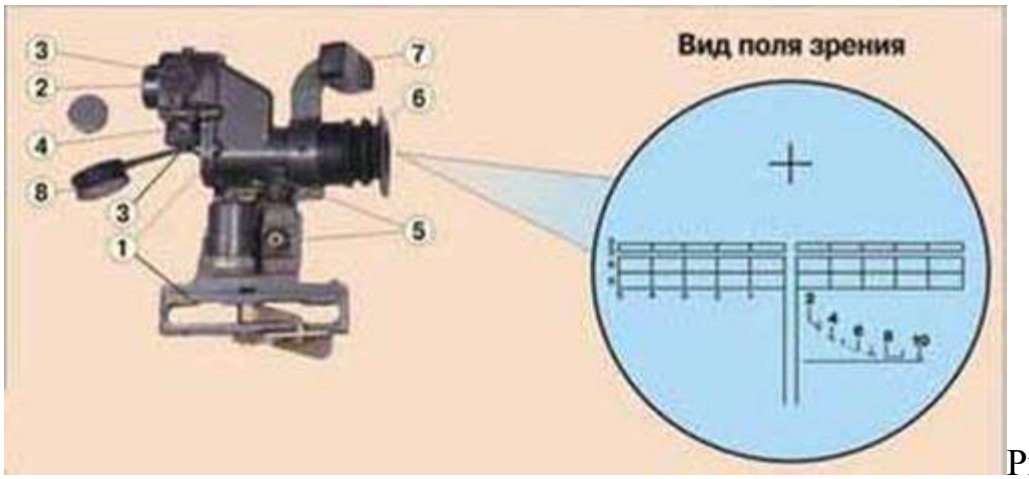


Рис. 2. Оптический прицел ПГО-7: 1 – корпус с кронштейном; 2 – оптическая система; 3 – механизм выверки; 4 – маховичок механизма температурных поправок; 5 – устройство освещения сетки; 6 - наглазник; 7 – налобник; 8 – колпачок.

УСМ с открытым курком, несамовзводный. Гранатомет оснащен открытым прицелом, однако обычно комплектуется оптическим прицелом ПГО-7 кратностью 2.7Х (рис. 2). Прицел имеет дальномерную шкалу по цели высотой 2.7м (танк), а также шкалы дистанционных и боковых поправок.

Гранатомет РПГ-7 может эффективно использоваться одним человеком (штатный расчет - 2 человека, стрелок и подносчик боеприпасов), как против танков и бронированной техники противника, так и против укреплений и огневых точек (современные гранаты способны пробить метровую бетонную стену и поразить укрывшихся за ней солдат).

РПГ-7 может заслуженно считаться одним из лучших гранатометов, что в значительной степени обусловлено как простотой конструкции и использования самого гранатомета, так и успешным созданием разнообразных и высокоэффективных боеприпасов для него.
Стрельба из гранатомета производится выстрелами ПГ-7В и ПГ-7ВМ с надкалиберной противотанковой гранатой кумулятивного действия.
Граната обладает бронепробиваемостью, которая дает возможность вести эффективную борьбу со всеми типами современных танков и самоходно-артиллерийских установок противника.
Выстрел ПГ-7ВМ является модернизацией штатного выстрела ПГ-7В, несколько легче и превосходит его по бронепробиваемости, кучности боя и ветроустойчивости.
Наиболее действителен огонь из гранатомета по танкам, самоходно-артиллерийским установкам и другим целям, имеющим высоту 2 м и более, на дальности прямого выстрела, равной для выстрела ПГ-7В - 330 м, ПГ-7ВМ-310 м.
Прицельная дальность стрельбы 500 м.
Боевая скорострельность 4-6 выстрелов в минуту.
Вес гранатомета с оптическим прицелом: РПГ-7-6,3 кг, РПГ-7Д-6.7 кг.



Рис. 3. Граната ГП-7В к РПГ-7



Рис.4. Граната ПГ-7ВМ, готовая к заряжанию в гранатомет (с присоединенным пусковым зарядом).

Гранатомет РПГ-7 с выстрелом ПГ-7В (рис. 3) поступил в войска в 1961 г. С тех пор вот уже на протяжении 40 лет он состоит на вооружении ВС РФ. Такое долголетие обеспечено не только за счет простоты и оригинальности конструкции, но и путем системной модернизации самого гранатомета, а также созданием новых выстрелов к нему.

В 1969 г. на вооружение принят выстрел ПГ-7ВМ (рис. 4), отличающийся от ПГ-7В меньшей массой, улучшенной кучностью стрельбы и бронепробиваемостью, которая повысилась с 260 мм до 300 мм.

ПГ-7ВМ серийно выпускался промышленностью до 1976 г.

В 1972 г. был разработан выстрел ПГ-7ВС с бронепробиваемостью до 400 мм. Граната имеет калибр 72 мм и массу 1,6 кг.



Рис. 5. Противотанковая реактивная граната ПГ-7ВЛ



Рис. 6. Противотанковая реактивная граната ПГ-7ВР с тандемной боевой частью



Рис. 7. Термобарическая реактивная граната ТБГ-7В (с БЧ объемного взрыва)



Рис. 8. Осколочная (противопехотная) граната ОГ-7В

В ответ на появление на танках западного производства многослойной композитной брони в 1977 г. на вооружение принимается выстрел ПГ-7ВЛ (рис. 5) с бронепробиваемостью до 500 мм. ПГ-7ВЛ обеспечивает пробитие кирпичной стены толщиной до 1,5 метра и железобетонной - толщиной до 1,1 метра.

В 1988 г. впервые в отечественной и мировой практике задача разработки противотанковых гранатометных выстрелов, способных поражать комбинированную, разнесенную и динамическую бронезащиту, была решена путем создания принципиально новой тандемной головной части и на ее основе - выстрела ПГ-7ВР (рис. 6). ПГ-7ВР пробивает бетонный блок толщиной 1,5 метра. До настоящего времени выстрел ПГ-7ВР не имеет зарубежных аналогов.

В 1997 г. создан выстрел ТБГ-7В (рис. 7) с термобарической боевой частью, сравнимый с артиллерийским снарядом или миной калибра 120 мм.

При стрельбе этим выстрелом реализуется принцип объемного взрыва. ТБГ-7В позволял поражать живую силу противника в различного рода фортификационных сооружениях (окопы, бункера, ДОТы) при попадании боеприпаса внутрь, а также на расстояниях до 2 метров от амбразуры и в помещениях объемом до 300 кубических метров. Помимо живой силы ТБГ-7В также позволяет успешно уничтожать легкобронированную технику.

В 1999 году разрабатывает выстрел ОГ-7В (рис. 8) с калиберной осколочной гранатой для поражения живой силы противника, использующей бронежилеты, как на открытой местности (на площади 150 кв. метров), так и находящейся в укрытиях полевого типа и зданиях. Выстрел также может использоваться для уничтожения небронированной техники. ОГ-7В по точности стрельбы сравним со стрелковым оружием, он особенно эффективен для поражения огневых точек противника при ведении боевых действий в условиях жилой и промышленной застройки и на пересеченной местности.

Работа частей и механизмов ручного противотанкового гранатомёта РПГ-7.

При выстреле из гранатомета от удара бойка по капсюлю-воспламенителю гранаты воспламеняется пороховой заряд. Газы, образующиеся от сгорания порохового, заряда, придают гранате вращательное движение (с помощью турбинки) и выбрасывают ее из канала ствола со скоростью при стрельбе выстрелом ПГ-7В-120 м/сек, ПГ-7ВМ -140 м/сек.

После вылета гранаты из канала ствола открываются перья стабилизатора, происходит взведение взрывателя и на расстоянии, обеспечивающем безопасность стреляющего, воспламеняется пороховой заряд реактивного двигателя.

При горении порохового заряда реактивного двигателя вследствие истечения пороховых газов через сопловые отверстия образуется реактивная сила и скорость полета гранаты увеличивается, достигая в конце полного сгорания заряда 300 м/сек. В дальнейшем граната летит по инерции.

За счет перераспределения стартовой (начальной) и маршевой (от реактивного двигателя) скоростей при стрельбе выстрелом ПГ-7ВМ достигнуто улучшение внешнебаллистических характеристик гранаты.

При встрече гранаты с преградой (целью) пьезоэлемент взрывателя сжимается, в результате чего вырабатывается электрический ток, под действием которого взрывается электродетонатор взрывателя, а затем разрывной заряд гранаты. При взрыве гранаты образуется кумулятивная (сосредоточенная, направленная) струя, которая пробивает броню (преграду), поражает живую силу, разрушает вооружение и оборудование, а также воспламеняет горючее,

При выстреле гранатомет отдачи не имеет.

Приемы стрельбы из противотанкового гранатомета РПГ-7.

Гранатомет обслуживается гранатометчиком и помощником гранатометчика.

Гранатометчик ведет огонь из гранатомета, переносит гранатомет и сумку с двумя выстрелами и ЗИП. Помощник гранатометчика оказывает помощь

гранатометчику при ведении огня, переносит сумку с тремя выстрелами и замещает гранатометчика. В бою, когда непосредственная помощь гранатометчику не оказывается, помощник гранатометчика ведет огонь из закрепленного за ним оружия.

В зависимости от условий местности и огня противника стрельба из гранатомета ведется из положения лежа, с колена и стоя (рис.10, 11, 12, 13). Для маскировки и. защиты от огня противника, а также для удобства ведения огня используются различные укрытия, местные предметы и упоры.

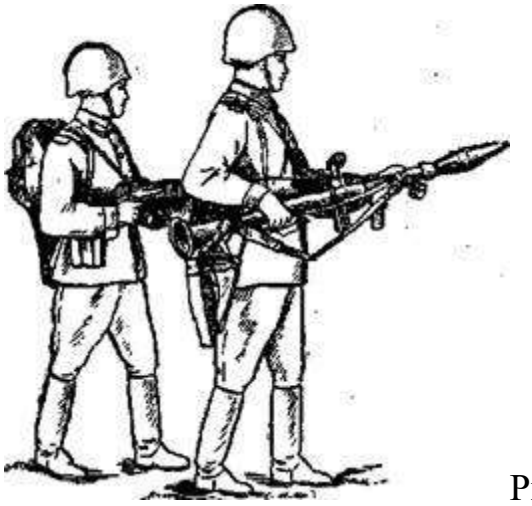


Рис. 9. Переноска гранатомета и гранат при движении в атаку

При движении в атаку гранатомет переносится с присоединенным оптическим прицелом и может быть заряжен (рис. 9),но обязательно поставлен на предохранитель, со спущенным курком с боевого взвода. Перед стрельбой необходимо проверить, полностью ли входит фиксатор гранаты в вырез на дульной части ствола гранатомета, поставить курок на боевой взвод и снять гранатомет с предохранителя. **Стрельба из гранатомета слагается** из изготовки к стрельбе, производства выстрела и прекращения стрельбы. **Изготовка к стрельбе** включает принятие положения для стрельбы и заряжание гранатомета.



Рис. 10. Положение для стрельбы лежа

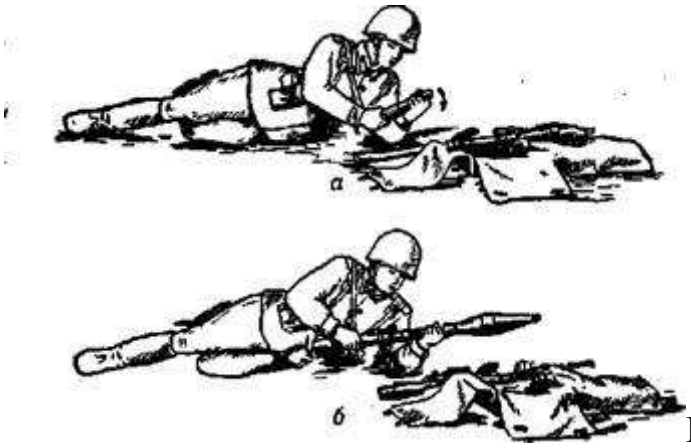


Рис. 11. Подготовка гранаты к стрельбе: а - вскрытие пенала; б - присоединение порохового заряда



Рис. 12. Производство выстрела из положения с колена



Рис. 13. Производство выстрела из положения стоя

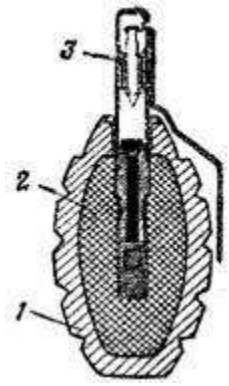
2. Назначение и боевые свойства ручных гранат. Устройство гранат и запалов к ним

Назначение, боевые свойства и общее устройство ручной осколочной гранаты Ф-1

Ручная осколочная граната Ф-1 - граната дистанционного действия, предназначенная для поражения живой силы преимущественно в оборонительном бою.

Ручная оборонительная граната Ф-1 («лимонка») была разработана на основе французской осколочной гранаты F-1 модели 1915 г., отсюда обозначение Ф-1. Эту гранату не следует путать с современной французской моделью F1 с пластиковым корпусом и полуготовыми осколками и английской гранаты

системы Лемона (с терочным запалом), поставлявшейся в Россию в годы первой мировой войны. На вооружение РККА граната Ф-1 принята с дистанционным взрывателем (запалом) Ковешникова. С 1941 г. вместо запала Ковешникова в гранате Ф-1 стал применяться более простой в изготовлении и обращении запал УЗРГ системы Е.М. Вицени.



Граната Ф-1
1 – корпус; 2 – разрывной заряд; 3 - запал

Корпус гранаты при разрыве дает 290 крупных тяжелых осколков с начальной скоростью разлета около 730 м/с. На образование убойных осколков идет 38% массы корпуса, остальное осколки попросту распыляется. Площадь разлета осколков - 75-82 м2.

Ручная осколочная граната Ф-1 состоит из корпуса (1), разрывного заряда (2) и запала (3). Корпус гранаты служит для помещения разрывного заряда и запала, а также для образования осколков при взрыве гранаты. Корпус гранаты чугунный, с продольными и поперечными бороздами, по которым граната обычно разрывается на осколки. В верхней части корпуса имеется нарезное отверстие для ввинчивания запала. При хранении, транспортировании и переноске гранаты в это отверстие ввернута пластмассовая пробка. Разрывной заряд заполняет корпус и служит для разрыва гранаты на осколки. Запал гранаты предназначается для взрыва разрывного заряда гранаты.

Ручные осколочные гранаты Ф-1 комплектуется модернизированным унифицированным запалом к ручным гранатам (УЗРГМ). Капсюль запала воспламеняется в момент броска гранаты, а взрыв ее происходит через 3,2 - 4,2 с после броска. Граната безотказно взрываются при падении в грязь, снег, воду и т.п.

Боевые свойства оборонительной гранаты Ф-1

Метать гранату можно из различных положений и только из-за укрытия, из бронетранспортера или танка (самоходно-артиллерийской установки).

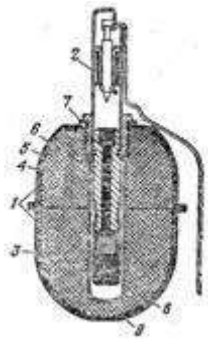
Характеристики	Граната Ф-1
са гранаты, г.	600
са боевого заряда, г.	60
ность броска, м.	35-45
ия замедления, с.	3,2-4,2
ус убойного действия осколков, м.	200

Назначение, боевые свойства и общее устройство ручной осколочной гранаты РГД-5

Ручная осколочная граната РГД-5 - граната дистанционного действия, предназначенная для поражения живой силы противника в наступлении и в обороне.

Площадь рассеивания осколков граната РГД-5 - 28-32 м2. Метание гранаты осуществляется из различных положений при действиях в пешем порядке и на бронетранспортере (автомобиле).

Граната РГД-5 состоит из корпуса с трубкой для запала, разрывного заряда и запала (2) УЗРГМ (УЗРГМ-2). Кроме УЗРГМ и УЗРГМ-2 в боевых условиях могут применяться оставшиеся в войсках старые запалы УЗРГ, но они



Граната РГД-5
1 – корпус; 2 – запал; 3 – разрывной заряд; 4 – колпак; 5 – вкладыш колпака; 6 – трубка для запала; 7 – манжета; 8 – поддон; 9 – вкладыш поддона

запрещены к применению при обучении.
Корпус гранаты (1) служит для помещения разрывного заряда (3), трубки для запала (6), а также для образования осколков при взрыве гранаты. Корпус состоит из двух частей - верхней и нижней. Верхняя часть корпуса состоит из внешней оболочки, называемой колпаком (4), и вкладыша колпака (5). К верхней части с помощью манжеты (7) присоединяется трубка для запала. Трубка служит для присоединения запала к гранате и для герметизации разрывного заряда в корпусе.
Для предохранения трубки от загрязнения в нее ввинчивается пластмассовая пробка. При подготовке гранаты к метанию вместо пробки в трубку ввинчивается запал.
Нижняя часть корпуса состоит из внешней оболочки, называемой поддоном (8), и вкладыша поддона (9). Разрывной заряд заполняет корпус и служит для разрыва гранаты на осколки.

Граната безотказно взрываются при падении в грязь, снег, воду и т.п.

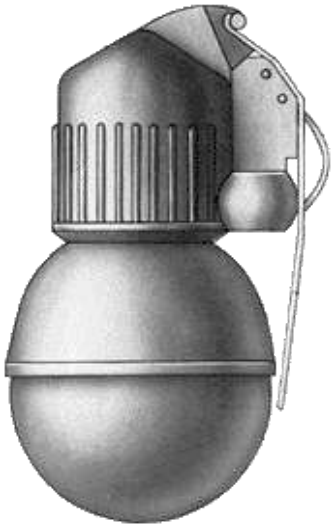
Боевые свойства наступательной граны ГРД-5

Характеристики	Граната РГД-5
са гранаты, г	310
са боевого заряда, г	-
ность броска, м	40-50
ия замедления, с	3,2-4,2
ус убойного действия осколков, м	25

Назначение, боевые свойства и общее устройство ручной осколочной гранаты РГН

Ручная осколочная граната РГН предназначенная для поражения живой силы противника в наступлении и в обороне.
Ручная осколочная граната РГН (наступательная) разработана на предприятии «Базальт» в конце 1970-х годов. Существенное отличие этой гранаты от аналогичных образцов заключается в оснащении ее датчиком цели и срабатывании ее при ударе о любую преграду.

Граната состоит из корпуса, заряда взрывчатой смеси, детонационной шашки и запала. Корпус РГН образован двумя полусферами из алюминиевого сплава с внутренней насечкой. В верхней части корпуса манжетой завальцован стакан для запала, при хранении прикрываемый пластмассовой пробкой. Под стаканом в углублении внутри взрывчатой смеси помещена детонационная шашка. Запал собран в пластмассовом корпусе. Он состоит из накольно-предохранительного механизма, датчика цели, дистанционного устройства, механизма дальнего взведения и детонирующего узла.
Накольно-предохранительный механизм



обеспечивает безопасность в обращении с гранатой. После того, как выдернута чека гранаты, срабатывает механизм дальнего взведения, который взводит запал через 1-1,8 секунды после броска. Датчик цели обеспечивает мгновенное срабатывание запала при ударе о преграду. Дистанционное устройство обеспечивает замедление подрыва после броска на 3,2-4,2 секунды и дублирует датчик цели если граната попадает в грязь, снег, падает строго «на бок».

Наступательная граната РГН

Детонирующий узел закреплен в стакане и состоит из капсюля-детонатора и втулки. Сравнительно сложная конструкция запала обеспечивает сочетание безопасности обращения (6 ступеней предохранения) с гарантированным его срабатыванием. Температурный диапазон работы гранаты от -50 до +50 градусов С. Граната РГН носятся в стандартной гранатной сумке по две или в карманах снаряжения.

Боевые свойства наступательной гранаты РГН

Характеристики	Граната РГН
са гранаты, г	310
са боевого снаряда, г	114
ность броска, м	25-45
чество осколков, шт.	220–300
няя масса осколков, г	0,42
льная скорость полета осколков, м/с	700
щадь разлета осколков, м2	95-96
я горения запала, сек	3,2-4,2
ус убойного действия осколков, м	8,7

Назначение, боевые свойства и общее устройство ручной осколочной гранаты РГО

Ручная осколочная граната РГО предназначенная для поражения живой силы преимущественно в оборонительном бою.

Ручная осколочная граната РГО (оборонительная) разработана на предприятии «Базальт» в конце 1970-х годов. Существенное отличие от аналогичных образцов заключается в оснащении ее датчиком цели и срабатывании при ударе о любую преграду.

Граната состоит из корпуса, заряда взрывчатой смеси, детонационной шашки и запала. Корпус для увеличения числа осколков кроме двух наружных полусфер имеют две внутренние. Все четыре полусферы изготовлены из стали, нижняя



Оборонительная граната РГО

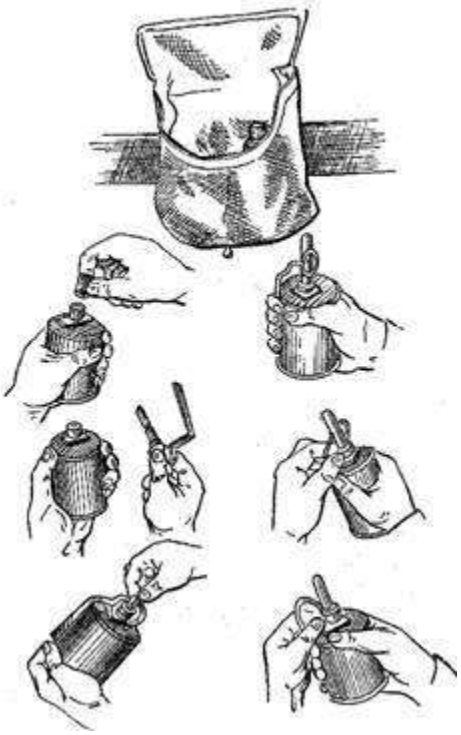
наружная имеет наружную насечку, остальные - внутреннюю. В верхней части корпуса манжетой завальцован стакан для запала, при хранении прикрываемый пластмассовой пробкой. Под стаканом в углублении внутри взрывчатой смеси помещена детонационная шашка. Запал собран в пластмассовом корпусе, состоит из накольно-предохранительного механизма, датчика цели, дистанционного устройства, механизма дальнего взведения и детонирующего узла. Накольно-предохранительный механизм обеспечивает безопасность в обращении с гранатой. После того, как выдернута чека гранаты, срабатывает механизм дальнего взведения, который взводит запал через 1-1,8 секунды после броска. Датчик цели обеспечивает мгновенное срабатывание запала при ударе о преграду. Дистанционное устройство обеспечивает замедление подрыва после броска на 3,2-4,2 секунды и дублирует датчик цели, если граната попадает в грязь, снег, падает строго «на бок». Детонирующий узел закреплен в стакане и состоит из капсюля-детонатора и втулки. Сравнительно сложная конструкция запала обеспечивает сочетание безопасности обращения (6 ступеней предохранения) с гарантированным его срабатыванием. Температурный диапазон работы гранаты от -50 до +50 градусов С. Граната РГО носятся в стандартной гранатной сумке по две или в карманах снаряжения.

Боевые свойства оборонительной гранаты РГО

Характеристики	Граната РГО
са гранаты, г	530
са боевого снаряда, г	92
ность броска, м	20-40
чество осколков, шт.	670-700
дняя масса осколков, г	0,46
льная скорость полета осколков, м/с	1200
щадь разлета осколков, м2	213-286
ия горения запала, сек	3,2-4,2
ус убойного действия осколков, м	16,5

3. Подготовка ручных гранат к броску

Заряжание гранаты производится по команде ***«Подготовить гранаты»,*** а в бою, кроме того, и самостоятельно.



Подготовка гранаты к метанию (на примере гранаты РГ-42)

Для заряжания необходимо вынуть гранат из гранатной сумки, вывинтить пробку из трубки корпуса и ввинтить запал. Граната готова к броску.

Метание гранат производится по команде, например: ***«Гранатой - огонь»*** или ***«По траншее гранатой - огонь»***, а в бою, кроме того, и самостоятельно.

Для метания гранаты необходимо:

- взять гранату в руку и пальцами плотно прижать спусковой рычаг к корпусу гранаты
- продолжая плотно прижимать спусковой рычаг, другой рукой сжать (выпрямить) концы предохранительной чеки и за кольцо пальцем выдернуть ее из запала
- размахнуться и бросить гранату в цель
- после метания оборонительной гранаты укрыться.

Вопросы и задания.

- Какое значение имеет использование гранатометов в ходе боя?
- На какие виды подразделяются современные гранатометы?
- Для чего в бою предназначен ручной противотанковый гранатомет РПГ-7?
- Какой вид зарядов используется в РПГ-7? Каковы характеристики выстрелов?
- Рассказать о работе частей и механизмов ручного противотанкового гранатомета РПГ-7.
- Рассказать о назначении, боевых свойствах и общем устройстве ручной осколочной гранаты Ф-1.
- Рассказать о назначении, боевых свойствах и общем устройстве ручной ручная осколочной гранаты РГД-5
- Рассказать о назначении, боевых свойствах и общем устройстве ручной осколочной гранаты РГН.
- Рассказать о назначении, боевых свойствах и общем устройстве ручной осколочной гранаты РГО.
- Показать как осуществляется подготовка ручных гранат к броску.

Работа №4 (практическое занятие)

ВЫПОЛНЕНИЕ УПРАЖНЕНИЙ УЧЕБНЫХ СТРЕЛЬБ ИЗ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ

Цель занятия

1. Изучить требования безопасности и правила поведения во время учебных стрельб, правила обращения с оружием.

2. Изучить на практике изготовки для проведения стрельб: сидя за столом и лежа.

3. Освоить принципы прицеливания.

4. Используя полученные знания и навыки произвести заданные преподавателем упражнения по стрельбе по мишеням.

Пневматическое оружие имеет те же технические данные, что и огнестрельное, но уступает огнестрельному в дальности стрельбы и убойной силе пуль. Поэтому пневматическое оружие используется в основном как тренировочное и спортивное. Данное практическое занятие по освоению упражнений учебных стрельб производится с применением пневматической винтовки. Пневматические винтовки имеют целый ряд ценных качеств, благодаря которым должны занять важное место как при массовом обучении начинающих стрелков, так и при дальнейшем совершенствовании мастерства лучших стрелков. Усилия спуска с боевого взвода у пневматических винтовок около 2,5кг, т.е. такое же, как и у боевого. При использовании пневматического оружия дульной энергией до 7,5Дж по «Закону об оружии» (Статья 10) лицензия не требуется. Но недопустимо пренебрежительное отношение к пневматическому оружию – обращаться с ним надо так же осторожно, как и с огнестрельным. Выполнение стрельб производится в специально оборудованном тире. Обучение приемам стрельбы, прицеливанию и дыханию во время стрельбы с использованием незаряженного оружия (электронного оружия) допускается производить в учебных аудиториях.

ХОД ЗАНЯТИЯ:

ИНСТРУКЦИЯ
о мерах безопасности при выполнении упражнений по стрельбе из пневматического оружия

Обязанности стреляющих

1. Знать и строго соблюдать все команды и меры безопасности при стрельбе.
2. После стрельбы сдать руководителю оставшиеся пульки.

В тире запрещается:

1. Проводить стрельбу без преподавателя, осуществляющего подготовку по основам военной службы.
2. Вести огонь из неисправного оружия.
3. Заряжать оружие на огневом рубеже без команды «Заряжай!», сигнала «Огонь!».
4. Брать оружие без разрешения руководителя стрельбы.
5. Оставлять на огневом рубеже заряженное и незаряженное оружие с закрытым стволом.

6. Находясь на огневом рубеже, направлять оружие в тыл, в сторону или прицеливаться в мишени, если в направлении расположения мишеней находятся люди.
7. Проводить тренировку в тылу, когда с огневого рубежа ведется стрельба.
8. Находиться на огневом рубеже посторонним лицам, а также учащимся, не занятым стрельбой.

Инструкция
по соблюдению мер безопасности при стрельбе для учащихся

1. Всегда обращайтесь с пневматическим оружием как с заряженным и взведённым.
2. Никогда не направляйте оружие на то, во что не собираетесь стрелять. Ни в коем случае не направляйте оружие на людей!
3. Оружие всегда должно быть направлено стволом в сторону мишеней, при переноске - стволом вверх.
4. Никогда не держите палец на спусковом крючке, даже если оружие разряжено и не взведено.
5. Заряжать и взводить оружие можно только на огневом рубеже по команде руководителя стрельбы.
6. Учитывайте возможную траекторию полёта пули при пробитии мишени, при рикошете и при промахе.
7. При стрельбе из винтовки с установленным оптическим прицелом учитывайте, что ось канала ствола находится ниже оси прицела. Возможно попадание пули в близко расположенные предметы, не видимые в прицел или расположенные ниже прицела, но напротив ствола.
8. При прицеливании через телескопический оптический прицел не касайтесь окуляра бровью. Пневматическое оружие обладает отдачей и при выстреле возможна травма брови или глаза.
9. Контролируйте территорию, на которой ведётся стрельба. Особенно при использовании оптического прицела.
10. При стрельбе на короткие (менее 5 метров) дистанции используйте защитные очки.
11. Не передавайте друг другу заряженное и (или) взведённое оружие.
12. Не оставляйте заряженное и (или) взведённое оружие.
13. Старайтесь не оставлять оружие без присмотра.
14. Не прикасайтесь к чужому оружию без разрешения руководителя стрельбы.
15. Не трогайте оружие, если в районе мишеней находятся люди, даже если оружие не взведено и не заряжено.
16. Когда стрельба не ведётся, держите оружие открытым (с открытым затвором), но не взведённым и не заряженным.
17. Перед стрельбой проверяйте техническое состояние оружия, затяжку крепёжных винтов.

18. Не разбирайте заряженное и (или) взведённое оружие.
19. Ремонт, настройка и проверка работоспособности оружия производится в специально отведённом месте с соблюдением всех мер безопасности.
20. Беспрекословно выполняйте команды руководителя стрельбы, в противном случае вас отстранят от стрельбы.

Позиции при стрельбе из пневматического оружия (винтовки)

При заряжании пружинно-поршневой пневматической винтовки лучше всего удерживать винтовку за ствол, когда вы вкладываете пульку в канал ствола. Это поможет сохранить ваши пальцы.

Всегда взводите пневматическую винтовку мягко, не нужно дергать её, открывать рывком и затем хлопать, чтобы закрыть.

Указательный палец должен располагаться перпендикулярно спусковому крючку. Фактически только средний палец обхватывает и удерживает рукоять ружья. Большой палец, безымянный и мизинец лишь покоятся на рукояти.

Порядок проведения стрельб

Стрельба производится из пневматической винтовки или электронного оружия. Выстрелов — 3 пробных, 5 зачетных. Время на стрельбу — 10 мин. Время на подготовку — 3 мин.

Стрельба из пневматической винтовки (ВП, типа ИЖ-38, ИЖ-60, МР-512, ИЖ-32, МР-532, MLG, DIANA) производится из положения сидя или стоя с опорой локтями о стол или стойку на дистанцию 10 м (5 м) по мишени № 8. Оружием для выполнения стрельб обеспечивает организатор.

Стрельба из электронного оружия производится из положения сидя или лежа на дистанцию 10 м (5 м) по мишени № 8.

Существует три основных положения для стрельбы – лежа, стоя и с колена, сидя. Важно подобрать такой прием изготовки, при котором меньше расходуется физической энергии, создаются благоприятные условия стрельбы. Основные требования к изготовке: - создать необходимое равновесие стрелка с оружием с оптимальным для этого напряжением мышечного аппарата; - обеспечить нормальное функционирование зрительного аппарата, внутренних органов и кровообращения.

Изготовка для стрельбы сидя за столом

Это упражнение является самым простым и удобным для начального обучения пулевой стрельбе. Положение тела стрелка привычное, не требуется почти никакого напряжения, устойчивость винтовки и рук наибольшая, а заряжание винтовки самое удобное.

Стрелок садится за стол или становится около стойки, выбирая наиболее удобную для себя позу. Все тело несколько повернуто вправо от линии прицеливания. Рекомендуется при стрельбе слегка прислоняться грудью к ребру стола, но при этом сохранять свободную позу с минимальным напряжением мышц.

Винтовку надо взять кистью правой руки за шейку ложи так, чтобы большой палец обхватил шейку ложи слева, а остальные четыре пальца — справа.

Кистью левой руки взять цевье ложи снизу так, чтобы большой палец обхватывал левый бок цевья, а остальные четыре пальца обхватывали цевье с правого бока. Винтовка должна лежать не на пальцах, а на ладони. Затем наклониться над столом и опереться локтями на стол или, если стрельба ведется стоя около стойки, опереться локтями на стойку. При этом левый локоть и плечо должны быть выдвинуты вперед как можно дальше, а левый локоть должен находиться точно под винтовкой.

Правый локоть располагают сбоку, ближе к себе. Винтовку надо вставить затыльником в выемку правого плеча и прижать к нему. Голову опустить на гребень приклада. Ноги стрелок располагает так, как ему удобно. Положение тела должно быть спокойным и устойчивым.

Самопроверка принятого положения заключается в том, что после принятия положения стрелок закрывает глаза на несколько секунд, затем их открывает и проверяет совмещение точек выводки винтовки и прицеливания.



Рис. 1 Изготовка для стрельбы сидя за столом с опорой локтями о стол. Винтовка над левым локтем: а — вид сбоку; б — вид спереди

Если оказалось, что мушка винтовки не совпадает с точкой прицеливания, то надо уточнить наводку винтовки, но не нарушая систему «стрелок — оружие», т. е. не сдвигая винтовки относительно тела стрелка.

Если точка наводки винтовки 4 (рис. 2) оказалась сбоку точки прицеливания 6, то надо повернуть все тело вместе с винтовкой вокруг

вертикальной оси 2, проходящей через точку опоры левого локтя, до совмещения точки наводки винтовки 4 с точкой прицеливания 6.

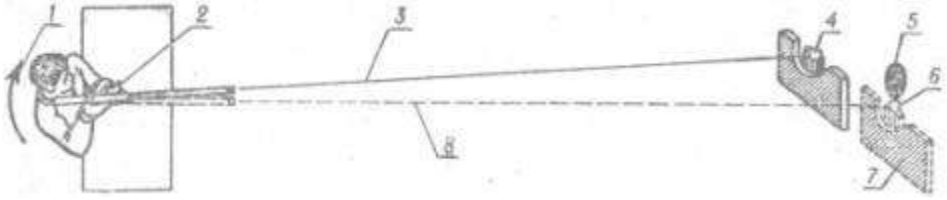


Рис. 2. Уточнение наводки винтовки по горизонтали при стрельбе сидя за столом:
1 — направление поворота корпуса стрелка; 2 — ось вращения корпуса стрелка; 3 — линия прицеливания до уточнения наводки винтовки; 4 — точка наводки винтовки до уточнения наводки; 5 — «яблочко» мишени — оказалось справа; 6 — совмещенные точки наводки и прицеливания; 7 — расположение прицела после уточнения наводки винтовки; 8 — линия прицеливания после уточнения наводки винтовки

Если точка наводки винтовки 6 (рис. 3) оказалась ниже (выше) точки прицеливания 4, то надо немного отодвинуться (придвинуться) со стулом от стола или встать немного дальше (ближе) от стойки, но не сдвигая с места локти 8.

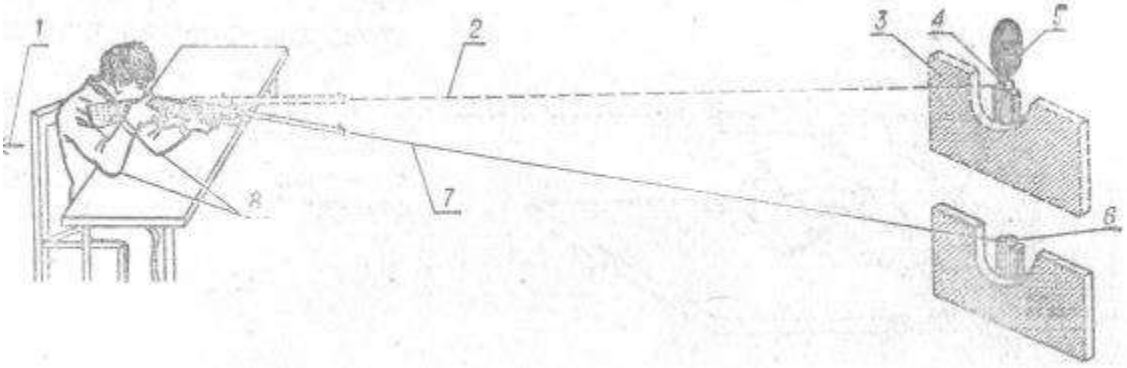


Рис. 3. Уточнение наводки винтовки по вертикали при стрельба сидя за столом:
1 — направление перемещения корпуса стрелка; 2 — линия прицеливания после уточнения наводки винтовки; 3 — расположениеприцела после уточнения наводки винтовки; 4 — совмещенные точки наводки и прицеливания; 5 — «яблочко» мишени — оказалось выше; 6 — точка наводки винтовки до уточнения: 7 — линия прицеливания до уточнения наводки винтовки; 8 — локтистрелка должны быть неподвижны

Меткая стрельба возможна только при однообразной прикладке винтовки для всех выстрелов выполняемого упражнения.

Размещение приклада в выемке плеча тоже имеет важное значение. Если приклад винтовки окажется выше середины выемки плеча, то увеличивается действие силы отдачи из-за увеличения расстояния между парой сил: отдачи винтовки и сопротивления плеча, и тогда пули попадут выше центра мишени. Если приклад винтовки окажется ниже выемки плеча, то пули попадут ниже центра мишени.

Отсюда ясно, что даже при незначительных изменениях положения приклада в выемке плеча получится большое рассеивание пуль по вертикали.

После прикладки винтовки указательный палец надо наложить первым суставом на спусковой крючок. При этом указательный палец не должен касаться

ложи винтовки. Локоть правой руки свободно опустить на стол (стойку). Голову немного наклонить вперед и прислониться щекой к гребню приклада.

Касание щеки в одном и том же месте гребня приклада при всех выстрелах обеспечит хорошую кучность стрельбы. Для однообразного касания щеки к гребню приклада рекомендуется касание кончиком носа большого пальца правой руки, обхватывающей шейку приклада.

Затем надо убедиться, что положение тела и рук удобно и никакие мышцы излишне не напряжены.

Изготовка для стрельбы лежа с руки

Это положение наиболее удобное и выгодное, так как обеспечивает лучшую устойчивость и стрелка, и винтовки, а следовательно, дает лучшие результаты стрельбы. Неудобство состоит только в одном: пневматические винтовки заряжать приходится, поворачиваясь на правый бок перед каждым выстрелом или вставая перед каждым выстрелом.

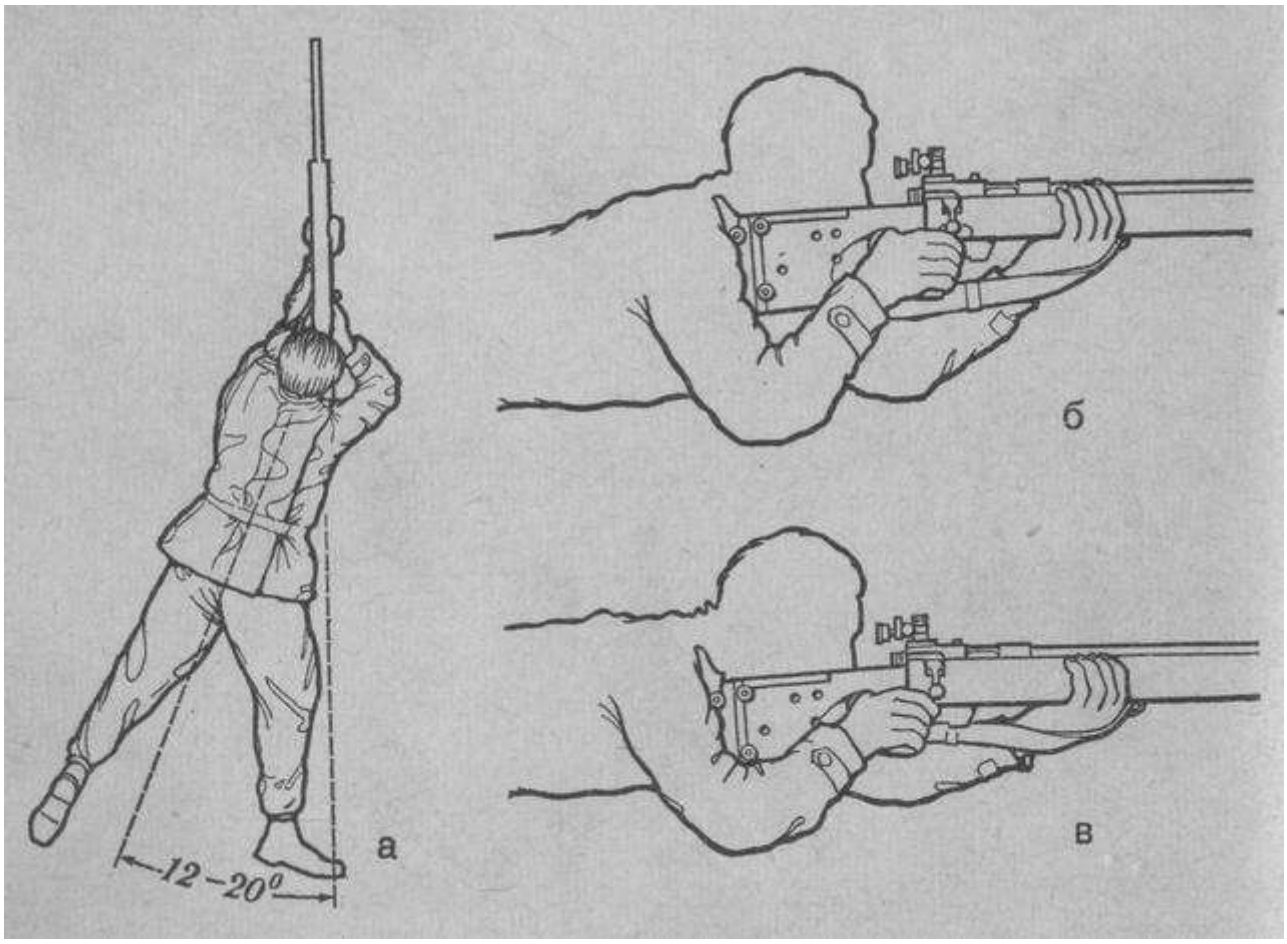


Рис. 110 - Изготовка для стрельбы лежа (вид сверху и сбоку)

Ноги должны быть без напряжения раскинуты в стороны. Чтобы мышцы были меньше напряжены, ноги лучше всего располагать так, чтобы левая упиралась носком в землю, а правая была чуть согнута в коленном суставе.

Прицеливание

Правильное прицеливание является важнейшим элементом точности стрельбы.

Прицеливание (рис. 4) состоит из двух элементов: установки (регулировки) прицельного приспособления на заданную дистанцию и наводки винтовки в цель с помощью прицельного приспособления.

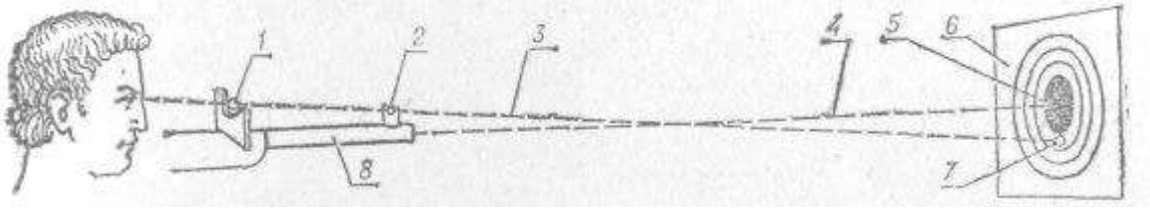


Рис. 4. Схема прицеливания при превышении средней точки прицеливания 1 — середина прорези прицела: 2 — верхний край мушки; 3 — линия прицеливания; 4 — средняя траектория пуль; 5 — средняя точка попадания — центр мишени; 6 — мишень; 7 — точка прицеливания; 8 — ствол винтовки

Установка прицела на заданную дистанцию производится отдельно в вертикальной и горизонтальной плоскостях. В пневматических винтовках ИЖ-38 (ИЖ-22) это достигается регулированием высоты прицела с мощью винта прицела и изменением положения основания прицела в поперечном пазу казенной части ствола.

Установку прицела пневматической винтовки производят заранее, во время приведения винтовки к нормальному бою на заданную дистанцию стрельбы.

Рекомендуется прицеливание разбить на два этапа: предварительный и основной. Предварительный этап, занимающий более половины всего времени прицеливания, должен быть использован для проверки правильности изготовки. Основной этап использовать для более точной наводки винтовки и подготовки к нажатию на спусковой крючок. Такое поэтапное прицеливание уменьшит усталость зрительной системы и повысит точность стрельбы.

Каждый выстрел нужно производить по возможности быстро, а паузы между выстрелами делать достаточно длительными, чтобы глаза успевали отдохнуть.

Для стрелкового оружия применяются различные виды прицелов: открытые, диоптрические с прямоугольной или кольцевой мушкой, оптические. У винтовок ИЖ-38 (ИЖ-22) прицел открытый.

Определение ведущего глаза.

Прицеливание осуществляется одним глазом, который называют ведущим. Большинство стрелков прицеливается правым глазом, т. е. ведущим глазом является правый. Но бывают и исключения. Для определения стрелком его ведущего глаза применяются различные методы. Наиболее простой метод заключается в следующем.

В листе бумаги размером 20×20 см надо вырезать круглое отверстие диаметром 3 см. Затем, взяв лист бумаги в вытянутую руку, навести отверстие на мишень, укрепленную на светлом фоне. Далее, закрывая поочередно правый и левый глаз, следить за мишенью. Если при закрывании левого глаза мишень видна, а при закрывании правого глаза мишень исчезла, то тогда у стрелка ведущим глазом является правый глаз.

Если обнаружится, что ведущим глазом у стрелка является левый глаз, то при стрельбе необходимо закрывать правый глаз матовым щитком, укрепленным на голове.

Ранее считалось, что во время прицеливания надо смотреть только одним ведущим глазом, а неведущий надо зажмуривать. Однако исследованиями многих мастеров пулевой стрельбы практически доказано, что зажмуривание неведущего глаза снижает остроту зрения, а следовательно, и результат стрельбы.

Поэтому рекомендуется при стрельбе смотреть обоими глазами. Если это трудно, то неведущий глаз можно прикрыть узкой вертикальной полоской из белой бумаги или из пластика таким образом, чтобы мишень для неведущего глаза была закрыта.

Прицеливание с открытым прицелом.

Для прицеливания необходимо ведущим глазом смотреть через середину прорези прицельной планки на верхний край мушки так, чтобы он находился точно посередине прорези и вровень с боковыми верхними краями ее. Это положение называется «ровная мушка». Затем, сохраняя такое положение глаза, прицела и мушки, подвести верхний край мушки под низ черного круга — «яблочка» мишени с небольшим просветом, т. е. в точку прицеливания. Стараться удержать эти четыре элемента: глаз прицел, мушку и нижний обрез «яблочка» на одной линии.

Не смущаться, что будут отклонения винтовки из-за колебаний всего тела стрелка в различные стороны от точки прицеливания (рис. 5). Особенно большие отклонения бывают у начинающих стрелков. Постепенно в результате тренировок эти отклонения будут меньше и меньше, т. е. стрельба станет точнее. Это получится тогда, когда стрелок научится однообразно прикладывать щеку к гребню приклада при всех выстрелах.

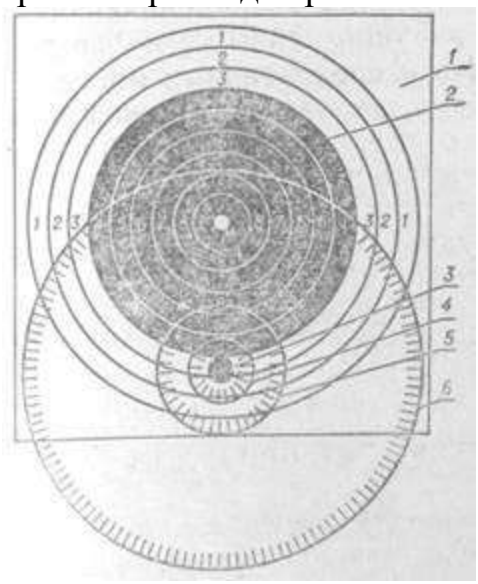


Рис 5 Колебания точки наводки винтовки вокруг точки прицеливания 1 —мишень; 2 — «яблочко» мишени; 3— точка прицеливания; 4 – колебания у мастера по стрельбе; 5 — колебания у опытного стрелка; 6 — колебания у начинающего стрелка

Если во время прицеливания стрелок удержал ровную мушку, а винтовка в момент выстрела отклонилась и оказалась наведенной не в точку

прицеливания, под черный круг, а, например, на 5 мм в какую-либо сторону, то и попадание окажется на 5 мм в той же стороне. Эта ошибка параллельного смещения оружия.

Если же стрелок не удержит ровную мушку, то получится угловая ошибка, более значительная. Например, когда мушка отклонится от середины прорези всего только на 1 мм, то пробоина окажется отклоненной от центра мишени на 23,4 мм.

Таким образом, самые большие отклонения получаются от неровной мушки, т. е. от угловых ошибок отклонения винтовки.

Во время прицеливания орган зрения стрелка работает с большим напряжением и накапливается усталость мышц хрусталика глаза. Поэтому не следует много раз попеременно фокусировать глаз на разные расстояния: то на прицел, то на

мушку, то на мишень. Кроме того, надо помнить, что наше зрение имеет свойство инерции, т. е. когда мы переведем фокус глаза от мишени на мушку и уже видим ее, наше зрение еще сохраняет прежний отпечаток мишени, а не ее действительное положение. Но за это время винтовка может уже отклониться от прежнего положения.

Трудность прицеливания в этом и заключается, что природа нашего зрения не дает возможности четко видеть сразу все нужные нам три элемента прицеливания, находящиеся на разном расстоянии от глаза. Только один элемент можно видеть четко, а остальные два будут расплывчаты или, как говорят, будут иметь «корону». Возникает существенный вопрос: какой же из элементов прицеливания важнее видеть четким? Практика доказала, что лучший результат получится, если будет четкое видение мушки (рис. 6).

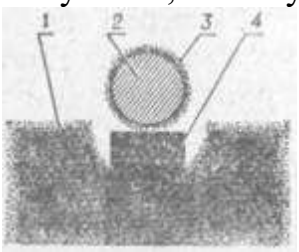


Рис. 6. Правильное видение элементов прицеливания при стрельбе с открытым прицелом:

1 — «корона» верхнего края прицельной планки; 2 — «яблочко» мишени; 3— «корона» «яблочка» мишени; 4 — четкая мушка

Размещение четкой мушки посередине прорези прицельной планки достигается легко, так как расплывчатость краев прорези одинакова с обеих сторон мушки. А вот по высоте разместить мушку весьма затруднительно, так как не видно четкой границы верхних выступов прицельной планки и «яблочка», они имеют «короны» 1 и 3.

Практика стрельбы доказала, что надо выравнивать мушку только по сплошной линии верхних выступов прицельной планки и не обращать внимания на расплывчатую часть — «корону» 1 прицельной планки.

Типичные ошибки стрелков.

Весьма вредной ошибкой является сваливание винтовки (вид г), т. е. во время прицеливания мушка правильно установлена по отношению к прицелу и к точке прицеливания, но с некоторым наклоном всей винтовки в какую-либо сторону. Начинающие стрелки большей частью сваливают винтовку вправо.

Ошибку изготовки — сваливание винтовки необходимо ликвидировать в самом начале обучения стрельбе, так как стрелок может привыкнуть к удержанию винтовки с наклоном. Переучиваться потом будет очень трудно. При однообразном сваливании будет хорошая кучность попаданий, но взять поправку, т. е. определить, куда нужно вынести точку прицеливания, будет очень трудно. Например, если СТП оказалась ниже центра мишени и стрелок вынесет точку прицеливания выше, то, если сваливание было вправо, пробоины окажутся не только выше, но и правее.

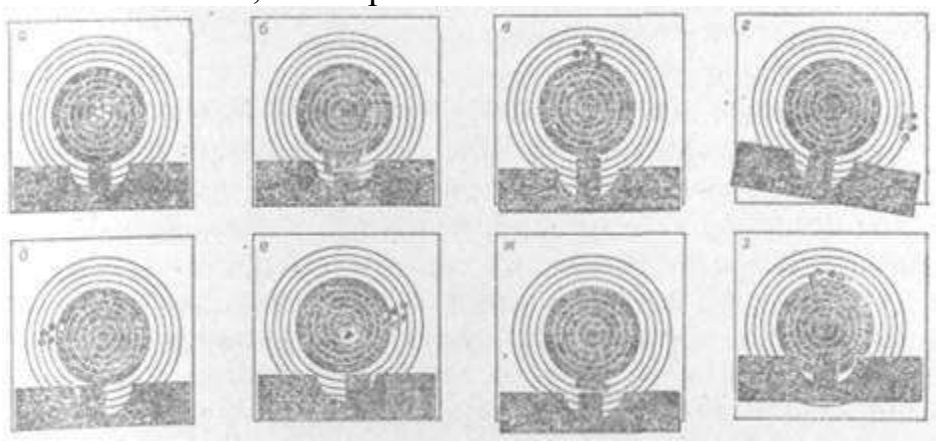


Рис. 7. Ошибки прицеливания при стрельбе с открытым прицелом: а — правильное прицеливание; б — «мелкая» мушка — пули попадут ниже; в — «крупная» мушка — пули попадут выше цели; г — винтовка «свалена» вправо — пули попадут правее в ниже; д — мушка левее центра прорези прицела — пули попадут левее цели; е — мушка правее центра прорези прицела — пули попадут правее цели; ж — большой «просвет» — пули попадут ниже цели; з — мушка в «яблочке» — пули попадут выше цели

Руководитель стрельбы обязан:

1) перед началом стрельбы:

проверить соответствие мишенного оборудования условиям стрельб, а также надежность его работы;

осмотреть полосу тира (места, оборудованного для стрельбы), чтобы убедиться, нет ли каких-либо предметов в направлении стрельбы, которые могут вызвать рикошеты;

назначить дежурного по огневому рубежу, при необходимости оцепление, проинструктировать их и наблюдать за точным выполнением ими своих обязанностей;

получить оружие и боеприпасы под роспись;

проверить знание стрелками правил и мер безопасности при проведении стрельб;

произвести расчет стреляющих на смены;

выстроить очередную смену для стрельбы на исходном положении;

вручить очередной смене стреляющих оружие;

указать для нестреляющих смен место для ожидания (на стрельбище – не ближе 20 метров от линии огня);

убедившись в готовности тира, стрелкового стенда, в отсутствии в зоне огня людей, животных, а также в готовности стреляющих к стрельбе, дать распоряжение на подачу сигнала «Огонь!».

2) во время стрельбы:

руководить стрельбой и вести учет результатов стрельбы;

выдавать стрелкам патроны на линии огня и вести учет расхода патронов;

обеспечить соблюдение стрелками правил стрельбы и мер безопасности;

следить, чтобы на линии огня кроме стрелков стреляющей смены не было посторонних лиц;

проверять оружие стрелков каждой стреляющей смены, окончивших выполнение упражнения, и убедиться в том, что оно разряжено;

немедленно подать команду о прекращении стрельбы при нарушении стреляющими правил и мер безопасности, при появлении в зоне огня людей или животных.

3) по окончании стрельбы:

скомандовать: «Стой, разряжай» – и проверить выполнение команды *(проверить, чтобы оружие было разряжено, и убедиться, что в нем не осталось патронов)*;

подать для стреляющей смены команду «Встать!»;

организовать осмотр мишеней стрелявшей смены;

осмотреть мишени, сделать разбор стрельбы и провести учет результатов стрельбы;

вернуть смену на исходное положение, дать распоряжение на передачу оружия очередной смене и продолжить стрельбу;

проверить оружие, оставшиеся пульки, составить акт о расходовании пулек, привести тир (место, оборудованное для стрельбы) в порядок;

организовывать чистку оружия;

сдать оружие и неизрасходованные боеприпасы на склад;

доложить руководителю образовательного учреждения о результатах стрельбы.

4) в непредвиденных ситуациях:

отстранять от участия в стрельбе стрелков, если они нарушают требования настоящих Правил;

при несчастных случаях, произошедших во время стрельбы, немедленно дать команду прекратить стрельбу, организовать оказание пострадавшему

медицинской помощи, сообщить в ближайший врачебный пункт, вышестоящие организации и в органы внутренних дел.

Работа №5 (СЕМИНАР)

РАДИАЦИОННАЯ, ХИМИЧЕСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА.

Цель занятия

1.Ознакомление с целями, задачами и необходимыми мероприятиями для обеспечения радиационной, химической и биологической защиты личного состава войск.

2. Изучение содержания и проведения мероприятий по осуществлению РХБЗ .

3. Ознакомление с принципами организации использования средств индивидуальной и коллективной защиты местности , техники, личного состава.

4.Понятие санитарной обработки населения

5. Изучение индивидуальных и коллективных средств РХБ защиты.

Радиационная химическая и биологическая защита (РХБЗ) — является составной частью боевого обеспечения боевых действий войск и представляет собой комплекс мероприятий, организуемых и осуществляемых с целями максимального снижения потерь войск и обеспечения выполнения поставленных задач при действии в условиях радиоактивного загрязнения, химического и биологического заражения, а также для повышения их защиты от высокоточного и других видов оружия.

Достижение целей РХБЗ обеспечивается выполнением основных задач:

- выявлением и оценкой масштабов и последствий применения ОМП, разрушений радиационно и химически опасных объектов (РХОО);
- обеспечением защиты личного состава от радиоактивных веществ, отравляющих веществ, бактериальных средств и других токсичных веществ;
- снижением заметности войск и объектов.

Задачи радиационной, химической и биологической защиты выполняются силами и средствами взвода (отделения, экипажа) с использованием табельных средств во всех видах тактических действий, в различных условиях обстановки, в любое время года и суток. При этом наиболее сложные и специфические задачи, требующие особой подготовки личного состава и применения специальной техники, выполняются частями (подразделениями) радиационной, химической и биологической защиты.

Радиационная, химическая и биологическая защита включает следующие мероприятия:

1. Засечку ядерных взрывов.
2. Радиационную, химическую, биологическую разведку (РХБР) и контроль.
3. Сбор, обработку данных и информацию о РХБ обстановке.
4. Оповещение войск о РХБ заражении.
5. Использование средств индивидуальной и коллективной защиты, защитных свойств местности, техники и других объектов.
6. Специальную и санитарную обработку войск и обеззараживание участков местности дорог, сооружений.
7. Аэрозольное противодействие средствам разведки и наведения оружия.
8. Применение радиопоглощающих материалов и пен.

Засечка ядерных взрывов



Засечка ядерных взрывов организуется и проводится с целью получения данных о факте, масштабах и прогнозе последствий применения ядерного оружия. Существуют семь способов засечки ядерных взрывов:

- аэрозольный, который основан на установлении факта ЯВ по регистрации выпадения радиоактивных веществ из радиоактивного облака;
- сейсмический — основан на регистрации сейсмических колебаний земной коры;
- спектрографический — основан на регистрации электромагнитных волн в видимом диапазоне;
- радиотехнический — основан на регистрации и определении параметров электромагнитного импульса;
- радиолокационный;

- светотехнический;
- визуальный.

Радиоционная, химическая и биологическая разведка и контроль

Радиационная, химическая и биологическая разведка организуется и проводится в целях получения данных о факте, масштабах радиоактивного, химического и биологического заражения и фактической радиационной, химической и биологической обстановки, определения необходимости использования средств индивидуальной и коллективной защиты. Она осуществляется с использованием бортовых (переносных) приборов радиационной, химической и биологической разведки. Данные о радиационной и химической обстановке наносятся командиром подразделения на карту (схему) и передаются старшему командиру.

Задачами радиационной, химической и биологической разведки являются:

- своевременное обнаружение начала радиоактивного и химического заражения, а также случаев применения противником биологических средств;
- определение характера заражения (мощности взрыва, доз излучения, типа ОВ);
- определение границ (участков) заражения, путей обхода и установки знаков ограждения;
- контроль за спадом мощностей, доз излучения (уровней радиации), наличием ОВ в воздухе и на местности;
- отбор проб почвы, растительности, воды и отправка их в лабораторию при обнаружении признаков применения биологических средств.

Радиационный и химический контроль организуется и проводится с целью оценки боеспособности войск по радиационному показателю и определения необходимости использования средств индивидуальной и коллективной защиты и проведения дезактивации вооружения и военной техники, местности, сооружений, дорог. Радиационный контроль включает:

- контроль облучения личного состава;
- контроль степени заражения ОВ личного состава, вооружения и военной техники и материальных средств.

Контроль облучения личного состава по назначению подразделяется на войсковой и индивидуальный.

Войсковой контроль осуществляется в военное время с целью получения данных о дозах облучения групп военнослужащих (отделений, расчетов и им равных) и о дозах облучения каждого офицера, а также военнослужащих, выполняющих задачи самостоятельно.

Организация контроля облучения личного состава предусматривает распределение войсковых и индивидуальных измерителей дозы между подразделениями, определение порядка их выдачи, перезарядки, снятия показаний, учета облучения и представления донесений о дозах облучения.

Индивидуальный контроль доз облучения осуществляется в целях получения данных о дозах облучения каждого военнослужащего для оценки боеспособности по радиационному показателю и первичной диагностики степени тяжести лучевой болезни, проводится при сортировке раненых и пораженных на этапах медицинской эвакуации. **Контроль радиоактивного заражения** проводится в целях определения необходимости и объема проведения специальной обработки. При ведении боевых действий в условиях радиоактивного заражения контроль заражения личного состава, средств защиты осуществляется в предтамбурах специальных фортификационных сооружений, продовольствия и воды – в убежищах.

При выходе из зон заражения контроль проводится на специально оборудованных площадках, при этом автомобили и другая техника размещаются не ближе 15 м друг от друга.

Химический контроль организуется с целью определения необходимости и полноты дегазации вооружения, военной техники, материальных средств, местности, обеззараживания продовольствия и воды, установления возможности действий личного состава без средств защиты, а также определения факта применения противником неизвестных ОВ. Химический контроль организуется в подразделениях (части) в мирное и военное время.

Основными задачами химического контроля являются:

- установление факта применения боевых токсических химических веществ (БТХВ);
- идентификация БТХВ и сильно действующих ядовитых веществ (СДЯВ);
- определение заражения воздуха, местности, военной техники, продовольствия и воды.

Химический контроль проводится с применением штатных (табельных) технических средств химической разведки (ВПХР, ПГО-11). При заражении объектов, пунктов управления, технических площадок ОВ типа VX, контроль осуществляется с помощью индикаторной ленты АП-1, которая наклеивается на видных местах.

Контроль заражения в ходе очистки воды осуществляется химическими лабораториями, входящими в состав водоочистительных станций инженерных войск.

Биологический контроль организуется и проводится в целях определения заражения биологическими средствами личного состава, вооружения, техники,

продовольствия, воды на территории очагов биологического заражения, порядка проведения режимно-ограничительных, лечебно-эвакуационных, дезинфекционных и санитарно-гигиенических мероприятий.

Задачи РХБ разведки выполняются штатными подразделениями радиационной и химической разведки.

Дозоры РХБ разведки ведут РХБР самостоятельно, в составе отрядов обеспечения движения и отрядов ликвидации последствий применения противником ОМП (в районах разрушения, аварий радиационно и химически опасных объектов). РХБР ведется: со скоростью до 40 км/ч – при радиоактивном заражении; до 12 км/ч – при химическом и биологическом заражении.

При рассредоточенных боевых порядках значительных по протяженности маршрутах маневра, подвоза и эвакуации материальных средств, возможности РХБ разведки ограничены. Поэтому для решения ее задач привлекаются вертолеты и транспортные самолеты, оборудованные спец. приборами РХБ разведки.

Войсковой биологический контроль проводится специалистами службы РХБЗ и медицинской службы с использованием специальных приборов.

Для обеспечения боеспособности личного состава в условиях применения противником ОМП необходимо своевременно и умело использовать технические средства разведки, имеющиеся в подразделениях и частях. К этим средствам относятся войсковые дозиметрические приборы и приборы химической и биологической разведки.

Приборы радиационной и химической разведки и контроля предназначены для обнаружения радиоактивных и отравляющих веществ, определения границ районов заражения и осуществления постоянного контроля над степенью заражения местности, личного состава, военной техники, продовольствия и воды.

Приборы биологической разведки и контроля служат для обнаружения факта применения противником биологического оружия и установления видовой принадлежности биологических средств.

Сбор, обработка данных и информация о радиационной, химической и биологической обстановке проводится для оценки масштабов и последствий применения ОМП, разрушений радиационно, химически и биологически опасных объектов, передачи этой информации в вышестоящие, подчиненные и взаимодействующие органы управления. На основе данных о радиационной, химической и биологической обстановке готовятся предложения и принимаются решения на действия войск в условиях заражения, проведение режимно-организационных мероприятий и ликвидацию последствий.

Задача по сбору, обработке данных и информации о радиационной, химической и биологической обстановке выполняется в единой системе выявления и оценки

масштабов и последствий применения оружия массового поражения, разрушений радиационно и химически опасных объектов (ЕСВОП).



Центрами сбора, обработки и передачи информации о радиационной, химической и биологической обстановке в ЕСВОП являются пункты управления ЕСВОП и непосредственно расчетно-аналитические станции (группы) объединений (соединений).

Оповещение войск о РХБ заражении

Оповещение войск о радиоактивном, химическом и биологическом заражении проводится для своевременного принятия войсками мер защиты от воздействия радиоактивных, отравляющих, других токсичных веществ и биологических средств. **Оповещение и предупреждение подразделений о радиоактивном, химическом и биологическом заражении** организуются и проводятся в целях своевременного принятия мер защиты от воздействия радиоактивных, отравляющих, других токсичных веществ и биологических средств.

С получением предупреждения о непосредственной угрозе и начале применения противником оружия массового поражения личный состав продолжает выполнять поставленную задачу и переводит средства защиты в положение «наготове». С получением предупреждения о своих ядерных ударах личный состав к указанному времени принимает все меры индивидуальной и коллективной защиты.



Задачей оповещения является доведение до войск единых установленных сигналов о применении противником ОМП, аварий (разрушений) на радиационно, химически и биологически опасных объектах, радиоактивном, химическом и биологическом заражении.

Оповещение организуется штабами всех уровней и осуществляется немедленно по всем каналам и линиям связи на основе данных о факте применения оружия массового поражения, радиоактивного, химического и биологического заражения, полученных в результате засечки ядерных взрывов, радиационной, химической и биологической разведки и контроля.

Использование средств индивидуальной и коллективной защиты, защитных свойств местности, техники и других объектов



Использование средств индивидуальной и коллективной защиты, защитных свойств местности, техники и других объектов осуществляется для защиты личного состава от поражающих факторов ядерных взрывов, отравляющих, других токсичных веществ и биологических средств.

Задачей использования средств защиты является своевременное и умелое их применение, которое достигается: постоянным контролем за наличием и исправностью средств индивидуальной и коллективной защиты; заблаговременной подготовкой личного состава в пользовании средствами индивидуальной и коллективной защиты; определением места и времени заблаговременного перевода средств индивидуальной и коллективной защиты в боевое положение; определением сроков нахождения личного состава в средствах индивидуальной защиты, а также режима эксплуатации средств коллективной защиты; правильным учетом защитных свойств местности, лесных массивов, фортификационных сооружений, техники, строений в населенных пунктах и других объектов.

Средства защиты, защитные свойства местности, техники и других объектов используются личным составом войск с получением сигналов оповещения о непосредственной угрозе и начале применения оружия массового поражения, разрушении радиационно, химически и биологически опасных объектов, радиоактивном, химическом и биологическом заражении, а также самостоятельно при обнаружении признаков поражения личного состава и заражения вооружения, техники и других объектов радиоактивными, отравляющими, другими токсичными веществами и биологическими средствами.

Снятие средств индивидуальной защиты и прекращение использования средств коллективной защиты осуществляется на основе данных радиационной, химической и биологической разведки и контроля. При необходимости длительного пребывания в условиях радиоактивного, химического и биологического заражения командир (начальник) на основе предложений начальника войск (службы) РХБ защиты определяет режим деятельности личного состава, порядок использования средств защиты, отдыха и приема пищи.

Специальная обработка войск и обеззараживание участков местности, сооружений



Специальная обработка (СО) — комплекс организационно-технических мероприятий, включающий строго регламентированное по месту и времени проведение дегазации, дезактивации, дезинфекции личного состава, оружия, техники, средств защиты и обмундирования, а также ликвидации последствий применения оружия массового поражения. Специальная обработка может быть частичной и полной.

Частичная СО проводится по распоряжению командиров частей (подразделений) без прекращения выполнения боевых задач и должна обеспечить личному составу возможность действовать без средств защиты кожи.

Частичная специальная обработка проводится под руководством командира взвода (отделения, экипажа) при заражении ОВ немедленно, если в момент заражения личный состав находился в противогазах и средствах защиты кожи, а также при заражении бактериальными (биологическими) средствами — после выхода из зоны заражения в указанном командиром подразделения месте. При длительном пребывании на зараженной местности частичная специальная обработка может проводиться и в зоне заражения.

Полная СО проводится с разрешения командующего объединением (командира соединения) после выполнения боевой задачи. Она должна обеспечить личному составу возможность действовать без средств защиты кожи и органов дыхания. Достигается проведением дегазации, дезактивации и дезинфекции всей поверхности техники и оружия. Таким образом, и частичная и полная специальная обработка с применением технических средств имеет целью сохранение боеспособности войск, подвергшихся заражению отравляющими, радиоактивными и бактериальными средствами, снижение вероятности поражения личного состава и обеспечение выполнения поставленных задач без средств защиты.

Обеззараживание участков местности, фортификационных сооружений проводится частями радиационной, химической и биологической защиты, а в отдельных случаях – личным составом взвода (отделения, экипажа).

Понятие санитарной обработки населения



Санитарная обработка – комплекс специальных мероприятий по удалению радиоактивных, отравляющих, биологических веществ с кожных покровов и внешних слизистых оболочек тела, надетых средств индивидуальной защиты, одежды и обуви людей или нейтрализации таких веществ с целью снижения их воздействия на организм человека. Санитарная обработка может быть частичной и полной.

Частичная санитарная обработка заключается в:

- удалении радиоактивных веществ с открытых участков тела, одежды и средств защиты смыванием водой или обтиранием тампонами, а с одежды и средств защиты, кроме того, вытряхиванием;
- обезвреживании (удалении) отравляющих веществ и биологических средств на открытых участках тела, отдельных участках одежды и средствах защиты с использованием индивидуальных противохимических пакетов.

Полную санитарную обработку проводят после выхода из зон заражения в пунктах санитарной обработки или на подходящей незараженной местности (например, в тёплое время года – в незараженных проточных водоёмах). Она осуществляется специальными медицинскими формированиями и подразделениями гражданской обороны.

Полную санитарную обработку проводят во всех случаях заражения людей отравляющими веществами и биологическими средствами. Обработке подвергают всё население, находящееся в районе применения бактериологического оружия, независимо от того, были ли применены средства защиты и проводилась ли частичная санитарная обработка.

Содержание полной санитарной обработки:

1. Тщательное обмывание всего тела тёплой водой с мылом.
2. Оказание специальной медицинской помощи.
3. Замена (специальная обработка) белья, одежды и обуви.

На площадке санитарной обработки оборудуются санитарные пропускники, где развёртывается дезинфекционно-душевая установка. Каждый санитарный пропускник имеет три отделения:

- раздевальное;
- обмывочное;
- одевальное.

Перед входом в раздевальное отделение люди снимают снаряжение, надетое поверх средств защиты кожи, сами средства защиты кожи и складывают их в указанном месте. Затем проходят в раздевальное отделение и снимают последовательно снаряжение (которое было под средствами защиты кожи), верхнюю одежду, головные уборы, обувь, повседневную одежду, бельё. Противогазы не снимаются. Одежда, снаряжение и обувь связываются в узел, к которому привязывается жетон, и сдаются обслуживающему персоналу для обработки. В раздевальном отделении сдаются также документы и личные (ценные) вещи.

У входа в обмывочное отделение люди получают мыло и мочалки, обмывают руки и шею 2% раствором монохлорамина, снимают противогазы и переходят в обмывочное отделение. непосредственная помывка под душевыми сетками проводится в течение не более 15 минут.

В одевальном отделении люди получают чистое бельё, незараженную одежду, снаряжение и обувь, а также сданные документы и личные вещи.

Население, прошедшее санитарную обработку, из одевального отделения следует на чистую половину площадки санитарной обработки.

Аэрозольное противодействие средствам разведки и наведения оружия применение радиопоглощающих материалов и пен направлены на снижение заметности войск и объектов.

Аэрозольное противодействие средствам разведки и управления оружием противника организуется и проводится для снижения возможности обнаружения и распознавания наших подразделений (объектов) противником и эффективности его ударов высокоточным и другими видами оружия.

Аэрозольное противодействие средствам разведки и управления оружием противника проводится при подготовке тактических действий, в ходе выполнения поставленных задач, как правило, в комплексе с мероприятиями тактической маскировки войск, а в некоторых случаях и самостоятельно с применением

дымовых шашек, дымовых гранат, зажигательных дымовых патронов, термической дымовой аппаратуры танков и боевых машин пехоты.

Применение радиопоглощающих и маскирующих пенных покрытий организуется и проводится для снижения возможности обнаружения и распознавания вооружения и военной техники радиолокационными и тепловизионными средствами разведки противника, которое выполняется путем использования подразделениями специальных чехлов и накидок, а также нанесением радиопоглощающих лакокрасочных и маскирующих пенных покрытий на поверхность вооружения и военной техники с помощью специальных средств войск РХБ защиты и ремонтно-восстановительных частей в назначенных районах.

Средства РХБ защиты подразделяются на:

- **индивидуальные** − средства защиты органов дыхания, кожного покрова и глаз личного состава;
- **коллективные** – защитные инженерные сооружения (фортификационные сооружения) и подвижные объекты, имеющие специальное оборудование, которое позволяет личному составу находиться или действовать в них без средств индивидуальной защиты.

Индивидуальные средства рхб защиты:

Средства защиты кожи предназначены для защиты личного состава от проникновения отравляющих веществ в организм через кожу, для предохранения кожных покровов, обмундирования, снаряжения от заражения ОВ, РВ и биологическими средствами, а также − для кратковременной защиты от зажигательных средств. К ним относятся: легкий защитный костюм (Л-1), общевойсковой защитный комплект (ОЗК), общевойсковой комплексный защитный костюм (ОКЗК), импрегнированное обмундирование.

Средства защиты глаз: очки ОПФ и ОФ.

Средства защиты органов дыхания: фильтрующие и изолирующие противогазы, респираторы и простейшие средства защиты.

Изолирующий противогаз ИП-4 является специальным средством защиты органов дыхания, лица и глаз от воздействия любых вредных примесей в воздухе независимо от их свойств и концентраций и используется в случаях, когда фильтрующие противогазы не обеспечивают такую защиту, а также в условиях недостатка кислорода воздуха.

Общевойсковой защитный комплект (ОЗК) вместе с противогазом применяется личным составом для предохранения кожных покровов, обмундирования, обуви и снаряжения от попадания на них отравляющих, радиоактивных веществ и биологических средств. В состав ОЗК входят защитный плащ, чулки и перчатки.

Костюм защитный КЗС предназначен для защиты кожных покровов личного состава и предохранения обмундирования от термического разрушения при воздействии светового излучения ядерного взрыва.

Костюм КЗС состоит из куртки с капюшоном и брюк, и изготовленных из обработанной огнезащитной рецептурой сетчатой хлопчатобумажной ткани с камуфлированной желто-зеленой окраской. Костюм надевают поверх летнего армейского обмундирования

Легкий защитный костюм Л-1 предназначается для защиты кожных покровов и обмундирования личного состава от капель, аэрозоля и паров ОВ, а также от биологических аэрозолей и радиоактивной пыли.

Порядок использования средств профилактики и экстренной помощи

Индивидуальный противохимический пакет ИПП-8 (ИПП-9) предназначен для обработки открытых участков кожных покровов тела, а также небольших участков обмундирования и снаряжения при попадании на них капельножидких ОВ и их аэрозолей или болезнетворных микробов .

Индивидуальный противохимический пакет ИПП-8 помещается в полиэтиленовый мешочек. Сосуд содержит 130 $см^3$ полидегазирующей рецептуры. На упаковке имеется инструкция по пользованию пакетом.

Индивидуальный противохимический пакет ИПП-9 содержит 140 $см^3$ полидегазирующей рецептуры.

Комплект ИДПС-69 (ИДП-С) предназначен для дегазации стрелкового оружия и обмундирования .

В состав комплекта ИДПС-69 входят десять пакетов ИДП-1 и десять пакетов ДПС-1; в состав ИДП-С – восемь пакетов ИДП и по восемь больших и малых пакетов ДПС.

Дегазирующий пакет силикагелевый дпс-1 (дпс) предназначен для дегазации обмундирования, зараженного парами ОВ типа зоман.

Пакет ДПС-1 снаряжается алюмосиликатным катализатором АСК. Изготовлен пакет из прочной влагонепроницаемой бумаги. Вес пакета 100 г. Время обработки комплекта обмундирования 12-15 мин. С помощью пакета ДПС-Г можно обработать летний или зимний комплект Обмундирования.

Пакет ДПС представляет собой тканевый мешочек с Дегазирующим порошком, для защиты от влаги мешочек помещают в полиэтиленовую упаковку. Имеются дегазирующие пакеты двух видов: большой – весом 50 г; малый –25 г.

Малый пакет используется для обработки летнего обмундирования. Для обработки шинели, надетой в рукава, комплекта летнего обмундирования с шинелью в скатку используется большой пакет. Комплект зимнего обмундирования обрабатывается большим и малым пакетами.

Индивидуальный дегазационный пакет ИДП-1 (ИДП) предназначен для дегазации и дезинфекции стрелкового оружия, зараженного ОВ типа ви-газы (VX), зоман и иприт.

Пакет ИДП-1 состоит из алюминиевого баллона, заполненного рецептурой РДА. Объем дегазирующей рецептуры 180 $см^3$. На горловину баллона надета щетка, в центре которой имеется отверстие. На щетку надета крышка.

Пакет ИДП представляет собой жестяной футляр с крышкой, в котором находятся две запаянные стеклянные ампулы; В ампуле с красной маркировкой находится 60 $см^3$ дегазирующего раствора № 1, в ампуле с черной маркировкой – 60 $см^3$ дегазирующего раствора № 2-ащ. В крышке футляра находятся пять тампонов из протирочной бумаги.

Аптечка индивидуальная (АИ-3) предназначена для оказания само- и взаимопомощи в целях предупреждения или снижения поражающего действия различных факторов ядерного, химического и биологического оружия.

Индивидуальной аптечкой в боевых условиях снабжается весь личный состав. Она представляет собой футляр с уложенными в нем медицинскими средствами и препаратами, которые применяются по указанию командира или самостоятельно. Аптечку следует хранить в кармане верхнего обмундирования.

Контроль радиоактивного облучения проводится в целях оценки боеспособности и определения степени тяжести лучевых поражений. Степень облучения оценивается дозой, измеряемой в рентгенах или радах.

Средствами контроля радиоактивного облучения личного состава являются комплекты ДП-22-В и ИД-1.

Объекты коллективной защиты

К объектам коллективной защиты относятся фортификационные сооружения и подвижные объекты, имеющие специальное оборудование, позволяющее длительное пребывание в них без средств защиты.

Объекты коллективной защиты оборудуются средствами герметизации и вентиляции, которые очищают наружный воздух от радиоактивных, отравляющих веществ и биологических средств.

Для подачи и очистки зараженного воздуха в убежища и подвижные объекты применяются фильтровентиляционные установки и агрегаты.

Убежища обычно оборудуются двумя тамбурами. При наличии в убежище одного тамбура при химическом и биологическом заражении время задержки личного состава в них должно быть до 5 мин.

Благодаря оборудованию убежищ фильтровентиляционными агрегатами длительное время можно находиться в них без средств индивидуальной защиты, принимать пищу, отдыхать, получать необходимую медицинскую помощь в условиях радиоактивного, химического и биологического заражения.

Во время входа в убежище фильтр о вентиляционные агрегаты должны работать с максимальной производительностью.

Противогазы в убежище снимают:

- при заражении радиоактивными веществами – после входа в убежище и опрыскивания пола убежища и тамбуров водой, а также − протирания нар мокрой ветошью;

- при заражении отравляющими веществами – по команде командира после установления отсутствия отравляющих веществ в убежище с помощью ВПХР;

- при заражении биологическими средствами – только в случае замены зараженного обмундирования.

При входе личного состава дневальный (дежурный) по убежищу подает команду «Газы». По этой команде все находящиеся в убежище надевают противогазы. Входить в убежище разрешается по команде командира группой по два-три человека. Вход по одному ограничивается до минимума. Перед выходом из убежища личный состав переводит противогазы в боевое положение.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1.Дать определение радиационной, химической и биологической защиты (РХБЗ), задач и мероприятий по ее осуществлению.

2.Какова цель ядерной засечки, Способы осуществления,

3.Как осуществляется радиационная, химическая , биологическая разведка?

4.Цель и задачи проведения радиационного и химического контроля? Виды контроля?

5.Как действуют войска после получения оповещения о РХБ заражении?

6.Общие требования к использованию средств индивидуальной и коллективной защиты при РБХ заражении.

7.Как осуществляется специальная обработка (СО) личного состава, местности.

8. Какие правила необходимо выполнять при санитарной обработке населения?

9.Что такое аэрозольное противодействие средствам разведки и наведения оружия?

10. Рассказать о индивидуальных средствах защиты.

11. Что относится к объектам коллективной защиты?

Работа №6 (СЕМИНАР)

МЕДИЦИНСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ – КАК ВИД ВСЕСТОРОННЕГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЙСК.

Цель занятия

1.Ознакомление с основными целями и задачами медицинского обеспечения войск.

2.Изучение системы лечебно-эвакуационных мероприятий выполняемых в рамках медицинского обеспечения войск.

3.Изучение структурной организации оказания медицинской помощи в воинских подразделениях.

Медицинское обеспечение — вид всестороннего обеспечения, который представляет собой комплекс мероприятий, проводимых с целью сохранения

жизни, восстановления боеспособности и укрепления здоровья личного состава батальона.

Медицинское обеспечение как вид всестороннего обеспечения боевых действий организуется и осуществляется в целях: розыска раненых и больных на поле боя (в очагах поражения) своевременного оказания им первой и доврачебной (фельдшерской) медицинской помощи, вывоза (выноса) их с поля боя (из очагов поражения), подготовки к эвакуации ,предупреждения возникновения и распространения в подразделениях заболеваний

Лечебно-эвакуационное обеспечение (далее – ЛЭО) боевых действий войск – одна из важнейших составляющих системы медицинского обеспечения войск – вид деятельности медицинской службы, направленный на проведение мероприятий по своевременному оказанию медицинской помощи раненым и больным, последовательному и преемственному лечению в сочетании с эвакуацией их в военные медицинские организации, военные медицинские части и подразделения, а также лечебные организации Министерства здравоохранения, действующие в интересах Вооруженных Сил в военное время (далее - лечебные организации Министерства здравоохранения).

Система ЛЭО включает следующие лечебно-эвакуационные мероприятия:

розыск раненых и больных, оказание им первой медицинской помощи, сбор, вывоз (вынос) с поля боя и очагов санитарных потерь в места сосредоточения раненых и больных, на медицинские посты рот (мпр), посты санитарного транспорта (ПСТ), медицинские пункты воинских частей и подразделений (МП);

подготовку к эвакуации и эвакуацию раненых и больных из мест сосредоточения раненых и больных (мпр, ПСТ, МП) подразделений, воинских частей, соединений в омедо механизированных бригад, медр мобильных бригад, ВПГ, ГВКМЦ и лечебные организации Министерства здравоохранения, обеспечивающие оказание квалифицированной и специализированной медицинской помощи раненным и больным;

оказание раненым и больным различных видов медицинской помощи на этапах медицинской эвакуации (ЭМЭ) в установленном объеме;

госпитализацию и лечение раненых и больных в военные медицинские части и подразделения, военные медицинские организации и лечебные организации Министерства здравоохранения до исхода ранения (заболевания).

Эвакуация раненых и больных из подразделений батальона осуществляется в медицинское подразделение санитарным транспортом батальона, а также обратными рейсами транспортных средств общего назначения, а из медицинского подразделения батальона — санитарным транспортом старшего начальника медицинской службы. При необходимости для эвакуации раненых и больных распоряжением командира выделяются личный состав подразделений, боевые и другие машины.

Раненым, пораженным и больным оказываются следующие виды медицинской помощи:

первая помощь (медицинская) на месте ранения или в ближайшем укрытии, а также в местах сбора раненых и больных или в мпр самими пострадавшими в порядке оказания само- и взаимопомощи, санитарами-стрелками, водителями-санитарами и санитарными инструкторами;

доврачебная (фельдшерская) помощь – фельдшером в МП (воинской части, подразделении);

первая врачебная помощь – в МП (соединения, воинской части, подразделения, имеющего по штату врача), а также в медр;

квалифицированная медицинская помощь – в омедо, МОСН, ВПГ, лечебных организациях Министерства здравоохранения;

специализированная медицинская помощь – в ГВКМЦ и специализированных лечебных организациях Министерства здравоохранения.

Из всех видов медицинской помощи три важнейшие, для сохранения жизни раненых и поражённых, обеспечиваются усилиями медицинского подразделения (МП) воинской части : а) **первая;** б) **доврачебная;** в) **первая врачебная**.

Медицинской службой полка руководит начальник медицинской службы полка. Также в медицинскую службу входят: медицинская рота полка (медр), медицинские взводы (пункты) батальонов (медв, МПБ), санитарные инструкторы рот, батарей и специальных подразделений полка (входят в состав управления рот, батарей), стрелки-санитары взводов (входят в состав управления взводов).

Первая помощь оказывается в порядке самопомощи и взаимопомощи, а также санитарными инструкторами рот на поле боя (в очагах поражения) или в ближайшем укрытии.

Доврачебная помощь оказывается в медицинском подразделении батальонов, возглавляемых фельдшерами.

Медицинское подразделение батальона должно принимать раненых и больных, оказывать им необходимую медицинскую помощь независимо от принадлежности к подразделению, виду или роду войск. Медицинская помощь раненым и больным должна оказываться в сжатые сроки.

Инфекционные больные из медицинского подразделений батальона эвакуируются санитарным транспортом отдельно от раненых и других больных.

За организацию эвакуации раненых и больных из нижестоящего звена отвечает старший начальник медицинской службы.

. В задачи медицинской службы, за выполнение которых отвечает начальник медицинской службы полка, входят:

- розыск раненых и больных, оказание им первой помощи,

- сбор и вынос (вывоз) с поля боя (из подразделений), а также эвакуация раненых и больных из подразделений полка на медицинскую роту полка,

- своевременное оказание доврачебной и первой врачебной помощи раненым и больным, подготовка их к дальнейшей эвакуации,

- обеспечение,подразделений полка медицинским имуществом,

- медицинский контроль над сохранением здоровья личного состава полка, организация и осуществление медицинских мероприятий по его укреплению, а также осуществление противоэпидемических мероприятий, направленных на предупреждение возникновения и распространения инфекционных заболеваний,

-проведение мероприятий медицинской службы по защите личного состава от оружия массового поражения (медицинская защита).

Также медицинская служба войскового звена выполняет следующие задачи :

- медицинская разведка в полосе действий (районе расположения),

- полка проведение санитарного надзора за условиями военного труда,

- выполнением санитарно-гигиенических норм и правил размещения, питания, водоснабжения, банно-прачечного обслуживания личного состава,

- захоронения павших в бою и умерших военнослужащих,

- боевая и специальная подготовка медицинского состава, военно-медицинская подготовка и санитарное просвещение личного состава боевых подразделений полка,

- ведение медицинского учёта и отчётности.

В состав медицинского взвода входят:

Командир взвода-фельдшер -- 1.

Радиотелефонист -- 1.

Р-105 (159) -- 1.

Командир (фельдшер) -- 1.

Командир отделения (санинструктор) -- 1 (3).

Санинструктор -- 1.

Санитар -- 4 (12).

Санитар -- 2.

Механик-водитель-санитар -- 2 (6).

Водитель-санитар -- 1.

Итого -- 7(21).

Техническое оснащение:

Всего 5 БММ 1, ГТ-МУ, МТЛ-Б -- 6шт.

УАЗ 452 (БММ 3) -- 1 ед.

Радиостанция Сапфир (Виола) -- 6 ед.

Радиостанция Сигнал -- 3 ед.

Комплектно-табельное оснащение медицинского взвода мотострелкового батальона:

а) комплект ВФ, войсковой фельдшерский (обеспечивает оказание доврачебной помощи 80 - 100 раненым и обожженным,

б) 50 - 60 поражённым ионизирующим излучением, отравляющими веществами и бактериальными средствами, а в межбоевой период позволяет обеспечить медицинскую помощь 50 больным);

в) комплект Б-l, перевязочные средства стерильные (рассчитан на 100 раненых и обожженных);

г) комплект Б-2, шины (обеспечивает проведение 50 иммобилизаций);

д) сумки медицинские войсковые или единые унифицированные сумки медицинские войсковые (но 1 на каждого санинструктора и на фельдшера);

е) сумки медицинские санитара (по 1 на каждого санитара и водителя-санитара);

ж) аппараты искусственной вентиляции легких, ДП-11 (на 2 маски);

з) кислородный ингалятор, КИ-4 (на 2-х пораженных с двумя кислородными баллонами по 2л);

и) носилки иммобилизирующие вакуумные, НИВ-2, для транспортной иммобилизации раненых с повреждениями позвоночника, таза;

к) шлемы для раненых в голову -- ШР;

л) шины транспортные Дитерихса для нижней конечности;

м) лямки санитарные носилочные и лямки специальные;

н) носилки санитарные и др.

Весь медицинский состав медицинского взвода батальона снабжен знаками Красного Креста.

Кроме того, имеются санитарный автомобиль УАЗ-452-А (3962) или БММ-3, предназначенный для перевозки медицинского имущества медицинского взвода батальона и работы “сходу” в наступательном бою; автоприцеп на 0,5 т 1АП-05 и шесть бронированных медицинских машин БММ-1 (ГТ-МУ, МТЛ-6), предназначенных для розыска, сбора и вывоза раненых с поля боя и очагов массовых санитарных потерь.

Мероприятия доврачебной помощи

Раненым и больным оказывается доврачебная помощь. Ее цель -- борьба с угрожающими жизни последствиями ранений (заболеваний) и предупреждение тяжелых осложнений.

В дополнение к первой помощи она включает:

- контроль над правильностью и целесообразностью наложения шуга, наложение жгута при продолжающемся кровотечении;

- устранение асфиксии (туалет полости рта и носоглотки, введение воздуховода, ингаляция кислорода, искусственная вентиляция легких с помощью портативных аппаратов и др.);

- наложение и исправление неправильно наложенных повязок;

- повторное введение обезболивающих средств, антидотов по показаниям, дачу антибиотиков;

- улучшение транспортной иммобилизации с использованием табельных средств;

- введение по показаниям сердечно-сосудистых и других лекарственных препаратов (стимулирующих дыхание, противосудорожных средств, противорвотных и т. п.);

- повторная частичная обработка участков кожи и дегазация прилегающей к ним одежды;

- согревание раненых и больных, дачу горячего питья (за исключением раненых в живот).

Медицинское обеспечение мотострелкового батальона в бою организует начальник медицинского взвода батальона.
Доврачебная помощь - комплекс доврачебных мероприятий (с определением тяжести ранений), направленных на временное устранение жизнеугрожающих последствий ранений (путем дополнения первой помощи и исправления её ошибок), поддержание жизненно важных функций организма и подготовку раненых к эвакуации.

На поле боя санитарный инструктор сосредоточивает раненых в ближайших укрытиях (“гнезда раненых”) и обозначает их место хорошо заметными знаками, чтобы облегчить последующий розыск санитарами из подразделения сбора и эвакуации раненых.

Выносить и вывозить раненых с поля боя следует непрерывно, независимо от боевой обстановки, времени суток, погоды и состояния дорог. Легкораненые, не утратившие способности к самостоятельному передвижению, направляются с поля боя на МПП (полковой медицинский пункт) или в омедр (отдельная медрота)самостоятельно. Носилочных раненых доставляют к санитарному транспорту. В первую очередь необходимо вывозить раненых, нуждающихся в неотложной медицинской помощи.

Доврачебная (фельдшерская) помощь оказывается силами и средствами медицинского пункта батальона, в состав которого входят фельдшер, санитарный инструктор и санитары. В оснащение медицинского пункта входят комплекты стерильного перевязочного материала, сумки медицинские войсковые, ручной дыхательный аппарат, кислородный ингалятор, полевой фельдшерский комплект, носилки и санитарная машина.

Доврачебная помощь дополняет мероприятия первой медицинской помощи и включает проверку и при необходимости исправление ранее наложенных жгутов, повязок, шин или их наложение, если это не было сделано раньше. Кроме того, проводится ранняя стандартизированная инфузионная терапия раненым с признаками кровопотери (после остановки кровотечения временными мерами).
Раненые, вынесенные с поля боя, доставляются в медицинские подразделения, части и лечебные учреждения, которые называются этапами медицинской эвакуации. Этапом медицинской эвакуации называются силы и средства медицинской службы, развернутые на путях эвакуации с задачей приема,

медицинской сортировки раненых, оказания им медицинской помощи, предэвакуационной подготовки нуждающихся в ней и лечения. Этапами медицинской эвакуации являются: медицинский пункт батальона, если он развертывается для оказания помощи раненым; медицинский пункт полка или медицинская рота бригады, полка; в дивизии отдельный медицинский отряд ; военные лечебные учреждения - военные полевые госпитали госпитальных баз фронта единой организации ; тыловые госпитали.

В условия военного времени к снабжению функциональных подразделений военных медицинских частей и медицинских подразделений медицинским имуществом предъявляются ряд требований:

в функциональные подразделения военных медицинских частей и медицинских подразделений должно быть поставлено только самое необходимое медицинское имущество;

медицинское имущество должно быть доставлено в максимально короткие сроки в портативном виде и в упаковке, обеспечивающей сохранность его при транспортировке в полевых условиях.

В военное время обеспечение различных медицинских формирований штучными предметами медицинского имущества сводится к минимуму, и для достижения оперативности снабжения медицинская служба использует комплектную форму, сочетая ее с формой снабжения медицинским имуществом по номенклатуре.

Комплектом называют набор различных предметов медицинского имущества, специально подобранных по составу и количеству и предназначенных для оказания определенного объема медицинской помощи раненым (больным) или оснащения этапов медицинской эвакуации, уложенных в специальную тару.

Основным принципом современной комплектной системы является принцип универсальности комплектов, т.е. возможность их использовании на различных этапах медицинской эвакуации. Это позволяет иметь на снабжении оптимальное количество комплектов.

Содержание комплектов устанавливается в соответствии с их предназначением, видом и объемом медицинской помощи. Учитывается и необходимость обеспечения соответствующим оснащением различных медицинских специалистов на том или ином этапе медицинской эвакуации. Количество расходных предметов обеспечивает оказание медицинской помощи конкретному числу раненых и больных.

С помощью комплектов в полевых условиях можно быстро оборудовать и подготовить к приему раненых соответствующее функциональное подразделение, а после окончания работ – свернуть его и подготовить к перемещению. Специальные укладки комплектов (чехлы, укладочные ящики) обеспечивают сохранность имущества, особенно при транспортировке.

Комплекты медицинского имущества по назначению делятся на **функциональные и специального назначения**.

Функциональные комплекты предназначены для обеспечения работы функциональных подразделений этапов медицинской эвакуации и оказания определенных видов медицинской помощи. В состав функциональных комплектов входят медикаменты, расходное и инвентарное медицинское имущество. По предназначению функциональные комплекты подразделяются на группы:

1. Аптечки: индивидуальная АИ, войсковая АВ, десантная АД, бортовая летательных аппаратов АБ-1 и др.

2. Комплекты для оказания первой медицинской, доврачебной и первой врачебной помощи предназначены для индивидуального, группового оснащения военнослужащих, этапов медицинской эвакуации, оказания первой медицинской, доврачебной и первой врачебной помощи. В эту группу входят: СС - сумка санитара; СМВ - сумка медицинская войсковая; СВВ - сумка врача войскового; СВА - сумка врача авиационного; ПФ - фельдшерский; В-1 - перевязочная большая; В-2 - приемно-сортировочный; В-3 - специальная помощь; АП-2 – автоперевязочная.

3. Комплекты медицинского имущества для оказания квалифицированной медицинской помощи. Они предназначены для оснащения функциональных подразделений омедо, ВПГ и оказания квалифицированной медицинской помощи. К этой группе относятся комплекты: Г-7 - операционная малая; Г-8 - операционная большая; Г-9 - операционные материалы; Г-10 - операционные предметы; Г-12 - палатный; Г-13 - предметы ухода; АН - анестезиологический; Ш-1 - противошоковый.

4. Комплекты для оснащения военных аптек и медицинских складов: В-4 - аптека медицинского пункта части; Г-5 - аптека ассистентская; Г-6 – аптека инъекционная; Г-15 - аптечный хозяйственный инвентарь; ПФЛ - полевая фармацевтическая лаборатория.

5. Комплекты для стоматологии: ЗВ - стоматологический; ЗП - зубопротезный; ЗТ – 1 зуботехнический (оборудование); ЗТ-2 - зуботехнический (инструменты); УЧ - челюстно-лицевой.

6. Комплекты для специальных отделений (кабинетов): АР-2У1 - рентгеновский комплект; ОР - рентгеновский; ОФ-1 - физиотерапевтический малый; ОФ-2 - физиотерапевтический большой; ОЭ - электродиагностический.

7. Комплекты для оказания специализированной хирургической помощи: УХ-1 - хирургический; УХ-2 - торакоабдоминальный; УХ-3 - травматологический; УН - нейрохирургический; УУ- урологический; УГ- гинекологический; УОЖ - ожоговый; УЛ – оториноларингологический; УО-1 - офтальмологический малый; УО-2 - офтальмологический большой; Г-21 - врачебные предметы и хирургические инструменты.

8. Комплекты для оказания специализированной терапевтической помощи: УП - психоневрологический; УТ - токсико-радиологический; Г-22 - врачебные предметы и хирургические инструменты на 100 коек терапевтического профиля; ВЛК - врачебно-летная экспертиза.

Вопросы и задания

1. Что включает в себя медицинское обеспечение боевых действий?
2. Какие мероприятий включает в себя лечебно-звакуационное (ЭО) обеспечение действий войск в условиях боя?
3. В чем заключаются задачи медицинской службы в ходе боевых действий?
4. 3. Какие важнейшие виды медицинской помощи в бою обеспечивает медицинские подразделения войсковой части?
5. Какие требования предъявляются к материальному обеспечению медицинских подразделений?
6. Кто входит в состав медицинского взвода? Что включает в себя комплектно-табельное оснащение медицинского взвода мотострелкового батальона?
7. Что включает в себя доврачебная помощь на поле боя?
8. Охарактеризовать комплектную форму снабжения медицинских подразделений медицинским имуществом.
9. Перечислить функциональные комплекты медицинского имущества.

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

АВТОДОРОЖНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра технологии металлов и ремонта машин

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для практических занятий по курсу
ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ И ДИАГНОСТИКИ
для обучающихся по направлению подготовки
23.03.01 Технология транспортных процессов

Уровень профессионального образования: *бакалавриат*
Направление подготовки: *23.03.01*
Технология транспортных процессов
Профиль подготовки:
«Организация перевозок на автомобильном транспорте»
Квалификация выпускника: *бакалавр*

Форма обучения: *очная и заочная*

Рязань, 2024

Разработчики: профессор Рембалович Г.К., профессор Костенко М.Ю., старший преподаватель Старунский А.В.

Рецензент доцент, «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»
(должность, кафедра)



_____ Терентьев В.В.

(подпись) (Ф.И.О.)

Методические указания для практических занятий по курсу «Основы теории надежности и диагностики» для обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

Методические указания составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) поколения 3++ по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов, утвержденного Министерством образования и науки РФ 7 августа 2020 г. № 911, и предназначены для студентов очной и заочной формы обучения, обучающихся по профилю подготовки «Организация перевозок на автомобильном транспорте». Предназначены для методического обеспечения практических занятий по дисциплине «Основы теории надежности и диагностики».

Методические указания обсуждены и одобрены на заседании кафедры технологии металлов и ремонта машин 20 марта 2024 г., протокол №8.

Зав. кафедрой Технология металлов и ремонт машин  Рембалович Г.К.

(кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение ……4
Практическая работа № 1. Определение допустимых, предельных износов и размеров сопрягаемых деталей ……6
Практическая работа № 2. Математическая обработка опытной информации при оценке надежности машин ……..……14
Практическая работа № 3. Расчет показателей безотказности машин ……40
Практическая работа № 4. Расчет показателей долговечности машин …..….50
Практическая работа № 5. Расчет показателей ремонтопригодности и сохраняемости машин……..57
Практическая работа № 6. Расчет комплексных показателей надежности машин ……..…65
Практическая работа № 7. Расчет надежности объекта по показателям надежности составляющих его элементов (резервирование технических систем)……...…69
Рекомендуемая литература ……..……73

ВВЕДЕНИЕ

Реализуя стратегию инновационного развития России, отечественная промышленность обязана использовать передовые технологии и соответствующие кадровые ресурсы, способные не только обслуживать наукоёмкое высокоэффективное транспортное производство, но и быть готовыми к модернизации существующих и внедрению новых машин и оборудования, технологических процессов, в том числе основанных на современных технологиях, применяемых на транспорте.

Образовательная программа по профилю «Организация перевозок на автомобильном транспорте» направления подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов, ориентирована на подготовку бакалавров.

Цель дисциплины «Основы теории надежности и диагностики»: подготовка бакалавров, способных квалифицированно решать практические задачи эффективного использования автомобильной техники в рамках общей технологии транспортных процессов.

В результате изучения дисциплины «Основы теории надежности и диагностики» будущий бакалавр готовится к решению следующих задач:

- эффективное использование материальных, финансовых и людских ресурсов при производстве конкретных работ;
- обеспечение безопасности перевозочного процесса в различных условиях;
- участие в составе коллектива исполнителей в разработке и внедрении систем безопасной эксплуатации транспорта и транспортного оборудования и организации движения транспортных средств;
- участие в составе коллектива исполнителей в реализации стратегии предприятия по достижению наибольшей эффективности производства и качества работ при организации перевозок пассажиров, грузов, грузобагажа и багажа;
- участие в составе коллектива исполнителей в организации работ по проектированию методов управления;
- участие в составе коллектива исполнителей в анализе производственно-хозяйственной деятельности транспортных предприятий;
- участие в составе коллектива исполнителей в осуществлении контроля за работой транспортно-технологических систем.

В результате изучения дисциплины студент должен: знать: алгоритмы обработки многократных измерений; организационных, научных и правовых основ метрологии, стандартизации и сертификации, нормативно-правовых документов системы технического регулирования; причины старения машин

и природу порождения отказов; закономерности изменения технического состояния машин в эксплуатации; показатели надёжности машин и методику их расчёта; уметь: использовать технические регламенты, стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации продукции; определять предельное состояние и остаточный ресурс детали, сборочной единицы и машины; оценивать надёжность отремонтированных машин и их составных частей; владеть методами: контроля деталей с применением различного мерительного инструмента и контрольных приспособлений; контроля технического состояния машин на современном диагностическом оборудовании; методами разработки технической документации по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего производства.

Практическая работа № 1.

Цель занятия.

1.1. Закрепить теоретические знания основных положений и понятий теории надежности.

1.2. Научиться рассчитывать полный ресурс соединения и допустимые, предельные износы и размеры соединяемых деталей.

1.3. Приобрести навыки использования рассчитываемых показателей в целях повышения эффективности использования машинотракторного парка.

2. Порядок выполнения работы.

2.1. Изучить методику расчета и определения допустимых, предельных износов и размеров соединяемых деталей и их полного ресурса.

2.2. Выполнить задание согласно индивидуального варианта.

3. Теоретическая часть.

ПРЕДЕЛЬНЫМ ИЗНОСОМ $И_{пр}$ или ЗАЗОРОМ $\boldsymbol{S}_{пр}$ называется такой, при котором наступает предельное состояние детали или сопряжения и их дальнейшая эксплуатация должна быть прекращена во избежание аварийной поломки или резкого ухудшения технических или экономических характеристик машины.

Таким образом, предельное состояние деталей или сопряжений в процессе их эксплуатации обусловливается появлением предельного износа или зазора.

Наработка детали или сопряжения от начала эксплуатации и до предельного состояния называется ПОЛНЫМ РЕСУРСОМ детали $Т_{дп}$ или сопряжения $Т_{сп}$ (см. рис. 1 и 2).

При ремонте восстанавливается не только работоспособность машины, но и ее межремонтный ресурс. Таким образом, в процессе ремонта для дальнейшей работы на машине оставляются только те детали или сопряжения, остаточный ресурс которых равен или превышает межремонтный ресурс машины или агрегата. Следовательно, предельное состояние деталей и сопряжений при ремонте обуславливается уже не предельной, а так называемой « допустимой при ремонте» или просто « допустимой» величиной износа $И_{др}$ или зазора $S_{др}$.

ДОПУСТИМЫМ ИЗНОСОМ $И_{др}$ или ЗАЗОРОМ $S_{др}$ называется такой, при котором остаточный ресурс детали или сопряжения равен межремонтному ресурсу машины в целом или ее отдельного агрегата.

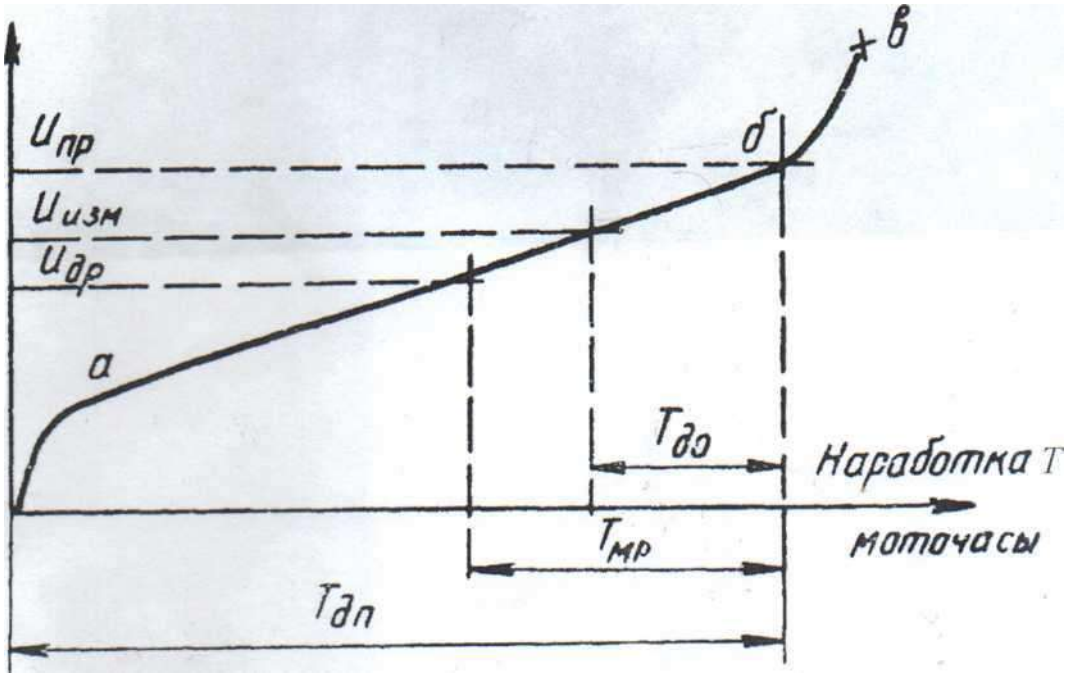


Рисунок 1.- Типовая кривая износа детали.

Износ, мкм

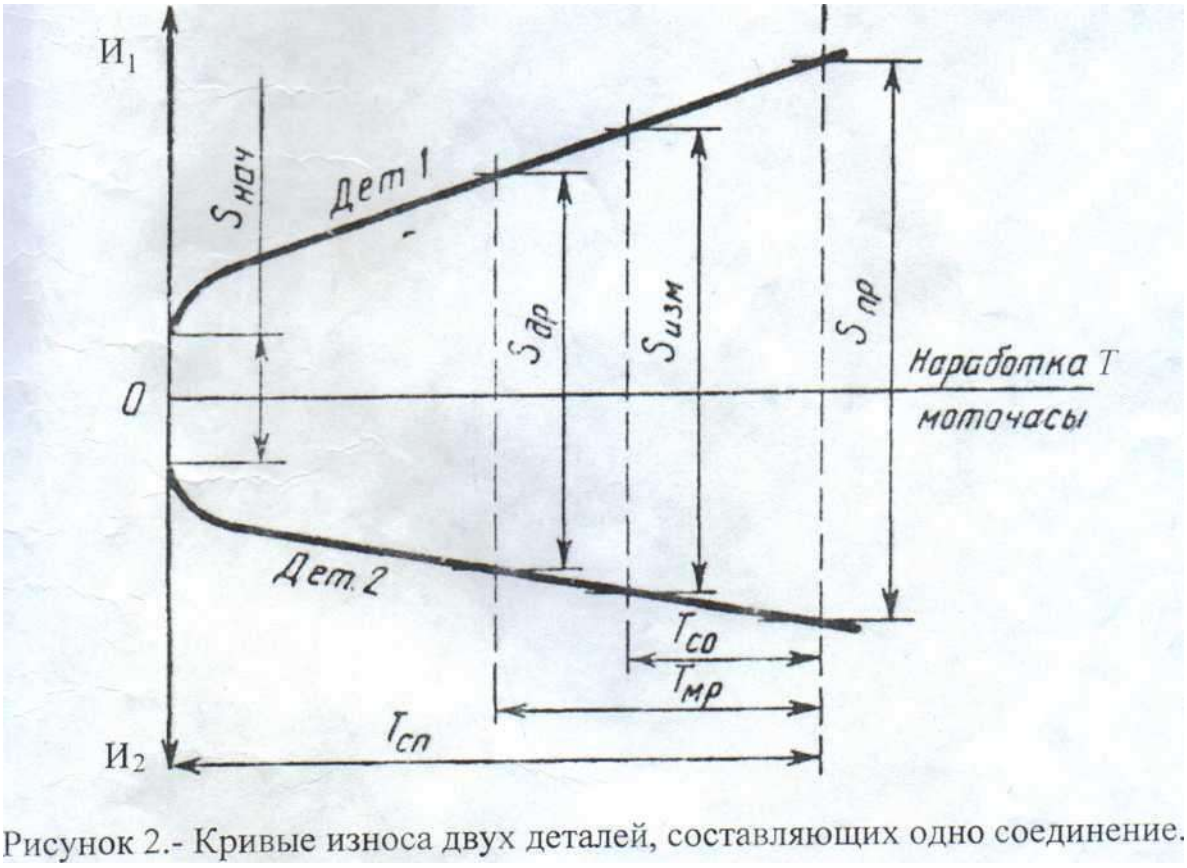


Рисунок 2.- Кривые износа двух деталей, составляющих одно соединение.

Величины предельных и допустимых износов и зазоров устанавливаются в результате проведения специальных исследований и последующих стендовых и эксплуатационных испытаний. Значения

предельных и допустимых износов и зазоров для деталей и сопряжений большинства марок тракторов и сельскохозяйственных машин приведены в изданных ГОСНИТИ альбомах типовой технологии ремонта (дефектовка и оценка технического состояния). Для новых марок машин эти значения могут быть приняты по аналогии с известными прототипами.

4. Пример расчета.

4.1 .Исходные данные:

средняя скорость изнашивания втулки по наружному диаметру WBT=2,210'5 мм/мото-ч, средняя скорость изнашивания пальца \¥пл= 1,2' 10‘5 мм/ мото-ч. Остальные исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1.- Данные из технических условий на дефектацию соединений дизелей Д-240, Д-240Л и их модификаций

Наименование деталей соединений	Размеры деталей по чертежу, мм	Зазоры в соединениях, мм		
		Начальный S	Допустимый S	Предельный S
Втулка ведомой шестерни	$18^{+0,060}_{-0,030}$	0,030... 0,072	0,14	0,25
Палец ведомой шестерни	$18_{-0,012}$			

4.2. Определяем значения допустимого без ремонта $И_{др}$ и предельного $И_{пр}$ износов, средней скорости изнашивание W_c и полного ресурса $Т_{сп}$ соединения. Для данного задания можно использовать следующие уравнения:

$$И_{др}=S_{др}-S_{н\ max}, \quad (1)$$
$$И_{пр}=S_{пр}-S_{н\ max}, \quad (2)$$
$$W_c=W_{д1}+W_{д2}, \quad (3)$$
$$Т_{сп}=И_{пр}/W_c, \quad (4)$$

где $S_{н\ max}$ - максимальный начальный зазор в соединении, мм; $W_{д1}$ и $W_{д2}$ - соответственно средняя скорость изнашивания первой и второй детали соединения, мм/мото-ч.
Для рассматриваемого примера с использованием данных из табл.1 получаем:

$И_{др}$=0,140-0,072=0,068 мм.
$И_{пр}$=0,250-0,072=0,178 мм. .
W_c=2,2-10 +1,2-10 =3,4-105 мм/мото-ч;
$T_{сп}$=0,178/3,4-10 S=5235 мото-ч.

Полученные расчетные значения W_c и $T_{сп}$ нужно рассматривать как среднее из- за возможных отклонений, прежде всего вследствие нестабильности условий эксплуатации сельскохозяйственной техники.

4.3. Предельные износы соединяемых деталей можно определить следующим образом:

$$И_{пр_{вт}} = И_{пр} \times W_{вт}/W_c \qquad (5)$$

$И_{пр_{вт}}$=0,178*2,2*10^{-5}/3,4*10^{-5}= 0,115 мм.

$$И_{пр_{пл}} = И_{пр} \times W_{пл}/W_c \qquad (6)$$

$И_{пр_{пл}}$=0,178*1,2*10^{-5}/3,4*10^{-5}= 0,063 мм.

4.4 Межремонтная наработка определяется по формуле:

$$T_{мр} = (И_{пр} - И_{др})/W_c \qquad (7)$$

$T_{мр}$=(0,178 – 0,068) / 3,4*10^{-5}= 3200 мото-ч.

4.5 Допустимые износы деталей составляют:

$$И_{др_{вт}} = И_{пр_{вт}} - T_{мр} \times W_{вт} \qquad (8)$$

$И_{др_{вт}}$= 0,115 – 3200*2,2*10^{-5} = 0,045 мм.

$$И_{др_{пл}} = И_{пр_{пл}} - T_{мр} \times W_{пл} \qquad (9)$$

$И_{др_{пл}}$= 0,063 – 3200*1,2*10^{-5}= 0,025 мм.

Тогда допустимые без ремонта размеры деталей соединения в месте их наибольшего износа с учетом значений максимального диаметра отверстия D_{max} и минимального диаметра вала d_{min} принимаемых по таблице 1, определяются следующим образом для втулки:

$$D_{др} = D_{max} + И_{др_{вт}} \quad (10)$$

$D_{др}$=18,06+0,045=18,105 мм.

Для пальца:

$$d_{др} = d_{min} - И_{др_{пл}} \quad (11)$$

$d_{др}$=17,988-0,025=17,963 мм.

5.6. В заключении вычерчивается расчетная схема изнашивания деталей соединения в зависимости от наработки Т с указанием значений полного ресурса соединений $T_{сп}$ допустимых без ремонта и предельных износов деталей и зазоров в соединении. Пример выполнения расчетной схемы для заданного варианта исходных условий дан на рисунке 3.

Выполнение схемы начинается с нанесения и обозначения на осях координат износа и наработки, в соответствующем масштабе. Затем откладывают от начала координат значения начального зазора $S_{н\ max}$, полного ресурса $T_{сп}$, предельного зазора $S_{пр}$, проводят линии износа деталей. Начальные точки линий износа соответствуют предельным отклонениям размеров отверстия и вала по техническим условиям на изготовление деталей. На схеме указывают значения $И_{др}$ и $И_{пр}$ для обеих деталей, а также $S_{др}$, $S_{пр}$, $T_{мр}$, $T_{сп}$, для соединения в целом.

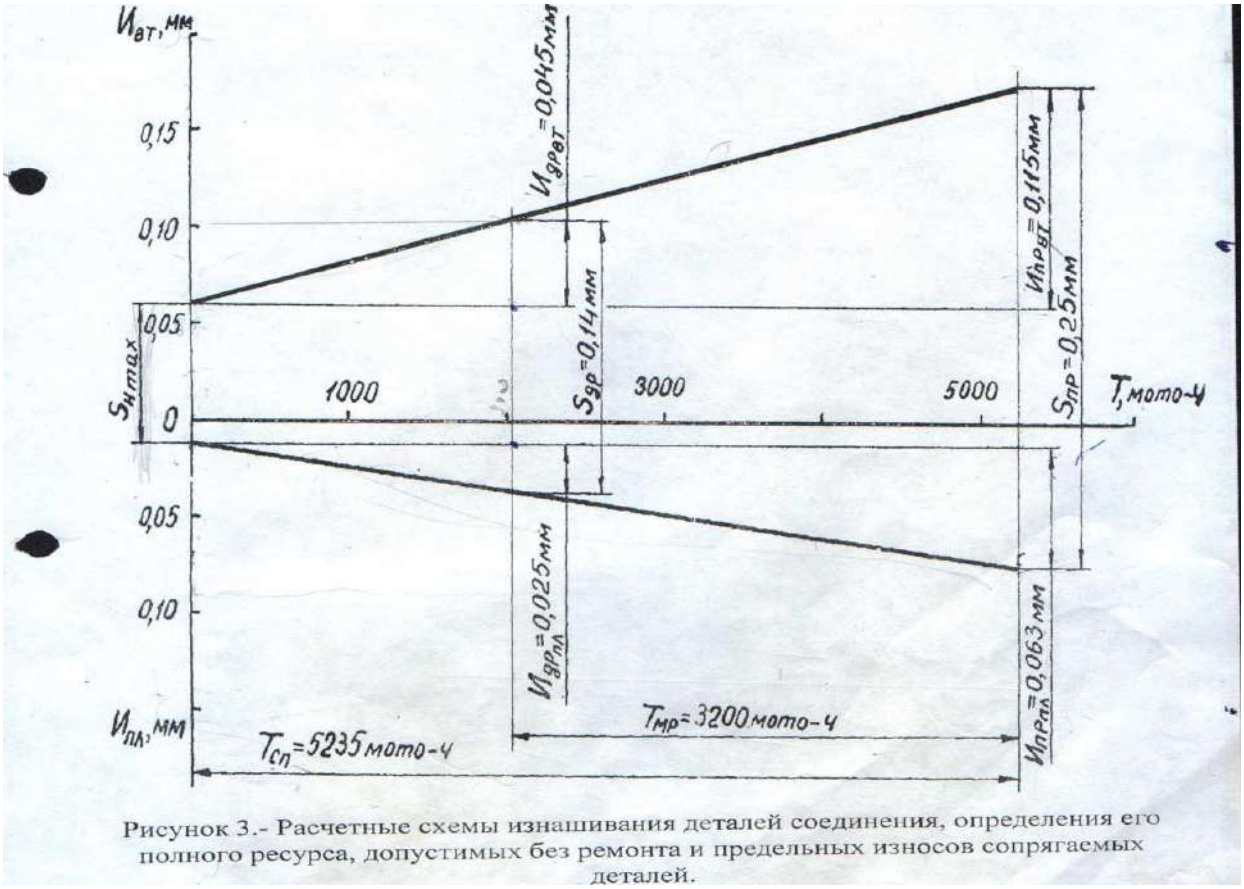


Рисунок 3.- Расчетные схемы изнашивания деталей соединения, определения его полного ресурса, допустимых без ремонта и предельных износов сопрягаемых деталей.

Таблица 1-Данные из технических требований на капитальный ремонт дизелей Д-240, Д-240 Л и их модификаций

№ варианта	Наименование деталей	Размер по чертежу, мм	Зазоры, мм		
			начальный, $S_н$	допустимый, $S_{др}$	предельный, $S_{пр}$
1	2	3	4	5	6
1	Блок Цилиндров Толкатель	$25^{+0,052}$ $25^{-0,008}_{-0,022}$	0,008... ...0,074	0,17	0,30
2	Втулка распредели-тельного вала Вал распредели тельный	$50^{+0,025}$ $50^{-0,050}_{-0,089}$	0,050... ...0,114	0,17	0,40
3	Втулка направляющая клапана Клапан впускной	$11^{+0,027}$ $11^{-0,035}_{-0,060}$	0,035... ...0,087	0,20	0,40
4	Втулка направляющая клапана Клапан выпускной	$11^{+0,027}$ $11^{-0,070}_{-0,090}$	0,070... ...0,117	0,20	0,40
5	Коромысло клапана Валик коромысел	$^{+0,053}19_{+0,020}$ $19_{-0,021}^{-0,021}$	0,020... ...0,074	0,12	0,35
6	Вкладыши шатунные Вал коленчатый	$^{+0,025}68_{-0,010}$ $68^{-0,075}_{-0,090}$	0,065... ...0,115	0,135	0,30

7	Вкладыши коренные Вал коленчатый	$75^{+0,031}_{-0,010}$ $75^{-0,080}_{-0,095}$	0,070... ...0,126	0,146	0,30
8	Втулка Фланец установочный топливного насоса	$50^{+0,027}_{-0,050}$ $50_{-0,085}$	0,050... ...0,112	0,20	0,40
9	Втулка ведомой шестерни Палец ведомой шестерни	$18^{+0,060}_{+0,030}$ $18_{-0,0,2}$	0,030... ...0,072	0,14	0,25
10	Втулка промежуточной шестерни Палец промежуточной шестерни	$40^{+0,050}_{+0,025}$ $40_{-0,025}$	0,025... ...0,075	0,12	0,20
11	Втулка распредели-тельного вала Вал распредели тельный	$50^{+0,027}$ $50^{-0,050}_{-0,085}$	0,050... ...0,112	0,17	0,40
12	Корпус масляного насоса (диаметр гнезд под шестерни) Шестерня масляного насоса	$42,25^{+0,160}_{+0,075}$ $42,25^{-0,05}_{-0,085}$	0,125... ...0,245	0,30	0,55

13	Корпус масляного насоса (глубина гнезд под шестерни) Шестерня масляного насоса	$28^{+0,060}$ $28^{-0,040}_{-0,070}$	0,040... ...0,130	0,16	0,20
14	Крышка корпуса ротора Ось ротора	$19^{+0,023}$ $19^{-o,}$ $_{-0,070}$	0,040... ...0,093	0,12	0,20
15	Насадок Ось ротора	$19^{-0,063}$ - $_{0,084}$ $19^{-0,110}_{-0,143}$	0,026... ...0,080	0,10	0,20
16	Корпус ротора Ось ротора	$^{+0,019}$ 18 $18^{-0,030}_{-0,055}$	0,030... *..0,074*	0,10	0,18
17	Втулка шестерни Вал редуктора	$^{+0,050}$ 45,2 $42,1^{-0,050}_{-0.085}$	0,050... ...0,135	0,35	0,60
18	Втулка толкателя Толкатель	$14^{+0,240}$ $14^{-0.120}_{-0,240}$	0,120... ...0,480	0,80	1,00 .
19	Втулка специальная Плунжер	$^{+0,240}$ $13_{+0,120}$ $13^{-0,240}_{-0,360}$	0,360... ...0,600	0,80	1,20
20	Ступица Вал	$^{+0,045}$ 28 $27,8^{-0,060}$	0,060... ...0,140	0,50	0,70

Практическая работа № 2.

Математическая обработка опытной информации

при оценке надежности машин

1. Цель работы.

1.1. Закрепить теоретические знания о математической обработке опытной информации при оценке надежности машин.

1.2. Изучить основные виды и закономерности распределения случайных величин при оценке надежности машин.

1.3. Приобрести навыки математической обработки опытной информации при оценке надежности машин.

2. Техника безопасности.

2.1. При выполнении лабораторной работы студент должен руководствоваться общими правилами безопасности с приборами и приспособлениями.

2.2. Запрещается пользоваться неисправным инструментом и приспособлениями.

2.3. Студент должен выполнять работу с приборами и приспособлениями только в присутствии преподавателя или учебного мастера.

3. Порядок выполнения работы.

3.1. Произвести математическую обработку опытной информации при оценке надежности машин (теоретическая часть, п.4)

3.2. Оформить отчет по лабораторной работе.

4. Теоретическая часть.

Для техники, используемой на транспорте, характерно значительное рассеивание показателей надежности из-за нестабильности качества нового или отремонтированного подвижного состава и различных условий его эксплуатации. Вследствие этого все показатели надежности автомобилей, тракторов и специальных машин относятся к категории случайных величин, обработка и расчет которых производится методами теории вероятностей и математической статистики.

Существует несколько методов обработки информации. Некоторые из них (например, метод максимального правдоподобия) сложны, трудоемки, нуждаются в применении специализированных программных средств. Использование таких методов на автотранспортных и ремонтных предприятиях, логистических комплексах для обработки информации о

надежности техники не только затруднено, но и нецелесообразно, т.к. их точность превышает точность исходной информации.

Рассмотренный ниже метод обработки информации прост и надежен.

1 Первичная обработка статистической информации

Основные этапы обработки статистической информации следующие:

- составление сводной таблицы исходной информации в порядке возрастания показателей надежности (вариационный ряд);

- составление статистического ряда;

- определение среднего значения ($\bar{t}$) и среднего квадратического отклонения (σ) показателя надежности;

- проверка информации на выпадающие точки;

- графическое изображение опытной информации (построение полигона и кривой накопленных опытных вероятностей показателя надежности);

- определение коэффициента вариации (υ), характеризующего относительное рассеивание показателя надежности;

- выбор теоретического закона распределения, определение его параметров и графическое построение дифференциальной и интегральной кривых;

- оценка совпадения опытного и теоретического распределений по критериям согласия;

- определение доверительных границ одиночных и средних значений показателя надежности и наибольших возможных ошибок расчета.

Последовательность выполнения расчетов приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Размеры толщины шлиц первичного вала коробки перемены передач (50-1701032) трактора МТЗ-50

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Размер, мм	6,01	6,09	6,16	6,22	6,24	6,27	6,28	6,32	6,36	6,39	6,41	6,45	6,46	6,47
№ п/п	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Размер, мм	6,54	6,56	6,58	6,60	6,61	6,63	6,64	6,67	6,69	6,71	6,73	6,75	6,79	6,81
№ п/п	29	30												

Размер, мм	6,84	6,96												

Допустимый размер - 6,45 мм

1.1 Статистический ряд информации

Статистический ряд информации составляется для упрощения дальнейших расчетов в том случае, если повторность исходной информации N не менее 25.

Для построения статистического ряда вся информация разбивается на n интервалов. Ориентировочно количество интервалов определяется по формуле:

$$n = \sqrt{N} \pm 1, \quad (1.1)$$

где n – число интервалов; N – число исследуемых объектов.

Наиболее рациональное количество интервалов, применяемое на практике n=6…14.

Все интервалы должны быть одинаковыми по величине, прилегать друг к другу и не иметь разрывов.

Для нашего случая:

$$n = \sqrt{30} + 1 \approx 6.$$

Ширина интервала «А» ориентировочно определяется по формуле:

$$A = \frac{t_{max} - t_{min}}{n}, \quad (1.2)$$

где tmax – максимальное значение случайной величины;

tmin – минимальное значение случайной величины и округляется до удобной величины.

$$A = \frac{6{,}96 - 6{,}01}{6} = 0{,}158 \approx 0{,}16 \text{ мм.}$$

Начало первого интервала принимаем t1H=6,0 мм.

Статистический ряд представляет из себя таблицу из четырех строк (таблица 1.2). В первой строке указываются границы интервалов, во второй – количество случаев попадания случайной величины в каждом интервале

(частота) mi , в третьей – опытная вероятность pi случайной величины, в четвертой – накопленная опытная вероятность $\sum_{i=1}^{n} p_i$.

Опытная вероятность определяется как отношение числа случаев m_i к общему объему информации N. Так, например, опытная вероятность в первом и втором интервалах равна:

$$P_1 = \frac{m_1}{N} = \frac{3}{30} = 0{,}1; \quad P_2 = \frac{m_2}{N} = \frac{5}{30} = 0{,}17.$$

Правильность построения статистического ряда может быть проверена по накопленной вероятности.

Для последнего интервала $\sum p_i = 1.$

Таблица 1.2 – Статистический ряд информации

Интервал	6,00-6,16	6,16-6,32	6,32-6,48	6,48-6,64	6,64-6,80	6,80-6,96
Частота mi	3	5	6	7	6	3
Опытная вероятность Pi	0,1	0,17	0,2	0,23	0,2	0,1
Накопленная опытная вероятность ∑Pi	0,1	0,27	0,47	0,7	0,9	1
Середина	6,08	6,24	6,40	6,56	6,72	6,88

1.2 Определение среднего значения и среднеквадратического отклонения показателей надежности

Среднее значение является важнейшей характеристикой показателя надежности. На основании средних значений производится планирование работы машины, определение объемов ремонтных работ, составление заявок на запасные части и т.д.

Точность определения среднего значения возрастает по мере увеличения повторности информации, приближаясь к своему пределу – математическому ожиданию.

При наличии статистического ряда среднее значение показателя надежности $\bar{t}$ определяется по уравнению:

$$\bar{t} = \sum_{i=1}^{n} t_i \cdot p_i, \quad (1.3)$$

где n – количество интервалов в статистическом ряду;

ti – значение середины i-го интервала;

pi – опытная вероятность i-го интервала.

Средний размер толщины шлиц первичного вала коробки передач, определенный по уравнению 1.3 с использованием статистического ряда будет равен:

$$\bar{t} = 6{,}08 * 0{,}1 + 6{,}24 * 0{,}17 + 6{,}40 * 0{,}2 + 6{,}56 * 0{,}23 + 6{,}72 * 0{,}2 + 6{,}88 * 0{,}1 = 6{,}49 \text{мм}$$

.

Среднеквадратичное отклонение s является абсолютной характеристикой рассеивания показателя надежности, позволяющей переходить от общей совокупности к показателям надежности отдельных машин. При наличии статистического ряда информации среднее квадратическое отклонение определяется по уравнению:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (t_i - \bar{t})^2 \cdot p_i}, \quad (1.4)$$

Среднеквадратическое отклонение размера толщины шлиц первичного вала коробки передач, определенного по уравнению 1.4, равно:

$$\sigma = \sqrt{(6{,}08 - 6{,}49)^2 0{,}1 + \ldots + (6{,}88 - 6{,}49)^2 0{,}1 = 0{,}056115} \text{ =0,24 мм.}$$

1.3 Проверка информации на выпадающие точки

Опытная информация по показателям надежности, полученная в процессе наблюдения за машинами в условиях рядовой эксплуатации, может иметь ошибочные точки, выпадающие из общего закона распределения. Причиной появления выпадающих точек могут быть грубые ошибки в измерениях, ошибочные записи и т.д.

Поэтому, перед окончательной математической обработкой, информация должна быть проверена на выпадающие точки. Проверке обычно подвергаются первые и последние точки.

Первый способ проверки информации на выпадающие точки заключается в

проверке по правилу $\pm 3\sigma$. Так как, при законе нормального распределения 99,7% всех точек находятся в интервале $\bar{t} \pm 3\sigma$, то все точки, входящие в этот интервал, считаются действительными.

Для рассматриваемого примера границы достоверности точек информации будут соответственно равны:

нижняя граница: $6,49 - 3 \cdot 0,24 = 5,77;$

верхняя граница: $6,49 + 3 \cdot 0,24 = 7,21.$

Наименьший размер толщины шлиц первичного вала $t_1 = 6,01\,мм$, что больше $5,77\,мм$, следовательно, первая точка информации достоверна и должна учитываться при дальнейших расчетах.

Наибольший размер толщины шлиц первичного вала $t_{30} = 6,96\,мм$, что меньше $7,21\,мм$, следовательно, последняя точка информации достоверна и должна учитываться при дальнейших расчетах.

Второй способ проверки достоверности точек производится по критерию *l* (критерий Ирвина). Этот способ является более точным. При этом определяется опытное значение критерия lоп по формуле:

$$\lambda_{оп} = \frac{t_{i+1} - t_i}{\sigma}, \quad (1.5)$$

где ti+1, ti – смежные точки информации , и сравниваются с нормированным значением l.

Если λоп < λ точка достоверна;

λоп > λ точка недостоверна.

Проведя проверку крайних точек информации по доремонтным ресурсам толщины зуба третьей передачи, получим

для наименьшей точки информации ($t = 6,01\,мм$)

$$\lambda_{оп} = \frac{t_2 - t_1}{\sigma} = \frac{6,09 - 6,01}{0,24} = 0,33;$$

для наибольшей точки информации ($t = 6,96\,мм$)

$$\lambda_{оп} = \frac{t_{30} - t_{29}}{\sigma} = \frac{6,96 - 6,84}{0,24} = 0,5.$$

Для объема информации N=30 и доверительной вероятности α=0,95 нормированное значение критерия λ=1,2.

Сравнение опытных значений критерия Ирвина с нормированным его значением показывает, что первая точка информации $t_1 = 6,01\,мм$ является

достоверной, λоп =0,16 < λ=1,2 и её следует учитывать в дальнейших расчетах. Последняя точка информации $t_{30} = 6{,}96$ мм также является достоверной, λоп =0,32 < λ=1,2 и её тоже следует учитывать в дальнейших расчетах.

В случаях, когда исключаются выпадающие точки, нужно перестроить статистический ряд и пересчитать среднее значение и среднее квадратическое отклонение показателя надежности.

1.4 Графическое изображения опытного распределения

По данным статистического ряда могут быть построены полигон и кривая накопленных опытных вероятностей (рисунки 1.1 и 1.2 в приложении), которые дают наглядное представление об опытном распределении показателя надежности.

При выборе масштаба при построении графиков желательно придерживаться правила «золотого сечения», т.е.

$$y = \frac{5}{8}x \text{ , (1.6)}$$

где y – максимальное значение ординаты;

x – максимальное значение абсциссы.

При построении полигона распределения по оси абсцисс откладывают в определенном масштабе показатель надежности t, а по оси ординат - опытную частоту mi или опытную вероятность Pi.

Для построения кривой накопленных опытных вероятностей по оси абсцисс откладывают в масштабе значения показателя надежности t, а по оси ординат – накопленную опытную вероятность ∑ Pi.

Точки полигона образуются пересечением ординаты, равной опытной вероятности интервала, и абсциссы, равной середине этого интервала. Точки кривой накопленных опытных вероятностей образуются пересечением ординаты, равной сумме опытных вероятностей и абсциссы - конца данного интервала.

Полигон дает наглядное представление о распределении показателя надежности. Кривая накопленных опытных вероятностей в этом отношении менее наглядна, но с её помощью удобно решать некоторые инженерные задачи.

1.5 Определение коэффициента вариации

Коэффициент вариации – это относительная характеристика случайной величины, используется при выборе теоретического закона распределения. Коэффициент вариации υ равен отношению σ к среднему значению показателя надежности $\bar{t}$

$$\upsilon = \frac{\sigma}{\bar{t}} \quad (1.7)$$

Определение коэффициента вариации по уравнению 1.7 выполняется для тех показателей надежности, зона рассеивания которых начинается от их нулевого значения или близка к нему.

При наличии смещения начала зоны рассеивания tсм величина коэффициента вариации определяется по уравнению:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{t} - t_{см}} \quad (1.8)$$

Учет смешения особенно необходим тогда, когда для выравнивания опытной информации используется теоретический закон распределения Вейбулла, параметры которого непосредственно зависят от величины коэффициента вариации.

Величину смещения tсм , с достаточной для практических расчетов точностью при наличии статистического ряда можно определить:

$$t_{см} = t_{1н} - 0{,}5 \cdot A \quad (1.9)$$

При отсутствии статистического ряда за смещение принимается величина:

$$t_{см} = t_1 - \frac{t_3 - t_1}{2} \quad (1.10)$$

где t1, t2, t3 – значения первого, второго и третьего показателей надежности в порядке возрастания.

Для нашего случая величина смещения равна:

$$t_{см} = 6{,}00 - 0{,}5 \cdot 0{,}16 = 5{,}92 мм$$

Тогда коэффициент вариации, определенный по формуле 1.8 будет равен:

$$V = \frac{0{,}24}{6{,}49 - 5{,}92} = 0{,}42.$$

1.6 Выбор теоретического закона распределения

Теоретический закон распределения (ТЗР) выражает общий характер изменения показателя надежности и исключает частные отклонения, связанные с недостатком первичной информации, т.е. ТЗР характеризует генеральную совокупность. Опытное распределение имеет частные особенности, которые должны быть исключены при переносе характеристик опытного распределения на генеральную совокупность.

Процесс замены опытных закономерностей теоретическими называется выравнивание опытной информации.

Каждый ТЗР характеризуется двумя функциями:

f(t) – дифференциальная функция;

F(t) – интегральная функция.

Применительно к показателям надежности машин, эксплуатируемых в сельском хозяйстве, в подавляющем большинстве случаев используется закон нормального распределения (ЗНР) и закон распределения Вейбулла (ЗРВ).

Выбор теоретического закона производится исходя из следующих признаков:

По величине коэффициента вариации:

если $V < 0,3$ – выбирается ЗНР;

если $0,3 < V < 0,5$ – выбирается ЗНР или ЗРВ;

если $V > 0,5$ – выбирается ЗРВ.

По области применения.

ЗНР применяется, как правило при определении характеристик рассеивания:

ресурсов и сроков службы машин и агрегатов;

времени и стоимости восстановления работоспособности машин;

наработка на ресурсный отказ;

ошибок измерений размеров деталей.

б) ЗРВ применяется, как правило, при определении:

ресурсов и сроков службы отдельных деталей и сопряжений;

доремонтных и межремонтных ресурсов тех элементов машин, отказы которых вызваны выходом из строя одной и той же детали;

информации по износам деталей.

Здесь применим закон нормального распределения и закон распределения Вейбулла.

Закон нормального распределения (ЗНР)

Отличительной особенностью ЗНР является симметричное рассеивание частных значений относительного среднего.

Дифференциальная функция нормального распределения имеет вид

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{\frac{\left(t-\bar{t}\right)}{2\sigma^2}} \quad (1.11)$$

где e = 2,718 – основание натурального логарифма;

$\bar{t}$ - среднее значение показателя надежности;

σ – среднее квадратическое отклонение;

π – 3,14;

t – текущее значение показателя надежности.

Интегральное функция или функция распределения F(t) определяется интегрированием функции плотности вероятностей f (t) и имеет вид

$$F(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^{+\infty} e^{\frac{\left(t-\bar{t}\right)}{2\sigma^2}} dt \quad . (1.12)$$

Обе эти функции имеют два параметра: $\bar{t}$ - параметр масштаба и σ – параметр формы. Эти параметры определяются на основании опытной информации. Найденные параметры можно подставить в уравнения 1.11 и 1.12 и использовать ими, но это довольно сложная задача.

Если в уравнении 1.11 значение $\bar{t}$ приравнять к нулю, σ к единице, то получим центрированную и нормированную дифференциальную функцию

$$f_0(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{\frac{t^2}{2}} \quad . (1.13)$$

Из уравнений 1.11 и 1.13 соотношение между f (t) и f_0 (t) имеет вид:

$$f(t_{ci}) = \frac{A}{\sigma} f_0\left(\frac{t_{ci} - \bar{t}}{\sigma}\right) \quad . (1.14)$$

Из уравнения 1.13 также следует, что

$$f_0(-t) = f_0(t),$$

где t_{ci} - значение середины i-го интервала статистического ряда.

Центрированная и нормированная интегральная функция (t = 0; σ = 1) определяется по уравнеию:

$$F_0(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^{+\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad . (1.15)$$

Из уравнений 1.12 и 1.15 получим:

$$F(t_{ki}) = F_0\left(\frac{t_{ki} - \bar{t}}{\sigma}\right) \quad . (1.16)$$

где t_{ki} - значение конца i-го интервала статистического ряда.

Из уравнения 1.15 следует,

$$F_0(-t) = 1 - F_0(t) \quad (1.17)$$

При обработке опытной информации установлено:

- средний ресурс $\bar{t}$ =6,49 мм;

- среднее квадратическое отклонение σ = 0,24 мм;

- коэффициент вариации V = 0,42.

Для построения дифференциальной кривой f(t) определяется теоретическая вероятность попадания случайной величины в каждом интервале статистического ряда (таблица 1.2).

Так, вероятность того, что деталь потребует ремонта в первом и втором интервале наработок будет равна:

$$f(t_{c1}) = f(6{,}08) = \frac{0{,}16}{0{,}24} f_0\left(\frac{6{,}08 - 6{,}49}{0{,}24}\right) = 0{,}66 f_0(-1{,}71) = 0{,}66 \cdot (1{,}71) = 0{,}66 \cdot 0{,}092 = 0{,}061$$

$$f(t_{c2}) = f(6{,}24) = \frac{0{,}16}{0{,}24} f_0\left(\frac{6{,}24 - 6{,}49}{0{,}24}\right) = 0{,}66 f_0(-1{,}04) = 0{,}66 \cdot (1{,}04) = 0{,}66 \cdot 0{,}232 = 0{,}153$$

и т.д. для остальных интервалов.

Результаты расчетов представлены в таблице 1.3.

Для построения интегральной кривой определяются значения функции F(t) для концов интервалов статистического ряда.

Для первого интервала получим:

$$F(t_{k1}) = F(6{,}16) = F_0\left(\frac{6{,}16 - 6{,}49}{0{,}24}\right) = F_0(-1{,}37) = 1 - F_0(1{,}37) = 1 - 0{,}915 = 0{,}085;$$

$$F(t_{k2}) = F(6{,}32) = F_0\left(\frac{6{,}32 - 6{,}49}{0{,}24}\right) = F_0(-0{,}71) = 1 - F_0(0{,}71) = 1 - 0{,}761 = 0{,}239.$$

Дальнейшие результаты расчетов представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Значения f(t) и F(t) при ЗНР

Интервалы, мм	6,00-6,16	6,16-6,32	6,32-6,48	6,48-6,64	6,64-6,80	6,80-6,96
f(t)	0,061	0,153	0,245	0,243	0,166	0,071
F(t)	0,085	0,239	0,484	0,732	0,902	0,975

Закон распределения Вейбулла (ЗРВ)

Отличительной особенностью закона распределения Вейбулла является правосторонняя асимметрия дифференциальной функции.

Дифференциальная f(t) и интегральная F(t) функции определяются уравнениями:

$$f(t) = \frac{в}{a}\left(\frac{t}{a}\right)^{в-1} \cdot e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^{в}} \quad (1.18)$$

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^{в}} \quad (1.19)$$

где а и в – параметры распределения Вейбулла.

Определение параметров "а" и "в" аналитическим путем довольно трудоемко, поэтому на практике при их определении пользуются специальными таблицами.

Порядок определения дифференциальной и интегральной функций при ЗРВ следующий:

1. Определение, на основании опытной информации, среднего значения случайной величины $\bar{t}$, среднего квадратического отклонения σ и коэффициента вариации.

2. По таблицам по известному значению коэффициента вариации V определяются параметр "в" и коэффициенты Вейбулла Кв и Св .

3. Параметр "а" определяется из выражения:

$$a = \frac{\bar{t} - t_{см}}{K_в} \quad (1.20)$$

или

$$a = \frac{\sigma}{C_в} \quad (1.21)$$

Для рассматриваемого задания по $\bar{t} = 6{,}49\,мм$; $\sigma = 0{,}25\,мм$; $V = 0{,}42$; $t_{см} = 5{,}92\,мм$.

Из литературных источников по известному коэффициенту вариации V получим $в = 2{,}4$; Кв=0,887; Св=0,380.

$$a = \frac{0{,}24}{0{,}380} = 0{,}63\,мм.$$

4. Зная параметры "а" и "в" и пользуясь табулированными функциями af(t) и F(t), можно определить дифференциальную и интегральную функции.

При нахождении функции f(t) для каждого интервала статистического ряда определяется отношение $\frac{t_{ci} - t_{см}}{a}$, где tci – середина i-го интервала. По найденному отношению при определенной величине параметра "в" по таблице определяем значение функции af(tci-tсм), нормированной по "а".

Значение функции f(t) для i-го интервала статистического ряда определится из выражения:

$$f(t_{ci}) = \frac{af(t_{ci} - t_{см})}{a} \cdot A \quad (1.22)$$

Для нахождения функции F(t) для каждого интервала определяется отношение $\frac{t_{ki} - t_{см}}{a}$, где tкi – конец i-го интервала. По найденному отношению и параметру "в" по таблице определяем значение интегральной функции F(tкi – tсм).

Для данного задания значение дифференциальной и интегральной функций при ЗРВ будут равны:

для первого интервала

$$\longrightarrow \frac{t_{c1} - t_{см}}{a} = \frac{6,08 - 5,92}{0,63} = 0,25$$ в=2,5 $af(t_{c1} - t_{см}) = 0,3285$

$$f(6,00 - 6,16) = \frac{0,3285}{0,63} \cdot 0,16 = 0,083$$

$$\longrightarrow \frac{t_{к1} - t_{см}}{a} = \frac{6,16 - 5,92}{0,0,63} = 0,4$$ в=2,5 F(tк1)= 0,096

для второго интервала

$$\longrightarrow \frac{t_{c2} - t_{см}}{a} = \frac{6,24 - 5,92}{0,63} = 0,5$$ в=2,5 $af(t_{c2} - t_{см}) = 0,7205$

$$f(6,16 - 6,32) = \frac{0,72}{0,63} \cdot 0,16 = 0,183$$

$$\longrightarrow \frac{t_{к2} - t_{см}}{a} = \frac{6,32 - 5,92}{0,63} = 0,635$$ в=2,5 F(tк1)=0,243

Дальнейшие результаты расчетов представлены в таблице 1.4.

Графическое изображение дифференциальной функции f(t) и интегральной функции F(t) при выравнивании по ЗНР и по ЗРВ представлено на рисунке 1.1 и 1.2 в приложении.

Таблица 1.4 – Значения f(t) и F(t) при ЗРВ

Интервалы, мм	6,00-6,16	6,16-6,32	6,32-6,48	6,48-6,64	6,64-6,80	6,80-6,96
f(t)	0,083	0,183	0,247	0,234	0,15	0,069

F(t)		0,096	0,243	0,536	0,719	0,902	0,969

1.7 Критерии согласия опытных и теоретических распределений показателей надежности

Применительно к показателям надежности тракторов и сельскохозяйственных машин, чаще используется критерий согласия Пирсона χ2.

Критерий χ2 определяется по формуле:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{(m_i - m_{ti})^2}{m_{ti}}, \quad (1.23)$$

где n – число интервалов в статистическом ряду;

mi – опытная частота в i-ом интервале;

mti – теоретическая частота в i-ом интервале.

$$m_{ti} = N \cdot [F(t_i) - F(t_{i-1})] \quad (1.24)$$

Для определения критерия согласия χ2 нужно иметь статистический ряд, который удовлетворяет условиям:

$$n \geq 4; \quad m \geq 5. \quad (1.25)$$

В случае, если статистический ряд не удовлетворяет этим условиям, проводится укрупнение его путем объединения интервалов с частотой mi или mti меньше 5 с соседними.

Для данного задания значение теоретической частоты (mti) для каждого интервала статистического ряда, определенное по формуле 1.24 для ЗНР и ЗРВ представлено в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Значение теоретической частоты для ЗНР и ЗРВ

Интервалы, мм		6,00-6,16	6,16-6,32	6,32-6,48	6,48-6,64	6,64-6,80	6,80-6,96
Опытная частота mi		3	5	6	7	6	3
F (t)	ЗНР	0,085	0,239	0,484	0,732	0,902	0,975
	ЗРВ	0,096	0,243	0,536	0,719	0,902	0,969
Теоретическая	ЗНР	2,55	4,62	7,35	7,44	5,1	2,19
частота, mti	ЗРВ	2,88	4,41	8,79	5,49	5,49	2,01

Так как при выравнивании по ЗНР статистический ряд не удовлетворяет условию 1.25, производим укрупнение статистического ряда, т.е. объединяем первый и второй, а также пятый и шестой интервалы. Укрупненный статистический ряд представлен в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Укрупненный статистический ряд для определения критерия согласия χ2

Интервалы, мм		6,00-6,32	6,32-6,48	6,48-6,64	6,64-6,96
Опытная частота, mi		8	6	7	9
Теоретическая частота, mti	ЗНР	7,17	7,35	7,44	7,29
	ЗРВ	7,29	8,79	5,49	7,5

Критерий χ2 будет соответственно равен:

- для закона нормального закона

$$\chi^2 = \frac{(8-7{,}17)^2}{7{,}17} + \frac{(6-7{,}35)^2}{7{,}35} + \frac{(7-7{,}44)^2}{7{,}44} + \frac{(9-7{,}29)^2}{7{,}29} = 0{,}771 .$$

- для закона распределения Вейбулла

$$\chi^2 = \frac{(8-7{,}29)^2}{7{,}29} + \frac{(6-8{,}79)^2}{8{,}79} + \frac{(7-5{,}49)^2}{5{,}49} + \frac{(9-7{,}5)^2}{7{,}5} = 1{,}67 .$$

Для количественной оценки совпадения опытного и теоретического распределения определяется вероятность совпадения по критерию Пирсона P(χ2), определяемая по таблицам в литературных источниках.

Вероятность совпадения при прочих равных условиях зависит также от повторности исследуемой информации. Для пользования таблицей необходимо определить число степеней свободы "r" по уравнению:

$$r = n_y - к - 1 \quad (1.26)$$

где ny – число интервалов укрупненного статистического ряда;

к – число параметров теоретического закона распределения;

1 – связь, накладываемая закономерностью ∑Pi=1.

Для данного примера $r = 4 - 2 - 1 = 1.$

Тогда для закона нормального распределения P(χ2) = 40%, для закона распределения Вейбулла P(χ2) = 20%.

Принято считать, что теоретический закон согласуется с опытным распределением, если P(χ2)≥10%.

Из проведенной проверки следует, что оба теоретические закона согласуются с опытным распределением, но вероятность совпадения закона нормального распределения несколько выше, чем закон распределения Вейбулла.

1.8 Определение доверительных границ рассеивания одиночного и среднего значений показателя надежности. Абсолютная и относительная предельные ошибки

Доверительные границы рассеивания показателей надежности при использовании закона нормального распределения определяется по формулам:

а) для одиночного значения показателя надежности

$$t_{\text{з}}^{\text{н}} = \bar{t} - t_{\text{з}}\sigma; \quad (1.27)$$

$$t_{\text{з}}^{\text{в}} = \bar{t} + t_{\text{з}}\sigma; \quad (1.28)$$

$$I_{\text{з}} = t_{\text{з}}^{\text{в}} + t_{\text{з}}^{\text{н}} r; \quad (1.29)$$

$$e_{\text{з}} = t_{\text{з}}\,\sigma, \quad (1.30)$$

где $t_{\text{з}}^{\text{н}}$ - нижняя доверительная граница одиночного значения показателя надежности;

$t_{\text{з}}^{\text{в}}$ - верхняя доверительная граница одиночного значения показателя надежности;

σ – среднее квадратическое отклонение;

$t_{\text{з}}$ - коэффициент Стьюдента определяется по таблице в зависимости от принятой доверительной вероятности α и объема информации N;

$I_{\text{з}}$ - доверительный интервал;

$e_{\text{з}}$ - абсолютная ошибка рассеивания.

б) для среднего значения показателя надежности:

$$\bar{t}_{\text{з}}^{\text{н}} = \bar{t} - t_{\text{з}}\frac{\sigma}{\sqrt{N}}; \quad (1.31)$$

$$\bar{t}_{д}^{в} = \bar{t} + t_{д} \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$; (1.32)

$$\bar{I} = \bar{t}_{д}^{в} + \bar{t}_{д}^{н}$$; (1.33)

$$\bar{e}_{д} = t_{д} \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$, (1.34)

где - $\bar{t}_{д}^{н}$ - нижняя доверительная граница рассеивания среднего значения показателя надежности;

$\bar{t}_{д}^{в}$ - верхняя доверительная граница рассеивания среднего значения показателя надежности;

$\bar{e}_{д}$ - абсолютная ошибка рассеивания среднего значения показателя надежности.

Относительная ошибка переноса опытных значений показателя надежности на генеральную совокупность:

$$\varepsilon_{\alpha} = \frac{\bar{t}^{э} - \bar{t}}{\bar{t} - t_{см}} \cdot 100\%$$ (1.35)

Определяем доверительные границы рассеивания одиночного и среднего значений показателя надежности, предварительно задаемся доверительной вероятностью α = 0,95. По таблице определяем значение коэффициента Стьюдента $t_{д}$ для α = 0,95 и N = 30. Для заданных условий $t_{д}$ = 2,04. Тогда, по формулам 1.27, 1.28, 1.30 и 1.31 определим:

$$t_{д}^{н} = 6{,}49 - 2{,}04 \cdot 0{,}24 = 6$$ мм;

$$t_{д}^{в} = 6{,}49 + 2{,}04 \cdot 0{,}24 = 6{,}98$$ мм;

$$\bar{t}_{д}^{н} = 6{,}49 - 2{,}04 \cdot \frac{0{,}24}{\sqrt{30}} = 6{,}58$$ мм;

$$\bar{t}_{д}^{в} = 6{,}49 + 2{,}04 \cdot \frac{0{,}24}{\sqrt{30}} = 6{,}58$$ мм;

$$\varepsilon_{\alpha} = \frac{6{,}58 - 6{,}49}{6{,}49 - 5{,}92} \cdot 100\% = 15{,}7\%$$

Расчет доверительных границ рассеивания при использовании закона распределения Вейбулла ведется от нуля, т.к. кривая распределения в этом случае асимметрична.

Рассеивание одиночных значений показателя надежности определяется по формулам:

$$t^{н} = H_{к}^{в}\left(\frac{1-\alpha}{2}\right)\cdot a + t_{см}, \quad (1.36)$$

$$t^{н} = H_{к}^{в}\left(\frac{1+\alpha}{2}\right)\cdot a + t_{см} \quad (1.37)$$

где tн – нижняя доверительная граница;

tв – верхняя доверительная граница;

$H_{к}^{в}$ – нормированная квантиль закона распределения Вейбулла, определяется по таблице из литературных источников для известных значений "в" и $\frac{1\pm\alpha}{2}$;

а – параметр распределения Вейбулла.

Для определения границ рассеивания среднего значения используются формулы:

$$\bar{t}^{н} = \left(\bar{t} - t_{см}\right)\cdot \sqrt[в]{r_3} + t_{см}, \quad (1.38)$$

$$\bar{t}^{в} = \left(\bar{t} - t_{см}\right)\cdot \sqrt[в]{r_1} + t_{см}, \quad (1.39)$$

где $\bar{t}^{н}$ – нижняя доверительная граница;

$\bar{t}^{в}$ – верхняя доверительная граница;

r1; r3 – коэффициенты Вейбулла, определяются по таблице из литературы;

в – параметр распределения Вейбулла.

При доверительной вероятности α=0,95; $\bar{t}$=6,49 мм; tсм=5,92 мм; в=2,5; а=0,63 мм доверительные границы рассеивания одиночного и среднего значения определенные по формулам 1.21…1.24 будут равны:

$$t^{н} = H_{к}^{в}\left(\frac{1-0{,}95}{2}\right)\cdot 0{,}63 + 5{,}92 = 0{,}210\cdot 0{,}63 + 5{,}92 = 6{,}05 \text{ мм}$$

$$t^{в} = H_{к}^{в}\left(\frac{1+0,95}{2}\right)\cdot 0,63 + 5,92 = 1,73\cdot 0,63 + 5,92 = 7,01\,\text{мм}$$

$$\bar{t}^{н} = (6,49 - 5,92)\cdot \sqrt[2,5]{0,72} + 5,92 = 6,42\,\text{мм}$$

$$\bar{t}^{в} = (6,49 - 5,92)\cdot \sqrt[2,5]{1,48} + 5,92 = 6,59\,\text{мм}$$

Относительная ошибка рассеивания (переноса) опытных значений показателя надежности на генеральную совокупность:

$$\varepsilon_{\alpha} = \frac{\bar{t}^{в} - \bar{t}}{\bar{t} - t_{см}}\cdot 100\% \qquad (1.40)$$

$$\varepsilon_{\alpha} = \frac{6,59 - 6,49}{6,49 - 5,92}\cdot 100\% = 17,5\%$$

1.9 Определение минимального числа объектов наблюдения при оценке показателей надежности

Точность определения показателей надежности зависит при прочих равных условиях от объема информации, т.е. от числа испытуемых объектов. Как известно, с увеличением количества испытуемых объектов N доверительные границы сближаются, а абсолютная ошибка уменьшается.

Прежде чем приступить к испытанию, нужно определить количество испытуемых изделий. Для этого задаются определенной доверительной вероятностью α и возможной относительной ошибкой εα.

В условиях производства при испытании на надежность в большинстве случаев задаются доверительной вероятностью α=0,80…0,95 и величиной относительной ошибки εα=10…20%. Количество объектов испытания определяется в соответствии с принятым законом распределения.

При использовании закона нормального распределения, если обе части уравнения 1.34 разделить на среднее значение показателя надежности $\bar{t}$, получим:

$$\frac{\bar{e}_{\alpha}}{\bar{t}} = t_{\alpha}\frac{\sigma}{\bar{t}\sqrt{N}} \quad \text{или} \quad \varepsilon_{\alpha} = \frac{t_{\alpha}V}{\sqrt{N}}.$$

Окончательно получим:

$$\frac{\varepsilon_{\alpha}}{V} = \frac{t_{\alpha}}{\sqrt{N}}. \qquad (1.41)$$

Для определения объема испытаний N необходимо задаться величиной допустимой относительной ошибкой ε_α и для известной величины коэффициента вариации V определить значение $\frac{t_\alpha}{\sqrt{N}}$ с использование формулы 1.41, затем по таблице определить искомый объем информации N при заданной доверительной вероятности α.

В нашем случае относительная ошибка $\varepsilon_\alpha \leq 20\%$ (0,20), доверительная вероятность α.=0,95, коэффициент вариации V=0,42. Подставляя данные в формулу 1.41 получим

$$\frac{t_\alpha}{\sqrt{N}} = \frac{\varepsilon_\alpha}{V} = \frac{0,20}{0,42} = 0,47 .$$

По таблице для α.=0,95 N=20.

При использовании закона распределения Вейбулла пользуются уравнением:

$$q = (\varepsilon_\alpha + 1)^в , \quad (1.42)$$

где в – параметр распределения Вейбулла.

По значению q, при известной доверительной вероятности по таблице определяется количество испытуемых объектов.

Для V = 0,42; в=2,5 получим

$$q = (\varepsilon_\alpha + 1)^в = (0,2 + 1)^{2,5} = 1,57$$

По таблицам для α=0,95 находим N=17.

2 Методы обработки усеченной информации

Проводить ресурсные испытания тракторов и автомобилей, обладающих достаточно высокой долговечностью, до получения показателей долговечности у всех объектов практически невозможно. Это требует очень длительного времени их испытаний. Поэтому, при сборе информации по показателям долговечности таких машин, испытания ведут до определенной наработки «Т». При этом длительность испытаний выбирается таким образом, чтобы получить показатели надежности не менее чем у 50% изделий.

Полученная при таких испытаниях информация называется усеченной.

В случае усеченной информации получить характеристики распределения ($\bar{t}$ и σ) изложенным выше методом невозможно. Эту задачу можно решить графическим методом обработки статистической информации с помощью вероятностной бумаги.

2.1 Вероятностная бумага закона нормального распределения

Порядок пользования вероятностной бумагой закона нормального распределения следующий:

1. На листе бумаги наносят прямоугольные оси координат.

2. На график наносят 6…7 опытных точек, равномерно расположенных в сводной таблице исходной информации (вариационном ряду). При этом координаты точек определяют по уравнениям:

$$x_i = M_X \cdot t_i, \quad (2.1)$$

где МХ – масштаб по оси Х;

ti – значение показателя надежности i–й точки.

$$y = M_y(2{,}33 \pm H_K(\sum P_i)), \quad (2.2)$$

где МУ – масштаб по оси "у" (принимается $M_y = 50$ мм/ед.квантили);

НК – нормированная квантиль нормального закона распределения определяется по таблице для накопленной опытной вероятности рассматриваемой точки информации $\sum P_i$;

«+» - если $\sum P_i \geq 0{,}5;$ «-» - если $\sum P_i \leq 0{,}5.$

Накопленная опытная вероятность рассматриваемой точки информации определяется по формуле:

$$\sum P_i = \frac{N_i^o}{N+1}, \quad (2.3)$$

где N_i^o – порядковый номер i–ой точки вариационного ряда

статистической информации;

N – объем информации.

3. Нанести опытные точки на график и через них провести прямую линию таким образом, чтобы точки были максимально приближены к этой прямой

4. Определяем $\bar{t}$ и σ. Для этого через координату "y" = 116,5 мм, что соответствует $\sum P_i = 0{,}5$, провести прямую, параллельную оси "x" до пересечения с графиком. Абсцисс точки графика, соответствующая $\sum P_i = 0{,}5$, равна $\bar{t}$. Для определения σ через координату "y" = 66,6 мм, что соответствует $\sum P_i = 0{,}16$, провести прямую, параллельную оси "x", до пересечения с графиком. Разность абсцисс точек соответствующих $\sum P_i = 0{,}5$ и $\sum P_i = 0{,}16$ равна среднеквадратическому отклонению случайной величины в соответствующем масштабе.

нашем случае для обработки возьмем точки 2, 4, 7, 9, 11, 13.

Примем МХ = 3 мм/ед.лог., тогда:

$x_2 = 3 \cdot 6{,}09 = 18{,}27$ мм;

$x_4 = 3 \cdot 6{,}22 = 18{,}66$ мм;

$$\sum P_2 = \frac{2}{15+1} = 0{,}125 \Rightarrow (1 - 0{,}125) = 1{,}126;$$

$$\sum P_4 = \frac{4}{15+1} = 0{,}25 \Rightarrow (1 - 0{,}25) = 0{,}675.$$

$y_2 = 50 \cdot (2{,}33 - 1{,}126) = 60{,}2$ мм;

$y_4 = 50 \cdot (2{,}33 - 0{,}675) = 82{,}75$ мм.

Результаты расчетов представлены в таблице 2.1

Таблица 2.1 Результаты расчетов для построения вероятностной бумаги ЗНР

Порядковый номер, N_i^o	Значение показателя надежности, ti , мм	X мм	$\sum_1^i P_i$	Yi мм
2	6,09	18,27	1,126	60,2
4	6,22	18,66	0,675	82,75
7	6,28	18,84	0,151	88,35
9	6,36	19,08	0,151	124,05
11	6,41	19,23	0,468	13939
13	6,46	19,38	0,878	160,4

Вероятностная бумага ЗНР представлена на рисунке 2.1, из графика получим

$$\bar{t} = \frac{18,58}{M_x} = \frac{18,58}{3} = 6,19\text{мм}$$,

$$\sigma = \frac{0,45}{M_x} = \frac{0,45}{3} = 0,15\text{мм}.$$

2.2 Вероятностная бумага закона распределения Вейбулла

Порядок расчета по вероятностной бумаге следующий:

1. Из сводной таблицы взять 6…7 равномерно расположенных точек.

2. Определить координаты опытных точек по уравнениям:

$x_i = M_x \cdot \lg(t_i - t_{см})$, мм (2.4)

где Мх – масштаб по оси х, принимается $M_x = 100 \frac{\text{мм}}{\text{ед.лог.}}$.

$$y = M_y \cdot \left(2,37 + \lg\lg\frac{1}{1-\sum P_i}\right) \quad (2.5)$$

где Му – масштаб п оси у, принимается Му=50.

$\sum P_i$ – накопленная опытная вероятность для рассматриваемой точки

$$\sum P_i = \frac{N_i^0}{N+1}.$$

3. Нанести опытные точки на график и провести через них прямую линию.

4. Из точки, соответствующей $\sum P_i$=0,63 (у = 100,3 мм), провести горизонтальную прямую до пересечения с графиком и определить отрезок x_a и по величине отрезка определить параметр "а" по формуле:

$$a = \text{анти}\lg\frac{x_a(\text{мм})}{100} \quad (2.6)$$

5. Продолжить график до пересечения с осью абсцисс и найти отрезок "Б". По отрезку определяем параметр "в".

$$в = \operatorname{tg}\alpha = \frac{100,3 \cdot 2}{Б} \approx \frac{200}{Б}. \quad (2.7)$$

6. По величине параметра "в" из таблицы определяем коэффициенты Кв и Св.

7. Определяем $\bar{t}$ и σ по формулам:

$$\sigma = a \cdot C_в, \quad (2.8)$$

$$\bar{t} = a \times K_B + t_{см} \quad (2.9)$$

Для обработки возьмем точки 2; 4; 7; 9; 11; 13.

Смещение начала рассеивания показателя надежности определяется по формуле 1.10.

$$t_{см} = t_1 - \frac{t_3 - t_1}{2} = 6{,}01 \cdot \frac{6{,}16 - 6{,}01}{2} \approx 5{,}9 \text{ мм.}$$

При определении абсцисс опытных точек за единицу измерения показателя надежности принимают такое значение, при котором разность $(t_i - t_{см})$ равнялось бы примерно от 1 до 20. В нашем случае наиболее удобно за единицу измерения показателя надежности принять 0,1 мм, тогда:

$$x_2 = 100 \cdot \lg(60{,}9 - 59) = 100 \cdot 0{,}5 = 50 \text{ мм;}$$

$$x_4 = 100 \cdot \lg(62{,}2 - 59) = 100 \cdot 0{,}58 = 58 \text{ мм и т.д.}$$

$$\sum P_2 = \frac{2}{30+1} = 0{,}064;$$

$$\sum P_4 = \frac{4}{30+1} = 0{,}13.$$

$$y_2 = 50 \cdot \left(2{,}37 + \lg\lg\frac{1}{1-0{,}064}\right) = 41{,}4 \text{ мм;}$$

$$y_4 = 50 \cdot \left(2{,}37 + \lg\lg\frac{1}{1-0{,}13}\right) = 57{,}3 \text{ мм.}$$

5. Содержание отчета о выполненной работе.

5.1. Описать методику выполнения работы в соответствии с п.4, результаты представить в виде таблицы (таблица 2.2).

Результаты представлены в таблице 2.2

Таблица 2.2 Результаты расчетов для построения вероятностной бумаги ЗРВ

Порядковый номер N_i^o	Значение показателя надежности ti , мм	X мм	$\sum_1^i P_i$	Yi мм
2	6,09	28	0,064	41,4
4	6,22	50	0,13	57,6
7	6,28	58	0,226	70,8
9	6,36	66	0,290	77,1
11	6,41	70	0,355	82,5
13	6,46	75	0,420	87,2

Вероятностная бумага ЗРВ представлена на рисунке 2.2, из графика получили отрезок $x_в = 84$ мм, отрезок Б= 77 мм. Тогда:

$$a = \text{анти}\lg\frac{x_в}{100} = \text{анти}\lg\frac{88}{100} = 7{,}58$$

Так как за единицу измерения показателя надежности при определения абсцисс опытных точек принято 0,1 мм, то а = 0,758 мм.

$$в = \text{tg}\alpha = \frac{100{,}3 \cdot 2}{Б} = \frac{200{,}6}{84} = 2{,}4 .$$

Из таблицы по найденному значению параметра "в" определяем коэффициенты Вейбулла: Кв=0,887; Св=0,394.

$$\sigma = a \cdot C_в = 0{,}75 \cdot 0{,}394 = 0{,}29\,\text{мм}$$

$$\bar{t} = a \cdot K_в + t_{см} = 0{,}75 \cdot 0{,}887 + 5{,}9 = 6{,}56\,\text{мм} .$$

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОТКАЗНОСТИ МАШИН

I. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛИНИЯ

Качество новых и отремонтированных машин (объектов) и их составных частей определяется целым комплексом технических и экономических показателей.

Одним из основных показателей, характеризующих качество объекта, является надежность.

Надежность - свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значение всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в данных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. (ГОСТ 27.002-89).

Надежность - свойство готовности и влияющие на него свойства безотказности и ремонтопригодности, и поддержка технического обслуживания. (ГОСТ Р 53480- 2009).

Надежность, как и качество, понятие сложное и оценивается рядом единичных и комплексных показателей. К единичным относятся показатели безотказности, долговечности, ремонтопригодности, сохраняемости.

2. ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ.

2.1. Освоить методику определения единичных показателей безотказности по статистическим данным, полученным в результате испытаний машин.

2.2. Сравнить полученные значения показателей с показателями безотказности одноименных отечественных машин и сделать обоснованное заключение о качестве их изготовления или ремонта.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОТКАНОСТИ

Безотказность- свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное

состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки [4].

Безотказность оценивается следующими показателями:

- вероятностью безотказной работы;
- средней наработкой до отказа;
- гамма-процентной наработкой до отказа;
- средней наработкой на отказ;

- интенсивностью отказов;
- параметром потока отказов.

Ниже излагается методика определения показателей безотказности.

3.1. Вероятность**безотказной работы P(t)**- это вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникает.

Если обозначить черезt_3 заданное время, в течение которого необходимо определить вероятность безотказной работы объекта, а черезt случайное время работы объекта до отказа, то согласно определению вероятности безотказной работы справедлива следующая зависимость:

$$\mathbf{P(}t_3\mathbf{)=P(t>}t_3\mathbf{)}$$

Вероятность безотказной работы величина безразмерная и изменяется от единицы до нуля.

$$\mathbf{P(t)} = \int_{\mathbf{t}}^{\infty} \mathbf{f(t)dt},$$

(1)

где f(t) - распределение вероятностей возникновения отказов.

При наличии статистических данных об отказах вероятность безотказной работы определяется по формуле:

$$\widehat{\boldsymbol{P}}\mathbf{(t)} = \frac{\mathbf{N - m(t)}}{\mathbf{N}} = \mathbf{1} - \frac{\mathbf{m(t)}}{\mathbf{N}}$$

(2)

где Nчисло объектов в начале испытания, шт.;

m(t) - число отказавших объектов за время t.

На практике иногда более удобной характеристикой состояния объектаможет стать понятие - **вероятность отказа.**

Вероятность отказа Q(t) - вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта возникает.

Так как объект (изделие) может находиться в одном из двух взаимоисключающих состояниях работоспособном и неработоспособном, то сумма вероятности безотказной работы и вероятности отказа равняется единице.

$$\mathbf{P(t)+Q(t)=1} \quad (3)$$

При наличии статистических данных вероятность отказа определяемся по формуле:

$$\widehat{\mathbf{Q}}\mathbf{(t)} = \mathbf{1} - \widehat{\mathbf{P}}\mathbf{(t)} = \frac{\mathbf{m(t)}}{\mathbf{N}}$$

(4)

Формула (2) справедлива для определения вероятности безотказной работы объектов, которые снимаются с эксплуатации после возникновения первого отказа.

К этой группе относятся невосстанавливаемые объекты (лампы накаливания: конденсаторы; резино-технические изделия; подшипники качения и др.).

Восстанавливаемые объекты в процессе эксплуатации (испытаний) после возникновения первого отказа, как правило, ремонтируются, часто с заменой их составных частей.

Вероятность безотказной работы таких объектов определяется более сложными уравнениями [5] и они в настоящем методическом указании не обсуждаются.

4.1.1. Построение кривых P(t) и Q(t).

Пример: На комбайны СК-5 «Нива», прошедшие ремонт наспециализированном ремонтном предприятии, поставлены 35 капитально отремонтированных двигателей. Наблюдения за надежностью велись до появления первого отказа у каждого двигателя. Получены следующие данные о наработке деталей до отказа, га:

115;120;125;130;132;135;138;140;141;142;143;144;145;146;147;148;149;150;152; 154;153;155;156;158;160;162;165;168;169;170;174;177;185;188;203,

N=35

График строится по общепринятой методике обработки статистических данных, разбивая статистическую информацию на равные интервалы.

Число интервалов **n** определяется по формуле:

$$\mathbf{n}=\sqrt{\boldsymbol{N}},$$

где N- число объектов, поставленных на испытания, шт.

$n=\sqrt{35}=5,9$. Принимаем$n=6$.

Величина интервала A определяется по формуле:

$$\mathbf{A}=\frac{\mathbf{t_{max}}-\mathbf{t_{min}}}{\mathbf{n}}$$

где $\mathbf{t_{max}}$-максимальное значение наработки до появления отказа, га:

$\mathbf{t_{min}}$ −минимальное значение наработки, га

$A=\frac{203-115}{6}=14.6;$ принимаем A=15 га.

В учебных целях сначала рекомендуется построить гистограмму и полигон опытного распределения наработки изделий до отказа (рис.1). а

затем приступить, к определению вероятности их безотказной работы и построению графика функций P(t) и Q(t) (рис.2). Оба рисунка располагаются на одном листе, желательно на

миллиметровой бумаге, в одинаковом масштабе по оси абсцисс.

Значения вероятности безотказной работы двигателей определяются для каждого интервала наработки по формуле (2). При этом принимается наработка, соответствующая верхней границе интервала. Вероятность отказа определяется по формуле(4).

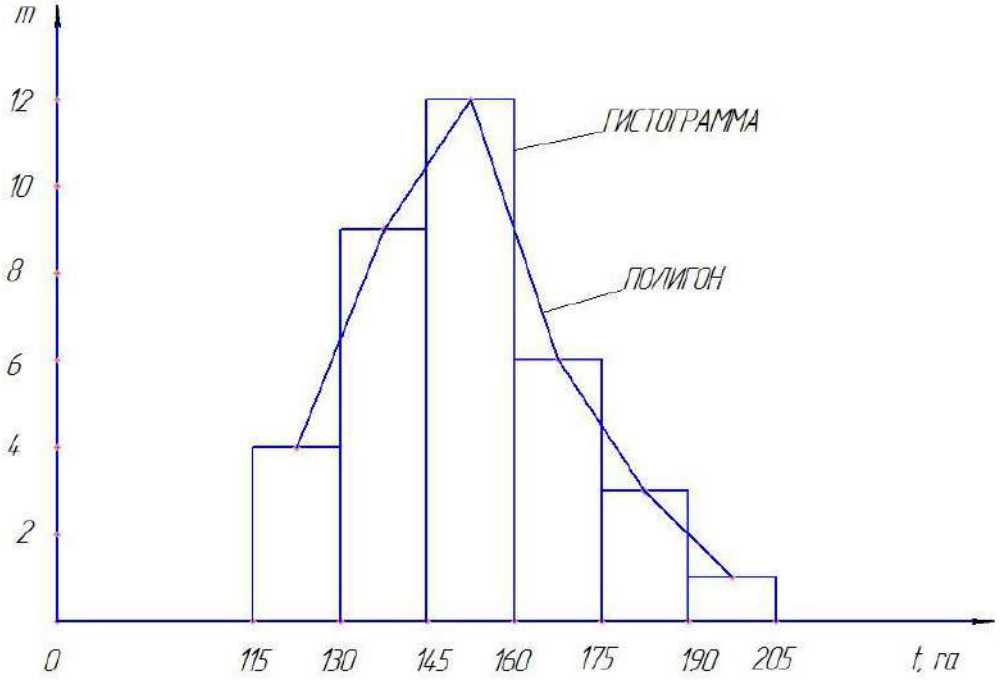


Рисунок 1 Графическое изображение гистограммы и полигона опытного распределения наработки двигателей до отказа.

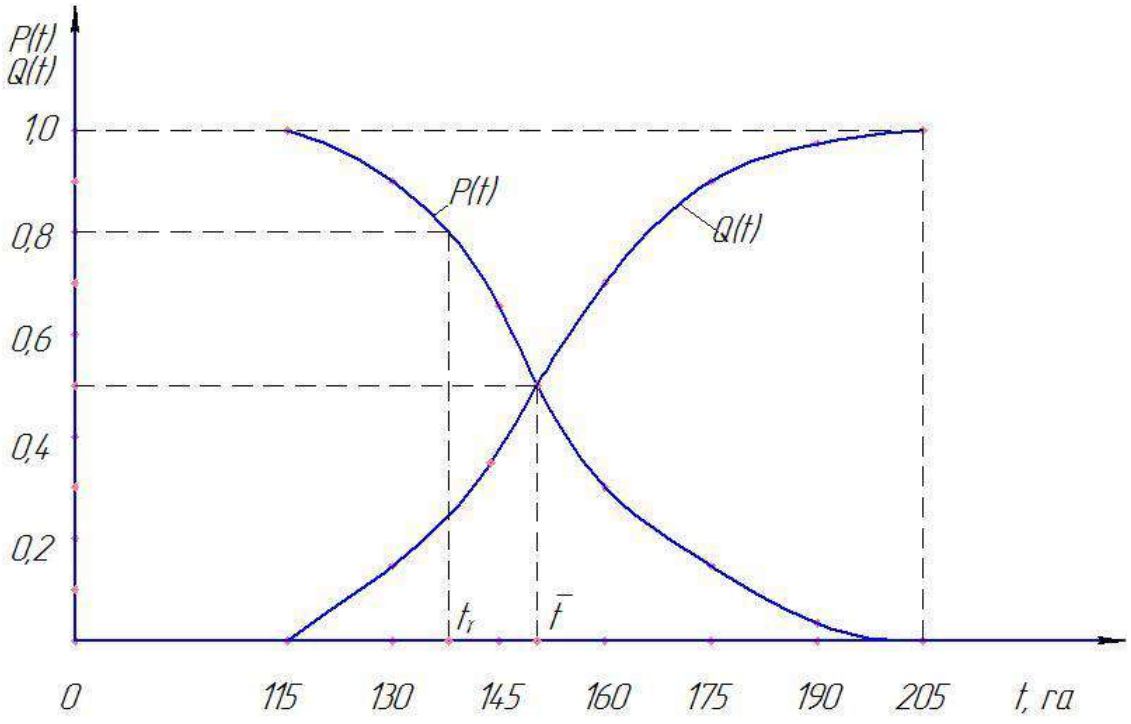


Рисунок 2 График функции P(t) и Q(t).

$P(115) = 1 - \frac{0}{35} = 1$Q(115)=1-1=0

$P(130) = 1 - \frac{4}{35} = 0{,}89$Q(115)=1-0,89=0,11

$P(145) = 1 - \frac{13}{35} = 0{,}63$Q(145)=1-0,63=0,37

$P(160) = 1 - \frac{25}{35} = 0{,}29$Q(160)=1-0,29=0,71

$P(175) = 1 - \frac{31}{35} = 0{,}12$Q(175)=1-0,12=0,88

$P(190) = 1 - \frac{34}{35} = 0{,}03$Q(190)=1-0,03=0,97

$P(205) = 0$Q(205)=1

В приложении 1 дана опытная информация для самостоятельного построения студентами графиков P(t) и Q(t). Построенные графики обсуждаются студентами под руководством преподавателя.

3.2 **Средняя наработка до отказа** - математическое ожидание наработки объекта до первого отказа [4].

Средняя наработка до отказа определяется по формуле:

$$\bar{t} = \int_0^\infty P(t)dt = \int_0^\infty t \cdot f(t)dt \quad (5)$$

где f(t)- распределения вероятностей наработки объектов до отказа.

При наличии статистических данных $\bar{t}$определяется по формуле:

$$\hat{t} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} t_i \quad (6)$$

где t_i –наработка i-го объекта до отказа.

Используя статистические данные приведенного выше примера о наработке двигателей до отказа,находим значение $\hat{t}$по формуле (6):

$$\hat{t} = \frac{5339}{35} = 152.5 \text{ га}$$

Полученное значение наработки двигателей до отказа сравнивается с результатами предшествующих испытаний или с нормативными значениями $\bar{t}$(для невосстанавливаемых изделий) и делается заключение о качестве ремонта изделий.

3.3 Гамма-процентная наработка до отказа$\boldsymbol{t_\gamma}$- наработка, в течение которой отказ объекта не возникает с вероятностью $\boldsymbol{\gamma}$, выраженной в процентах[4].

Рекомендуется значение $\boldsymbol{\gamma}$для сельскохозяйственной техники принимать 80% или 90%.

Например, для γ =80% вероятность безотказной работы объекта равна

$$\boldsymbol{P(t_{\gamma=80\%}) = \frac{\gamma}{100} = 0,80}$$

Гамма-процентная наработка до отказа,как оценочный показатель безотказности объектов,позволяет сократить продолжительность испытаний,подконтрольной партии изделий, а лишь у 10%. или 20%. и далее испытания прекращаются.

4.4 Средняя наработка на отказ $\boldsymbol{\bar{t}_0}$-отношение наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию числа его отказов в течении этой наработки [4].

При наличии статистических данных средняя наработка на отказ определяется по формуле:

$$\boldsymbol{\hat{t_0} = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{N} t_i} \quad (7)$$

где N-число объектов,поставленных на испытания;

m-число отказов всех объектов;

t_i-наработка i-го объекта за время испытаний.

Пример:

При испытании на автополигоне НАМИ двух капитально отремонтированных автомобилей ГАЗ-53А получены данные [6]:

Автомобиль №1, пробег 25000км,число отказов за время испытаний-26шт.;

Автомобиль №2, пробег 25000 км, число отказов за время испытаний -22шт.;

Средняя наработка на отказ определяется по формуле (7):

$$\hat{t_0} = \frac{5000}{48} = 1041\text{км}$$

Сравнительные испытания новых и капитально отремонтированных автомобилей ГАЗ-53А прошедших испытания в условии полигона НАМИ, показали что средняя наработка на отказ у автомобилей, прошедших капитальный ремонт, ниже чем у новых в 3,5 раза, что говорит о низкой надежности отремонтированных автомобилей.

4.5 Интенсивность отказов $\boldsymbol{\lambda(t)}$ и условная плотность вероятности возникновения отказа невосстанавливаемого объекта,определяемая для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента отказ не возникает [4].

$$\boldsymbol{\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)}} \tag{8}$$

Где $f(t)$- плотность распределения наработки объекта до отказа;

$P(t)$-вероятность безотказной работы объекта за время **t**.

При наличии статистических данных интенсивность отказов определяется по формуле:

$$\boldsymbol{\hat{\lambda}(t) = \frac{N(\Delta t)}{N_{cp} \cdot \Delta t}} \tag{9}$$

где $N(\Delta t)$-число отказавших объектов в интервале времени от $t-\frac{\Delta t}{2}$ до $t+\frac{\Delta t}{2}$;

$$\boldsymbol{N_{cp} = \frac{N_{ih} + N_{ik}}{2}}$$

N_{cp}–среднее число исправно работающих объектов в интервале Δt_i;

N_{ih}-число объектов,исправно работающих в начале интервала Δt_i;

N_{ik} – число объектов исправно работающих в конце интервала Δt_i.

Пример:

Используя представленные выше статистические данные о наработке двигателей до отказа,определить интенсивность отказов.

Расчет ведется по формуле (9) для значений t,соответствующих середине каждого интервала наработки:

$$\lambda(122{,}5) = \frac{4}{\frac{35+31}{2} \cdot 15} = 0{,}008 \frac{1}{\text{га}}$$

$$\lambda(137{,}5) = \frac{9}{\frac{31+22}{2} \cdot 15} = 0{,}023 \frac{1}{\text{га}}$$

$$\lambda(152{,}5) = \frac{12}{\frac{22+10}{2} \cdot 15} = 0{,}050 \frac{1}{\text{га}}$$

$$\lambda(167{,}5) = \frac{6}{\frac{10+4}{2} \cdot 15} = 0{,}057\,\frac{1}{\text{га}}$$

$$\lambda(182{,}5) = \frac{3}{\frac{4+1}{2} \cdot 15} = 0{,}080\,\frac{1}{\text{га}}$$

$$\lambda(197{,}5) = \frac{1}{\frac{1+0}{2} \cdot 15} = 0{,}133\,\frac{1}{\text{га}}$$

Графическое изображение $\boldsymbol{\lambda(t)}$ показано на рис.3

Интенсивность отказов, как количественная характеристика надежности невосстанавливаемых объектов, позволяет определить значения наработок, где интенсивность отказов имеет наибольшее значение. Это используется специалистами для повышения надежности изделий.

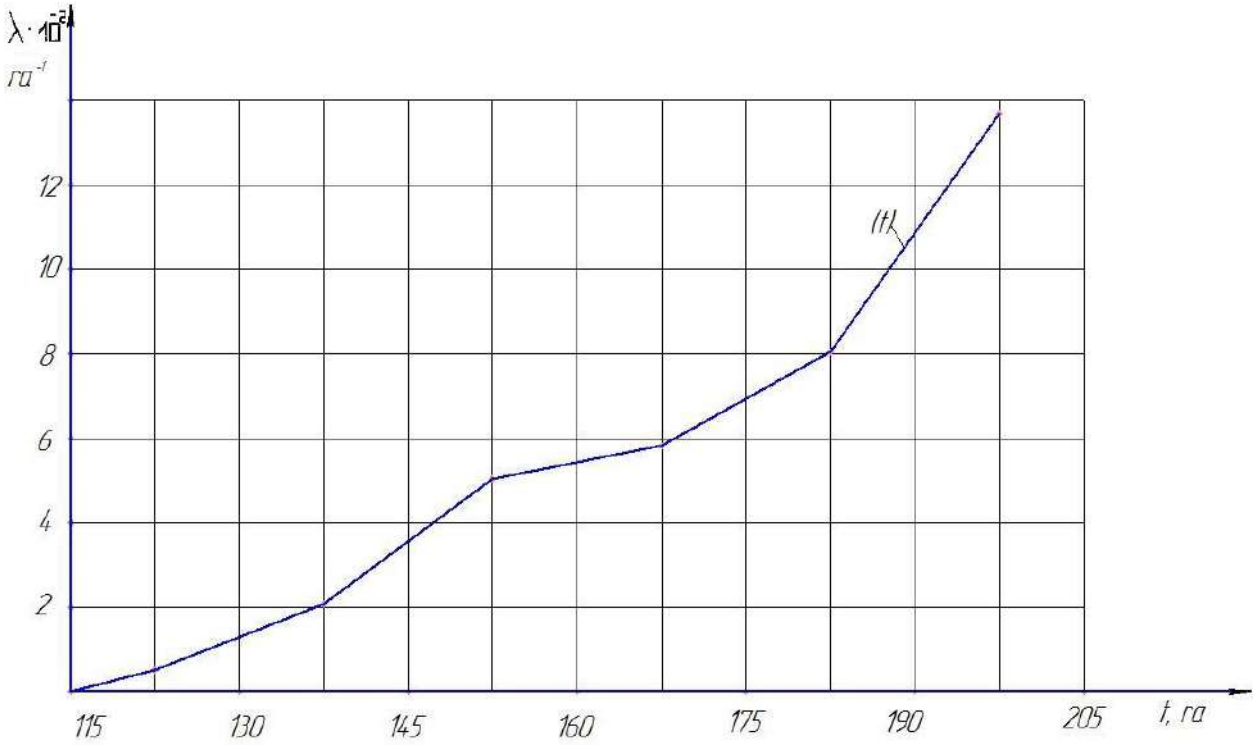


Рис.3 Интенсивность отказов двигателей.

4.6 Параметр потока отказов$\boldsymbol{\omega(t)}$ – плотность вероятности возникновения отказов восстанавливаемого объекта,определяемая для рассматриваемого момента времени [4].

Параметр потока отказов определяется по уравнению:

$$\boldsymbol{\omega(t) = \frac{dH(t)}{dt}} \qquad (10)$$

где H(t)-характеристика потока отказов.

$$\lim_{N\to\infty}\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} m_i(t) = \lim_{N\to\infty} m_{cp}(t) \tag{11}$$

При наличии статистических данных $\omega(t)$ определяется по формуле

$$\hat{\omega}(t) = \frac{\sum_{i=1}^{N} m_i(t+\Delta t) - \sum_{i=1}^{N} m_i(t)}{N_{\Delta t}} = \frac{m_{cp}(t+\Delta t) - m_{cp}(t)}{\Delta t} \tag{12}$$

где N-число восстанавливаемых объектов,поставленных на испытания;

m_i(t)- числоотказов i-го объекта к наработке t.

Изменение параметра потока отказов по наработке совпадает с изменением плотности вероятности возникновения отказов восстанавливаемого объекта. Поэтому если имеется гистограмма или полигон распределения отказов, дающие наглядное представление о частоте их появления по мере наработки, то нет необходимости графического изображения параметра потока отказов.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

4.1. По данным приложения 1 построить гистограмму, полигон и график функций P(t) иQ(t).

4.2. Определить среднюю наработку до отказа ламп накаливания и процентную наработку для γ=90%.

4.3. Интенсивность отказов $\lambda(t)$определить по данным задачи 3.1.

4.4. Среднюю наработку на отказ определить по данным задачи 3.2.

Задача 3.1

На испытание поставлена опытная партия ламп накаливания фар грузовых автомобилей. Получены следующие наработки ламп до отказа(тыс.км. пробега):

96;127;131;143;148;148;159;163;165;170;173;179;187;188;192;197;198;199;200;210;215;218;220;228;231;234;242;256;260;275. N=30

1. Определить показатели безотказности.
2. Дать заключение о качестве изготовления опытной партии ламп накаливания,если наработка до отказа серийных ламп составляет 180 тыс. км.

Задача 3.2

При испытании на автополигоне НАМИ двух капитально отремонтированных автомобилей ЗИЛ-ММЗ-555 получены следующие данные [7]:

Автомобиль №1, пробег 26344 км, число отказов за время испытаний - 29 шт.;

Автомобиль №2, пробег 25321 км, число отказов за время испытаний - 28 шт.

Определить значение наработки на отказ у автомобилей, прошедших капитальный ремонт и сделать заключение о их безотказности, если наработка на отказ у новых автомобилей в 3,5 раза выше, чем у отремонтированных.

Задача 3.3

В таблице представлены результаты испытаний 5 автомобилей ЗИЛ в течение года:

Показатели	Номера автомобилей				
	1	2	3	4	5
Наработку до первого отказа,тыс. км.	9,0	10,0	12,1	20,0	16,0
Наработка годовая, тыс.км.	40	45	40	55	40
Зарегистрировано отказов,шт.	7	6	6	5	5

Определить:

1. Среднюю наработку автомобилей до первого отказа.
2. Среднюю наработку на отказ.

Практическая работа №4
Расчет показателей долговечности

Цель занятия: освоить методы статистической обработки и расчета показателей долговечности машин.

ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ

Долговечность - свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Ресурс - наработка объекта от начала его эксплуатации или ее возобновления после ремонта определенного вида до перехода в предельное состояние.

Предельное состояние - состояние объекта , при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно, либо восстановление его исправного или работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

Критерий предельного состояния - признак или совокупность признаков предельного состояния, установленные в нормативнотехнической и (или) конструкторской документации.

Срок службы - календарная продолжительность от начала эксплуатации объекта или ее возобновления после ремонта определенного вида до перехода в предельное состояние.

Средний ресурс - математическое ожидание ресурса. Средний срок службы – математическое ожидание срока службы

Гамма-процентный ресурс - наработка, в течение которой объект не достигает предельного состояния с заданной вероятностью у, выраженной в процентах.

Гамма-процентный срок службы - календарная продолжительность от начала эксплуатации объекта, в течение которой он не достигнет предельного состояния с заданной вероятностью у, выраженной в процентах.

Назначенный ресурс - суммарная наработка объекта, при достижении которой применение его по назначению должно быть прекращено.Назначенный срок службы - **календарная продолжительность** эксплуатации объекта, при достижении которой применение по назначению должно быть прекращено.

ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Основным источником информации о долговечности машин, их агрегатов, узлов и деталей (объектов) являются данные проведения специальных исследовании в условиях эксплуатации. При этом контролируется наработка до достижения отказов, предельного состояния, причины отказов по каждой наблюдаемой машине, фиксируется время возникновения отказа.

При выполнении задания исходную информацию получают у преподавателя (таблица 1 данной работы).

ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Средний ресурс (срок службы) изделий

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^{N} t_i}{N}$$

где t_i.-ресурс (срок службы) i-го изделия, N-обьем выборки, ∑-математический символ суммы величин.

Наглядно средний ресурс (срок службы) показан на рис.1

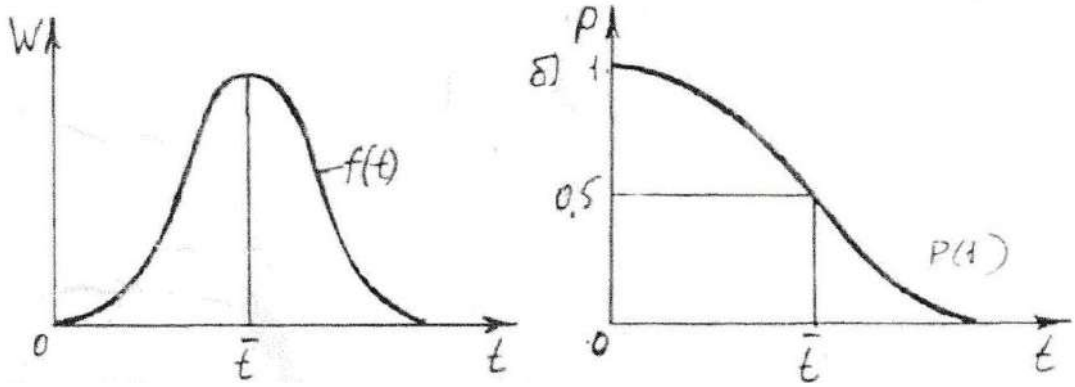


Рисунок 1 Средний срок службы (ресурс) изделий

а - распределение срока службы (ресурса); б - кривая убыли

$$\bar{t} = \int_0^\infty t \cdot f(t)dt = \int_0^\infty P(t)dt$$

где t- средний ресурс (срок службы);

f(t) - плотность распределения ресурса (срока службы);

P(t)~ функция распределения вероятности безотказной работы (кривая убыли).

Гамма-процентный ресурс (срок службы) определяется по кривой убыли (вероятности безотказной работы) P(t) по формуле;

$$P_i = P_{(t_i)} = \frac{N + 1 - N_{отк}}{N + 1}$$

при N<25

(1<N_0 T_K<N)

N>25 P_i=P(t_i)=(N-N_0T_K)/N

N — количество отказавших объектов за время *t*;

К - объем выборки.

Если среди значений кривой убыли P(t_i) есть значение P_γ равное γ/100 , то оценка гамма-процентного ресурса будет равна t_i. В противном случае t_γ находят по кривой убыли или методом линейной интерполяции по формуле

$$t_\gamma = t_{i-1} + (t_i - t_{i-1})\frac{P_{i-1} - P_\gamma}{P_{i-1} - P_i}$$

(с м . р и с . 2 - 3)

а) б)

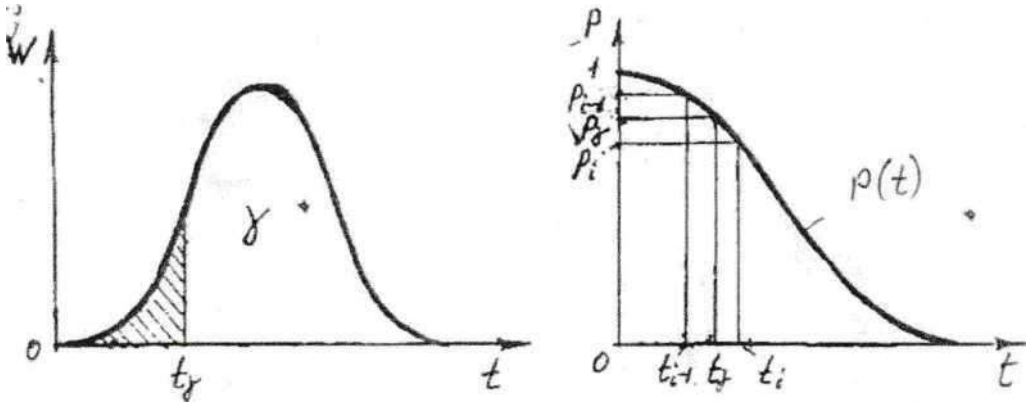


Рисунок 2 - Гамма-процентный ресурс t_γ при работе объектов:

а - распределение ресурсов (сроков службы) б - кривая убыли **P(t)**

Здесь P_γ= γ /100 (5)

Это значение P_γ для определения t_γ используется при построенном графике кривой убыли.

При назначенном ресурсе $t_{НАЗН}$ только часть объектов полностью вырабатывает свой технический ресурс t. Процент этих изделий

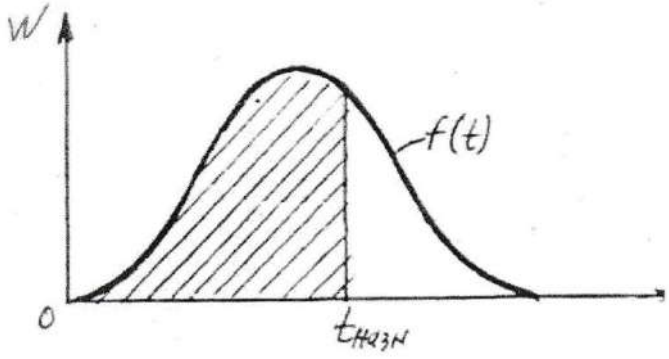


Рисунок 3. Назначенный ресурс (срок службы)

Разброс случайной величины относительно центра распределения характеризуется числовыми характеристиками: размах, дисперсия (рассеивание), среднее квадратическое отклонение (стандарт) и коэффициент вариации.

Размах R распределения (диапазон рассеивания) в эмпирической совокупности - разность между максимальным и минимальным из значений случайной величины t, полученной в результате испытаний Размах определяется по формуле

$$П_{назн} = \frac{\int_0^{t_{назн}} f(t) \cdot dt}{\int_0^{\infty} f(t) \cdot dt} \cdot 100\% = \frac{N_{отк}}{N} \cdot 100\%$$

Где $N_{отк}$ - количество отказавших объектов при $t_{назн}$

Им пользуются в эмпирических распределениях как мерой рассеивания при малом числе испытаний (N< 10).

Эмпирическая дисперсия S^2 - величина рассеивания зафиксированных значений вокруг их среднего значения. При малом числе наблюдений, т. е. при N<25

При N>25 - $S = \sqrt{\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^{N} (t_i - \bar{t})^2}$

$$S = \sqrt{\frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^{N} (t_i - \bar{t})^2}$$

Эмпирическое среднее квадратичное отклонение будет равно корню квадратному из дисперсии S^2.

При малом числе наблюдений , т.е. при N<25

При N>25

$$S^2 = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^{N} (t_i - \bar{t})^2$$

$$S^2 = \frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^{N} (t_i - \bar{t})^2$$

Размерность S совпадает с размерностью самой случайной величины t. Для теоретического распределения f(t) среднее квадратичное отклонение обозначается A, для экспериментального - S.

Коэффициент вариации

$$\vartheta = \frac{S}{\bar{t} - t_{см}}$$

где $t_{см}$ - величина смещения выборки относительно нулевого значения (см. рис. 4).

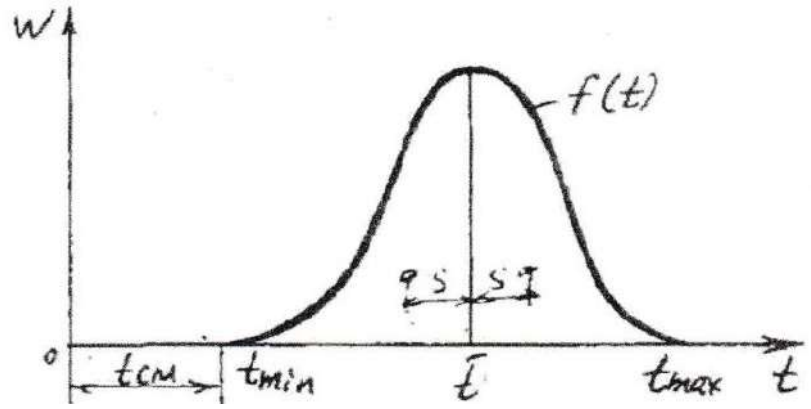


Рисунок 4. Распределение переменной величиной

Пример. При испытании 13 двигателей их ресурс был исчерпан при работке: t_1=3000, t_2=3500, t_3=3700, t_4=4000, t_5=4200, t_6=4300, t_7=4500, t_8=4800, t_9 = 4900, t_{10} = 5100, t_{11} = 5400, t_{12} = SSOO, t_{13} = 6000 мото-часов.

Определить количественные оценки характеристик долговечности изделий.

Находим значение кривой убыли по математическим зависимостям (3):

$$P_1(3000) = \frac{13 + 1 - 1}{13 + 1} = 0{,}9286$$

$$P_2(3500) = \frac{13 + 1 - 2}{13 + 1} = 0{,}8571$$

$$P_3(3700) = \frac{13 + 1 - 3}{13 + 1} = 0{,}7857$$

и. т.д.

По этим данным видим, что $P_2 > 0{,}8 > P_3$ По зависимости (4) находим

$$t_{p=0,8} = 3500 + (3700 - 3500) \cdot \frac{0.8571-0.8}{0.8571-0.7857} = 3660 \text{ мото-часов}$$

Пользуясь соответствующими математическими зависимостями определяем:

$$\bar{t} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} t_i = \frac{1}{13}(3000 + 3500 + 3700 + 4000 + 4200 + 4300 + 4500 + 4800 + 4900 + 5100 + 5400 + 5500 + 6000) = 4530 \text{ м.ч.}$$

Таким образом, средний ресурс составляет 4530 мото-часов.

Таблица 1 - Данные по ресурсам сельскохозяйственных машин (агрегатов)

№ варианта	Наименование машин (агрегатов)	Кол-во обьектов	Ед. изм.	Ресурсы
1	2	3	4	5
1	Трактор К-701	35	мото-час	3050,3780,4100,4200,4400,4500,4700, 4900,5000,5100,5200,5300,5400,5500, 5550,5600,5700,5750,5800,5900,6030, 6050,6100,6200,6400,6500,6800,7100, 7300,7500,7600,7800,8000,8400,8900.
2	Трактор Т-150К	35	мото-час	2000,2500,2900,3100,3200,3600,3800, 4100,4200,4300,4400,4500,4600,4700, 4900,5000,5100,5300,5500,5600,5700, 5800,5850,5900,5950,6200,6400,6600, 6700,6800,6900,6950,7000,7500,7800.
3	Трактор ДТ-75	35	мото-час	3200,3500,4100,4200,4300,4400,4500, 4600,4800,4900,5000,5200,5400,5500, 5700,5900,5950,6050,6100,6200,6300, 6400,6500,6600,6700,6800,6850,6900, 7100,7200,7400,7600,7700,7900,8600.
4	Трактор МТЗ-82	35	мото-час	3000,3500,3800,4000,4100,4300,4500, 4600,4800,4900,5000,5100,5200,5300, 5400,5500,5600,5700,5900,6000,6100, 6300,6500,6600,6700,6800,6900,6950, 7100,7300,7400,7600,7800,7900,8850.
5	Автомобиль ГАЗ-53А	35	Тыс.км	125,135,140,150,153,158,160,162,165, 169,170,173,175,180,183,185,188,189, 190,192,194,195,197,199,201,205,210, 215,218,220,224,226,230,245,270.
6	Автомобиль ЗИЛ-130	35	Тыс.км	242,255,260.265,268,270,273,275,279, 281,282,285,286,288,290,291,293,295, 298,300,305,306,307,310,313,315,318, 325,328,330,334,337,345,350,358.
7	Автомобиль КАМАЗ-5320	35	Тыс.км	20,220,230,235,240,245,251,253,255, 260,265,270,274,278,280,282,285,286, 290,291,293,295,297,298,300,305,308, 310,315,318,320,323,325,335,350.
8	Автомобиль	35	Тыс.км	90,110,120,125,130,135,138,140,143,150,

	МАЗ-503			155,156,158,160,165,167,170,175,179, 182,185,190,195,200,201,203,205,210, 215,220,230,235,240,255,270.
1	2	3	4	5
9	Задний мост а/м ЗИЛ-130	35	Тыс.км	155,180,210,220,225,230,235,240,245, 250,255,260,265,270,275,280,285,290, 296,304,310,315,320,325,330,335,340, 345,350,355,360,370,380,410,440.
10	КПП автомобиля ГАЗ-53 А	35	Тыс.км	122,135,141,145,150,152,155,158,160, 162,165,168,170,171,173,176,177,179, 180,184,185,186,188,190,195,196,197, 199,205,210,215,218,225,230,235.
11	Генератор а/м КамАЗ-5320	35	Тыс.км	142,161,163,165,170,172,174,177,181, 183,185,186,187,188,190,193,196,198, 201,204,207,210,212,213,215,218,223, 225,229,230,235,238,243,250,258.
12	Молотилка комбайна СК-5 «Нива»	35	га	102,115,121,125,128.130.134,137,139, 140,142,145,146,149,150,151,153,156, 158,160,162,164,165,167,170,171,175, 176,180,183,185,188,190,197,200.
13	Двигатель комбайна СК-5 «Нива»	35	га	116,120,125,130,132,135,138,140,141, 142,143,144,145,146,147,148,149,150, 152,153,154,155,156,158,160,162,162, 168,169,170,174,177,185,188,203.
14	Стартер а/м ЗИЛ-130	35	Тыс.км	121,125,130,136,141,146,150,153,158, 161,163,166,168,170,172,176,178,179, 182,184,185,186,188,190,193,194,198, 201,205,208,210,215,217,225,238.
15	Картофеле-уборочный комбайн	35	га	4,5;6,6;3.6,5;7,0;7,8;8,0;8,2;8,5;8,7;9,0; 9,2;9,3;9,5;9,7;9,9;10,0;10,1;10,3;10,5; 10,7;11,0;11,2;11,4;11,7;11,9;12,0;12,5; 12,8; 13,2;13,7;15,2;16,0;16,1.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5
Расчет показателей ремонтопригодности и сохраняемости машин

1. Общие понятия и определения.

Ремонтопригодность – свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта.

Основные показатели ремонтопригодности: вероятность восстановления; гамма – процентное время восстановления; среднее время восстановления; интенсивность восстановления; средняя трудоемкость восстановления. Кроме перечисленных показателей, с учетом конструктивных особенностей объекта и условий его эксплуатации, используются и другие показатели. Выбор номенклатуры показателей ремонтопригодности для различных объектов (изделий) регламентируется ГОСТ.

Сохраняемость – свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способности объекта выполнять требуемые функции, в течении и после хранения и (или) транспортирования. Показатели сохраняемости: средний срок сохраняемости; гамма – процентный срок сохраняемости.

2. Цель занятия.

Освоить методику определения показателей ремонтопригодности и сохраняемости. Оценить полученные показатели путем сравнения с показателями одноименных отечественных машин или зарубежных аналогов.

3. Определение показателей ремонтопригодности.

3.1. Вероятность восстановления – вероятность того, что время восстановления работоспособного состояния не превысит заданного значения. Если обозначить через $t_{вз}$ заданное время, в течение которого необходимо определить вероятность восстановления работоспособного состояния объекта, а через $t_в$ случайное время восстановления, то согласно определению вероятности восстановления справедлива следующая зависимость:

$$P(t_{вз}) = P(t_в < t_{вз}) \quad (1)$$

При известном теоретическом законе распределения времени восстановления работоспособности объекта вероятность восстановления определяется по формуле:

$$P(t_в) = \int_0^{t_в} f\,(t_в) \cdot dt_в \quad (2)$$

где $f(t_в)$ – плотность распределения времени восстановления объекта.

На рис. 1 показаны кривые плотности распределения времени восстановления и функция распределения. При этом вероятность восстановления за время $t_в$ численно равны значению функции распределения в момент $t_в$.

Время восстановления работоспособного состояния объекта величина случайная. Методика построения функции распределения случайных величин изложена в методической разработке кафедры /8/. По данной методике можно построить кривые $F(t_в) = P(t_в)$ и определить вероятность восстановления работоспособного состояния исследуемого объекта. Информация для построения кривых $F(t_в) = P(t_в)$ представлена в приложении 1 (задача 1, вариант 2).

3.2. Среднее время восстановления – математическое ожидание времен восстановления работоспособного состояния объекта после отказа:

$$t_в = \int_0^\infty t_в \cdot f(t_в) dt_в$$

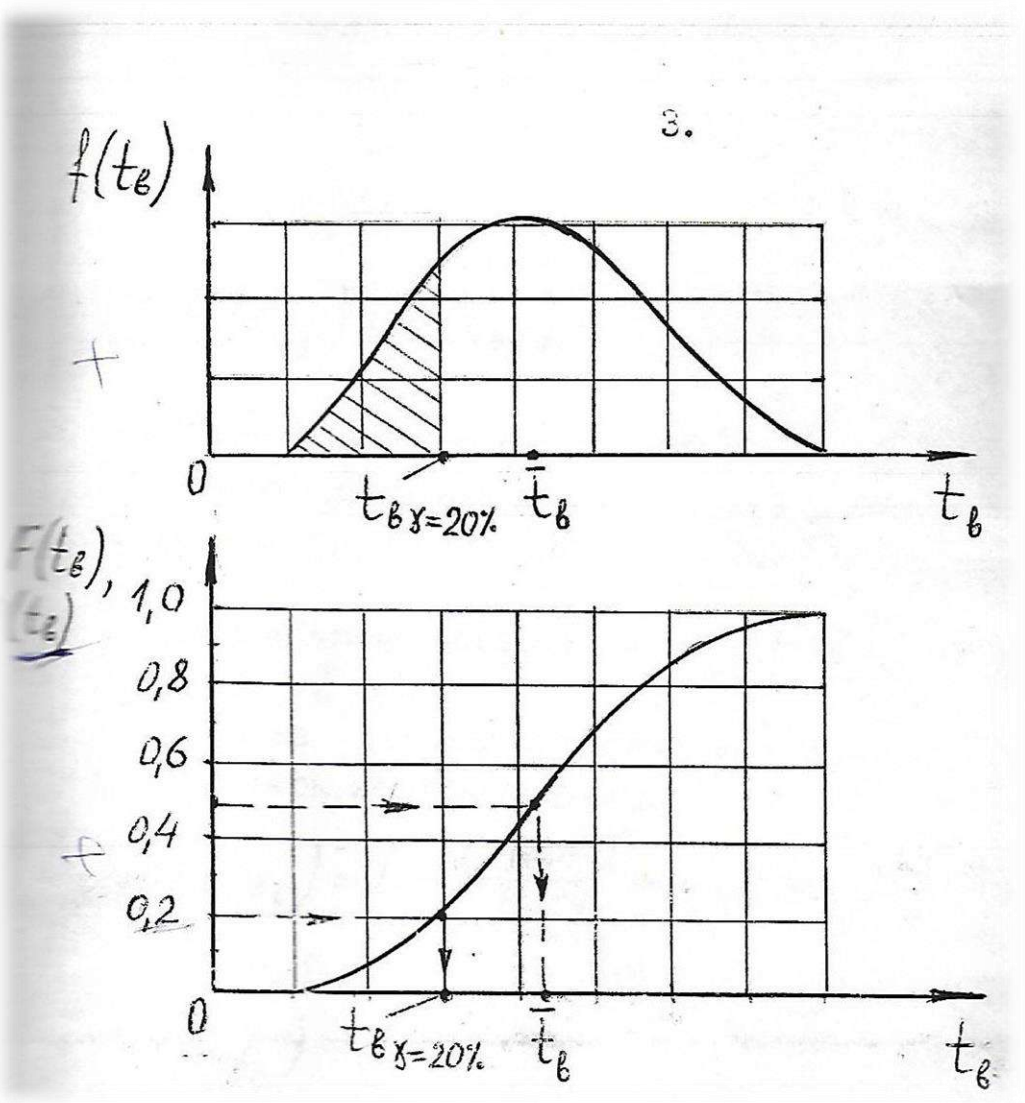


Рис.1. Кривые плотности распределения времени восстановления объекта $f(t_b)$ и вероятности восстановления $P(t_b)$.

При наличии статистических данных, среднее время восстановления определяется по формуле:

$$\hat{\bar{t}}_b = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} t_{b_i} \qquad (4)$$

Где m – число устраненных откатов;

t_{b_i}- время, затраченное на восстановление работоспособности объекта при i-m отказе.

3.3. Гамма – процентное время восстановления – время, в течении которого восстановление работоспособности объекта будет осуществлено с вероятностью γ, выраженное в процентах.

Гамма – процентное время восстановления t_{b_i}, при наличии функции распределения $F(t_b)$ определяется из уравнения:

$$P\left(t_{b_\gamma}\right) = F\left(t_{b_\gamma}\right) = \frac{\gamma}{100} \qquad (5)$$

Где $P\left(t_{b_\gamma}\right)$ – гамма – процентная вероятность восстановления работоспособного состояния объекта.

На рис.1. показано гамма – процентное время восстановления работоспособного состояния объекта для γ=20%

Гамма – процентное время восстановления можно найти и другим способом, используй формулы:

$$P\left(t_{b_i}\right) = 1 - \frac{m+1-i}{m+1}, \text{для } m < 25; \qquad (6)$$

$$P\left(t_{b_i}\right) = 1 - \frac{m-i}{m}, \text{для } m \geq 25; \qquad (7)$$

Где $P\left(t_{b_i}\right)$ - вероятность восстановления работоспособности объекта за время t_{b_i}; i – порядковый номер отказа; m – число отказов объекта(ов).

Далее методика нахождения t_{b_γ} аналогична методике нахождения гамма – процентного ресурса объектов. Результаты расчетов по формуле (6) или (7) заносятся в таблицу:

t_{b_i}					
$P(t_{b_i})$					

В графу t_{b_i} заносятся значения t_b в порядке возрастания абсолютной величины времени восстановления. Расчеты заканчивают, когда значение $P(t_{b_i})$ будет равно или меньше заданного значения γ/100. Если $P(t_{b_i}) < \frac{\gamma}{100}$, то t_{b_γ} находиться методом интерполяции по формуле:

$$t_{b_\gamma} = t_{b_{i-1}} + (t_{b_i} - t_{b_{i-1}}) \times \frac{P(t_{b_{i-1}}) - \frac{\gamma}{100}}{P(t_{b_{i-1}}) - P(t_{b_i})} \qquad (8)$$

3.4. Интенсивность восстановления - условная плотность вероятности восстановления работоспособного состояния объекта, определенная для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента восстановление не было завершено.

$$\hat{\lambda}(t) = \frac{f(t_b)}{1 - F(t_b)} \qquad (9)$$

При наличии статистических данных $\lambda(t_b)$ находиться по формуле:

$$\hat{\lambda}(t_b) = \frac{m(t_b + \Delta t_b) - m(t_b)}{m_{н.в.} \times \Delta t_b} \qquad (10)$$

Где $m(t_b)$ - число отказов, устранение которых завершено за время t_b;
$m_{н.в.}$ – число отказов, не устраненных за время t_b;
Δt_b - величина интервала времени восстановления.
Методика построения графика интенсивности восстановления во многом аналогична методике построения графика интенсивности отказов (6).

4.5. Средняя трудоемкость восстановления - математическое ожидание трудоемкости восстановления объекта после отказа. По статистическим данным средняя трудоемкость определяется по формуле:

$$\widehat{T_b} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m} T_{b_i} \qquad (11)$$

Где m – число отказов; T_{b_i} – трудоемкость устранения i-го отказа, чел.-ч.
Наиболее полно показатели ремонтопригодности представлены в ГОСТ 21623 - 76. Они дают оценку приспособленности объекта не только к текущему ремонту, но и его приспособленность у техническому обслуживанию (ТО) и капитальному ремонту (КР). Заслуживает внимания приведенный в ГОСТ 21623 - 76 показатель "Средняя оперативная продолжительность ТО(ремонта)". Этот показатель используется для характеристики занятости объекта работами по ТО(ремонту) не одним исполнителем, а не несколькими. В случае одного исполнителя оперативная продолжительность совпадает с оперативным временем и численно равна оперативной трудоемкости ТО(ремонта).

В ГОСТ 21623 - 76 даются и объединенные показатели оценки ремонтопригодности объекта:

- объединенная удельная оперативная продолжительность ТО и ремонтов;
- объединенная удельная оперативная трудоемкость ТО и ремонтов;
- объединенная удельная оперативная стоимость ТО и ремонтов.

Последний показатель представляет собой интерес для инженеров-механиков, занимающихся эксплуатацией и ремонтом техники.

4.6. Объединенная удельная оперативная стоимость ТО и ремонтов определяется по формуле:

$$\bar{g} = \bar{g}_{\text{то}} + \bar{g}_{\text{тр}} + \bar{g}_{\text{кр}}, \frac{\text{руб.}}{\text{ед.наработки}} \qquad (12)$$

Или

$$\bar{g} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} \frac{g_{mo_i} + g_{mp_i} + g_{кр_i}}{T_{др(мр)_i}} \qquad (13)$$

Где N – число объектов;

$g_{mo_i}; g_{mp_i}; g_{кр_i}$ - затраты в рублях на проведение ТО;ТР;КР i-го объекта за доремонтный или межремонтный период эксплуатации;

$T_{др(мр)_i}$ – наработка объекта за доремонтный или межремонтный период эксплуатации;

В приложении 1 даны условия двух задач дл определения показателей ремонтопригодности.

5. Определение показателей сохраняемости.

5.1. Средний срок сохраняемости - математическое ожидание срока сохраняемости.

$$\bar{t}_{\text{сх}} = \int_0^{\infty} t_{\text{сх}} \cdot f(t_{\text{сх}}) dt_{\text{сх}} \qquad (14)$$

При наличии статистических данных определяется по формуле:

$$\widehat{\text{t}_{\text{сх}}} = \frac{1}{N}\sum_{\text{i}=1}^{N} \text{t}_{\text{сх}_\text{i}} \qquad (15)$$

Где $\text{t}_{\text{сх}_\text{i}}$ - срок сохраняемости i-го объекта. Он измеряется в часах, месяцах, годах.

5.2. Гамма-процентный срок сохраняемости - срок сохраняемости, достигаемой объектом с заданной вероятность γ, выраженной в процентах. Гамма-процентный срок сохраняемости для невосстанавливаемых изделий

определяется так же, как и гамма-процентная наработка до отказа (6). На рис.2 показан средний срок сохраняемости $\bar{t}_{\text{сх}}$ и гамма-процентный срок сохраняемости для γ=80%.

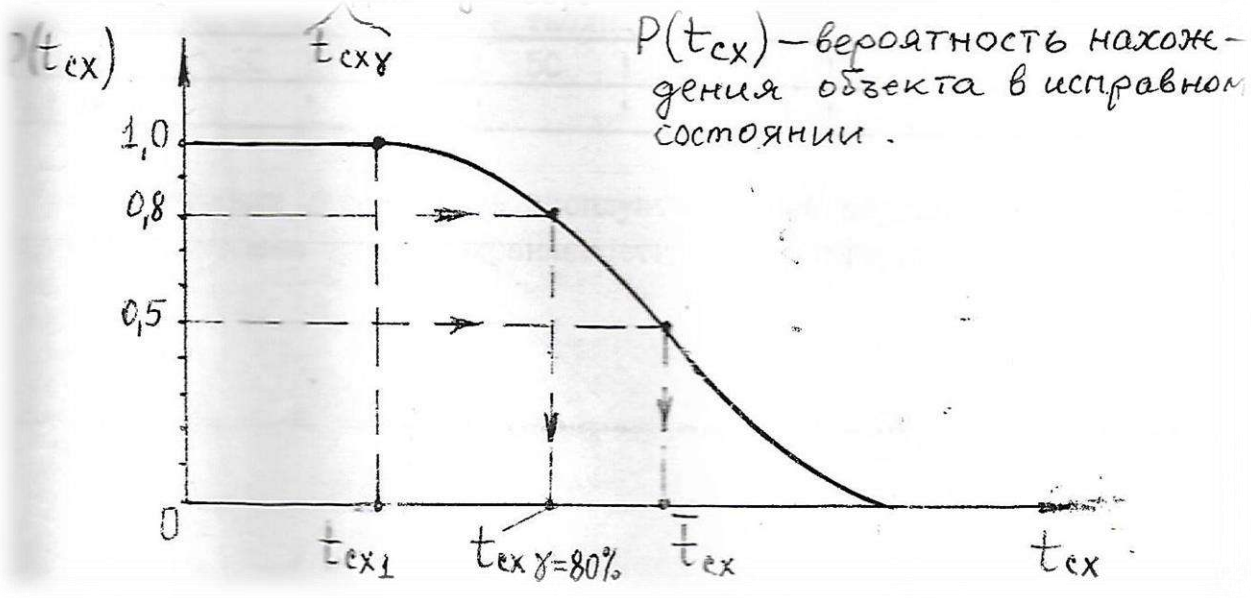


Рис.2 Кривая убыли сохраняемости объектов. В приложении 2 дано условие задачи для определения сохраняемости.

6. Порядок выполнения работы.

6.1. Ознакомиться с показателями ремонтопригодности и сохраняемости.
6.2. По данным приложения 1,определить среднее время восстановления работоспособного трактора по формуле (4) объеденную удельную оперативную стоимость ТО и ремонтов по формуле (13). В заключении дать рекомендации, направленные на улучшение показателей ремонтопригодности применительно к условиям эксплуатации тракторов в Рязанской области. 6.3. По данным приложения 2 определить средний срок сохраняемости аккумуляторных батарей по формуле (15) и гамма-процентный срок сохраняемости для γ=80%, используя формулу:

$$P\left(t_{\text{сх}_i}\right) = \frac{N+1-i}{N+1} \qquad (16)$$

Где i – порядковый номер аккумулятора, требующего подзарядки.

Результаты расчетов занести в таблицу:

$t_{\text{сх}_i}$	30	40	50			
$P(t_{\text{сх}_i})$						

В заключении пересчитать эксплуатационные мероприятия, способствующие повышению срока сохраняемости аккумуляторных батарей.

Информация для определения показателей ремонтопригодности.

Задача 1.

Вариант 1. Трактор МТЗ – 82 в течение одного года эксплуатации имел 9 отказов. Оперативное время в часах на отыскание и устранение каждого отказа составляет:

12; 13; 15; 16; 17; 18; 20; 21; 26 часов.

1. Определить среднее время восстановления работоспособного состояния трактора.
2. Определить гамма-процентное время восстановления работоспособного состояния трактора для γ=20%, используя формулу (6).

Вариант 2. За время эксплуатации подконтрольной партии тракторов МТЗ - 82 выявлено 40 отказов. Оперативное время в часах на отыскание и устранение каждого отказа составляет:

6; 9; 11; 12; 13; 14; 15; 15; 16; 16; 17; 17; 18; 18; 19; 20; 20; 21; 21; 22; 22; 22; 23; 23; 24; 24; 25; 25; 26; 26; 27; 27; 28; 28; 29; 30; 32; 34; 39 часов.

1. Построить кривую $P(t_b)=F(t_b)$ по методике (8). Графически определить $\bar{t}_b$ и t_{b_γ} для γ=20%.
2. Определить среднее время восстановления работоспособного состояния тракторов t_b по формуле (4) и t_{b_γ} для γ=20% по формуле (8).

Задача 2.

В хозяйстве под наблюдением работали 5 новых тракторов МТЗ – 82. Общие затраты на проведение ТО и ремонтов за время эксплуатации представлены в таблице. Определить объединенную удельную оперативную стоимость ТО и ремонтов.

Показатели	Хозяйственные номера тракторов				
	1	2	3	4	5
Доремонтный ресурс, мотто-ч.	6000	6800	5900	5750	6700
Затраты на проведение ТО, руб. (цены 1990г)	900	850	870	940	920
Затраты на проведение	910	950	900	1050	960

ТР, руб.					
Затраты на проведение КР, руб.	1200	1200	1200	1200	1200

Информация для определения сохраняемости.

Задача.

На предприятии сняты с мобильной техники, и поставлены на хранение 20 аккумуляторных батарей 6СТ-132ЭМС. Степень разреженности батарей во время хранения контролировалась АО снижению плотности один раз в 10 дней. Предельно допустимое значение плотности электролита при хранении аккумуляторов должно быть не менее 1,23(7).

В результате наблюдения зафиксированы следующие сроки сохраняемости аккумуляторов до первой подзарядки (в днях):

30; 40; 50; 50; 50; 60; 60; 60; 60; 60; 60; 70; 70; 70; 70; 80; 80; 80; 90; 90;

N=20 штук.

Определить средний срок сохраняемости аккумуляторных батарей до первой подзарядки и гамма-процентный срок сохраняемости для γ=80%.

Практическая работа № 6.

Расчет комплексных показателей надежности машин

Цель занятия:

- Закрепить теоретические знания основных положений и понятий теории надежности.
- Научиться рассчитывать единичные и комплексные показатели надежности с/ч техники по результатам наблюдений за их работой в процессе эксплуатации.
- Приобрести навыки использования рассчитываемых показателей в целях повышения эффективности использования машиностроительного парка.

Порядок выполнения работы.

- Изучить определения понятий: комплексные показатели надежности;
- Решить задачи: (см. приложение А) в соответствии с исходными данными варианта по нижеприводимым формулам:

1. Наработка на отказ определяется по формуле:

$$T_0 = \frac{\sum_{i=1}^{N} t_{ci}}{\sum_{i=1}^{N} m_{ci}}, \quad (1)$$

где t_{ci} – суммарная наработка i – го трактора за период наблюдения за его работой в процессе эксплуатации;

m_{ci} – суммарное число отказов i – го тракторов за период эксплуатации.

2. Средний ресурс тракторов определяется по формуле:

$$T_{р.ср.} = \frac{\sum_{i=1}^{N} t_{pi}}{N}; \; t_{pi} = t_{ci} \quad (2)$$

где t_{pi} - ресурс i – го трактора;

N – число тракторов, находившихся под наблюдением в процессе эксплуатации

3. Коэффициент технического использования определяется по формуле:

$$K_{ТИ} = \frac{\sum_{i=1}^{N} t_{ci}}{\sum_{i=1}^{N} t_{ci} + \sum_{i=1}^{N} t_{рем} + \sum_{i=1}^{N} T_{ТО}} \quad (3)$$

где $\sum t_{ci}$ - суммарная наработка тракторов за период наблюдения за их работой в процессе эксплуатации;

$\sum t_{рем}$, $\sum t_{то}$ – суммарный простой тракторов соответственно на ремонте и техническом обслуживании за период наблюдения за их работой.

4. Коэффициент готовности определяется по формуле:

$$K_r = \frac{T_0}{T_0 + T_в} \quad (4)$$

где T_0 – наработка на отказ; $T_в$ - среднее время восстановления, ч.

$$T_в = \frac{\sum t_{рем}}{\sum m_{ci}} \quad (5)$$

5. Средние суммарные трудоемкости технического обслуживания и ремонта определяются по формулам:

$$T_{ср.сумм\ ТО,(рем)} = \frac{\sum_{i=1}^{N} T_{сТО,(рем)i}}{N} \quad (6,7)$$

где $T_{сТО,(рем)i}$ - суммарная трудоемкость ТО и ремонта i – го трактора в человекочасах за период наблюдения.

6. Средние суммарные стоимости техничекого обслуживания и ремонта определяются по формулам:

$$C_{ср.сумм\ ТО,(рем)} = \frac{\sum_{i=1}^{N} C_{с\ ТО,(рем)i}}{N} \quad (8,9)$$

где $C_{с\ ТО,(рем)i}$ - суммарная стоимость ТО и ремонта i – го трактора за период наблюдения.

7. Удельные суммарные трудоемкости технического обслуживания и ремонта, определяются по формулам:

$$T_{уд.сумм\ ТО,(рем)} = \frac{T_{ср.сумм\ ТО,(рем)}}{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} Bi} \quad (10,11)$$

где Bi - наработка i – го трактора за период наблюдения в условных эталонных гектарах.

8. Удельные суммарные стоимости технического обслуживания и ремонта определяются по формулам:

$$C_{ср.сумм\ ТО,(рем)} = \frac{C_{ср.сумм\ ТО,(рем)}}{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} Bi} \quad (12,13)$$

Примечание: для определения Bi в условных эталонных гектарах, необходимо суммарную наработку i – го трактора МТЗ – 80 в моточасах, перемножить на коэффициент перевода 0,87.

Задача №6.1

В хозяйстве под наблюдением в процессе эксплуатации находилось 10 капитально отремонтированных и прошедших приработку тракторов МТЗ – 80. Наблюдения велись до наступления предельного состояния у каждого трактора. За это время они наработали, имели число отказов, простояли из – за устранения отказов на ремонте и на техническом обслуживании согласно Вашему варианту исходных данных.

Определить: 1) наработку отказов; 2) средний ресурс; 3) коэффициент технического использования; 4) коэффициент готовности. После чего сделать вывод о прикладном значении данных показателей в повышении эффективности машиноиспользования.

Задача №6.2

Для указанных в задаче №1 десяти тракторов МТЗ – 80 суммарные трудоемкости и стоимости технического обслуживания и ремонтов за период наблюдения составили согласно Вашему варианту исходных данных.

Определить: 1) средние суммарные трудоемкости и стоимости технического обслуживания и ремонтов ($T_{\text{ср.сумм ТО}}$, $T_{\text{ср.сумм.рем}}$, $C_{\text{ср.сумм ТО}}$, $C_{\text{ср.сумм.рем}}$). 2) Удельные суммарные стоимости и трудоемкости технического обслуживания и ремонтов ($T_{\text{уд.сумм ТО}}$, $T_{\text{уд.сумм.рем}}$, $C_{\text{уд.сумм ТО}}$, $C_{\text{уд.сумм.рем}}$). После чего сделать выводы о прикладном значении для повышения эффективности использования машинотракторного парка решенных Вами задач.

Наименование данных о работе тракторов за период наблюдения	Хозяйственные номера тракторов									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t_{ci} - суммарная наработка i – го трактора в часах	2529	2506	2414	2280	2172	2350	2471	2275	2425	2490
m_{ci} - суммарное число отказов i – го трактора	6	7	8	9	8	7	6	7	8	9
t_{Bi} – среднее время восстановления в часах	90	95	98	105	100	103	96	105	110	100
$t_{\text{рем}i}$ – время простоя i – го трактора на ремонте	200	190	195	205	204	210	195	190	185	204
$t_{\text{ТО}i}$ – время простоя i – го на техническом обслуживании в часах	166	173	180	175	185	179	183	170	179	185
$T_{\text{с рем}i}$- суммарная трудоемкость ремонта i – го трактора в ч – час	265	267	270	272	275	260	280	276	280	285
$T_{\text{с ТО}\ i}$ - суммарная трудоемкость технического обслуживания i – го трактора в ч – час	185	190	180	175	184	200	195	187	205	193
$C_{\text{с ТО}\ i}$ - суммарная стоимость технического обслуживания i – го трактора в руб.	150	152	147	145	155	149	160	165	172	168
$C_{\text{с рем}\ i}$ - суммарная стоимость ремонта i – го трактора в руб.	205	200	209	215	197	195	203	210	205	195
B_i – наработка i – го трактора в условных эталонных га	2200	2180	2100	1985	1890	2050	2150	1980	2110	2165

Практическая работа № 7

Расчёт надежности объекта по показателям надежности составляющих его элементов

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:

1. Закрепить теоретические знания по расчету показателей надежности.
2. Научиться рассчитывать надежность объекта по показателям надежности составляющих его элементов. 3. Приобрести навыки использования рассчитываемых показателей в целях повышения эффективности использования машинно-тракторного парка.

ЗАДАНИЕ НА ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ

I. Изучить: 1. Определение понятия "Резервирование" и его виды.
2. Формулы сложения и умножения вероятностей.

II. Решить задачи:

ЗАДАЧА № 1

Считая, что технологическая схема комбайна состоит из четырех последовательно соединенных агрегатов: жатки с наклонной камерой, молотилки, копнителя и двигателя, надежность которых для наработки t дана согласно Вашему варианту исходных данных. Рассчитать надежность комбайна для наработки t. После чего сделать вывод о прикладном значении данной задачи.

ЗАДАЧА № 2

Система автоматического регулирования уровня воды в водонапорном баке состоит из трех одноименных параллельно работающих приборов, вероятность отказа которых для наработки согласно Вашему варианту исходных данных. Рассчитать надежность САР для наработки t. Сделать вывод о прикладном значении данной задачи.

ЗАДАЧА №3

Система автоматического регулирования режима в теплице состоит из n последовательно соединенных элементов и имеет общее резервирование, состоящее из одной резервной линии, т. е. m=2. Количество элементов n, а также надежность основных и резервных элементов САР для наработки согласно вашему варианту исходных данных. Рассчитать надежность САР для наработки t, после чего сделать вывод о прикладном значении данной задачи.

ЗАДАЧА № 4

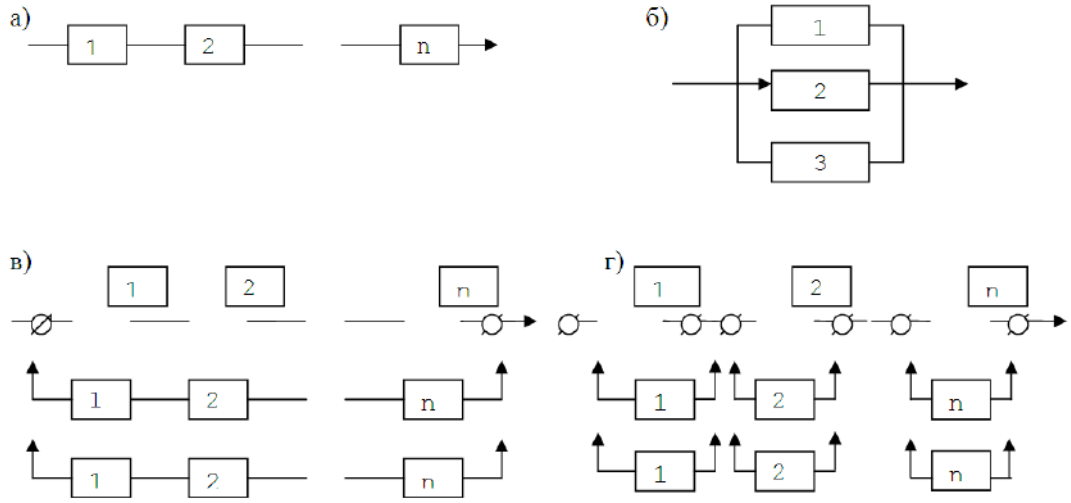
Система автоматического регулирования в птичнике состоит из n последовательно соединенных элементов, каждый из которых имеет раздельное резервирование, состоящее из одного резервного элемента, т.е. m=2. Количество элементов n, а также надежность основных и резервных элементов САР для наработки tсогласно Вашему варианту исходных

данных. Рассчитать надежность САР для наработки t. После чего сделать вывод о прикладном значении данной задачи.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ

1. Расчет надежности объектов в задачах указанных в разделе II «Задания» студент должен производить согласно исходным данным варианта и нижеприведенным рекомендациям.

2. Для расчета надёжности объекта по надёжности составляющих его элементов, студент должен начертить структурную схему соединения элементов объекта, которые могут быть:



а) последовательное соединение элементов; б) параллельное соединение элементов;
в,г) смешанные схемы резервирования
Рисунок 1 – Схемы соединения элементов при резервировании

3. Расчет надежности объектов, элементы которых соединены по схеме «а» (последовательно) производятся по формуле:

$$P(t) = P_1(t) \cdot P_2(t) \cdot \ldots \cdot P_n(t) \qquad (1)$$

где P(t) - вероятность безотказной работы объекта за наработку;

$P_1(t)$, $P_2(t) \cdot \ldots \cdot P_n(t)$ - вероятности безотказной работы за наработку соответственно 1, 2, ..., n - го элементов, составляющих объект.

4. Расчет надежности объектов, соединенных по схеме «б» (параллельно, когда элементы объекта работают в одном режиме) производится по формуле:

$$P(t)=l - Q(t) \quad (2)$$

где Q(t) – вероятность отказа всех элементов, которая по теореме умножения
вероятности независимых событий равна произведению вероятностей этих событий, т.о.

$$Q(t) = q_1(t) \cdot q_2(t) \cdot \ldots \cdot q_n(t). \quad (3)$$

5. Расчет надежности объектов, соединенных по схеме «в» (соединённых последовательно при общем резервировании) производится по формуле:

$$P(t) = 1 - \prod_{i=1}^{m}[1 - \prod_{i=1}^{n} P_i(t)] \quad (4)$$

6. Расчёт надёжности объектов, соединённых по схеме «г» (последовательно при раздельном резервировании) производится по формуле:

$$P(t) = \prod_{j=1}^{m}(1 - \prod_{i=1}^{n}[1 - P_i(t)]) \quad (5)$$

7. Выводы о прикладном значении задач должны давать ответ на вопрос: "Какие рычаги дает та или иная задача в руки выпускника, с помощью которых можно управлять эффективностью использования парка?»

8. Выполнение практического занятия студент оформляет в виде отчета по форме, в которой указывается цель и задачи работы, и описывается выполнение задания:

1. (Записывается определение изученных понятий и формул теорем сложения и умножения вероятностей).
2. (Приводится решение задач с записью условий согласно своему варианту, порядка решения и выводов по каждое решенной задаче и в соответствии с пунктом 7).

№ варианта	Задача № 1				Задача № 2	Задача № 3				Задача № 4			
	$P_{дв}(t)$	$P_{ж.н.к.}(t)$	$P_{мол}(t)$	$P_{копу}(t)$	$q_1(t)= q'_1(t)= = q''_1(t)$	$P_1(t)= P'_1(t)$	$P_2(t)= P'_2(t)$	$P_3(t)= P'_3(t)$	$P_4(t)= P'_4(t)$	$P_1(t)= P'_1(t)$	$P_2(t)= P'_2(t)$	$P_3(t)= P'_3(t)$	$P_4(t)= P'_4(t)$
1	0,93	0,84	0,80	0,75	0,11	0,90	0,85	0,89	0,91	0,93	0,87	0,90	0,91
2	0,92	0,85	0,81	0,76	0,12	0,91	0,86	0,88	0,90	0,94	0,88	0,91	0,87
3	0,94	0,83	0,82	0,77	0,13	0,92	0,87	0,90	0,89	0,90	0,89	0,92	0,88
4	0,91	0,86	0,83	0,78	0,14	0,93	0,88	0,91	0,86	0,95	0,90	0,87	0,93
5	0,90	0,87	0,84	0,79	0,15	0,94	0,89	0,93	0,87	0,92	0,86	0,88	0,90
6	0,93	0,80	0,85	0,80	0,16	0,95	0,90	0,97	0,93	0,96	0,85	0,89	0,91
7	0,92	0,84	0,86	0,81	0,17	0,96	0,91	0,96	0,88	0,97	0,86	0,90	0,93
8	0,94	0,85	0,87	0,82	0,18	0,97	0,92	0,85	0,86	0,95	0,87	0,91	0,89
9	0,91	0,86	0,88	0,83	0,19	0,93	0,93	0,93	0,85	0,94	0,88	0,87	0,92
10	0,92	0,89	0,89	0,84	0,20	0,94	0,94	0,94	0,84	0,90	0,91	0,85	0,87
11	0,93	0,88	0,90	0,85	0,10	0,90	0,95	0,95	0,86	0,91	0,84	0,87	0,93
12	0,92	0,89	0,91	0,86	0,11	0,96	0,96	0,90	0,90	0,92	0,85	0,86	0,90
13	0,90	0,91	0,88	0,87	0,12	0,95	0,97	0,97	0,85	0,93	0,86	0,86	0,91
14	0,89	0,92	0,87	0,88	0,13	0,91	0,90	0,91	0,87	0,94	0,87	0,85	0,89
15	0,87	0,90	0,86	0,89	0,14	0,92	0,92	0,88	0,91	0,95	0,88	0,86	0,90
16	0,92	0,85	0,85	0,90	0,15	0,89	0,93	0,87	0,92	0,92	0,89	0,87	0,88
17	0,90	0,88	0,84	0,91	0,16	0,90	0,94	0,86	0,90	0,90	0,93	0,88	0,89
18	0,93	0,86	0,83	0,92	0,17	0,91	0,95	0,85	0,87	0,94	0,91	0,89	0,85
19	0,87	0,91	0,82	0,93	0,18	0,92	0,96	0,84	0,88	0,86	0,89	0,90	0,92
20	0,88	0,90	0,81	0,94	0,19	0,93	0,97	0,87	0,89	0,87	0,92	0,89	0,91
21	0,89	0,87	0,80	0,95	0,20	0,94	0,89	0,88	0,90	0,88	0,87	0,93	0,89
22	0,91	0,88	0,82	0,86	0,10	0,95	0,90	0,89	0,91	0,89	0,85	0,86	0,97
23	0,87	0,89	0,83	0,87	0,11	0,89	0,92	0,90	0,87	0,90	0,86	0,91	0,94
24	0,92	0,86	0,84	0,90	0,12	0,90	0,93	0,91	0,88	0,91	0,89	0,90	0,93
25	0,85	0,82	0,85	0,91	0,13	0,91	0,88	0,88	0,94	0,97	0,84	0,87	0,92
26	0,86	0,83	0,87	0,91	0,14	0,92	0,90	0,93	0,90	0,92	0,90	0,88	0,86
27	0,87	0,84	0,86	0,89	0,15	0,93	0,91	0,94	0,87	0,93	0,97	0,89	0,95
28	0,88	0,84	0,96	0,92	0,16	0,94	0,93	0,95	0,85	0,94	0,88	0,90	0,94
29	0,89	0,89	0,86	0,93	0,17	0,95	0,92	0,94	0,84	0,95	0,89	0,91	0,93
30	0,90	0,87	0,91	0,88	0,18	0,96	0,94	0,87	0,91	0,96	0,90	0,86	0,92

Основная литература

1. Тимошенков, С. П. Основы теории надежности : учебник и практикум для вузов / С. П. Тимошенков, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 445 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8193-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/450484 (дата обращения: 26.10.2021).

Дополнительная литература

1. Худяков, В. М. Практикум по основам теории надежности и диагностики : учебное пособие / В. М. Худяков, С. В. Ворохобин. — Владивосток : МГУ им. адм. Г.И. Невельского, 2021. — 92 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/20071 (дата обращения: 22.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Атапин, В. Г. Основы теории надежности : учебное пособие / В. Г. Атапин. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2020. — 94 с. — ISBN 978-5-7782-3230-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/91297.html (дата обращения: 22.10.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Периодические издания

1. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева: науч.-производ. журн. / учредитель и издатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева. – 2020 – Рязань, 2020 - 2018. – Ежекварт. – ISSN 2077-2084.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

ЭБС «Лань». - Режим доступа: https://e.lanbook.com

ЭБС «Юрайт». - Режим доступа: https://biblio-online.ru

ЭБС «IPRbooks». - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru

Электронная библиотека РГАТУ – Режим доступа: http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp

Гарант – Режим доступа :http://www.garant.ru

«КонсультантПлюс» - Режим доступа: http://www.consultant.ru

eLIBRARY – Режим доступа: https://elibrary.ru/defaultx.asp?

ЭБ ИЦ «Академия» - http://www.academia-moscow.ru/

ЭБС «Троицкий мост» - http://www.trmost.ru/lib-main.shtml?all_books

ЭБС «ZNANIUM.COM» - http://znanium.com

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА

АВТОДОРОЖНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА СТРОИТЕЛЬСТВА ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ И
МЕХАНИКИ

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ТРАНСПОРТЕ В СИСТЕМЕ КОМПАС-ГРАФИК

методическое пособие

Рязань 2024 г.

УДК 62-1.(075.8)
ББК 65.291.591я73
Б77

***Рецензенты*:**

Г.К.Рембалович – доцент кафедры «Технологии конструкционных материалов, надежность и ремонт машин», ФГБОУ ВО РГАТУ, доктор технических наук;

И.И.Кащеев – старший преподаватель кафедры «Строительства инженерных сооружений и механика» ФГБОУ ВО РГАТУ.

Компьютерное моделирование на транспорте в системе компас-график// **Б77** метод. пособие/ А.И.Бойко, С.Н.Борычев – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2024. – 136 с.

Методическое пособие включает в себя 7 лабораторных работ, выполняемых студентами по курсу «Компьютерное моделирование на транспорте». Каждая из которых включает в себя практические рекомендации по выполнению графических построений, порядку выполнения работы и составления отчета.

Методическое пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям: 23.03.01 – Технология транспортных процессов , профилей: " Организация перевозок на автомобильном транспорте ".

Методическое пособие рассмотрено и одобрено на заседании кафедры СИСиМ протокол № 8 от 20.03.2024 г.

Зав. кафедрой, д.т.н., профессор С.Н. Борычев

ББК 65.291.591я73
© Бойко А.И., Борычев С.Н.

Содержание

...

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	4
ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №1 «Интерфейс системы Компас-график и работа с ним»	7
ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №2 «Команды построения геометрических объектов»	19
ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №3 «Команды выделения»	53
ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №4 «Команды редактирования»	67
ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №5 «Команды простановки размеров»	83
ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №6 «Команды простановки обозначений»	98
ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №7. «Создание и оформление чертежа»	120
Библиографический список	134

Введение

Система КОМПАС-3D - это мощная, динамично развивающаяся инженерная система автоматизации проектирования самых разнообразных объектов: от простейших деталей, узлов до сложных машиностроительных, архитектурных и строительных объектов.

Система КОМПАС-3D позволяет автоматизировать процесс разработки изделий путем параметрического моделирования, которое управляет взаимным расположением элементов конструкции и автоматически обновляет модели и чертежи в процессе внесения в них изменений. Имея такие мощные возможности, система позволяет повысить производительность проектирования в несколько раз.

Система КОМПАС-3D включает в себя три основные компоненты:

- систему трехмерного твердотельного моделирования КОМПАС-3D;
- чертежно-графический редактор КОМПАС-ГРАФИК;
- систему проектирования спецификаций.

Система трехмерного твердотельного моделирования КОМПАС-3D предназначена для создания трехмерных ассоциативных моделей отдельных деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы.

Чертежно-графический редактор КОМПАС-ГРАФИК предназначен для автоматизации проектно-конструкторских работ в машиностроении, архитектуре, строительстве, составлении планов и схем - везде, где необходимо разрабатывать и выпускать чертежную и текстовую документацию.

Система проектирования спецификаций предназначена для выпуска разнообразных спецификаций, ведомостей и прочих табличных документов.

В дальнейшем нашей целью будет изучить один из главных компонентов системы КОМПАС-3D: КОМПАС-ГРАФИК.

КОМПАС-ГРАФИК обеспечивает эффективную автоматизацию проектно-конструкторских работ в различных отраслях деятельности. В машиностроении, архитектуре, строительстве, составлении планов и схем -везде, где необходимо разрабатывать и выпускать графические и текстовые документы.

Графический редактор позволяет разрабатывать и выпускать различные документы - эскизы, чертежи, схемы, плакаты и т. д.

КОМПАС-ГРАФИК позволяет работать со всеми типами графических примитивов, необходимыми для выполнения любого построения. К ним относятся точки, прямые, отрезки, окружности, эллипсы, дуги окружностей и эллипсов, многоугольники, ломаные линии, кривые NURBS (в том числе кривые Безье). Разнообразные способы и режимы построения этих примитивов (например, команды создания фасок, скруглений, эквидистант, построения отрезков и окружностей, касательных к объектам и т. п.) избавляют пользователя от необходимости производить сложные вспомогательные построения. Для ускорения построений можно использовать локальные системы координат, разномасштабную сетку и механизм глобальных и локальных объектных привязок.

В графический документ может быть вставлено растровое изображение формата BMP, PCX, DCX, JPEG, TIFF.

Возможна также запись любого КОМПАС-документа в растровый файл. Получение таких файлов может потребоваться, например, для полиграфического воспроизведения документации. Поддерживаются следующие растровые форматы: BMP, TIFF, GIF, JPEG, PNG, TGA При этом можно настроить различные параметры записи: масштаб, количество цветов, разрешение и др.

Одной из самых сильных сторон КОМПАС-ГРАФИК традиционно является полная поддержка ЕСКД. Поддерживаются стандартные (соответствующие ЕСКД) и пользовательские стили линий и штриховок. Реализованы все типы линейных, угловых, радиальных и диаметральных размеров (включая наклонные размеры, размеры высоты и размеры дуги). Автоматически выполняются простановка допусков и подбор квалитета по заданным предельным отклонениям. Среди объектов оформления - все типы шероховатостей, линий-выносок, обозначения баз, допусков формы и расположения поверхностей, линии разреза, сечения, стрелки направления взгляда, штриховки, тексты, таблицы.

Реалистичный режим заполнения граф основной надписи и текста технических требований облегчает оформление документа. В комплект поставки КОМПАС-ГРАФИК входит библиотека стандартных основных надписей графических документов; возможно создание пользовательских основных надписей. КОМПАС-ГРАФИК обеспечивает пользователя всеми инструментами, необходимыми для редактирования чертежа. Выполняются операции сдвига, копирования, поворота, масштабирования, симметричного отображения, деформации, удаления, выравнивания. Поддерживается перенос и копирование объектов через буфер обмена, перетаскивание мышью характерных точек объектов.

Лабораторное занятие №1
Интерфейс системы Компас-график и работа с ним»

1.1. Пуск системы КОМПАС-3D

Пуск системы КОМПАС-3D может быть осуществлен несколькими способами (MS Windows).

Первый способ:

■ найдите на рабочем столе операционной системы *ярлык системы КОМПАС-3D* и щелкните по нему один (два) раза левой кнопкой мыши.

Второй способ:

■щелкните на рабочем столе операционной системы левой кнопкой мыши по кнопке *Пуск,* расположенной в нижнем левом углу рабочего стола.

■далее наведите курсор во всплывающем меню на пункт *Программы,* затем *Аскон,* далее *КОМПАС-3DV... и КОМПАС-3D V....*

(Пуск-> Программы- Аксон КОМПАС-3D..->КОМПАС-3DV...)

Третий способ:

■ необходимо найдите файл, который поддерживается системой *КОМПАС3D* и щелкните по нему один (два) раза левой кнопкой мыши, автоматически произойдет запуск программы.

В результате запуска системы появится диалоговое окно *Вид приложений* (рис. 1.1), выбираем стиль приложения который будет использоваться и нажимаем *ОК.*

Далее создаем новый документ, нажимаем (ctrl+N) на клавиатуре, на панели инструментов *Стандартная,* или щелкните *Файл Создать.* В результате появится диалоговое окно *Новый документ* (рис.1.2),где к компоненту КОМПАС-ГРАФИК относятся документы *Чертеж* и *Фрагмент.* Выбираем *Чертеж :*и нажимаем *ОК.*

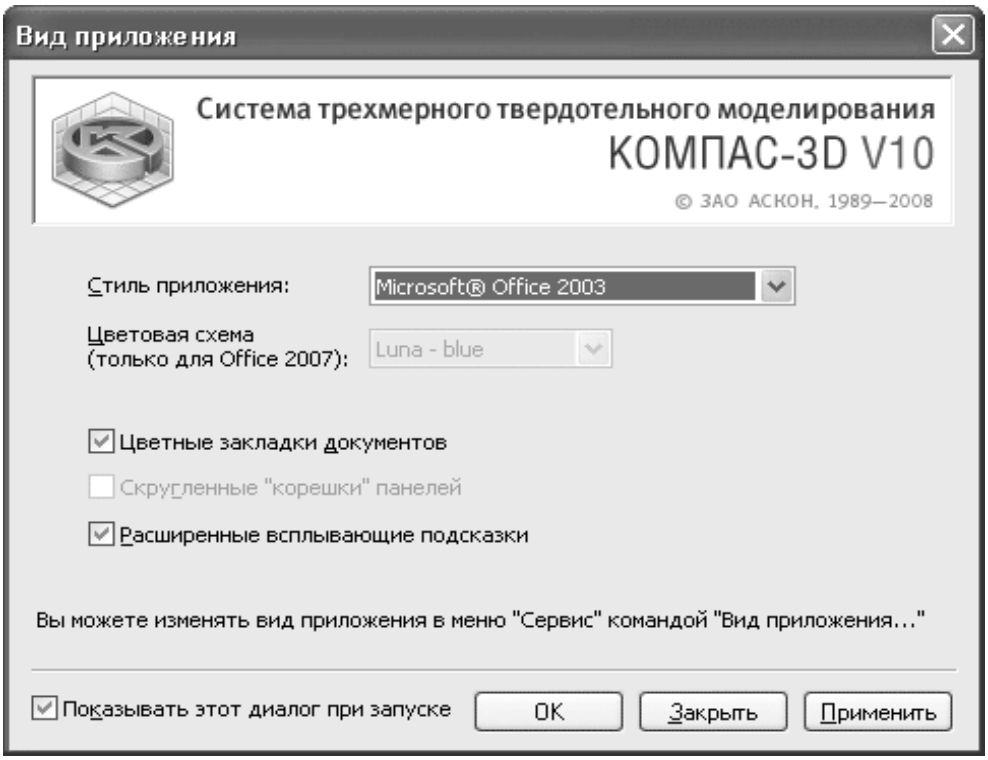


Рисунок 1.1. Диалоговое окно Вид приложения

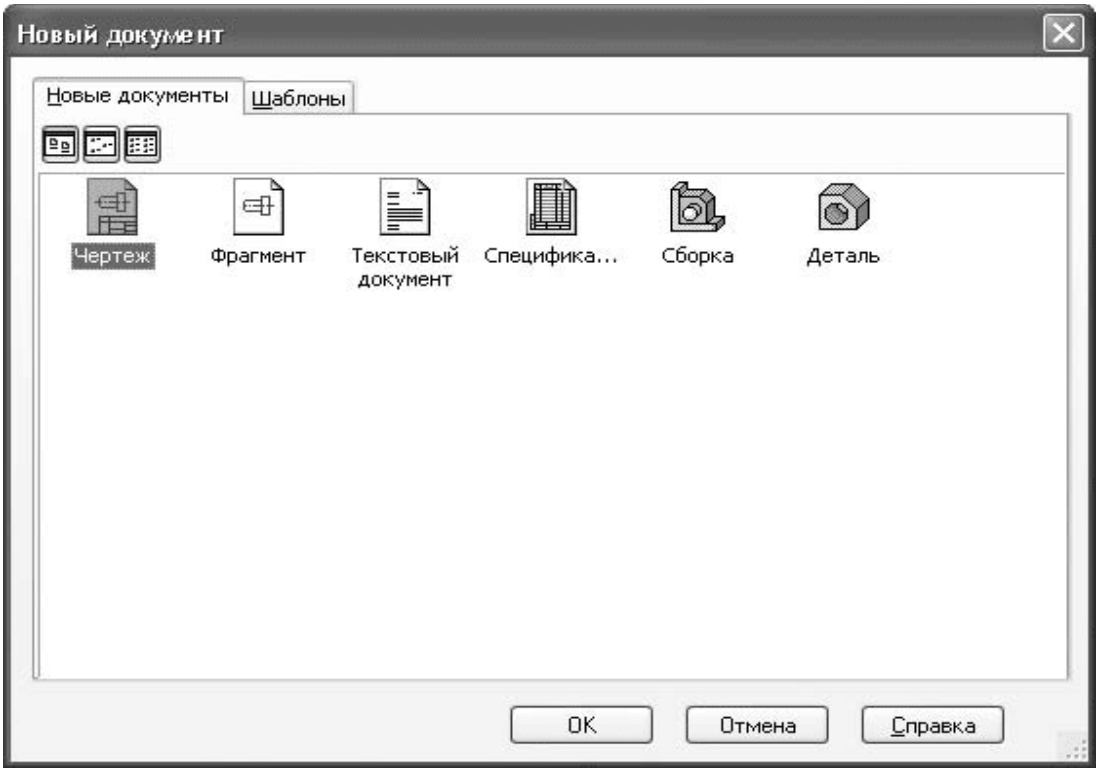


Рисунок 1.2. Окно выбора создания документа

1.2. Структура интерфейса системы КОМПАС-3D

Интерфейсом называется оболочка программы продукта, осуществляющая взаимосвязь между пользователем и ядром программы

Система КОМПАС-3D имеет несколько режимов работы, каждый из которых имеет специализированный интерфейс — главное окно. Режимов работы шесть: Чертеж, Фрагмент, Текстовый документ, Спецификация, Сборка и Деталь (рис 1.2). Так как нами разбирается работа в КОМПАС-ГРАФИК, то изучим главное окно Чертежа, которое мало отличается от главного окна Фрагмента.

Нами было ранее запущен *Чертеж,* разберем структуру его главного окна (рис. 1.3). В верхней строке главного окна - *заголовке окна* - дается название и номер версии системы - КОМПАС-3DV.... Далее в квадратных скобках указывается тип открытого документа имя файла (документа), с которым в настоящее время работает система.

Во второй строке главного окна расположены:

■ в начале строки - пиктограмма вызова всплывающего меню для управления окном;

■ пункты *главного меню* для выбранного режима работы;

■ в конце строки - кнопки управления окном.

В третьей и четвертой строках расположены соответственно *панели инструментов* Стандартная, Текущее состояние и Вид.

В середине экрана располагается рабочая область, в которой непосредственно выполняются все операции, связанные с построением, оформлением или редактированием нужного объекта. Все остальные элементы главного окна предназначены для обслуживания данной рабочей области системы.

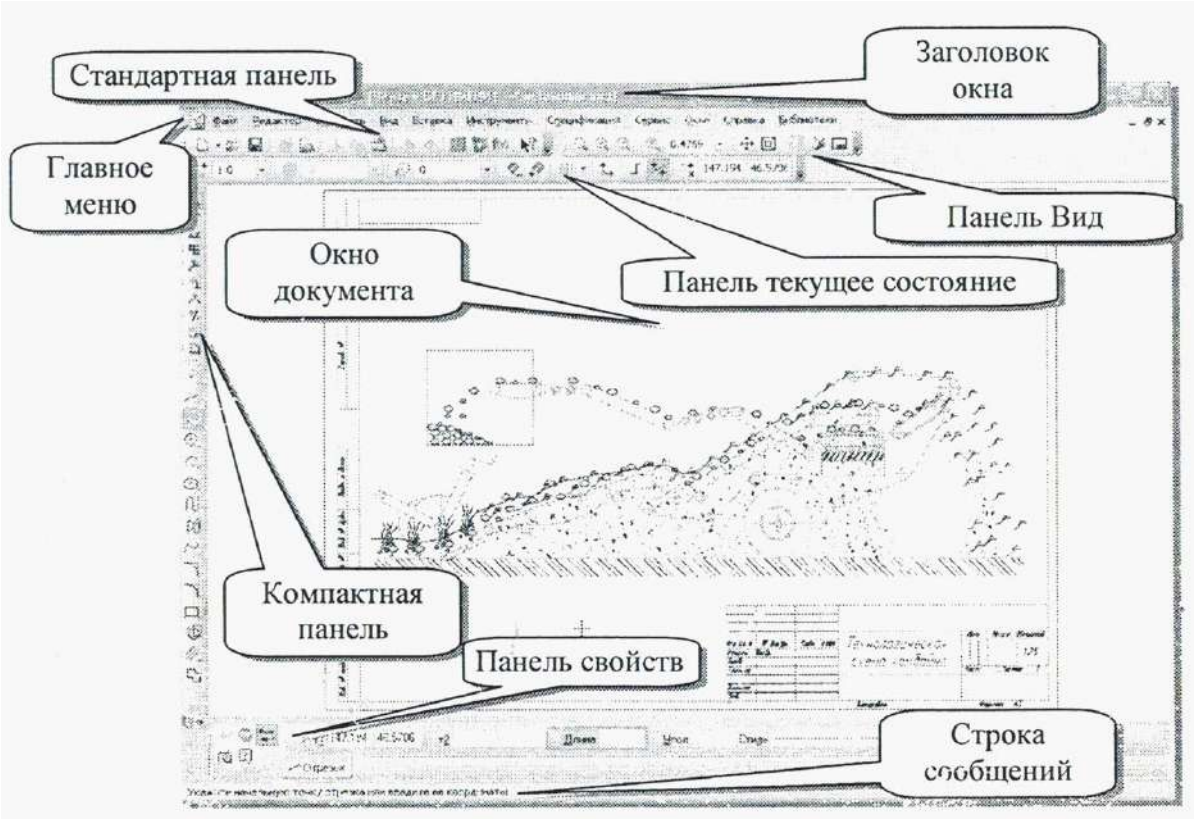


Рисунок 1.3. Элементы интерфейса в режиме создания чертежа.

В любой части экрана, по желанию пользователя, может располагаться *Компактная панель.*

Внизу, вверху, слева или справа рабочей области может располагаться, по мере необходимости, *Панель свойств.*

Самая нижняя строка главного окна системы - *Строка сообщений.* В ней выводятся сообщения системы, относящиеся к выполнению текущей команды или к тому элементу рабочего окна, на который указывает курсор.

1.2.1.Панели инструментов

Для облегчения работы в системе имеются многочисленные панели инструментов с кнопками, которые соответствуют определенным командам системы.

Если указатель мыши задержать на какой-либо кнопке панели инструментов, через некоторое время появится название этой кнопки, а в строке состояний кратко расшифруется действие этой кнопки. Для использования

кнопки панели инструментов установите на нее указатель мыши и щелкните левой кнопкой.

При любом режиме работы системы желательно, чтобы в главном окне присутствовали три панели инструментов: Стандартная, Вид и Текущее состояние.

Панель инструментов **Стандартная** показана на рис. 1.4



Рисунок 1.4. Панель инструментов Стандартная.

Панель инструментов *Стандартная* включает следующий набор кнопок:

1. *Создать* - вызывает на экран диалоговое окно *Новый документ* для создания нового КОМПАС-документа;

2. *Открыть* - вызывает диалоговое окно *Выберите файлы для открытия,* с помощью которого можно выбрать и открыть нужный файл;

3. *Сохранить* - вызывает диалоговое окно *Выберите файлы для записи,* с помощью которого можно сохранить файл. Действие кнопки аналогично действию пунктов меню *Файл-Сохранить;*

4. Печать - позволяет настроить параметры вывода текстового документа или спецификации на печать;

5. Предварительный просмотр - позволяет перейти в режим предварительного просмотра и печати документов;

6. Вырезать - удаляет выделенные объекты и помещает их в буфер обмена данными;

7.Копировать - действует точно также, что и кнопка *Вырезать,* только выделенные объекты остаются на месте;

8. *Вставить* - позволяет вставлять копию содержимого буфера обмена в активный документ;

9. *Отменить* - отменяет предыдущее действие пользователя, если это возможно;

10. Повторить - восстанавливает отмененное действие пользователем, если это возможно;

11. *Менеджер библиотек* - включает или отключает отображение на экране *Менеджера библиотек.*

12. Переменные - включает или отключает отображение на экране диалоговое окно *Переменные* для работы с переменными и уравнениями графического документа *Эскиз* и переменными документа *Модель;*

13. Справка - позволяет получить справку по командам, кнопкам и другим пигментам интерфейса КОМПАС-3D;

14.*Другие кнопки* - вызывает всплывающее меню с одним пунктом *Добавить/удалить кнопки.*

Панель инструментов *Вид* зависит от режима, в котором работает система, для режима *Чертеж* и *Фрагмент* панель выглядит, как показано на рисунке 1.5.



Рисунок 1.5. Панель инструментов Вид.

Панель инструментов *Вид* включает кнопки:

1. *Увеличить масштаб рамкой* - позволяет изменить масштаб отображения в активном окне с помощью прямоугольной рамки;

2. Уменьшить масштаб -позволяет увеличить масштаб отображения в активном окне в 1,2 раза по умолчанию;

3. *Уменьшить масштаб* - позволяет уменьшить масштаб отображения в активном окне в 1,2 раза по умолчанию;

4. *Текущий масштаб* - показывает в текстовом поле справа текущий масштаб отображения в активном окне;

Сдвинуть - позволяет сдвинуть изображение в активном окне. После щелчка по кнопке *Сдвинуть* форма курсора изменится. Она превратится в четырех стороннюю стрелку. Нажмите левую кнопку мыши и, удерживая ее нажатой, перемещайте курсор. Вслед за движением курсора будет перемещаться изображение;

5. *Приблизить/отдалить изображение* - позволяет плавно менять масштаб, приближая или отдаляя изображение. Нажмите левую кнопку мыши и перемещайте курсор в вертикальном направлении. При движении курсора вверх изображение будет плавно увеличиваться, в обратном

направлении - уменьшаться;

7. *Перестроить* позволяет перестроить и/или переместить объекты так, чтобы их форма, параметры и положение соответствовали положению опорных объектов и не противоречили наложенным на них сопряжениям;

8. *Обновить изображение* - позволяет обновить изображение в активном окне;

9. *Показать все* - изменяет масштаб отображения в активном окне таким образом, чтобы в нем был виден полностью весь документ.

Панель инструментов *Текущее состояние* зависит от режима, в котором работает система, в режиме *Чертежа* и *Фрагмента* панель выглядит так, как показано на рисунке 1.6.

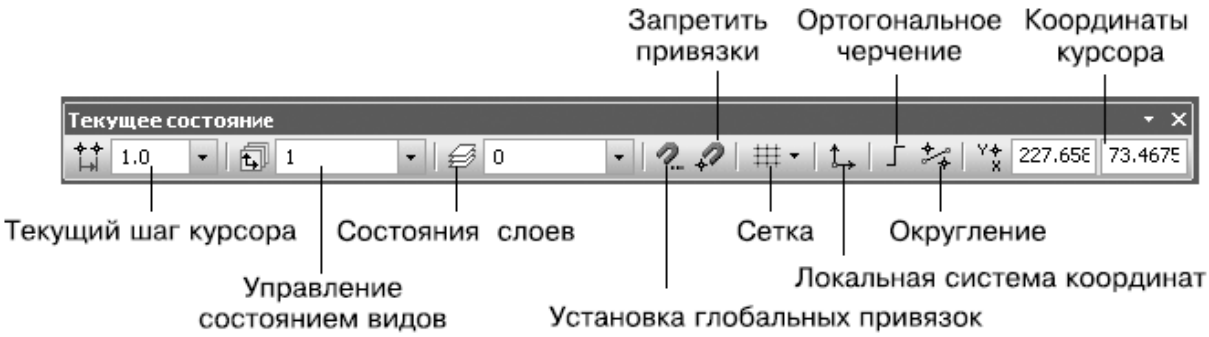


Рисунок 1.6. Панель инструментов Текущее состояние.

Она включает многочисленные кнопки:

1. *Текущий шаг курсора* - в поле справа отображается значение шага курсора, то есть расстояние, на которое переместится курсор при однократном нажатии клавиши перемещения (любой из клавиш со стрелками). Можно ввести или выбрать из списка другое значение шага;

2. *Состояния видов* - выводит на экран диалоговое окно *Менеджер документа,* в котором можно изменить параметры существующих видов и создать новые виды;

3. *Состояния видов* - выводит на экран список состояний видов;

4. *Состояния слоев* - выводит на экран диалоговое окно *Менеджер документа,* в котором можно изменить параметры существующих слоев и создать новые слои;

5. *Установка глобальных привязок* - вызывает диалоговое

окно *Установка глобальных привязок,* в котором можно включить или отключить какие-либо глобальные привязки и настроить их работу;

6. Запретить привязки - отключает действие всех глобальных привязок;

7. Сетка - позволяет включить или выключить отображение вспомогательной сетки в активном окне;

8.Локальная система координат - позволяет создавать в текущем виде чертежа или во фрагменте различные локальные системы координат, устанавливая, любую из них в качестве текущей СК, а также изменять их параметры;

9 Ортогональное черчение - служит для перехода в режим ортогонального черчения;

10. Округление – включает /выключает округление линейных величин до значений, кратных шагу курсора;

11. Координаты курсора - отображают текущие значения координат курсора по осям в текущей системы координат.

1.3. Контекстное меню

Контекстное меню предназначено для ускорения работы. Что бы его вызвать, надо нажать правую кнопку мыши в *окне документа.* В режиме *Чертежа* после нажатия, появится следующее контекстное меню (рис 1.7).

Внимание!!! Если появилось другое контекстное меню, проверьте:

1.Находитесь ли вы в режиме *Чертеж:* или *Фрагмент.*

*2.*Выключены ли команды (работающая команда обычно сопровождается наличием **Панели** свойств).

Остановимся на пункте *Параметры текущего чертежа* (рис 1.7). С помощью этого пункта можно изменить параметры листа, т. е. его формат и оформление. При нажатии на него появляется диалоговое окно *Параметры* (рис.1.8). Так же это диалоговое окно можно вызвать: *Сервис Параметры.* Далее следует выбрать вкладку *Текущий чертеж* (позиция 1), если активна другая. Затем нажать на прокрутку (позиция 2), что бы просмотреть скрытые позиции и нажать на пункт *Параметры первого листа* ***Параметры листа.*** **Для изменения** параметра листа необходимо левой кнопкой мыши нажать на *Формат* и в *Обозначение* выбрать необходимый формат листа. Положение

листа меняется в *Ориентация.* Для изменения оформления листа, нажмите левой кнопкой мыши на *Оформление* и затем на три точки *(выбрать)*. В появившемся диалоговом окне *Выберите стиль оформления* можно выбрать различные стили оформления.

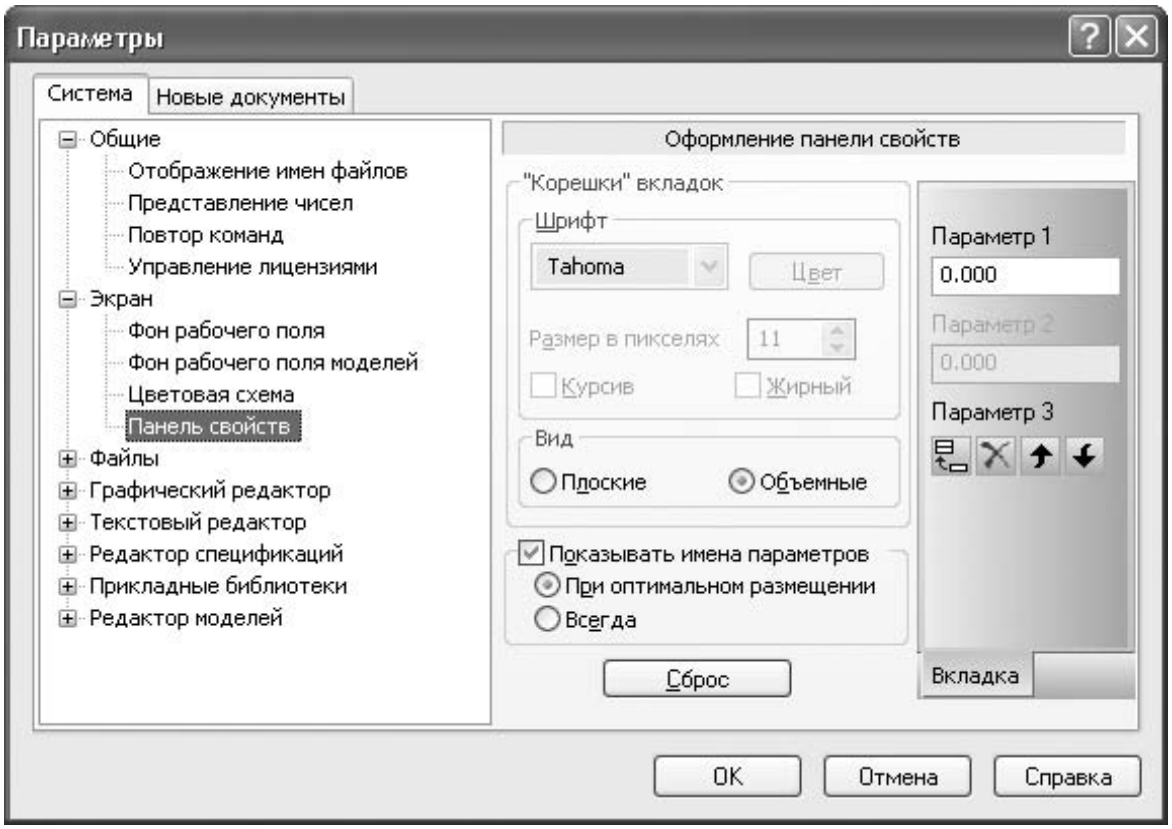


Рисунок 1.8 Параметры редактирования графических документов.

Внимание!!!. Если вы обладатель сокращенной версии КОМПАС-3D LT, и вам нужно создать *Текстовый документ* или *Спецификацию,* а у вас таких режимов нет, то их можно создать в режиме *Чертеж.* Для этого надо изменить стиль оформления, для спецификации на имя стиля *«Спецификация. Первый лист/Посл, лист ГОСТ 2.106-96 Ф1/Ф1а»* и для текстового документа на *«Без основной надписи».*

1.4. Основные операции с документами 1.4.1. Создание нового документа

Создать новый документ можно несколькими способами. Смотри выше, Запуск системы КОМПАС-3D.

1.4.2. Сохранение документа

Чтобы сохранить документ на диске:

■ щелкните в главном меню по пункту *Файл.* Появится выпадающее меню, щелкните в нем по пункту *Сохранить* и присвойте файлу имя.

■ или щелкните на панели инструментов *Стандартная* по кнопке *Сохранить* и присвойте файлу имя.

Для записи документа под другим именем, например, для ранее сохраненного документа:

■ щелкните в главном меню по пункту *Файл.* Появится выпадающее меню, щелкните в нем по пункту *Сохранить как.* Появится диалоговое окно: укажите новое имя файла для записи.

Внимание!!!

Указывайте правильно имя файла и задавайте нужный путь/место его сохранения. Файлы можно сохранять с различными расширениями *(Тип файла),* для возможности работы файлов в других аналоговых программах и программах для просмотра изображений.

1.4.3. Закрытие документа и выход из программы

Чтобы закрыть документ, щелкните в главном меню по пункту *Файл,* в появившемся меню по пункту *Закрыть* или закрыть документ можно нажав «х» в строке *Заголовок окна.*

Если надо закрыть окно только одного документа, а остальные чтобы остались, необходимо нажать «х» в конце строки *Главное меню.*

1.4.4. Вывод документа на печать (плоттер/принтер)

Для вывода документа на печать, необходимо нажать на кнопку *(Предварительный просмотр)* или *Файл - Предварительный просмотр.* Появится окно предварительного просмотра перед выводом документа на печать (рис. 1.9). Затем необходимо настроить плоттер/принтер, параметры вывода. Если чертеж не помещается на один лист, формат который поддерживает плоттер/принтер (см. рис. 1.9), то следует уменьшить его масштаб. Лучше автоматически, нажимаем *Сервис-Подогнать*

масштаб, появится диалоговое окно *Подгонка масштаба документа* (рис. 1.10). Необходимо, чтобы в пункте *Общее количество страниц* было значение «1», для этого уменьшаем значение *Количество страниц по горизонтали* и *Количество страниц по вертикали* поочередно до получения необходимого результата и нажимаем *ОК.* Далее нажимаем значок принтера. Окно предварительного просмотра перед выводом документа на печать (рис. 1.9)

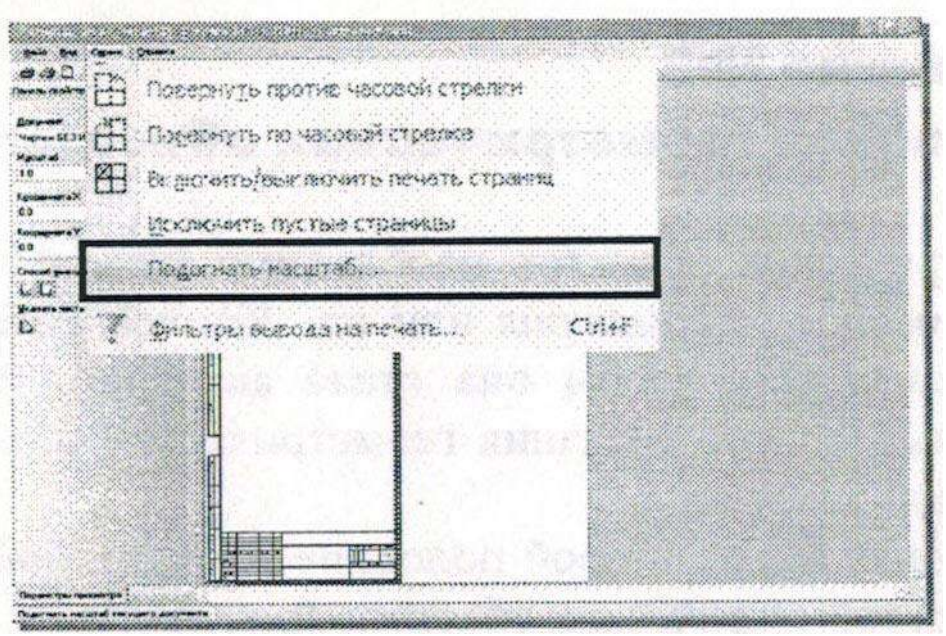


Рисунок 1.9. Окно предварительного просмотра.

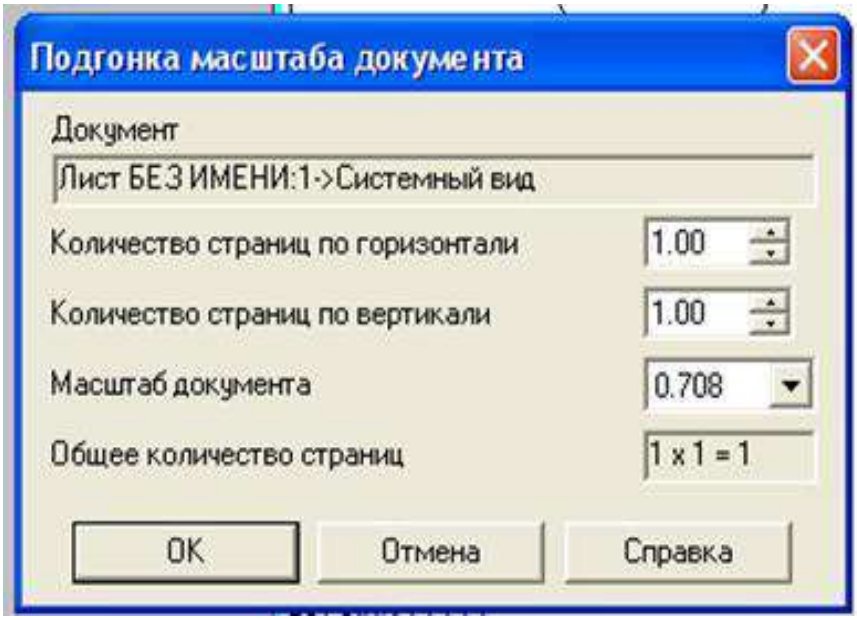


Рисунок 1.10. Диалоговое окно Подгонка масштаба документа.

Задание

Создать три документа *«Чертеж».*

Первый документ - изменить формат листа на А3 расположение горизонтальное, стиль оформления не изменять. Заполнить штамп. Чтобы заполнить штамп, нажмите дважды по нему или наведите на него курсор и нажмите правую кнопку мыши, в появившемся конспектном меню выберете *Заполнить основную надпись.* По окончанию заполнения штампа **обязательно** нажмите *Создать объект* на Панели свойств.

Второй документ - изменить стиль оформления на *«Спецификация. Первый лист, лист ГОСТ 2.106-96 Ф1».*

Третий документ - изменить стиль оформления на *«Без основной надписи».*

Лабораторное занятие №2
«Команды построения геометрических объектов»

Для создания геометрических объектов необходимо щелкнуть левой кнопкой мыши на *Инструменты - Геометрия* или на *Компактной панели* нажать на кнопку  *(Геометрия),* чтобы она стала активной. Разберем наиболее быстрый и удобный способ создания геометрических объектов, а именно, работа с *Компактной панелью.*

После нажатия на кнопку  , во второй половине *Компактной панели* появляются кнопки создания геометрических объектов.

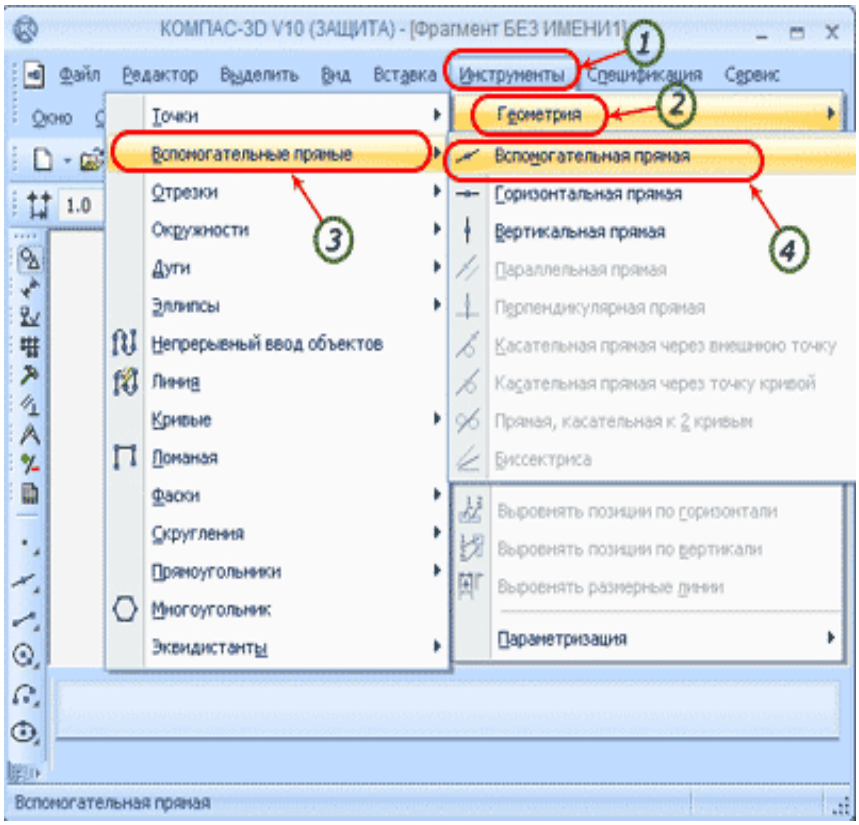


Рисунок 2.1 Панель геометрии.

Многие кнопки, находящиеся во второй половине *Компактной панели* - на панели инструментов, содержат маленькую стрелочку в правом нижнем углу. Эта стрелочка указывает, что возможен вызов расширенной (дополнительной панели) по данному объекту.

Чтобы вызвать дополнительную панель инструментов нужного объекта:

■ щелкните по кнопке с нужным объектом и несколько задержите ее нажатой. Появится дополнительная панель инструментов для данного объекта. Дополнительная панель будет перпендикулярна исходной панели инструментов *Геометрия;*

■удерживая нажатой левую кнопку мыши, переместите указатель мыши на нужную вам кнопку и отпустите ее. Указанная кнопка станет на место кнопки, по которой был сделан щелчок мыши. Одновременно с вызовом объекта (команды) - щелчком по той или иной кнопке обеспечит вызов в главное окно соответствующей *Панели свойств.*

Для облегчения работы с системой используйте подсказки, которые появляются в *строке сообщений* после каждого вашего действия.

Для завершения выполнения команды щелкните на *Панели свойств* по кнопке *(Прервать команду)* или нажмите клавишу Esc.

Для точного позиционирования курсора воспользуйтесь привязками или меню геометрического калькулятора в полях на *Панели свойств.*

Если на *Панели свойств* присутствует группа переключателей *Оси,* то она управляет отрисовкой осей симметрии объекта (например, построение окружности).

После ввода каждого параметра объекта в полях *Панели свойств* необходимо нажать клавишу *Enter*для фиксации ввода значений по каждому параметру. Рассмотрение кнопок и соответствующей ей команды начнем слева направо с учетом дополнительных панелей инструментов.

2.1. Построение точек

Объект Точка имеет дополнительную (расширенную) панель инструментов представленную на рисунке 2.2.

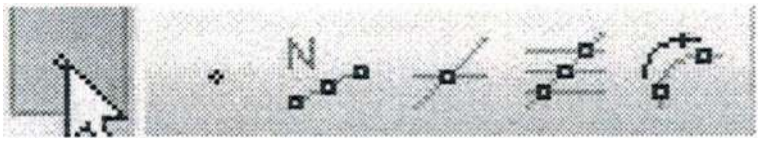


Рисунок 2.2. Расширенная панель Точка.

2.1.1. Точка—кнопка, щелчком но котором, вызывается *Панель свойств: Точка.* Она позволяет строить произвольно расположенную точку.

Для построения точки щелкните мышью на рабочем листе в месте установки точки или введите координаты точки на одноименной *Панели инструментов* 

(Alt+x). Для точного позиционирования курсора воспользуйтесь привязками или меню геометрического калькулятора для поля на т 

Панели свойств: Точка.

2.1.2. Точка по кривой - кнопка, щелчком по которой, вызывается соответствующая *Панель свойств.* Она позволяет построить нескольких точек, равномерно расположенных на какой-либо кривой.

Для построения *точек по кривой* установите *На панели свойств* в поле *Количество участков* необходимое значение, на которые проставленные точки должны разбить кривую, и щелкаем мышью по кривой, на которой должны быть равномерно распложены заданное число точек.

Если кривая не замкнута, точки будут построены сразу после ее указания. Первая точка будет совпадать с начальной точкой кривой, последняя - с конечной.

Если кривая замкнута, то после ее указания требуется задать положение первой точки на ней *(определить точку т.1).*

Если указанная точка не принадлежит выбранной кривой, то положение первой точки будет определяться проекцией указанной точки на кривую.

2.1.3. Точки пересечения двух **кривых** - она позволяет построить точки в гестах пересечений кривых.

Для построения точки пересечения двух кривых, щелкните мышью по первой кривой, она выделится красным цветом, затем щелкните мышью по второй кривой, она тоже выделится красным цветом. Одновременно появится точка пересечения двух кривых.

2.1.4. Все точки пересечения кривой — она позволяет построить точки в местах всех пересечений указанной кривой с другими кривыми.

Для построения всех точек пересечения кривой, щелкните мышью по первой кривой, она выделится красным цветом, затем щелкните мышью по второй кривой, и она выделится красным цветом. Одновременно появится точка пересечения двух кривых. Щелкните мышью по третьей кривой. Она также выделится красным цветом. Одновременно появится точка пересечения третьей кривой и первой. И так далее.

2.1.5.  **Точка на заданном расстоянии** она позволяет построить точки на кривой, находящиеся на заданном расстоянии от указанной точки на этой же кривой (базовой точки) и друг от друга.

Для построения точки на заданном расстоянии, введите на *Панели свойств: Точка на заданном расстоянии* в поле *Количество точек* количество точек, которые требуется создать, щелкните мышью по кривой, на которой должны быть расположены заданное число точек. Она выделится красным цветом, затем щелкните на кривой в месте расположения базовой точки - точки т.1. Если указанная точка не принадлежит выбранной кривой, то положение базовой точки будет определяться проекцией указанной точки на кривую и введите на *Панели свойств: Точка на заданном расстоянии* в поле *Расстояние* между базовой точкой и первой создаваемой точкой. Если создается несколько точек, то указанное значение будет определять также расстояния между ними. При перемещении курсора в разные стороны от базовой точки на экране отображаются фантомы точки (точек), которые могут быть построены. Щелкните по нужному вам фантому для его фиксации.

2.2. Построение вспомогательных прямых

В системе Компас имеется большой набор вспомогательных прямых, которые широко используются для построения чертежей.

Объект *вспомогательные прямые* имеет дополнительную (расширенную) панель инструментов представленную на рисунке 2.3.

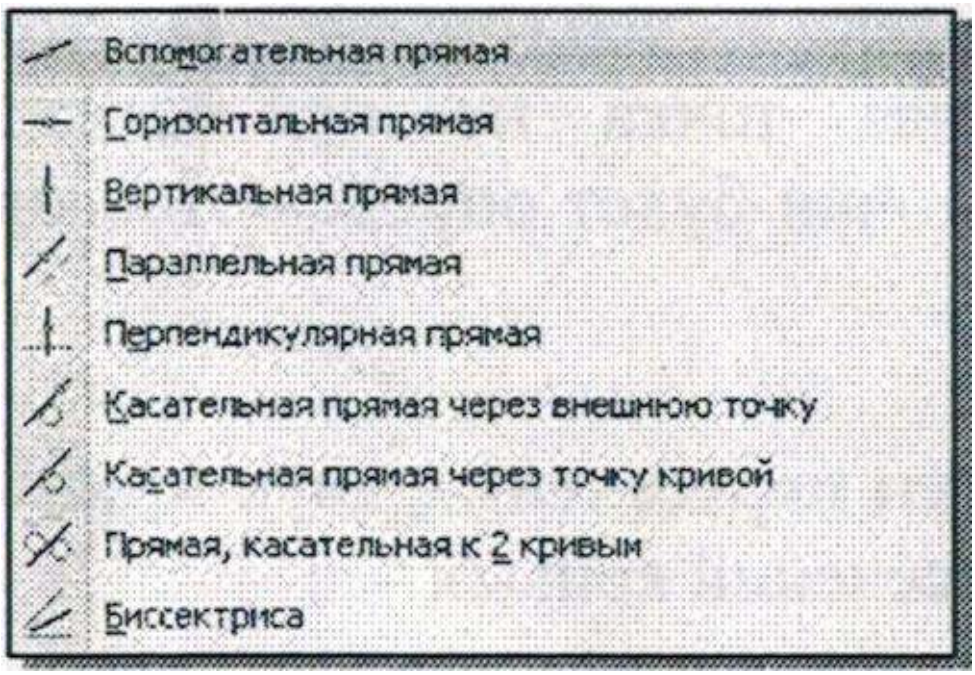


Рисунок 2.3. Расширенная панель Вспомогательных прямых

2.2.1. Построение вспомогательной прямой

Для построения вспомогательной прямой щелкните на *Компактной панели* по кнопке и держите нажатой левую кнопку мыши. Появится всплывающая (расширенная) панель инструментов с кнопками для построения различных вспомогательных прямых, теперь переместите указатель мыши с нажатой левой кнопкой мыши на кнопку *(Вспомогательная прямая)* и отпустите кнопку мыши. В строке сообщений появится подсказка: *«Укажите первую точку вспомогательной прямой или введите ее координаты».*

Затем переместите указатель мыши в местоположение первой точки вспомогательной прямой и щелкните мышью. В строке сообщений появится подсказка: *«Укажите вторую точку вспомогательной прямой или введите координаты»,* переместите указатель мыши в местоположение второй точки вспомогательной прямой и щелкните мышью, вспомогательная прямая построена. Нажимаем завершить или Esc для выхода из команды.

2.2.2. Построение горизонтальной прямой

Для построения горизонтальной вспомогательной прямой щелкните на *Компактной панели* по кнопке и держите нажатой левую кнопку мыши. Появится всплывающая (расширенная) панель инструментов с кнопками для построения различных вспомогательных прямых, теперь переместите указатель мыши с нажатой левой кнопкой мыши на кнопку  *(Горизонтальная прямая)* и отпустите кнопку мыши. В строке сообщений появится подсказка: *«Укажите точку на вспомогательной прямой или введите ее координаты».*

Переместите указатель мыши в точку, через которую должна пройти вспомогательная прямая и щелкните мышью. Появится горизонтальная вспомогательная прямая. Нажимаем завершить или Esc для выхода из команды.

2.2.3.Построение вертикальной прямой

Для построения вертикальной вспомогательной прямой щелкните на *Компактной панели* по кнопке и держите нажатой левую кнопку мыши. Появится всплывающая (расширенная) панель инструментов с кнопками для построения различных вспомогательных прямых, теперь переместите указатель мыши с нажатой левой кнопкой мыши на кнопку  *(Вертикальная прямая)* и отпустите кнопку мыши. В строке сообщений появится подсказка: *«Укажите точку на вспомогательной прямой или введите ее координаты».*

Переместите указатель мыши в точку, через которую должна пройти вспомогательная прямая и щелкните мышью. Появится вертикальная вспомогательная прямая. Нажимаем завершить или Esc для выхода из команды.

2.2.4. Построение параллельной прямой

Для построения параллельной вспомогательной прямой щелкните на *Компактной панели* по кнопке и держите нажатой левую кнопку мыши. Появится всплывающая (расширенная) панель инструментов с кнопками для построения различных вспомогательных прямых, теперь переместите указатель мыши с нажатой левой кнопкой мыши на кнопку  *(Параллельная прямая)* и отпустите кнопку мыши. В строке сообщений появится подсказка: *«Укажите отрезок или прямую для построения параллельной прямой».*

Переместите указатель мыши на отрезок или прямую, относительно которой должна быть построена параллельная прямая. Она высветится красным цветом. Появятся фантомы двух параллельных прямых. Они располагаются по разные стороны от указанного отрезка. При этом один фантом будет сплошной, а другой пунктирный. В строке сообщений появится подсказка: *«Укажите точку на прямой или введите координаты».*

Затем введите на клавиатуре значение расстояния от указанной прямой до строящейся параллельной прямой, и нажмите клавишу Enter. Зафиксируется первый фантом параллельной прямой, который был выделен сплошной линией, если нужно зафиксировать второй фантом еще раз нажмите Enter, если нет, выйдите из команды.

2.2.5.Построение перпендикулярной прямой

Для построения перпендикулярной вспомогательной прямой щелкните на *Компактной панели* по кнопке  и держите нажатой левую кнопку мыши. Появится всплывающая (расширенная) панель инструментов с кнопками для построения различных вспомогательных прямых, теперь переместите указатель мыши с нажатой левой кнопкой мыши на кнопку  *(Перпендикулярная прямая)* и отпустите кнопку мыши. В строке сообщений появится подсказка: *«Укажите кривую для построения перпендикулярной прямой».*

Переместите указатель мыши на отрезок или прямую, относительно которой должна быть построена перпендикулярная прямая, и щелкните мышью. Отрезок или прямая высветится красным цветом. Появится фантом перпендикулярной прямой. В строке сообщений появится подсказка: *«Укажите точку на вспомогательной прямой или введите ее координаты».*

Щелкните мышью в нужном местоположении перпендикулярной прямой или наберите на клавиатуре значение координаты X, нажмите клавишу Tab, а затем наберите значение Y, и нажмите Enter. Появится искомая перпендикулярная прямая. Выйдите из команды.

2.2.6. Построение касательной прямой через внешнюю точку.

Внимание!!! *Перед построением касательной прямой через внешнюю точку на эскизе, чертеже или фрагменте должна быть кривая (окружность, эллипс, кривая, и т. д)*

Для построения касательной прямой через внешнюю точку щелкните на *Компактной панели* по кнопке  и держите нажатой левую кнопку мыши. Появится всплывающая (расширенная) панель инструментов с кнопками для построения различных вспомогательных прямых, теперь переместите указатель мыши с нажатой левой кнопкой мыши на кнопку *(Касательная прямая через внешнюю точку)* и отпустите кнопку мыши. В строке сообщений появится подсказка: *«Укажите кривую для построения касательной прямой».*

Переместите указатель мыши на кривую, допустим окружность. Она высветится красным цветом. Появятся фантомы двух касательных прямых. Они располагаются по разные стороны от указанной окружности. При этом один будет сплошной, а другой пунктирным. В строке сообщений появится подсказка: *«Укажите точку на вспомогательной прямой или введите координаты».*

Затем переместите указатель мыши на некоторое расстояние и щелкните мышью. Или введите координаты внешней точки с клавиатуры. Зафиксируется фантом касательной прямой, который был выделен сплошной линией. На нем появится квадратик с крестиком. Можно переместить указатель мыши на противоположный фантом и щелкнуть по нему мышью. Состояние фантомов изменится на противоположное, далее щелкните на *Специальной панели управления* по кнопке  *Создать объект.* Построится первая касательная прямая и выделится сплошной линией второй фантом прямой. На нем появится квадратик с крестиком. Если щелкнуть на *Специальной панели управления* еще раз по кнопке  *(Создать объект),* то появится и вторая касательная прямая.

По окончанию построения щелкните на *Панели специального управления* по кнопке  *(Прервать команду)* или нажмите клавишу *Esc.*

2.2.7. Построение касательной прямой через точку на кривой Внимание!!! *Перед построением касательной*

прямой через внешнюю точку на эскизе, чертеже или фрагменте должна быть кривая (окружность, эллипс, кривая, и т. д)

Для построения касательной прямой через внешнюю точку щелкните на *Компактной панели* по кнопке  и держите нажатой левую кнопку мыши. Появится всплывающая (расширенная) панель инструментов с кнопками для построения различных вспомогательных прямых, теперь переместите указатель мыши с нажатой левой кнопкой мыши на кнопку  *(Касательная прямая через точку на кривой)* и отпустите кнопку мыши. В строке сообщений появится подсказка: *«Укажите кривую для построения касательной прямой».*

Переместите указатель мыши на кривую, в нашем примере, допустим окружность. Она высветится красным цветом. Появится фантом касательной прямой в указанной точке на кривой. В строке сообщений появится подсказка: *«Укажите точку на вспомогательной прямой или введите координаты».*

Переместите указатель мыши в нужную точку на кривой и щелкните мышью. Зафиксируется фантом касательной прямой, который был выделен сплошной линией. На нем появится квадратик с крестиком, затем введите с клавиатуры на *Панели свойств* в поле *Угол* значение угла касательной, например, 80. Это поле по предопределенному порядку ввода параметром находится в активном состоянии, а затем нажмите клавишу *Enter* для фиксации ввода. Появятся два фантома касательных прямых. Далее щелкните на *Специальной панели управления* по кнопке  *(Создать объект).* Построится первая касательная прямая и выделится сплошной линией второй фантом прямой. На нем появится квадратик с крестиком. Если щелкнуть на *Специальной панели управления* еще раз по кнопке  *(Создать объект),* то появится и вторая касательная прямая.

По окончании построения щелкните на *Панели специального управления* по кнопке  *(Прервать команду)* или нажмите клавишу *Esc.*

2.2.8.Построение прямой касательной к двум кривым

Внимание!!! *Перед построением касательной прямой через внешнюю точку на эскизе, чертеже или фрагменте должна быть кривая (окружность, эллипс, кривая, и т. д)*

Для построения касательной прямой через внешнюю точку щелкните на *Компактной панели* по кнопке  и держите нажатой левую кнопку мыши. Появится всплывающая (расширенная) панель инструментов с кнопками для построения различных вспомогательных прямых, теперь переместите указатель мыши с нажатой левой кнопкой мыши на кнопку  *(Прямая касательная к 2 кривым)* и отпустите кнопку мыши. В строке сообщений появится подсказка: *«Укажите первую кривую для построения касательной прямой»*

Переместите указатель мыши на кривую, в нашем примере, допустим окружность. Она высветится красным цветом. В строке сообщении сообщения прямой подсказка: *«Укажите вторую кривую для построения касательной прямой».* Далее переместите указатель мыши на вторую кривую, в нашем примере, допустим окружность. Он высветится красным цветом. Одновременно появятся все фантомы прямых касательных к указанным двум кривым. В строке сообщений появится подсказка: *«Щелкните левой кнопкой мыши на каком-либо варианте для создания объекта»*

Щелкните, например, на фантоме верхней касательной. Она станет сплошной и на ней появится квадратик с крестиком, затем щелкните на *Специальной панели управления* по кнопке  *(Создать объект),* а затем по кнопке  *(Прервать команду)* или нажмите клавишу *Esc*. Появится искомая прямая касательная двум указанным прямым.

2.2.9. Построение биссектрисы

Внимание!!! *Перед построением биссектрисы в эскизе, чертеже или фрагменте должны быть не менее двух прямых или двух отрезков.*

Для построения касательной прямой через внешнюю точку щелкните на *Компактной панели* по кнопке  и держите

нажатой левую кнопку мыши. Появится всплывающая (расширенная) панель инструментов с кнопками для построения различных вспомогательных прямых, теперь переместите указатель мыши с нажатой левой кнопкой мыши на кнопку *(Биссектриса)* и отпустите кнопку мыши. В строке сообщений появится подсказка: *«Укажите первую прямую или отрезок для построения биссектрисы»*

Затем переместите указатель мыши на первый отрезок. Он высветится красным цветом. В строке сообщений появится подсказка: *«Укажите вторую прямую или отрезок для построения биссектрисы».* Далее переместите указатель мыши на второй отрезок. Он высветится красным цветом. Появится фантом биссектрисы. В строке сообщений появится подсказка: *«Создайте объект или измените его параметры».* Щелкните на *Специальной панели управления* по кнопке *(Создать объект),* а затем по кнопке *Прервать команду* или нажмите клавишу *Esc*.

2.3. Построение отрезков

Команда **Отрезок** позволяет начертить один или несколько произвольно ориентированных отрезков. Вычерчивается отрезок с концами в двух указанных точках. При создании отрезков можно явно указывать положение характерных точек, перемещая курсор по экрану мышью или клавишами. Можно также вводить значения координат точек и другие параметры в полях *Панели свойств.* Команда *Отрезок* имеет панель расширенных команд, где можно выбрать нужный способ ввода отрезка: *Отрезок, Параллельный отрезок, Перпендикулярный отрезок, Касательный отрезок через внешнюю точку, Касательный отрезок через точку кривой, Отрезок касательный к двум кривым*. Параллельный отрезок Перпендикулярный отрезок Касательный отрезок через внешнюю точку Касательный отрезок через точку кривой Отрезок, касательный к 2 кривым.

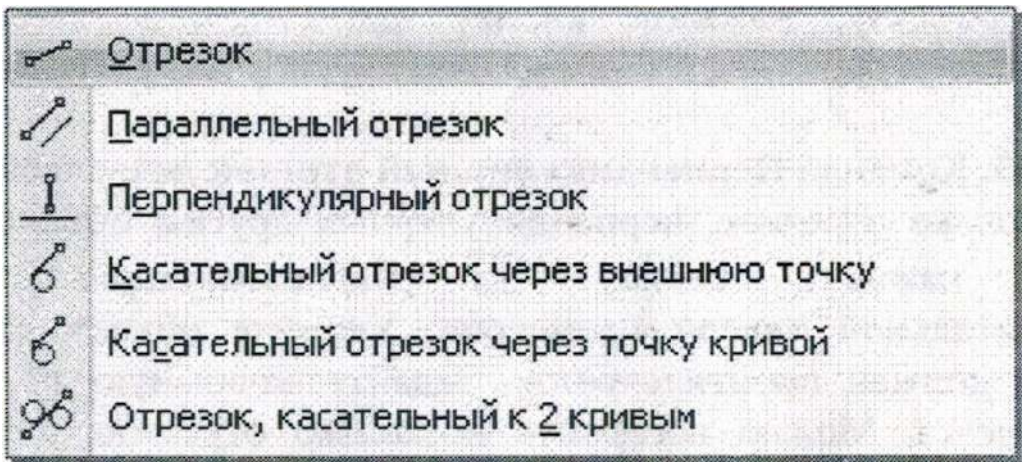


Рисунок 2.4. Расширенная панель Отрезка.

2.3.1. Для построения произвольного отрезка нажмите кнопку *Отрезок* на инструментальной панели *Геометрия,* и не отпуская левой кнопки мыши, переместите курсор на отрезок (рис.2.5).

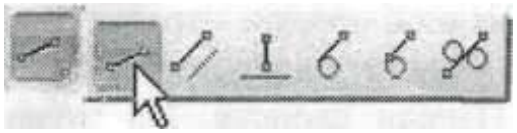


Рисунок 2.5. Расширенная панель Отрезок

Доступно 2 основных способа построения произвольного отрезка:

1)Задание начальной и конечной точек отрезка

2)задание начальной точки, длины и угла наклона отрезка

Если известны начальная т.1 и конечная т.2 точки отрезка, укажите их. При этом длина и угол наклона отрезка будут определены автоматически. Если известны начальная точка отрезка, его длина и угол наклона, задайте их любым способом и в любом порядке. Например, укажите курсором положение точки любое, затем в поле *длина* 100, и в *поле угол*45.

Чтобы быстро построить несколько отрезков, начинающихся в одной точке, сделайте следующее. При построении самого первого отрезка укажите в качестве начальной точки общую для всех отрезков точку и нажмите кнопку *(Запомнить состояние)* на *Панели специального* управления. Затем последовательно постройте нужное количество отрезков, задавая их остальные параметры.

2.3.2. Команда **Параллельный отрезок** позволяет построить один или несколько отрезков, параллельных другим прямолинейным объектам. Для вызова команды нажмите кнопку *(Параллельный отрезок)* на инструментальной панели *Геометрия.* Укажите объект, параллельно которому должен пройти отрезок. Задайте начальную точку отрезка т.1. Расстояние от базового объекта до параллельного отрезка будет определено автоматически. Задайте длину отрезка и конечную точку отрезка т.2. Для точного позиционирования курсора воспользуйтесь привязками или меню геометрического калькулятора в полях т.1 и т.2 на Панели свойств. Здесь же можно выбрать стиль линии. Можно построить несколько отрезков, параллельных базовому объекту, не выходя из команды. Чтобы перейти к построению отрезков, параллельных другому объекту, нажмите кнопку *(Указать заново)* на *Панели специального управления,* а затем укажите курсором нужный объект.

2.3.3. Команда **Перпендикулярный отрезок** позволяет построить один или несколько отрезков, перпендикулярных другим объектам. Для вызова команды нажмите кнопку *(Перпендикулярны отрезок* на инструментальной панели Геометрия). Укажите объект, перпендикулярно которому должен пройти отрезок. Задайте начальную т.1 и конечную т.2 точки отрезка. Можно построить несколько отрезков, перпендикулярных базовому объекту, не выходя из команды.

2.3.4. Команда **Касательный отрезок** *через внешнюю точку* позволяет построить отрезок, касательный к другому объекту.

Для вызова команды нажмите кнопку *(Касательный отрезок через внешнюю точку)* на инструментальной панели Геометрия. Укажите кривую, касательно к которой должен пройти отрезок. Затем укажите начальную точку отрезка т.1. По умолчанию конечной точкой отрезка является точка касания. Если необходимо, вы можете изменить длину отрезка, введя нужное значение в соответствующее поле Панели свойств. На экране появятся фантомы всех вариантов отрезков, касательных к выбранному объекту и проходящих через заданную точку. Выберите нужный фантом мышью или с помощью

кнопок*(Следующий объект)* и *(Предыдущий объект)* на Панели специального управления. Затем зафиксируйте выбранный фантом, щелкнув по нему мышью или нажав кнопку *(Создать объект).*

2.3.5. Команда **Касательный отрезок** через точку кривой позволяет построить один или нескольких отрезков, касательных к другим (базовым) объектам и проходящих через указанные точки этих объектов. Для вызова команды нажмите кнопку *(Касательный отрезок через точку кривой)* на инструментальной панели Геометрия.

Доступно два способа построения касательных отрезков: задание точки касания и задание угла наклона касательной. Укажите объект (криволинейный), касательно к которому должен пройти отрезок, в точке касания т.2. Укажите точку т.1, определяющую длину отрезка. Зафиксируйте появившийся фантом касательного отрезка, щелкнув по нему мышью или нажав кнопку *(Создать объект)* на Панели специального управления.

2.3.6. Команда **Отрезок, касательный к** двум **кривым** позволяет построить отрезок, касательный к двум кривым. Для вызова команды нажмите кнопку *(Отрезок, касательный к 2 кривым)* на инструментальной панели Геометрия. Укажите первую и вторую кривые, касательно к которым должен пройти отрезок. По умолчанию система предлагает построение отрезков с концами в точках касания. При необходимости вы можете ввести нужное значение длины отрезка в соответствующее поле па Панели свойств. На экране будут показаны фантомы всех вариантом отрезков, касательных к указанным кривым. Выберите нужный фантом мышью или с помощью кнопок *(Следующий объект)* и *(Предыдущий объект)* на *Панели специального управления.* Затем зафиксируйте выбранный отрезок, щелкнув по нему мышью или нажав кнопку*(Создать объект) на Панели специального управления.*

2.4. Построение окружностей

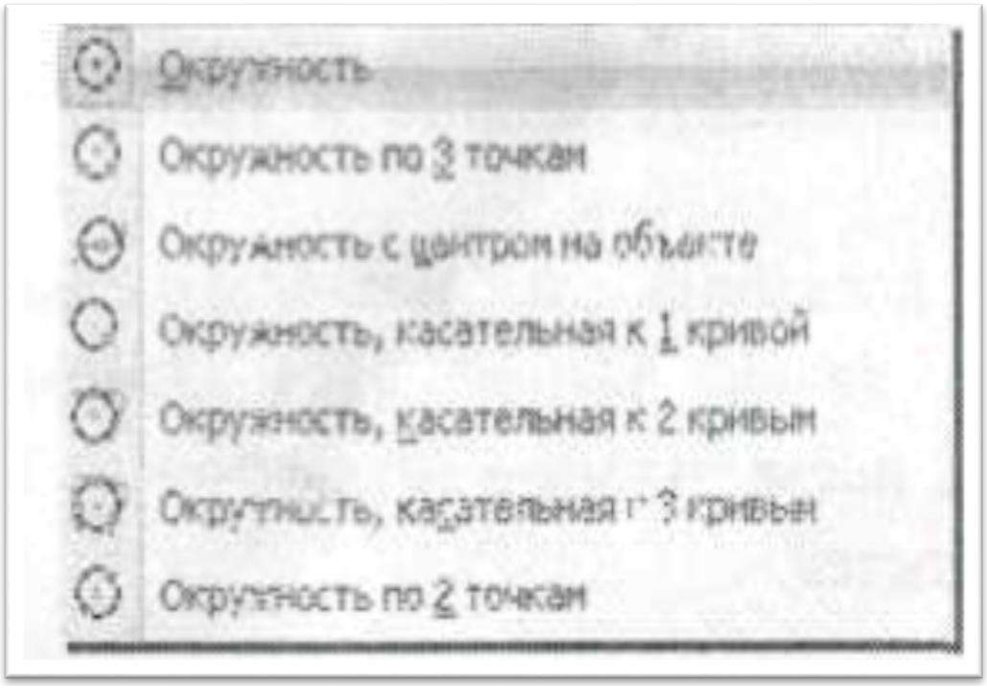


Рисунок 2.6. Расширенная панель окружности.

Команда *Окружности* позволяет начертить одну или несколько окружностей. Вычерчивается окружность с заданным центром, проходящая через указанную точку. При создании окружности можно явно указывать положение ее характерных точек, перемещая курсор по экрану мышью или клавишами. Можно также вводить значения радиуса, координат центра и точки на окружности в полях Панели свойств. Команда Окружности имеет панель расширенных команд:

Окружность; Окружность по 3 точкам; Окружность с центром на объекте; Окружность, касательная к кривой; Окружность, касательная 2 кривым; Окружность, касательная к 3 кривым; Окружность по двум точкам, где можно выбрать нужный способ ввода окружности (рис. 2.6).

2.4.1. Команда **Окружность** позволяет построить произвольную окружность.

Для вызова команды нажмите кнопку *(Окружность)* на инструментальной панели *Геометрия,* далее щелкните мышью в местоположении

центра окружности или введите координаты центра окружности на *Панели свойств,* или же укажите точку, лежащую на окружности, или введите ее координаты в *Панели свойств.*

Чтобы построить несколько концентрических окружностей, укажите точку центра и щелкните по кнопке  *(Запомнить состояние)* на *Панели специального управления.* Затем последовательно создавайте окружности, указывая лежащие на них точки. За один вызов команды можно построить произвольное число окружностей.

Окружность по умолчанию создается без осей, чтобы она создавалась с осями, нужно переключить на *Панели свойств* кнопку *Оси* с  (без осей) на  (с осями).

2.4.2. Окружность по трем точкам позволяет построить окружность, проходящую через три заданные точки.

Для вызова команды нажмите кнопку  *(Окружность)* на инструментальной панели *Геометрия,* далее щелкните мышью в местоположении первой точки или введите на *Панели свойств* в поле т.1 координаты точки, а затем нажмите клавишу *Enter* для фиксации ввода, щелкните мышью в местоположении второй точки или введите на *Панели свойств* в поле т.2 координаты точки, а затем нажмите клавишу *Enter* для фиксации ввода, щелкните мышью в местоположении третьей точки или введите на *Панели свойств* в поле т.3 координаты точки, а затем нажмите клавишу *Enter* для фиксации ввода.

Координаты центра окружности и ее радиус будут определены автоматически.

Если требуется построить несколько окружностей, проходящих через одну точку, укажите эту точку и щелкните по кнопке  *(Запомнить состояние),* а затем последовательно указывайте вторые и третьи точки нескольких окружностей.

Таким же способом можно построить и несколько разных окружностей, проходящих через две точки. Кнопку  *(Запомнить состояние)* в этом случае нужно нажать после задания двух точек, а затем указать третьи точки нескольких окружностей.

2.4.3. Окружность с центром на объекте позволяет построить окружность с центром на указанной кривой.

Для вызова команды нажмите кнопку (*Окружность с центром на объекте)* на инструментальной панели *Геометрия,* далее щелкните по объекту, на котором должен находиться центр окружности. Он выделится красным цветом, щелкните мышью в местоположении первой точки или введите на *Панели свойств* в поле т.1 координаты точки, а затем нажмите клавишу *Enter* для фиксации ввода, щелкните мышью в местоположении второй точки или введите на *Панели свойств* в поле т.2 координаты точки, и нажмите клавишу *Enter*. На экране появятся фантомы всех вариантов окружностей, проходящих через указанные точки т.1 и т.2 с центром на выбранном объекте.

Выберите нужный фантом мышью или с помощью кнопок  *(Следующий объект)* и *(Предыдущий объект)* на *Панели специального управления,* зафиксируйте выбранную окружность, щелкнув по ней мышью или нажав кнопку  *(Создать объект)* на *Панели специального управления.*

Чтобы перейти к построению окружностей с центром на другом объекте, щелкните по кнопке  *(Указать заново)* на *Панели специального управления,* а затем укажите курсором новый базовый объект.

2.4.4. Окружность, касательная к 1 кривой позволяет построить окружность, касательную к заданной кривой.

Доступно два основных способа построения окружности, касательной к заданной кривой:

- задание двух точек, принадлежащих окружности;
- задание точки центра окружности.

Для вызова команды нажмите кнопку  *(Окружность, касательная к 1 кривой)* на инструментальной панели *Геометрия,* далее щелкните по

кривой, которой должна касаться окружность. Она выделится красным цветом, и последовательно задайте точку т.1 и т.2, через которые должна проходить создаваемая окружность. Радиус окружности будет определен автоматически. На экране появятся фантомы всех окружностей, касательных к указанной кривой и проходящих через заданные точки.

Выберите нужный фантом мышью или с помощью кнопок *(Следующий объект)* и *(Предыдущий объект)* на *Панели специального управления* и зафиксируйте выбранную окружность, щелкнув по ней мышью или нажав кнопку *(Создать объект)* на *Панели специального управления.*

Чтобы перейти к построению окружностей, касательных к другому объекту, щелкните по кнопке *(Указать заново)* на *Панели специального управления,* а затем укажите курсором новый базовый объект.

2.4.5. Окружность, касательная к двум кривым позволяет построить окружность, касательную к двум указанным кривым.

Доступно два способа построения окружности, касательной к двум кривым:

- задание точки на окружности;
- задание радиуса окружности.

Для вызова команды нажмите кнопку *(Окружность, касательная к 2 кривым)* на инструментальной панели *Геометрия,* далее щелкните по первому объекту, которого должна касаться окружность. Он выделится красным цветом, затем щелкните по второму объекту, которого должна касаться окружность. Он также выделится красным цветом.

Задайте точку, через которую должна проходить создаваемая окружность, или радиус окружности, значение которого введите в поле *Радиус* на *Панели свойств,* а затем нажмите клавишу *Enter* для фиксации ввода. На экране появятся фантомы всех окружностей, касательных к указанным объектам и проходящих через заданную точку или окружности с заданным радиусом. Выберите нужный фантом мышью или с помощью кнопок *(Следующий объект)* и *(Предыдущий объект)* на *Панели специального управления* и зафиксируйте выбранную окружность, щелкнув по ней мышью

или нажав кнопку *(Создать объект)* на *Панели специального управления.*

Чтобы перейти к построению окружностей, касательных к другим объектам, щелкните по кнопке *(Указать заново)* на *Панели специального управления,* а затем укажите курсором новый базовый объект.

2.4.6. Окружность, касательная к трем кривым позволяет построить окружность, касательную к трем указанным кривым.

Для вызова команды нажмите кнопку *(Окружность, касательная к 3 кривым)* на инструментальной панели *Геометрия,* далее щелкните по первому объекту, которого должна касаться окружность. Он выделится красным цветом, затем щелкните по второму объекту, которого должна касаться окружность. Он также выделится красным цветом, и щелкните по третьему объекту, которого должна касаться окружность. Он выделится красным цветом. Если среди указанных объектов есть эллипс или сплайн, потребуется также указание примерного местоположения окружности. На экране появятся фантомы всех вариантов окружностей, касательных к указанным объектам

Выберите нужный фантом мышью или с помощью кнопок *(Следующий объект)* и *(Предыдущий объект)* на *Панели специального управления* и зафиксируйте выбранную окружность, щелкнув по ней мышью или нажав кнопку *(Создать объект)* на *Панели специального управления.*

Чтобы перейти к построению окружностей, касательных к другим объектам, щелкните по кнопке *(Указать заново)* на *Панели специального управления,* а затем укажите курсором новый базовый объект.

2.4.7. Окружность по двум точкам позволяет построить окружность, проходящую через две заданные точки.

Для вызова команды нажмите кнопку *(Окружность по 2 точкам)* на инструментальной панели *Геометрия,* далее щелкните мышью в местоположении первой точки или введите на *Панели свойств* в поле т.1 координаты точки, и нажмите клавишу *Enter* для фиксации ввода, затем щелкните мышью в местоположении второй точки или введите на *Панели свойств* в поле т.2 координаты точки, и нажмите клавишу *Enter.* Появится окружность, проходящая через заданные точки, с диаметром, равным расстоянию между ними.

Если диаметр создаваемой окружности не должен равняться расстоянию между указываемыми точками, введите его в поле *Диаметр* на *Панели свойств.* Затем укажите точки, через которые должна пройти окружность.

За один вызов команды можно построить произвольное число окружностей.

2.5. Построение дуг

Объект **Дуга** имеет дополнительную (расширенную) панель инструментов, показанную на рис. 2.7.

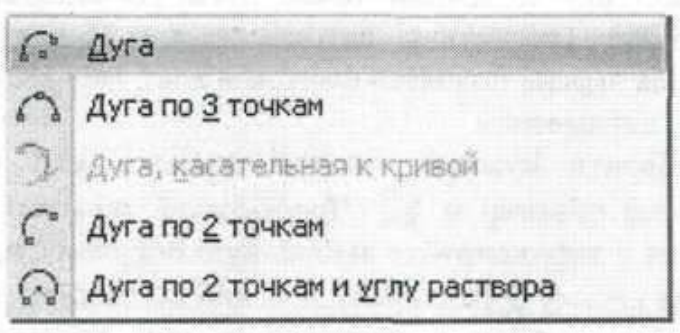


Рисунок 2.7. Расширенная панель инструментов объекта Дуга.

2.5.1. Дуга позволяет построить одну или несколько произвольных дуг окружности.

Для вызова команды нажмите кнопку *(Дуга)* на инструментальной панели *Геометрия,* далее щелкните мышью в местоположении центр-радуги или введите на *Панели свойств* в поле *Центр* координаты центра, и нажмите клавишу *Enter* для фиксации ввода. Затем щелкните мышью в местоположении начальной точки дуги и в местоположении конечной точки дуги.

Чтобы построить несколько дуг, имеющих одинаковый центр и величину радиуса, сделайте следующее. Укажите точку центра. Введите нужное значение радиуса в поле *Радиус* и зафиксируйте его, а затем щелкните по кнопке *(Запомнить состояние)* на *Панели специального управления.* После этого указывайте их начальные и конечные точки;

2.5.2.Дуга по трем точкам позволяет построить дугу с указанными конечными точками и проходящей через заданную точку.

Для вызова команды нажмите кнопку *(Дуга по 3 точкам)* на инструментальной панели *Геометрия,* далее щелкните мышью в местоположении начальной точки дуги, в местоположении средней точки дуги, и в местоположении конечной точки дуги.

Ввод точек дуги может производиться в любом порядке. Центр и радиус дуги будут рассчитаны автоматически.

Чтобы построить несколько дуг, выходящих из одной точки, введите начальную точку первой дуги и щелкните по кнопке *(Запомнить состояние)* на *Панели специального управления.* После этого последовательно вводите дуги, задавая их вторую и третью точки.

2.5.3. Дуга касательная к кривой позволяет построить дугу, касательную к заданному объекту.

Для вызова команды нажмите кнопку *(Дуга касательная к кривой)* на инструментальной панели *Геометрия,* далее щелкните мышью по объекту, которого должна касаться дуга. Он выделится красным цветом. Затем щелкните мышью в местоположении точки дуги т.1 и в местоположении конечной точки дуги т.2. Координаты центра дуги и ее радиус будут рассчитаны автоматически. Начальная точка дуги-точка касания. На экране появятся фантомы всех вариантов дуг, удовлетворяющих заданным параметрам.

Выберите нужный фантом мышью или с помощью кнопок *(Следующий объект)* и *(Предыдущий объект)* на *Панели специального управления* и зафиксируйте выбранную окружность, щелкнув по ней мышью или нажав кнопку *(Создать объект)* на *Панели специального управления.*

Чтобы перейти к построению дуг, касательных к другой кривой, щелкните по кнопке *(Указать заново)* на *Панели специального управления,* а затем укажите курсором новый базовый объект.

2.5.4.Дуга по двум точкам позволяет построить дугу с указанными конечными точками.

Для вызова команды нажмите кнопку *(Дуга по 2 точкам)* на инструментальной панели *Геометрия,* далее введите значение радиуса создаваемой дуги в поле *Радиус* на *Панели свойств.* Затем щелкните мышью в местоположении начальной точки дуги т. 1 и в местоположении конечной точки дуги т.2. Появятся фантомы дуг с указанными параметрами.

Выберите нужный фантом мышью или с помощью кнопок *(Следующий объект)* и *(Предыдущий объект)* на *Панели специального управления* и зафиксируйте выбранную окружность, щелкнув по ней мышью или нажав кнопку *(Создать объект)* на *Панели специального управления.*

Можно создать дугу по двум точкам, не вводя точное значение радиуса. В этом случае будет построена дуга с углом раствора 180 градусов и радиусом, равным половине расстояния между указанными точками.

2.5.5. Дуга по двум точкам и углу раствора позволяет построить одну или несколько дуг, начинающихся и заканчивающихся в указанных точках и имеющих заданный угол раствора

Для вызова команды нажмите кнопку *(Дуга по двум точкам и углу раствора)* на инструментальной панели *Геометрия,* далее введите значение в поле *Угол Панели свойств* раствор дуги (по умолчанию она равна 90°). Затем щелкните мышью в местоположении начальной точки дуги т.1 и щелкните

мышью в местоположении конечной точки дуги т.2. Появится искомая дуга с указанными параметрам.

Координаты центральной точки дуги и ее радиус будут рассчитаны автоматически.

2.6. Построение эллипсов

Объект Эллипс имеет дополнительную (расширенную) панель инструментов, показанную на рис 2.8.

2.6.1.Эллипс позволяет построить произвольный эллипс.

Для построения эллипса по центру и двум точкам нажмите кнопку *(Эллипс)* на инструментальной панели *Геометрия,* далее введите центральную точку эллипса в поле *Угол Панели свойств* значение раствора дуги. Затем щелкните мышью в местоположении конечной точки первой полуоси т.1 и в местоположении конечной точки второй полуоси т.2.

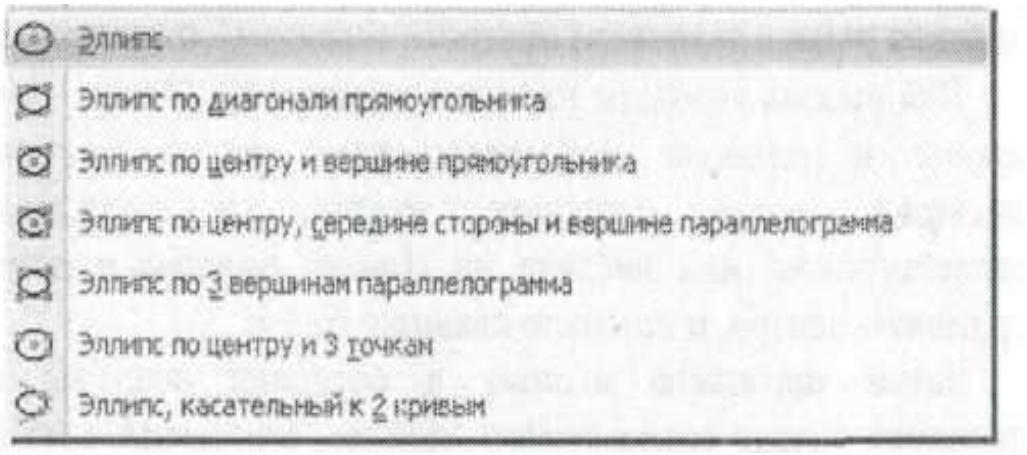


Рисунок 2.8. Расширенная панель инструментов объекта Эллипс.

2.6.2.Эллипс по диагонали прямоугольника позволяет построить эллипс, вписанный в прямоугольник с заданной диагональю.

Для вызова команды нажмите кнопку *(Эллипс по диагонали прямоугольника)* на инструментальной панели *Геометрия,* далее введите на *Панели свойств* в поле *Угол*

наклона первой полуоси значение угла наклона первой полуоси (по умолчанию он равен 0 градусам).

Затем щелкните мышью в местоположении начальной точки диагонали прямоугольника т.1 или введите на Панели свойств в поле т.1 координаты этой точки, и в местоположении конечной точки диагонали прямоугольника т.2 или введите на *Панели свойств* в поле т.2 координаты этой точки. (Не забываем после каждого вода координат точек, нажимать *Enter)*. Длины полуосей эллипса будут рассчитаны автоматически.

2.6.3.Эллипс по центру и вершине прямоугольника позволяет построить эллипс, вписанный в прямоугольник с заданным центром и вершиной.

Для вызова команды нажмите кнопку  *(Эллипс по центру и вершине прямоугольника)* на инструментальной панели *Геометрия,* далее введите на *Панели свойств* в поле *Угол* наклона первой полуоси значение угла наклона первой полуоси (по умолчанию он равен 0 градусам); Затем щелкните мышью в местоположении центра прямоугольника или введите на *Панели свойств* в поле *Центр* эллипса координаты центра, и нажмите клавишу *Enter*. Щелкните мышью в вершине прямоугольника, описанного вокруг создаваемого эллипса, или введите на *Панели свойств* в поле т координаты вершины прямоугольника, и нажмите клавишу *Enter*.

Длины полуосей эллипса будут рассчитаны автоматически.

2.6.4.Эллипс по центру, середине стороны и вершине параллелограмма позволяет построить эллипс, вписанный в параллелограмм с заданным центром, серединой стороны и вершиной.

Для вызова команды нажмите кнопку  *(Эллипс по центру, середине стороны и вершине параллелограмма)* на инструментальной панели *Геометрия,* далее щелкните мышью в местоположении центра параллелограмма или введите на *Панели свойств* в поле *Центр* эллипса координаты центра, и нажмите клавишу *Enter*.

Затем щелкните мышью в середине стороны параллелограмма, описанного вокруг создаваемого эллипса, или введите на *Панели свойств* в поле т.1 координаты середины

стороны параллелограмма, и нажмите клавишу *Enter*. Далее щелкните мышью в вершине параллелограмма, описанного вокруг создаваемого эллипса, или введите на *Панели свойств* в поле т.2 координаты вершины параллелограмма, и нажмите клавишу *Enter*.

Длины полуосей эллипса и угол наклона его первой полуоси к оси абсцисс текущей системы координат будут рассчитаны автоматически.

2.6.5.Эллипс по трем вершинам параллелограмма позволяет построить эллипс, вписанный в параллелограмм с тремя заданными вершинами.

Для вызова команды нажмите кнопку *(Эллипс по трем вершинам параллелограмма)* на инструментальной панели *Геометрия,* далее щелкните мышью в первой вершине параллелограмма, описанного вокруг создаваемого эллипса, или введите на *Панели свойств* в поле т.1 координаты первой вершины параллелограмма, нажмите клавишу *Enter*и во второй вершине параллелограмма, описанного вокруг создаваемого эллипса, или введите на *Панели свойств* в поле т.2 координаты второй вершины параллелограмма, нажмите клавишу *Enter*. Затем щелкните мышью в третьей вершине параллелограмма, описанного вокруг создаваемого эллипса, или введите на *Панели свойств* в поле т.3 координаты третьей вершины параллелограмма, нажмите клавишу *Enter*.

Длины полуосей эллипса и угол наклона его первой полуоси к оси Длины полуосей эллипса и угол наклона его первой полуоси к оси абсцисс текущей системы координат будут рассчитаны автоматически.

2.6.6. Эллипс по центру и трем точкам позволяет построить эллипс с заданным центром и проходящей через три указанные точки.

Для вызова команды нажмите (Эллипс по центру и трем точкам) на инструментальной панели Геометрия, далее щелкните мышь в местоположении центра параллелограмма или введите на *Панели свойств* в поле *Центр* эллипса координаты центра, и нажмите клавишу *Enter*.

Затем щелкните мышью в местоположении первой точки создаваемого эллипса или введите на *Панели свойств* в поле т.1 координаты этой точки, в местоположении второй точки создаваемого эллипса или введите на *Панели свойств* в поле т.2 координаты этой точки, в местоположении третьей точки создаваемого эллипса или введите на *Панели свойств* в поле т.3 координаты этой точки. *(Не забываем про Enter).*

2.6.7. Эллипс, касательный к двум кривым позволяет построить эллипс, касательный к двум заданным объектам.

Для вызова команды нажмите кнопку *(Эллипс, касательный к двум кривым)* на инструментальной панели *Геометрия,* далее щелкните мышью на первом объекте в первой точке касания эллипса, на втором объекте во второй точке касания эллипса и в местоположении точки лежащей на эллипсе или введите на *Панели свойств* в поле т.3 координаты этой точки, и нажмите клавишу *Enter.*

Если вы случайно ошиблись при указании точек касания, щелкните по кнопке *(Указать заново)* на *Панели специального управления,* а затем укажите нужные точки.

2.7. Построение непрерывных объектов позволяет построить последовательность отрезков, дуг и сплайнов.

Для вызова команды нажмите кнопку *(Построение непрерывных объектов)* на инструментальной панели *Геометрия,* далее щелкните мышью в местоположении начальной точки первого отрезка или введите на *Панели свойств* в поле т.1 координаты начальной точки, и нажмите клавишу *Enter,* щелкните мышью в местоположении конечной точки первого отрезка или введите на *Панели свойств* в поле т.2 координаты конечной точки, нажмите клавишу Enter, щелкните мышью в местоположении конечной точки второго отрезка или введите на *Панели свойств* в поле т.2 координаты конечной точки, нажмите клавишу Enter и так далее.

При вводе конечная точка созданного объекта автоматически становится начальной точкой следующего объекта. Использовать эту команду удобно, например, при построении контура детали, состоящего из объектов различного типа. Построенная последовательность примитивов не является

единым объектом. Примитивы будут выделяться, редактироваться и удаляться по отдельности.

После вызова команды на *Панели свойств* отображается группа *Тип,* содержащая переключатели  позволяющие указать, каким именно геометрическим примитивом должен являться текущий (создаваемый) сегмент.

По умолчанию при первом обращении к команде текущий тип объекта-Отрезок. Это означает, что при указании точек в поле чертежа будет построена проходящая через них последовательность отрезков.

В любой момент ввода последовательности вы можете изменить текущий тип объекта или способ его построения. Для этого активизируйте нужный переключатель в группе *Тип.*

Способы построения различных объектов при непрерывном вводе, а также приемы управления их параметрами соответствуют способам и приемам построения отдельных объектов.

На *Панели свойств* имеются также элементы  *Замкнуть* и *Новый ввод*.

После вызова команды *Замкнуть* автоматически создается точка, совпадающая с первой точкой последовательности объектов, и построение последовательности завершается. Автоматически введенная точка принадлежит тому типу объекта, построение которого было включено в момент замыкания. Если количество уже введенных точек объекта недостаточно для автоматического построения объекта, замыкающего последовательность, то элемент *Замкнуть* недоступен. После замыкания введенной последовательности система ожидает ввода новой непрерывной последовательности объектов.

После вызова команды *Новый ввод* построение последовательности завершается без замыкания, и система ожидает ввода новой непрерывной последовательности объектов.

2.8. Построение кривых

Объект Кривая имеет дополнительную (расширенную) панель инструментов, показанную на рис. 2.9.

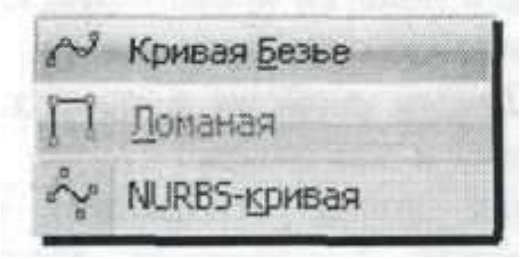


Рисунок 2.9. Расширенная панель инструментов объекта Кривых.

2.8.1. Кривая Безье позволяет построить кривую Безье (кривая Безье -частный случай NURBS-кривой).

Введите на *Панели свойств* в поле т координаты следующей точки, Для построения кривой Безье нажмите на кнопку *(Кривая Безье),* далее щелкните мышью в первой точке, через которую должна пройти кривая Безье или введите на *Панели свойств* в поле т координаты первой точки, нажмите клавишу *Enter.* Затем щелкните мышью в следующей точке, через которую должна пройти кривая Безье нажмите клавишу *Enter* и так далее.

Группа переключателей *Режим* позволяет указать, требуется ли замыкать кривую или нет.

Для фиксации созданной кривой Безье щелкните по кнопке *(Создать объект)* на *Панели специального управления.*

Вы можете изменить кривую, не выходя из команды. Для этого щелкните по кнопке *(Редактировать)* точки на *Панели специального управления.* Система перейдет в режим редактирования характерных точек объекта. Внесите необходимые изменения, после чего отожмите кнопку *(Редактировать)* ответвления.

2.8.2. Ломаная позволяет построить ломаную линию, состоящую из отрезков прямых.

Для построения ломаной нажмите на кнопку *(Ломаная)* и щелкните мышью в первой вершине создаваемой ломаной или введите на *Панели свойств* в поле т координаты этой вершины, а затем нажмите клавишу *Enter.*

Далее щелкните мышью в следующей вершине создаваемой ломаной или введите на *Панели свойств* в поле т координаты следующей вершины, а затем нажмите клавишу *Enter* и так далее.

Группа переключателей *Режим* позволяет указать, требуется замыкать ломаную или нет.

Для фиксации созданной ломаной щелкните по кнопке  *(Создать объект)* на *Панели специального управления.*

Вы можете изменить конфигурацию ломаной, не выходя из команды, аналогично пункту 2.8.1.

Важно!!! *Ломаная, построенная в режиме создания фрагмента или чертежа (графическом документе), - это единый объект, а не набор отдельных отрезков. Она будет выделяться, редактироваться и удаляться целиком. Ломаная же, построенная в режиме создания эскиза для построения модели детали (трехмерного элемента), - это, наоборот, набор отдельных отрезков. На каждый из них наложены связи и ограничения, благодаря которым отрезки составляют ломаную линию.*

2.8.3. NURBS позволяет построить кривую NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline, нерегулярный рациональный B-сплайн).

Для построения кривой NURBS нажмите на кнопку  *(NURBS-кривая),* щелкните мышью в первой опорной точке создаваемой NURBS-кривой или введите на *Панели свойств* в поле т координаты этой опорной точки, и нажмите клавишу *Enter;*

Далее щелкните мышью, в следующей опорной точке создаваемой NURBS-кривой или введите на *Панели свойств* в поле т координаты этой опорной точке, нажмите клавишу *Enter*и так далее.

В полях *Панели свойств* можно задать характеристики кривой-*Вес* каждой характерной точки и *Порядок* кривой.

Группа переключателей *Режим* позволяет указать, требуется ли замыкать кривую или нет.

Для фиксации созданной NURBS-кривой щелкните  *(Создать объект) на Панели специального управления.*

Вы можете изменить конфигурацию кривую, не выходя из команды, аналогично пункту 2.8.1.

2.9. Построение фасок

Объект Фаска имеет дополнительную (расширенную) панель инструментов, показанную на рис. **2.10.**

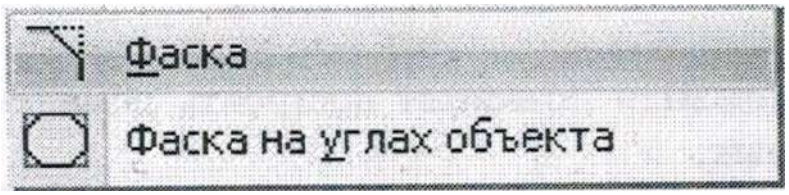


Рисунок 2.10. Расширенная панель инструментов объекта фаски.

2.9.1. Фаска позволяет построить отрезок, соединяющий две пересекающиеся кривые.

Для построения фаски нажмите на кнопку (Фаска), введите параметры фаски в поля *Панели свойств.* После ввода каждого параметра нажмите клавишу *Enter;*

Далее щелкните мышью по первому и второму объектам, между которыми нужно построить фаску. Они выделятся **красным цветом.** После этого появится искомая фаска.

2.9.2 Фаска на углах объекта позволяет построить фаски на углах объектов следующих типов: контур, ломаная или многоугольник.

Для построения фаски на углах объекта нажмите на кнопку *(Фаска на углах объекта),* введите параметры фаски в поля *Панели свойств.* После ввода каждого параметра нажмите клавишу *Enter;*

Далее щелкните мышью по углу контура, многоугольника или ломаной, на котором необходимо построить фаску.

Группа переключателей *Режим* позволяет указать, требуется ли построение фаски только на указанном угле или сразу на всех углах объекта.

2.10. Построение округлений

Объект **Скругление** имеет дополнительную (расширенную) панель инструментов, показанную на рис. 2.11**.**

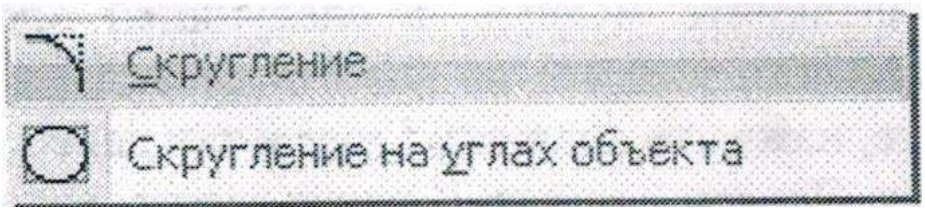


Рисунок 2.11. Расширенную панель инструментов объекта Скругления

2.10.1. Скругление позволяет построить скругление дугой окружности между двумя пересекающимися объектами.

Для построения скругления нажмите на кнопку (Скругление) и введите на *Панели свойств* в поле *Радиус* значение радиуса скругления или выберите его из списка. После ввода значения радиуса скругления нажмите клавишу *Enter;*

Далее щелкните мышью по первому и второму объектам, между которыми нужно построить скругление. Они выделятся красным цветом. После этого появится искомое скругление.

2.10.2. Скругление на углах объекта позволяет построить скругления дугами окружности на углах объектов следующих типов: контур, ломаная или многоугольник.

Для построения скругления на углах объекта нажмите на кнопку *(Скругление на углах объекта)* и введите на *Панели свойств* в поле *Радиус* значение радиуса скругления или выберите его из списка. После ввода значения радиуса скругления нажмите клавишу *Enter;*

Далее щелкните мышью по углу контура, многоугольника или ломаной, на котором необходимо построить скругление.

Группа переключателей *Режим* позволяет указать, требуется ли скругление только указанного угла или сразу всех углов объекта.

2.11. Построение прямоугольников

Объект Прямоугольник имеет дополнительную (расширенную) панель инструментов, показанную на рис. 2.12.

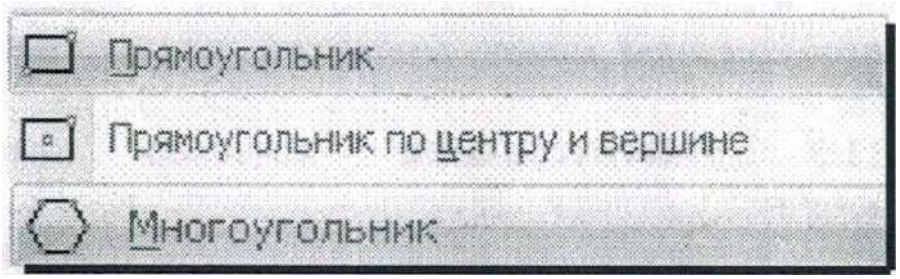


Рисунок 2.12. Расширенная панель инструментов объекта Прямоугольник.

2.11.1 Прямоугольник позволяет построить произвольный прямоугольник.

Доступно два способа построения прямоугольника: задание противоположных вершин прямоугольника; задание вершины, высоты и ширины прямоугольника.

Для построения прямоугольника по противоположным вершинам нажмите на кнопку *(Прямоугольник)* и щелкните мышью в положении первой вершины или введите на *Панели свойств* в поле т.1 координаты этой вершины, а затем нажмите клавишу *Enter;*

Далее щелкните мышью в положении второй вершины или введите на *Панели свойств* в поле т.2 координаты этой вершины, и нажмите клавишу *Enter.* При этом высота и ширина прямоугольника будут определены автоматически.

Если известны вершина, высота и ширина прямоугольника, задайте их любым способом и в любом порядке. Например, вы можете указать курсором положение вершины, ввести на *Панели свойств* высоту в поле *Высота* высоту и задать курсором ширину прямоугольника. При этом координаты вершины, противолежащей указанной, будут определены автоматически.

За один вызов команды можно построить произвольное количество прямоугольников.

Важно!!! *Прямоугольник, построенный в режиме создания фрагмента или чертежа (графическом документе), - это единый объект, а не набор отдельных отрезков. Он будет выделяться, редактироваться и удаляться целиком. Прямоугольник же, построенный в режиме создания эскиза для построения модели детали (трехмерного элемента), - это,*

наоборот, набор отдельных отрезков. На каждый из них наложены связи и ограничения, благодаря которым отрезки составляют прямоугольник.

2.11.2. Прямоугольник по центру и вершине позволяет построить прямоугольник с заданным центром и вершиной.

Для построения прямоугольника по центру и вершине нажмите на кнопку  *(Прямоугольник по центру и вершине)* и щелкните мышью в положении центра прямоугольника или введите на *Панели свойств* в поле *Центр* координаты центра, а затем нажмите клавишу *Enter;*

Далее щелкните мышью в положении одной из вершин прямоугольника или введите на *Панели свойств* в точке т.1 координаты вершины прямоугольника.

Длина и ширина прямоугольника будут определены автоматически. За один вызов команды можно построить произвольное количество прямоугольников.

2.11.3. Многоугольник позволяет построить правильный многоугольник.

Доступно два способа построения прямоугольника:

■ по вписанной окружности;

■ по описанной окружности.

Для вызова команды нажмите кнопку  *(Многоугольник)* на инструментальной панели *Геометрия.*

Для построения многоугольника по вписанной окружности, щелкните *на Панели свойств* по переключателю (По *вписанной окружности).*

Далее щелкните мышью в положении центра многоугольника (базовой окружности) или введите на *Панели свойств* в поле *Центр* координаты центра, и нажмите клавишу *Enter.*

На *Панели свойств* в поле *Количество вершин* введите число вершин многоугольника, и нажмите клавишу *Enter;*

Затем щелкните мышью в положении середины одной из сторон многоугольника или на *Панели свойств* введите координаты точки т середины одной из вершин многоугольника.

Для построения многоугольника по описанной окружности, щелкните на *Панели свойств* по переключателю  *(По описанной окружности).*

Далее щелкните мышью в положении центра многоугольника (базовой окружности) или введите на *Панели свойств* в поле *Центр* координаты центра, нажмите клавишу *Enter;*

На *Панели свойств* в поле *Количество вершин* введите число вершин многоугольника, и нажмите клавишу *Enter.*

Затем щелкните мышью в положении одной из вершин многоугольника или на *Панели свойств,* введите координаты точки т. координаты одной из вершин многоугольника.

Радиус базовой окружности и угол наклона многоугольника будут определены автоматически.

За один вызов команды можно построить произвольное число многоугольников.

Важно!!! *Многоугольник, построенный в режиме создания фрагмента или чертежа (графическом документе), - это единый объект, а не набор отдельных отрезков. Он будет выделяться, редактироваться и удаляться целиком. Многоугольник же, построенный в режиме создания эскиза модели детали (трехмерного элемента), - это, наоборот, набор отдельных отрезков. На каждый из них наложены связи и ограничения, благодаря которым отрезки составляют многоугольник.*

2.12. Собрать контур  позволяет сформировать контур, последовательно обходя пересекающиеся между собой геометрические объекты.

Для сбора контура щелкните вблизи геометрического объекта, с которого требуется начать обход контура. На экране появится фантомное изображение первого участка контура (поверх базового элемента), а также стрелка, указывающая предложенное системой направление дальнейшего движения. Оно определяется следующим образом. Из указанной точки строится вектор, направленный к объекту и лежащий на перпендикуляре к нему, опущенному из этой точки. Обход контура начинается в правую сторону от полученного вектора.

Щелкайте мышью на нужных появившихся фантомных объектах для включения их в контур. Выбор направления обхода и перемещение по сегментам контура возможны с помощью кнопок на *Панели специального управления,* а также клавиатурных комбинаций (см. табл. 1).

Таблица 1.

Клавиатурные комбинации

Клавиша	Описание действий
<*Пробел*>	Перебор возможных направлений обхода от текущего узла против часовой стрелки.
<*Shift*>+<*Пробел*>	Перебор возможных направлений обхода от текущего узла по часовой стрелке.
<*Enter*>	Подтверждение выбора направления, отмеченного стрелкой.
<*Shift*>+<*Enter*>	Возврат на один шаг назад.

Группа переключателей *Способ* позволяет указать способ прохода узлов, каким образом проходить неветвящиеся узлы контура - узлы, в которых направление дальнейшего движения всего одно (то есть в узле нет разветвлений). По умолчанию используется автоматическая обработка таких узлов (без запроса на выбор дальнейшего движения).

Чтобы отказаться от продолжения обхода и начать формирование контура заново, щелкните по кнопке Повторный выбор, а затем укажите нужный объект.

При указании участка, замыкающего контур (т.е. участка, конечная точка которого совпадает с начальной точкой первого участка), происходит автоматическая фиксация контура.

Чтобы зафиксировать разомкнутый контур, щелкните по кнопке  *(Создать объект)* на *Панели специального управления.*

За один вызов команды можно сформировать произвольное количество контуров.

2.13. Построении эквидистант.

Объект **Эквидистанта** имеет дополнительную (расширенную) панель инструментов, показанную на рис. 2.13.

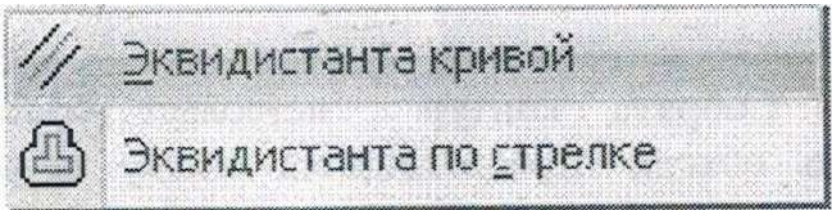


Рисунок 2.13. расширенная панель инструментов объекта эквидистанта.

2.13.1. Эквидистанта кривой позволяет построить эквидистанту какого-либо геометрического объекта.

Для построения эквидистанты кривой нажмите на кнопку *(Эквидистанта кривой)* и проведите настройку параметров эквидистанты на *Панели свойств.* Далее укажите курсором базовый объект. Если вы случайно ошиблись и указали объект неверно, щелкните по кнопке *(Указать заново)* на *Панели специального управления,* а затем укажите курсором новый базовый объект. На экране появится фантом эквидистанты. Если необходимо, измените параметры эквидистанты.

Зафиксируйте фантом, щелкнув по нему мышью или нажав кнопку *(Создать объект)* на *Панели специального управления.*

За один вызов команды можно построить произвольное количество эквидистант.

2.13.2.Эквидистанта по стрелке позволяет построить эквидистанту контура, образованного обходом по стрелке.

Для построения эквидистанты по стрелке нажмите на кнопку *(Эквидистанта по стрелке)* и проведите настройку параметров эквидистанты на *Панели свойств.*

Далее укажите курсором базовый объект, с которого требуется начать обход контура. На экране появится фантом эквидистанты выбранного участка, а также стрелка, указывающая предлагаемое системой направление дальнейшего движения. Щелкните мышью на соответствующем объекте для указания нужного направления и

зафиксируйте фантом эквидистанты, щелкнув по нему мышью или нажав кнопку *(Создать объект)* на *Панели специального управления.*

Выбор направления обхода и перемещение по сегментам контура возможны с помощью клавиатурных комбинаций (см. табл. 1), а также кнопок на *Панели специального управления:*

По умолчанию используется автоматическая обработка узлов (без запроса на выбор дальнейшего движения).

Чтобы отказаться от продолжения обхода и начать формирование контура заново, щелкните по кнопке *(Повторный выбор),* а затем укажите нужный объект.

В любой момент вы можете изменить параметры эквидистанты. За один вызов команды можно построить произвольное количество эквидистант.

2.14. Построение штриховки

Штриховка позволяет заштриховать одну или несколько областей в текущем виде чертежа или во фрагменте.

Если перед этим были выделены какие-либо объекты, то на экране появляется запрос на использование их в качестве границы штриховки. Для подтверждения щелкните по кнопке Да, и система сразу же построит штриховку (**если это возможно**).

Для построения штриховки нажмите на кнопку *(Штриховка)* и укажите точку внутри области, которую нужно заштриховать. Система автоматически определит ближайшие возможные границы, внутри которых указана точка.

Чтобы изменить конфигурацию заштрихованной области, воспользуйтесь командами контекстного меню *Добавить границу* и *Удалить границу.*

Кнопки Панели специального управления предоставляют дополнительные возможности создания границ штриховки:

Ручное рисование границ;

Обход страницы по стрелке.

Кнопка | *(Ручное формирование)* границ позволяет перейти к созданию временной ломаной линии, а *(Обход границы по стрелке)* - к формированию контура, образованного пересекающимися объектами.

При вводе *ассоциативной штриховки* (заливка) режимы ручного рисования границ и обхода границ по стрелке недоступны.

После задания очередной границы фантом создаваемой штриховки перестраивается. До фиксации штриховки вы можете настроить ее параметры.

Чтобы зафиксировать полученную штриховку и перейти к построению следующей, щелкните по кнопке *(Создать объект)* на *Панели специального управления.*

Лабораторное занятие №3.

«Выделение объектов с помощью команд».

С помощью команд Выделить можно выделять объекты различными способами или их комбинациями, а также отменить сделанное выделение.

Выделенные элементы будут подсвечены назначенным в диалоге настройки цветом (по умолчанию цвет выделения - зеленый).

После выделения группы элементов их можно копировать в буфер обмена, удалять, выполнять над ними различные операции редактирования и т. д.

Команду **Выделить** можно вызвать из *главного меню,* нажав 

или с *компактной панели,* нажав Команду  **Выделить** имеет расширенное меню (рис.3.1). (меню может отличаться в различных версиях программы).

Задание 1: Создайте новый документ *«Чертеж»* и назовите его *«Команды выделить».* В нем начертите 2 круга, 3 прямоугольника, 1 эллипс, 3 квадрата, 6 разных отрезков, 2 дуги (расположение и размеры объектов произвольные).

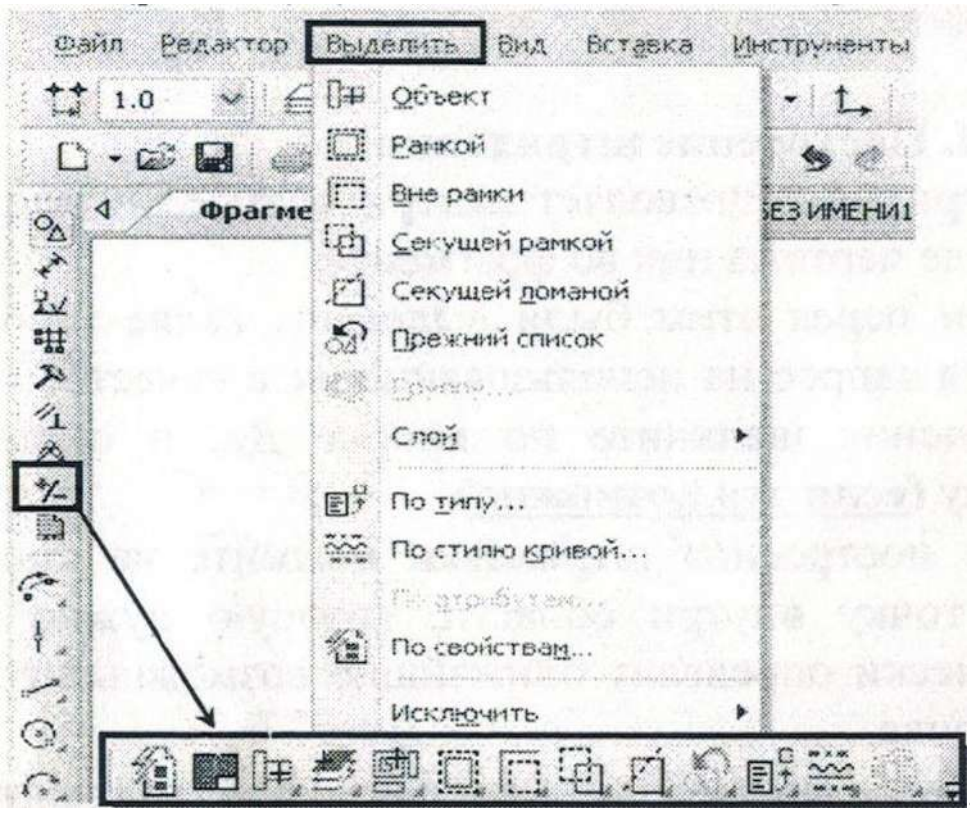


Рисунок 3.1. Расширенное меню объекта выделить.

Разберем работу с командами *Выделения* на примере *компактной панели.* Для вызова команд *Выделения* нажмите левой кнопкой мыши на кнопке *(выделения),* для активации команд выделения.

3.1. Команда Выделить по свойствам позволяет выполнять операции выделения с объектами (геометрическими, размерами, обозначениями), соответствующими заданным условиям.

Для вызова команды нажмите кнопку *(Выделить по свойствам)* на *инструментальной панели.*

На экране появится диалог выбора объектов по свойствам (см. рис. 3.2). Элементы управления этого диалога позволяют выбрать типы объектов и условия для выполнения над ними операций выделения.

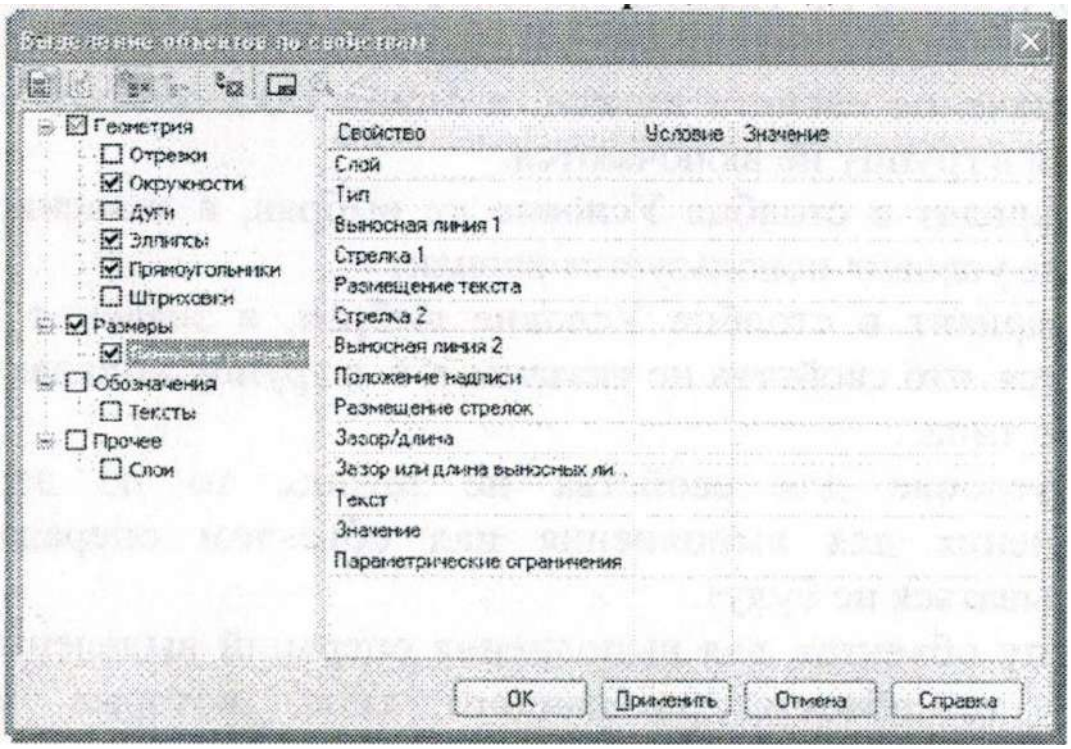


Рисунок 3.2. Диалог выделения объектов по свойствам

Кнопки панели инструментов диалога позволяют управлять результатом операции выделения объектов и изменять масштаб отображения документа. Дерево объектов содержит наименования типов объектов, которые

присутствуют в текущем документе. *Этот набор формируется автоматически.* Таблица условий выделения содержит список свойств выделенного в дереве объекта и позволяет задавать условия включения объекта в группу выделенных, т.е. формировать фильтр для выбора.

Чтобы сформировать фильтр для выбора объектов определенного типа, выполните следующие действия. Включите в дереве опцию, соответствующую типу объекта. Выберите в таблице *Свойство.* Выберите из раскрывающегося списка *Условие* нужный вариант. Набор доступных условий зависит от типа свойства. Задайте значение условия в поле *Значение.* Способ задания также зависит от типа свойства. Значения числовых свойств, например, Длина, Угол, координаты характерных точек следует вводить с клавиатуры. Значения других свойств, например, Вид, Стиль, Размещение стрелок выбираются из раскрывающегося списка.

Чтобы быстро задать свойства, общие для всех объектов группы, включите опцию корневого раздела, например, *Геометрия.* Выберите общие условия и значения параметров. Затем в дереве выключите опции типов объектов, не подлежащих внесению в группу. Далее задайте остальные параметры для каждого типа объектов группы.

При задании условий следует учитывать следующие особенности.

Если в столбце Свойство выбран Вид и в столбце Значение указан его номер, то при выбор слов в раскрывающемся списке будут присутствовать только те слои, которые принадлежат данному виду. Если вид не выбран, то для выбора будут доступны все слои.

- Если в таблице не указано значение ни одного свойства, то в группу попадают все объекты данного типа.
- Если значения свойств заданы, а опция типа объекта выключена, то объекты в группу не включаются.
- Если вариант в столбце Условие не выбран, а значение задано, то в качестве условия используется вариант «=».

- Если вариант в столбце Условие выбран, а значение не задано, то считается, что свойства не указаны, т.е. в группу попадают все объекты данного типа.
- Если условие для свойства не задано, то по этому свойству ограничения для выполнения над объектом операций выделения накладываться не будут.
- В группу объектов для выполнения операций выделения включаются только те объекты выбранного типа, которые удовлетворяют одновременно всем заданным условиям.

3.2. Команда Выделить все позволяет выделить все объекты, содержащиеся в текущем виде чертежа. Для вызова команды нажмите на кнопку  *(Выделить все)* на *инструментальной панели* или сочетание клавиш Ctrl+A. Для снятия выделения щелкните в пустом месте *рабочего документа.*

3.3. Команда Выделить объект указанием позволяет выделить отдельный геометрический или текстовый объект.

Для вызова команды **Выделить объект указанием** нажмите на кнопку  *(Выделить объект указанием)* на *инструментальной панели.* Далее укажите курсором тот элемент, который нужно выделить. При этом элемент должен попасть в зону захвата курсора.

За один вызов команды можно указать произвольное количество выделяемых объектов. Для снятия выделении с отдельных объектов нажмите на кнопку *(Выделить объект указанием)* на *инструментальной панели,* и не отпуская переместите на кнопку  *(Исключить объект указанием),* теперь, нажимая на объекты, выделение будет сниматься.

3.4. Команда Выделить слой позволяет выделить объекты одного или нескольких слоев в текущем виде чертежа или во фрагменте. Команда применяется (доступна) при наличии двух и более слоев.

Для начала создадим дополнительные слои, чтоб было с чем работать. Работа со слоями в КОМПАС-3D является полной аналогией использования накладываемых друг на друга калек при обычном проектировании на кульмане. Каждый слой

может иметь уникальное название для облегчения поиска и выбора. Слой может находиться в различных состояниях *(текущий, активный, фоновый, невидимый).*

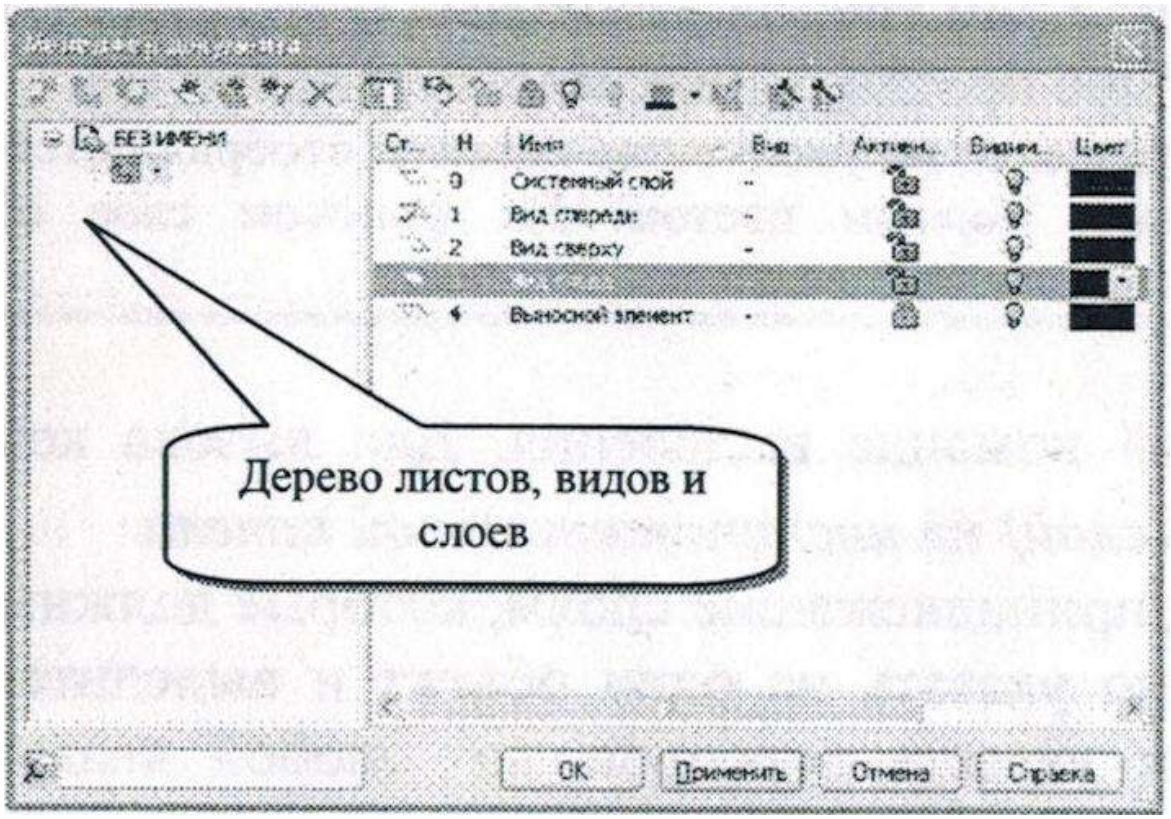


Рисунок 3.3. Диалог Менеджер документа.

Чтобы создать новый слой в текущем виде чертежа или во фрагменте, вызовите команду *Вставка - Слой* или нажмите кнопку (*Состояние слоев)* на панели *Текущее состояние.* На экране появится диалог Менеджер документа (см. рис 3.3).

Далее в *Дереве листов, видов* и *слоев* выделите объект (вид, группу свойств или группу слоев) для добавления нового слоя нажмите кнопку *(Создать слой)* на *Панели инструментов Менеджера документа.*

В Списке листов, видов и слоев появится вновь созданный слой. В поле имени слоя будет находиться текстовый курсор. Вы можете изменить имя. Ввод имени не является обязательным, однако понятные имена слоев, особенно если их достаточно много, значительно облегчает работу с документом.

Для удобства работы полезно также ввести комментарий к слою.

По умолчанию новому слою присваивается первый свободный номер. При необходимости можно изменить его.

Чтобы установить цвет отрисовки слоя в активном состоянии, нажмите кнопку *Цвет* на *Панели инструментов Менеджера документа.* Цвет слоя можно также выбрать из раскрывающегося списка в колонке *Цвет.*

Обратите внимание на то, что после создания нового слоя текущим остается тот же слой, что и перед этим. Если требуется, чтобы текущим был новый слой, нажмите кнопку *Сделать текущим* или щелкните мышью в ячейке *Статус.* На пиктограмме слоя появится красная «галочка», показывающая, что слой является текущим. (В данном примере на рис. 3.3. текущим слоем является под именем «*Вид спереди*»).

После ввода всех параметров нового слоя нажмите кнопку ОК Менеджера документа.

Задание 2: Создайте новый документ *«Чертеж»* и назовите его *«Слои»,* не закрывая первый чертеж. Начертите в нем три слоя с именами: квадрат, окружность, многоугольник, по окончанию нажмите ОК, диалог *Менеджера документа* закроется (по умолчанию порядковый номер 0 присваивается системному слою). Теперь переключимся на первый слой с именем «Квадрат», для этого нажмите на кнопку (*Состояние слоев)* на панели *Текущее состояние,* и в появившемся меню выбираем слой под номером 1, теперь данный слой является текущим. Создайте теперь два произвольных квадрата. Далее переходим на слой №2 и создаем в нем три произвольных окружности, потом на слой №3 и создаем в нем четыре произвольных многоугольника.

Полезно знать!!! На активном текущем слое по умолчанию объекты отображаются синим цветом, а на активном не текущем - черным цветом. На фоновом слое объекты отображаются черным пунктиром по умолчанию.

Далее переходим к самой команде выделения. Для вызова команды нажмите кнопку  *(Выделить слой)* на *инструментальной панели.*

Затем укажите элементы, принадлежащие слоям, которые должны быть выделены, для этого достаточно указать на один объект и выделится весь слой. В нашем примере, если указать курсором на любой квадрат, то выделится весь слой, то есть все два квадрата, а остальные объекты (многоугольники и окружности) не выделятся.

Если какие-либо объекты документа уже выделены, то элементы выбранных слоев будут к ним добавлены. Для снятия выделения одного из слоев нажимаем на кнопку (*Исключить слои указанием),* и нажимаем на один из объектов данного слоя, выделение его будет снято.

Далее переходим вновь на первый чертеж с именем *«Команды выделить»,* **и продолжаем работу с командами выделения. Если вы его закрыли, то вернитесь к *заданию 1* данной лабораторной работы №3 и выполните его заново.**

- Команда **Выделить вид указанием** позволяет выделить один или несколько видов чертежа. С помощью этой команды виды выделяются как единые объекты.

Для вызова команды нажмите кнопку  *(Выделить вид указанием)* на *инструментальной панели.*

Затем укажите элементы, принадлежащие видам, которые должны быть выделены. Признаком того, что вид выделен как единое целое, служит появление подсвеченной габаритной рамки вокруг этого вида. Если какие- либо объекты уже выделены, то элементы выбранных видов будут к ним добавлены.

Для снятия выделении с отдельных объектов нажмите на кнопку  *(Выделить вид указанием)* на *инструментальной панели,* и не отпуская переместите на кнопку  *(Исключить вид указанием),* теперь, нажимая на объекты, выделение будет сниматься.

3.5. Команда **Выделить рамкой** позволяет выделить объекты с помощью прямоугольной рамки и применяется, когда необходимо выделить часть чертежа или вид.

Для вызова команды выделения рамкой нажмите на кнопку  *(Выделить рамкой)* на *компактной панели выделения.*

После вызова команды следует зафиксировать точку первого угла рамки нажимаем левую кнопку мыши и не отпуская передвигаем, образуя прямоугольник нужного размера, отпускаем кнопку мыши, что бы зафиксировать второй ее угол. Объекты, целиком попавшие в заданную рамку будут выделены зеленым цветом.

Если какие-либо объекты уже выделены, то объекты, указанные с помощью рамки, будут к ним добавлены.

Внимание! *И если вы выделяете объекты, находящиеся на слое в фоновом состоянии, то они не выделятся.*

Для снятия выделения с отдельных объектов нажмите на кнопку (*Выделить рамкой)* на *инструментальной панели,* и не отпуская переместите на кнопку  *(Исключить рамкой),* теперь, попадающие в рамку объекты, станут невыделенными.

3.6. Команда Выделить вне рамки позволяет выделить объекты, не попавшие в заданную прямоугольную рамку, и является противоположной по значению команде **Рамка.** Для вызова этой команды нажмите на кнопке  *(Выделить вне рамки)* на *компактной панели выделения.* Эта команда будет полезна в тех случаях, когда необходимо выделить и удалить мелкие, не видимые глазом, геометрические объекты (или их остатки, полученные в результате многочисленных геометрических построений и удалений), расположенные вне зоны чертежа. Подобное обстоятельство не позволит вывести документ на печать в требуемом формате.

Для снятия выделении с отдельных объектов нажмите на кнопку  (*Выделить вне рамки)*на *инструментальной панели,* и не' отпуская переместите на кнопку  *(Исключить вне рамки),*теперь, выделение будет снято с тех объектов, которые находятся за рамкой.

3.7. Команда Выделить секущей рамкой позволяет выделить объекты, частично попавшие в заданную прямоугольную рамку. Элементы чертежа, которые целиком или частично попали внутрь заданной рамки, будут выделены.

Если какие-либо объекты уже выделены, указанные с помощью секущей рамки элементы будут к ним добавлены.

Для вызова команды нажмите на кнопку *(Выделить секущей рамкой) на инструментальной панели.* Данная команда применяется в тех случаях, когда нужно выделить все геометрические примитивы, являющиеся лишь частью выделяемого объекта.

Для снятия выделения с отдельных объектов нажмите на кнопку  *(Выделить секущей рамкой)*на *инструментальной панели,* и не отпуская переместите на кнопку  *(Исключить секущей рамкой),* теперь, выделение будут сниматься, с тех объектов которые попадают под секущую рамку.

3.8. Команда Выделить секущей ломаной позволяет выделить объекты, пересекая их ломаной линией.

Для вызова команды нажмите кнопку  *(Выделить секущей ломаной)* на компактной панели выделения.

Данная команда применяется в сложных и насыщенных чертежах.

Для снятия выделения с отдельных объектов нажмите на кнопку  *(Выделить секущей ломаной)* на *инструментальной панели,* и не отпуская переместите на кнопку  *(Исключить секущей ломаной),* теперь, выделение будет сниматься, с объектов попавших под секущую ломаную.

3.9. Команда Выделить прежний список позволяет выделить все объекты, которые выделялись в предыдущий раз (элементы прежнего списка). Для вызова команды нажмите кнопку (*Выделить прежний список)* на *инструментальной панели.*

Применяется при многократном копировании.

Для снятия выделения с отдельных объектов нажмите на кнопку  *(Выделить прежний список)* на *инструментальной панели,* и не отпуская переместите на кнопку  *(Исключить прежний список)* выделение будет снято.

3.10. Команда Выделить по типу позволяет выделить объекты активного документа в соответствии с их типом. Для вызова команды нажмите кнопку  (*Выделить по типу)* на *компактной панели выделения.*

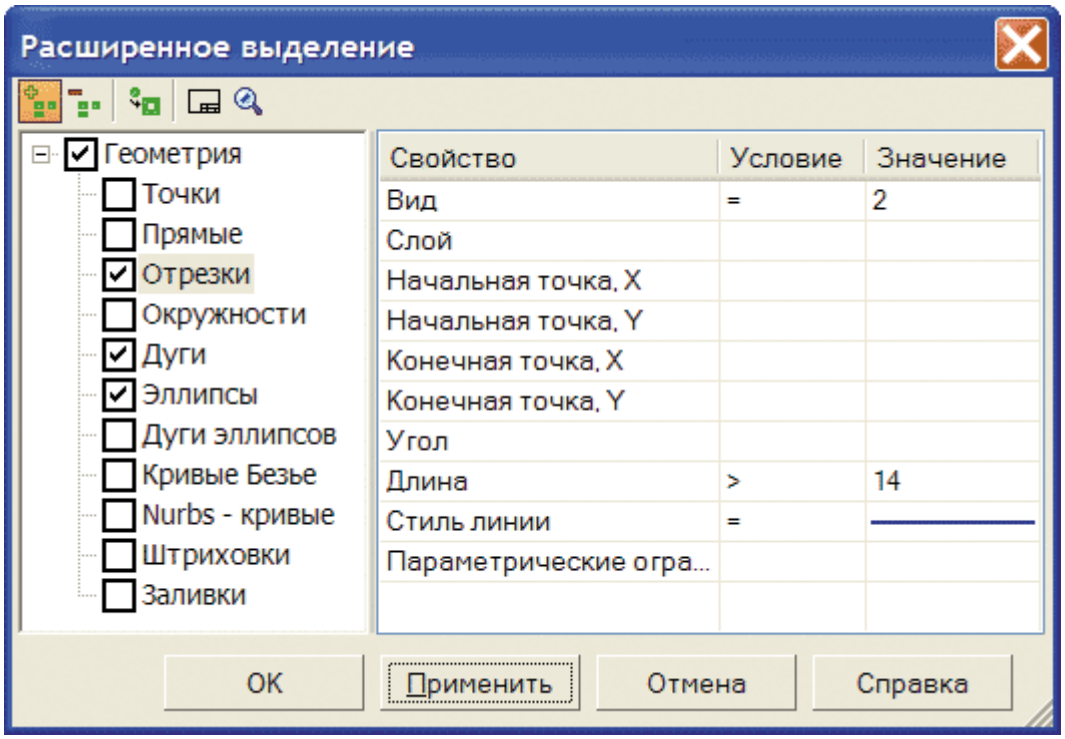


Рисунок 3.4. Диалог: Выбор объектов для выделения

После вызова команды на экране появляется диалог со списком типов объектов, имеющихся в активном документе (отрезки, окружности, дуги, и т.п.). Выберите из списка типы, которые нужно выделить, и нажмите кнопку ОК (см. рис. 3.4). Чтобы выделить несколько объектов, идущих не подряд, зажмите *Ctrl* и не отпуская его, щелкайте левой кнопкой мыши по нужным объектам *объектов для* выделения.

Для выхода из диалога без выбора нажмите кнопку *Отмена.* Если какие-либо объекты уже выделены, то выбранные по типу объекты будут к ним добавлены.

Для снятия выделении с отдельных объектов нажмите на кнопку (*Выделить по типу)* на *инструментальной панели,* и не отпуская переместите на кнопку  *(Исключить по типу),* теперь, выделение будет сниматься, с вновь выбранных объектов из заранее выделенных.

3.11. Команда Выделить по стилю кривой позволяет выделить объекты, изображенные линиями одного стиля.

Для вызова команды нажмите кнопку  *(Выделить по стилю кривой) компактной панели* выделения. После вызова

команды на экране 5тоявляется диалог со списком стилей объектов, имеющихся в активном документе (рис. 3.5).

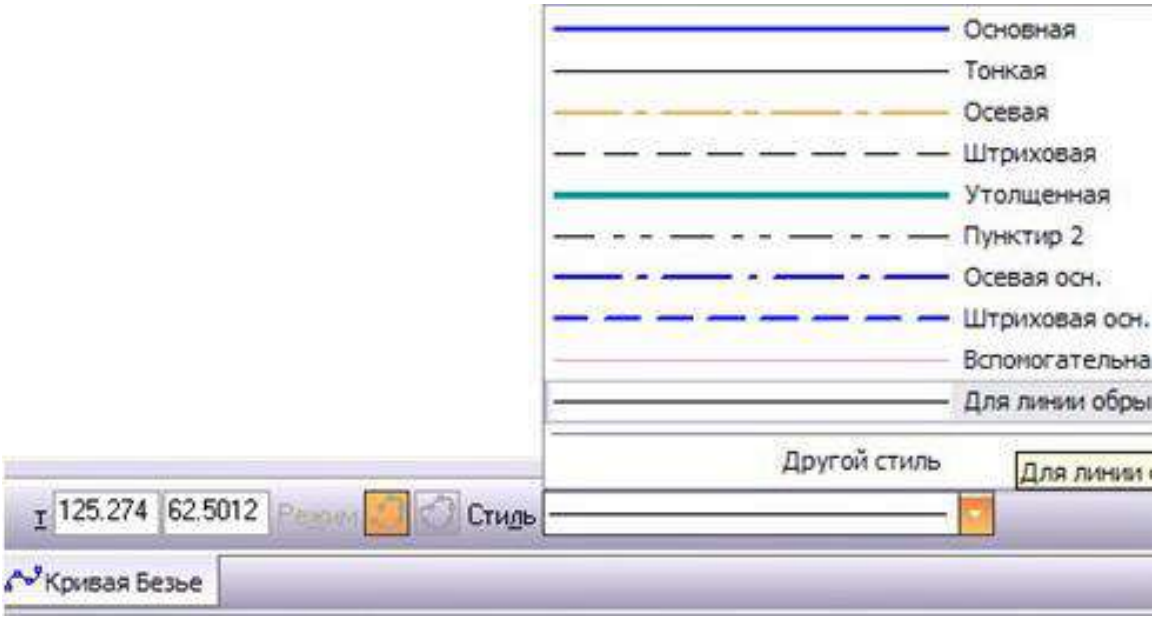


Рисунок 3.4. Диалог: Выбор стилей кривых для выделения.

Для выделения нескольких стилей кривых, идущих не подряд, зажмите Ctrl и не отпуская его, щелкните левой кнопкой мыши по нужным стилям, и нажмите кнопку ОК. Для выхода из диалога без выделения объектов по стилю кривой нажмите кнопку *Отмена*.

Для снятия выделении с отдельных объектов нажмите на кнопку (*Выделить по стилю кривой*) на *инструментальной панели,* и не отпуская переместите на кнопку *(Исключить по стилю кривой),* теперь, выделение будет сниматься, с вновь выбранных стилей кривых из заранее выделенных.

3.12. Команда Выделить группу позволяет выделить объекты одной или нескольких именованных групп активного документа.

Для вызова команды нажмите кнопку (*Выделить группу)* на *инструментальной панели* .

После этого на экране появляется окно со списком групп, имеющихся в активном документе. Выберите из списка

группы, которые нужно выделить, и нажмите кнопку *ОК.* Для выхода из диалога без выбора групп нажмите кнопку *Отмена.*

Если какие-либо объекты уже выделены, то элементы выбранных групп будут к ним добавлены.

Лабораторное занятие №4
«Команды редактирования»

Большинство команд *Редактирования* доступны, если выделен, хотя бы один графический объект. Поэтому *помните,* чтобы изменить какой-то объект, надо, сначала указать (выделить) этот объект.

Данные команды изменяют параметры выделенного объекта.

Команды Редактирования можно найти нажав кнопку на главном меню (*Редактор*) или на кнопку (*Редактирования*) на компактной панели (см. рис.4.1).

Разберем работу команд *редактирования* на примере *компактной панели*.

Задание 1. Создайте документ чертеж формата А4. В нем начертите любые произвольные геометрические объекты (например, окружность, прямоугольник и отрезок), что бы потом можно было менять их параметры, с помощью команд редактирования.

Далее нажимает на кнопку (*Редактирование),* расположенную на *компактной панель,* (рис. 4.1).

4.1. Команда Сдвиг позволяет сдвигать изображение на заданное месторасположение. Эта опция имеет подменю (см. рис. 4.2), состоящее из двух команд.

4.2. Команда Указанием позволяет сдвинуть выделенные объекты чертежа или фрагмента. Доступны два выполнения сдвига объектов: с использованием базовой точки и гм перемещений по осям. Для вызова команды нажмите на кнопку  (Указа*нием)* на *компактной панели Редактирования.*

Для выполнения перемещения первым способом сначала укажите I точку для сдвига – т.1, а затем другую точку, определяющую ее положение, - т.2.

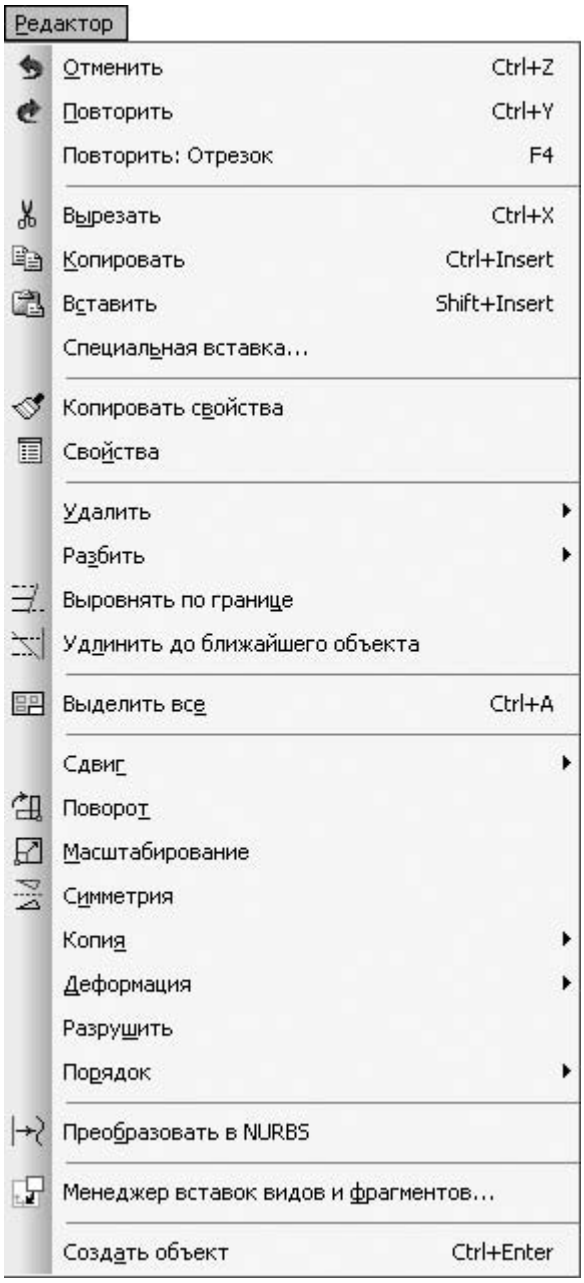


Рисунок 4.1. Панели команды Редактирования

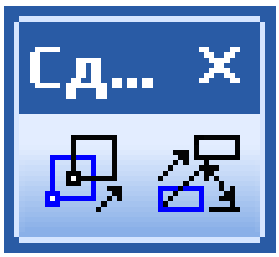


Рисунок 4.2. Расширенная панель объекта Сдвиг *по углу и расстоянию*

Для выполнения перемещения вторым способом введите в поля Сдвиг *Панели свойств* значения смещений в направлениях осей текущей системы координат. В ряде случаев удобнее выполнять простое перетаскивание выделенных объектов мышью, не прибегая к команде сдвига.

Надо знать!!! Группа переключателей *Режим* на *Панели свойств* команд *Редактирования* позволяет указать, требуется ли оставлять  или удалять исходные объекты  после выполнения операции.

4.1.2. Команда Сдвиг по углу и расстоянию позволяет переместить выделенные объекты на определенное расстояние в заданном направлении. Для вызова команд нажмите кнопку (*По углу и расстоянию)* и введите значения угла и расстояния в поля *Угол и Расстояние* на *Панели свойств.*

Значения смещений вдоль осей текущей системы координат будут рассчитаны автоматически и показаны в соответствующих справочных полях.

Не забывайте!!! Для фиксации команд нажимайте кнопку  *(Создать объект).*

4.2. Команда Поворот позволяет повернуть выделенные объекты чертежа или фрагмента. Для вызова команды нажмите кнопку  *(Поворот)* на *инструментальной панели.* Далее укажите точку центра поворота и базовую точку **т.1,** а затем точку **т.2,** определяющую новое положение базовой точки на *Панели свойств.*

4.3. Команда Масштабирование позволяет выполнить масштабирование выделенных объектов чертежа или фрагмента. Для вызова команды нажмите кнопку ***(Масштабирование)*** на *инструментальной панели.* Задайте в соответствующих полях на *Панели свойств* значение коэффициента масштабирования в направлении осей координат.

Можно ввести разные значения коэффициента масштабирования по горизонтали и по вертикали. Однако ввод масштаба по оси у невозможен, если среди выделенных объектов есть окружности или дуги окружностей, или виды

целиком. В этом случае выполнение операции производится со значением масштаба по оси y, равным масштабу по оси x.

Надо знать!!! Группа переключателей *Выносные линии* позволяет указать, масштабировать выносные линии или не масштабировать

Можно так же после заполнения в *Панели свойств* поля *масштаб,* указать точку центра масштабирования с помощью мышки.

4.4. Команда Симметрия позволяет выполнить преобразование симметрии относительно прямой для выделенных объектов чертежа или фрагмента. Для вызова команды нажмите кнопку *(Симметрия)*на *инструментальной панели.* Далее укажите положение первой т.1, а затем второй т.2 точек оси симметрии. Угол наклона оси к оси абсцисс текущей системы координат будет определен автоматически.

Если прямолинейный объект, являющийся осью симметрии, существует в документе, вы можете указать сам этот объект, а не точки, принадлежащие ему. Для этого нажмите кнопку (*Выбор базового объекта)* на *Панели свойств* и укажите курсором нужный прямолинейный объект. Для завершения команды нажмите кнопку *(Прервать команду) на Панели специального управления* или клавишу *Esc.*

4.5. Команда Копия позволяет скопировать выделенные объекты чертежа или фрагмента.

Для вызова команды нажмите кнопку *(Копия)* на *инструментальной панели.* Эта команда является одной из самых важных и имеет подменю из пяти команд (см. рис. 4.3).

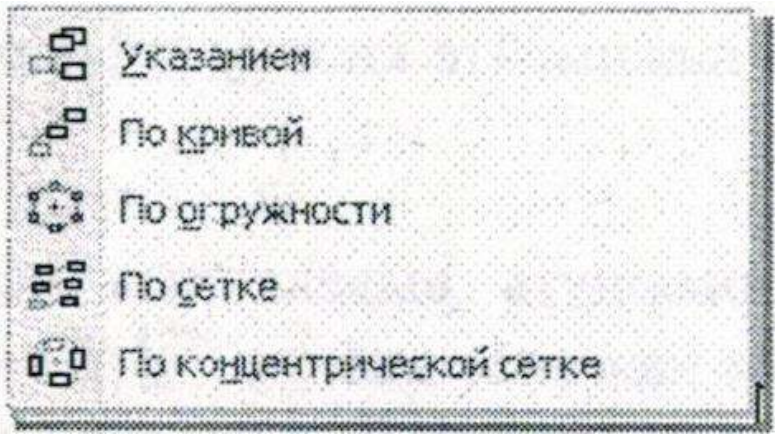


Рисунок 4.3. Расширенная панель объекта Копировать.

4.5.1. Для получения этого вида копий необходимо сначала выделить нужный чертежный фрагмент, затем нажать на кнопку *(Копия указанием)* на *инструментальной панели,* далее укажите базовую точку для копирования т.1и точку т.2**,** определяющую новое положение базовой точки. Значения панель смещении по осям текущей системы координат будут рассчитаны автоматически и показаны в полях *Смещение x* и *Смещение y.*

После фиксации нового положения базовой точки система копирует выделенные элементы в заданное место.

Объекты-копии располагаются в тех же видах и на тех же слоях, что и исходные объекты.

Если значения перемещений в направлениях осей известны, то для выполнения копирования вы можете ввести их в соответствующие поля на *Панели свойств.* Точки т.1и т.2 при этом указывать не нужно. Не забудьте подтвердить ввод каждого значения нажатием клавиши *Enter.* За один вызов команды можно создать произвольное количество копий объектов.

4.5.2. Команда Копия по кривой позволяет выполнить копирование выделенных объектов, разместив их вдоль указанной кривой.

Для вызова команды нажмите кнопку *(Копия по кривой)* на *инструментальной панели.* После выделения нужного объекта порядок действий при копировании объектов вдоль кривой следующий:

- Укажите базовую точку для копирования т.1.

- Введите количество копий в одноименное поле *Панели свойств.*

- Укажите курсором кривую, вдоль которой должны копироваться объекты.

- Введите значение шага в поле *Шаг*и выберите его интерпретацию. Это расстояние будет измеряться вдоль кривой, по которой производится копирование.

С помощью переключателей группы *Нормаль* укажите, требуется ли *Доворачивать до нормали*  к кривой или *Не доворачиватъ до нормали*  .

Укажите на кривой начальную точку копирования т.2. С этой точкой совпадет базовая точка первого экземпляра массива.

По умолчанию копирование по кривой направлено против часовой стрелки от начальной точки. При этом в группе *Направление* на вкладке *Копия панели свойств* активен переключатель *(Отрицательное направление).* Если массив должен располагаться по другую сторону от начальной точки, активизируйте переключатель (*Положительное направление).*

Очевидно, что выбор направления создания массива имеет смысл только в тех случаях, когда в качестве начальной точки указана не крайняя точка кривой.

4.5.3. Команда Копия по окружности позволяет выполнить копирование выделенных объектов, разместив их по окружности с указанным центром. Для вызова команды нажмите кнопку  *(Копия по окружности)* на *инструментальной панели.*

Порядок действий при копировании объектов по окружности следующий:

- Выделите объект, подлежащий копированию.

- Вызовите команду  *(Копия по окружности).* На экране появится *Панель свойств.* В поле *Количество копий* на *Панели свойств,* введите общее количество требуемых копий. При копировании по окружности исходный объект входит в состав массива, количество созданных копий будет на единицу

меньше введенного значения. За один раз можно ввести до 1000 копий.

- С помощью переключателя *(Режим)* выберите способ размещения экземпляров копий *(Равномерно по окружности)* или *(С заданным шагом).*

- Если на предыдущем этапе установлено размещение копий с заданным угловым шагом, введите его значение в поле *Шаг.*

- Для фиксации полученных копий нажмите кнопку *(Создать объект)* на *Панели специального управления.*

- Для завершения команды нажмите кнопку клавишу Esc.

4.5.4. Команда Копия по концентрической сетке позволяет выполнить копирование выделенных объектов чертежа или фрагмента, разместив их в узлах концентрической сетки. Для вызова команды нажмите кнопку *(Копия по концентрической сетке)*на *инструментальной панели.*

Порядок действий при копировании объектов по концентрической сетке следующий:

- Выделите объект, подлежащий копированию.

- Вызовите команду *(Копия по концентрической сетке).*

- Укажите базовую точку для копирования т.1.

- На экране появится фантом массива с параметрами по умолчанию. Чтобы настроить их требуемым образом, активизируйте вкладку *Параметры* на *Панели свойств.*

- В поля *N1*и *N2* введите количество экземпляров массива соответственно в радиальном и кольцевом направлении.

- В поле *Радиус* введите значение радиуса начальной окружности сетки.

- В поле ***Угол*** введите угол между осью абсцисс текущей системы координат и первой радиальной линией сетки.

- В поля *Шаг1* и *Шаг2* введите шаг копий соответственно в радиальном и кольцевом направлениях и выберите интерпретацию шага.

- С помощью переключателей *(Не оставлять копию в центре сетки)* или *(Оставлять копию в центре*

сетки) укажите, требуется ли отрисовка центральной копии - геометрического объекта, базовая точка которого совпадает с центром сетки, - или не требуется.

- С помощью переключателей ориентации копий  *(Доворачивать копии до радиального направления)* или  *(Не доворачивать копии до радиального направления)* укажите нужное направление. Каждое изменение того или иного параметра массива немедленно отражается на его фантоме.

- Укажите точку вставки массива т.2.

4.5.5. Команда Копия по сетке позволяет выполнить копирование выделенных объектов чертежа или фрагмента, разместив их в узлах сетки с заданными параметрами.

Порядок действий при копировании объектов по сетке следующий:

- Выделите объект, подлежащий копированию.

- Вызовите команду  *(Копия по концентрической сетке).*

- В поля *N*1 и *N*2 введите количество копий соответственно вдоль первой (ось x) и второй (ось y) сетки. Однако общее число копий за одну вставку не должно превышать 1000.

- В поле *Наклон* введите угол наклона первой оси сетки к оси абсцисс текущей системы координат (по умолчанию установлено значение 0.0).

- В поле *Угол раствора* введите угол между осями сетки (по умолчанию установлено значение 90.0°).

- В поля *Шаг1* и *Шаг2* введите шаг копий соответственно вдоль первой и второй осей и выберите интерпретацию шага.

- С помощью переключателей *Оставлять копии в углах сетки)* и *(Не оставлять Копии внутри сетки*) установите нужный способ размещения копий. Эти группы переключателей доступны, если количество копий вдоль каждой из осей больше или равно трем.

- Укажите базовую точку для копирования т.1.

- Укажите точку вставки массива т.2.

4.6. Команда Деформация позволяет видоизменить или деформировать выделенные объекты чертежа или фрагмента.

Команда имеет подменю из трех команд: *Сдвигом, Поворотом и Масштабированием* (см. рис. 4.4).

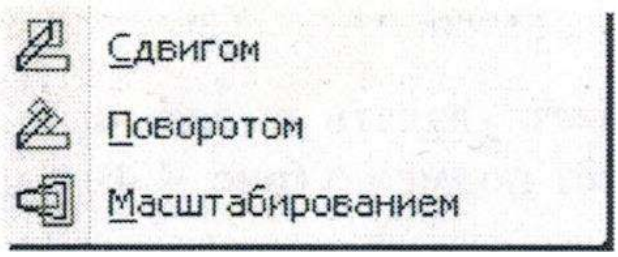


Рисунок 4.4. Расширенная панель объекта Деформация.

4.6.1. **Команда Деформация сдвигом** позволяет выполнить деформацию сдвигом объектов чертежа или фрагмента. Предварительное выделение объектов, подлежащих деформированию, выполнять не нужно.

Для быстрого перехода к команде нажмите кнопку ***(Деформация сдвигом),*** расположенную на ***Компактной панели.*** Укажите последовательно первую и вторую точки габаритного прямоугольника, который должен захватить деформируемую область (она будет подсвечена после захвата).

Задайте базовую точку для деформации, а затем зафиксируйте ее новое положение. Можно явно задать координаты базовой точки, а также величины перемещений по осям x и y, введя их в соответствующих полях ***Панели свойств.***

После фиксации нового положения базовой точки будет выполнено перестроение.

4.6.2 Команда Деформация поворотом позволяет выполнить поворот объектов чертежа или фрагмента на заданный угол.

Для вызова команды нажмите кнопку *(Деформация поворотом)* на *компактной панели.* Укажите объекты для деформации поворотом. Укажите точку центра поворота, затем укажите базовую точку т.1 и точку т.2, определяющую новое положение базовой точки.

После фиксации угла поворота будет выполнено перестроение объектов.

4.6.3 Команда Деформация масштабированием позволяет выполнить деформацию масштабированием объектов чертежа или фрагмента. Для вызова команды нажмите кнопку  *(Деформация масштабированием)* на *компактной панели.* Укажите объекты для деформации. Задайте в соответствующих полях *Панели свойств* нужные значения коэффициента масштабирования в направлении осей координат (можно ввести разные значения коэффициента масштабирования по горизонтали и по вертикали). Ввод масштаба по оси у невозможен, если среди выделенных объектов есть окружности или дуги окружностей или виды целиком. В этом случае выполнение операции производится со значением масштаба по оси у, равным масштабу по оси х.

Укажите точку центра масштабирования. После этого будет выполнено перестроение объектов.

За один вызов команды можно отредактировать несколько объектов чертежа. Для завершения команды нажмите кнопку клавишу ***Esc.***

Далее перейдем к главному меню к открывающемуся меню *Редактор,* а именно к командам: *Удалить, Разбить, Выровнять по границе и Удлинить до ближайшего объекта.*

4.7. Блок команд Удалить позволяет удалять выделенные объекты, геометрические элементы и области. Имеет подменю (см. рис. 4.5), содержащее 7 следующих команд.

Будьте внимательны!!! Данные команды продублированы на *компактной панели Редактирования.*

4.7.1. Команда Выделенные объекты позволяет удалить все выделенные объекты активного документа. Если ни один элемент не выделен, команда будет недоступна.

4.7.2. Команда Вспомогательные кривые и точки - позволяет удалить из текущего вида активного документа вспомогательные прямые и точки, а также другие геометрические примитивы, для которых был назначен вспомогательный стиль линии.

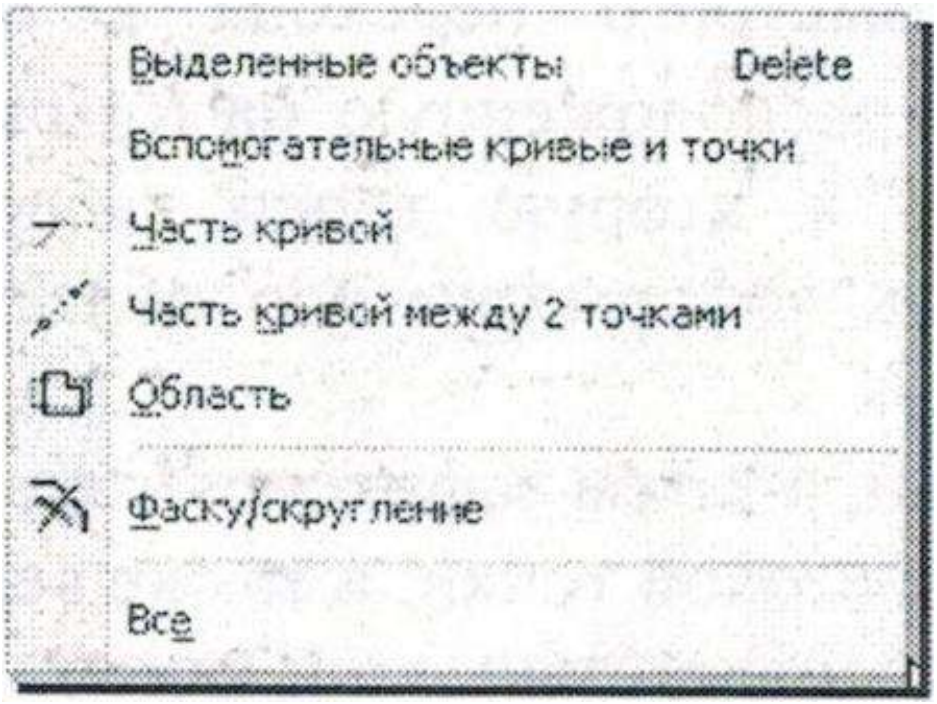


Рисунок 4.5. Расширенная панель объекта Удалить5

4.7.3. Команда Часть кривой - позволяет удалить часть объекта, ограниченную точками пересечения его с другими объектами. Для вызова команды нажимаем на кнопку (*Усечь часть кривую)* на *компактной панели,* или в главном меню *редактор — удалить — часть кривой.* Далее укажите на ту часть кривой которую надо удалить/отсечь. Будет удалена часть кривой между двумя ближними точками (рис. 4.5).

4.7.4. Команда Часть кривой между двумя точками - позволяет удалить часть объекта, ограниченную двумя произвольно заданными точками. Для вызова команды нажимаем на кнопку (*Усечь кривую 2 точками*) на *компактной панели,* или в главном меню *редактор удалить — Часть кривой между 2 точками.* Далее укажите на кривой которую надо удалить/отсечь, затем точки пересечения между которыми будет удалена кривая и точку удаляемого участка. Будет удалена часть кривой между двумя указанными точками (см. рис. 4.6).

4.7.5. Команда Область - позволяет удалить все объекты, находящиеся внутри или снаружи от некоторой границы. Переключатели группы ***Режим*** на ***Панели свойств*** позволяет указать, требуется ли удаление объектов снаружи от

границы  или внутри нее  Укажите замкнутые геометрические объекты (окружности, многоугольники, замкнутые ломаные и т. п.), все изображение внутри или снаружи которых необходимо удалить. Кнопки *Панели свойств* предоставляют дополнительные возможности задания границ области. Кнопка  *(Ручное рисование границ)* позволяет перейти к созданию временной ломаной линии, а кнопка  *(Обход границы по стрелке)* к формированию контура, образованного пересекающимися объектами. После того как границы областей указаны, нажмите для их очистки кнопку  *(Создать объект)* на *Панели специального управления.* Можно указать для очистки сразу несколько расположенных в разных местах областей с границами, заданными различными способами.

4.7.6. Команда Удалить фаску/скругления- позволяет удалить отрезок или дугу, соединяющие концы двух других объектов (отрезков или дуг), и продолжить эти объекты до точки их пересечения. Для вызова команды нажимаем на кнопку  (*Удалить фаску/скругления*) на *компактной панели,* или в главном меню *редактор — удалить — Удалить фаску/скругления.* Далее укажите курсором на скругление или фаску.

4.7.9. Команда Удалить все позволяет удалить все содержимое активного документа. Для вызова команды нажмите на главном меню *редактор-удалить—Удалить все.*

Внимание!!! После выполнения этой команды нельзя будет воспользоваться командой *Отменить***,** поэтому пользоваться ей следует исключительно осторожно.

4.8. Команда Разбить имеет подменю (см. рис. 4.6), состоящее из двух команд:

4.8.1. Команда Разбить кривую позволяет разбить объект в какой-либо точке на две части. Для вызова команды нажмите (см. рис. 4.6.) Расширенная кнопку(*Разбить кривую).* Укажите панель объекта *Разбить кривую* курсором кривую, подлежащую разбиению. Если выбрана незамкнутая кривая, то для разбиения ее на две части требуется указание одной точки.

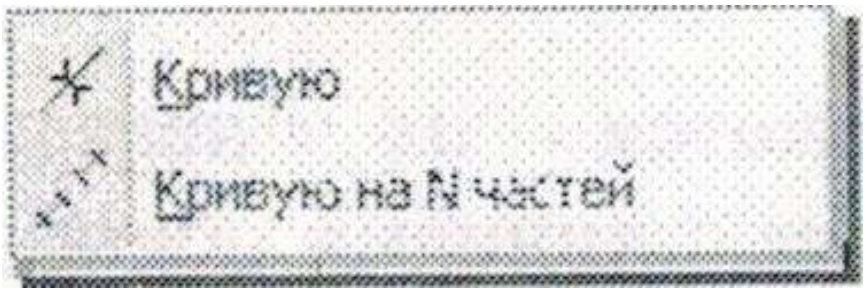


Рисунок 4.6. Расширенная панель объекта Разбить кривую

Если, выбрана замкнутая кривая, то для ее разбиения необходимо указать две точки. Если указанная точка не принадлежит выбранной кривой, то положение точки разбиения будет определяться проекцией указанной точки на кривую. Для точного позиционирования курсора воспользуйтесь привязками или меню *геометрического калькулятора* в полях на *Панели свойств.* За один вызов команды можно разбить на две части произвольное количество кривых.

4.8.2. Команда Разбить кривую на N частей - позволяет разбить объект на несколько равных частей. Для вызова команды нажмите кнопку *(Разбить кривую на N частей).* Введите в поле *N* на *Панели свойств* количество частей, на которые нужно разбить кривую, затем укажите курсором кривую для разбиения. Если кривая замкнута, необходимо указать начальную точку для разбиения. Если указанная точка не принадлежит выбранной кривой, то положение точки разбиения будет определяться проекцией указанной точки на кривую. Для точного позиционирования курсора воспользуйтесь привязками или меню *геометрического калькулятора* в поле на *Панели свойств.* За один вызов

команды можно разбить на равные части произвольное количество кривых.

4.9. Команда Выровнять по границе позволяет продлить объекты до указанной границы или усечь по ней. Выравнивание может потребоваться, например, при построении изображений тел вращения, а также во многих других случаях. Укажите границу выравнивания - любой геометрический объект, затем укажите объекты, которые должны быть выровнены. Вспомогательные прямые нельзя выровнять по границе. *Кривые Безье* и *NURBS* могут быть только усечены по границе, продление их с помощью команды выравнивания невозможно. Чтобы перейти к выравниванию по другой границе, нажмите кнопку (*Указать заново)* на *панели специального управления* и выберите новую границу.

4.10. Команда Удлинить до ближайшего объекта позволяет продлить объект до ближайшей точки пересечения (или касания) с другим объектом. Удлинение возможно для отрезков, дуг окружностей и эллипсов.

Для вызова команды нажмите кнопку (*Удлинить до ближайшего объекта)* на *инструментальной панели.* Далее укажите объект для удлинения. Удлинение объекта происходит от той его конечной точки, ближе к которой находился курсор при выборе объекта, до ближайшей точки пересечения с другим объектом.

При удлинении объектов учитываются их пересечения с геометрическими примитивами, осями, а также с линиями обрыва. Если ни один из этих объектов не пересекается с продолжением объекта, выбранного для удлинения, то удлинение не происходит.

Если имеется несколько объектов, часть из которых нужно продолжить до пересечения с объектом, а часть - усечь в точках пересечения с тем же объектом, воспользуйтесь командой Выровнять по границе.

Имейте в виду, что продолжение объекта с помощью этой команды возможно как до явных точек пересечения с границей, так и до точек пересечения с ее продолжением, в то время как команда Удлинить до ближайшего объекта продолжает объект только до явных точек пересечения с другими объектами.

4.11. Команда Разрушить позволяет разрушить на отдельные примитивы выделенные составные объекты. Команда разрушения может потребоваться, если необходимо отредактировать какой-либо элемент, входящий в составной объект, либо воспользоваться командой Деформация. Разрушать можно вставленные фрагменты, макрообъекты, ломаные, контуры, а также эквидистантные кривые. Если ни один из объектов нужного типа не выделен, команда будет недоступна.

Если среди выделенных перед вызовом команды объектов были такие, которые невозможно разрушить, они остаются без изменений.

Для вызова команды нажмите в главном меню *редактор - разрушить,* или нажмите правой кнопкой мыши, и в появившемся *контекстное меню,* выберите *разрушить*.

Для быстрой отмены ошибочного разрушения объектов нажмите кнопку *(Отменить)* на *Инструментальной панели* или комбинацию клавиш: *Alt+BackSpase* либо *Ctrl+Z.*

Чтобы собрать обратно разрушенный объект в единое целое, выделите его, и нажмите правой кнопкой мыши, в появившемся *контекстное меню,* выберите *создать макроэлемент.*

Задание 2. Создайте новый документ чертеж. В нем начертите объекты, представленные на рис. 4.7, используя при этом команды редактирования. На образце указаны возможные команды для выполнения задания.

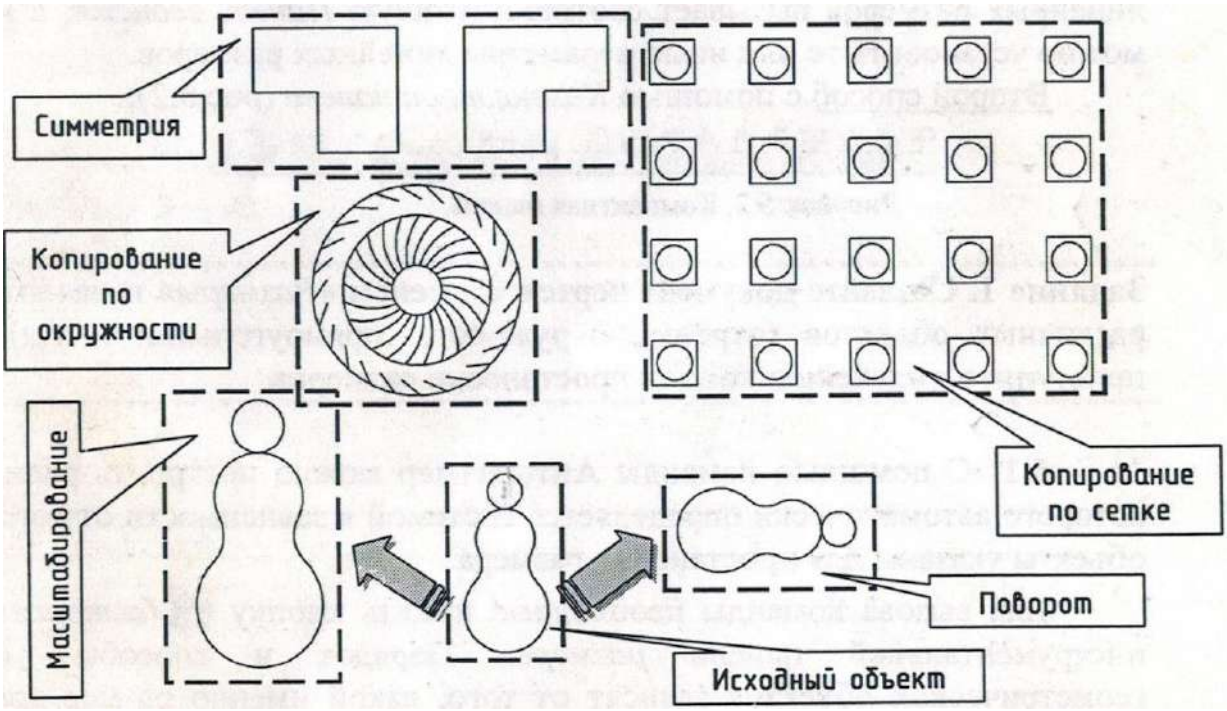


Рисунок 4.7. Образец выполнения задания

Лабораторное занятие №5.

«Команды простановки размеров»

Система КОМПАС предоставляет пользователю разнообразные возможности простановки размеров: несколько типов линейных, угловых, радиальных, а также диаметральный, размер высоты и размер дуги.

Есть два способа вызова команд простановки размеров.

Первый способ - с помощью системы *меню.* Для этого щелкните в главном *меню* по пункту *Инструменты*, а затем в *выпадающем меню* по пункту *Размеры,* и по пункту, например, *Линейные* (см. рис. 5.1).

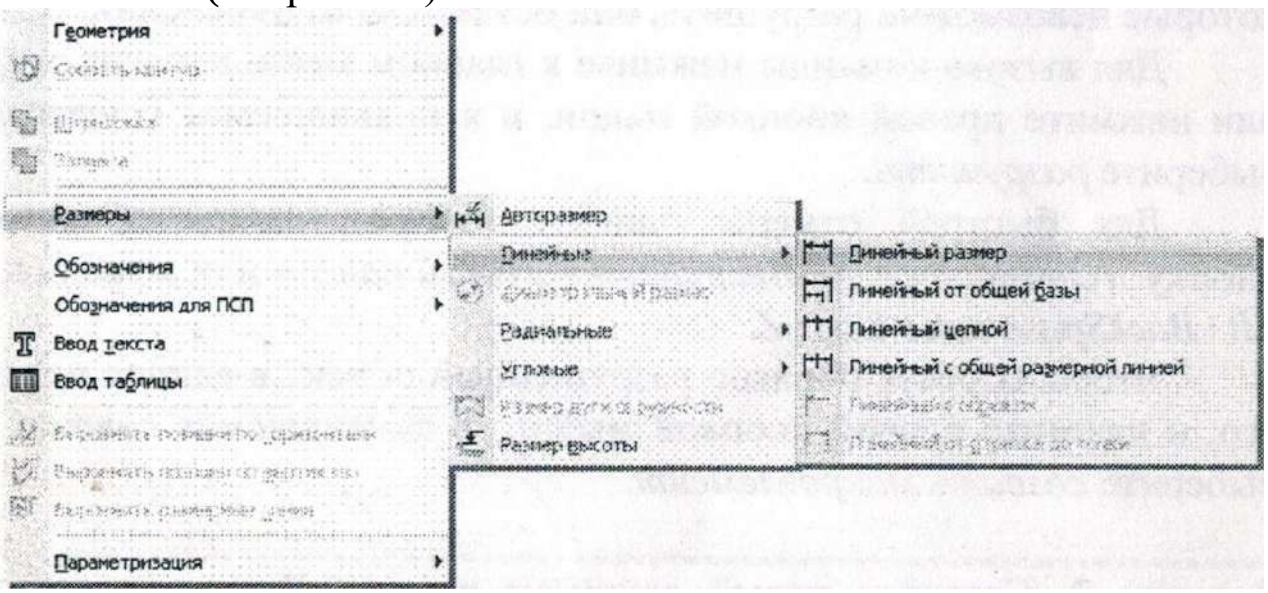


Рисунок 5.1. Всплывающее меню простановки размеров.

Щелчок по любому из пунктов всплывающего меню простановки линейных размеров вызывает соответствующую *Панель свойств,* в которой можно установить те или иные параметры линейных размеров.

Второй способ с помощью *Компактной панели* (см. рис 5.2).



Рисунок 5.2. Компактная панель.

Задание 1. Создайте документ чертеж с именем *«Размеры»* и начертите 7-8 различных объектов (отрезок, окружность, прямоугольник и т.д.) затем приступите к изучению команд простановки размеров.

5.1. С помощью команды **Авторазмер** можно построить размер, тип которого автоматически определяется системой в зависимости от того, какие объекты указаны для простановки размера.

Для вызова команды необходимо нажать кнопку  *(авторазмер)* на инструментальной панели *размеры.* Порядок и способы указания геометрических объектов зависят от того, какой именно размер требуется проставить: линейный, линейный с обрывом, линейный от отрезка до точки, угловой, угловой с обрывом, диаметральный, радиальный.

Для создания *линейного авторазмера* необходимо указать точки привязки размера или отрезок, граничные точки которого будут являться точками привязки.

Линейный авторазмер предлагается системой по умолчанию после вызова команды *авторазмер* и указания отрезка. Если требуется проставить не простой линейный размер, а, например, линейный размер от отрезка до точки или угловой размер, то после указания первого объекта следует указать следующий объект. Система перейдет в режим построения размера, соответствующего указанным объектам.

При простановке *линейного авторазмера от отрезка до точки* необходимо обращать внимание на стиль линии выбираемых отрезков.

Для создания *линейного авторазмера с обрывом* следует указать в любой последовательности два параллельных отрезка, один из которых имеет системный стиль линии *осевая* или является системным объектом *"осевая линия"*.

Для создания *линейного авторазмера от отрезка до точки* следует указать отрезок и точку.

Для создания *углового авторазмера* следует указать два непараллельных отрезка. Если один из указанных отрезков имеет системный стиль *осевая* или является системным

объектом *"осевая линия"*, то тип размера автоматически определяется как *угловой с обрывом.* При простановке простого углового размера необходимо обращать внимание на стиль линии выбираемых отрезков. Для создания *диаметрального авторазмера* следует указать окружность.

Размерная линия может быть полная или с обрывом. Для выбора нужного варианта следует воспользоваться группой переключателей *тип* (см. рис. 5.3). Так же тут, можно указать диаметральный или радиальный размер необходимо проставить.

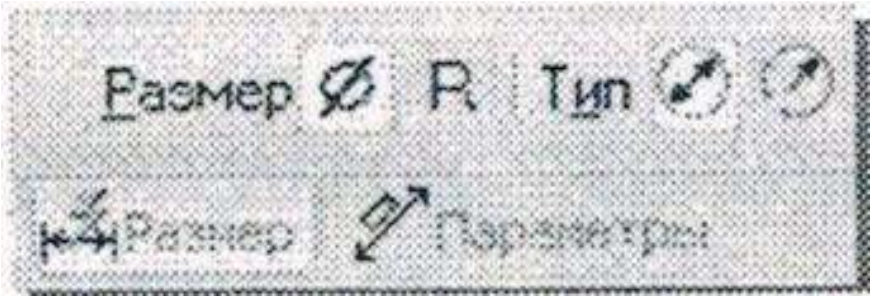


Рисунок 5.3. Панель свойств объекта авторазмер

При создании *диаметрального авторазмера* может быть построен линейный размер со знаком "диаметр" или собственно диаметральный размер. Для простановки линейного размера необходимо перемещать курсор в направлениях осей системы координат текущего вида чертежа (во фрагменте - в направлениях осей абсолютной системы координат, то есть вертикально или горизонтально), а для простановки диаметрального размера - под углом к этим направлениям.

Для создания *радиального авторазмера* следует указать дугу окружности. Группа переключателей *тип* на вкладке размер позволяет указать радиальный размер от центра или не от центра окружности (см. рис.5.3).

Возможности настройки авторазмеров практически аналогичны возможностями настройки соответствующих размеров, создаваемых с помощью специальных команд.

5.2. Команда Линейные позволяет проставить простой линейный размер. Имеет панель следующих расширенных команд: *Линейный размер, Линейный от общей базы, Линейный цепной, Линейный с общей размерной линией,*

Линейный с обрывом и Линейный от отрезка до точки (см. рис. 5.4).

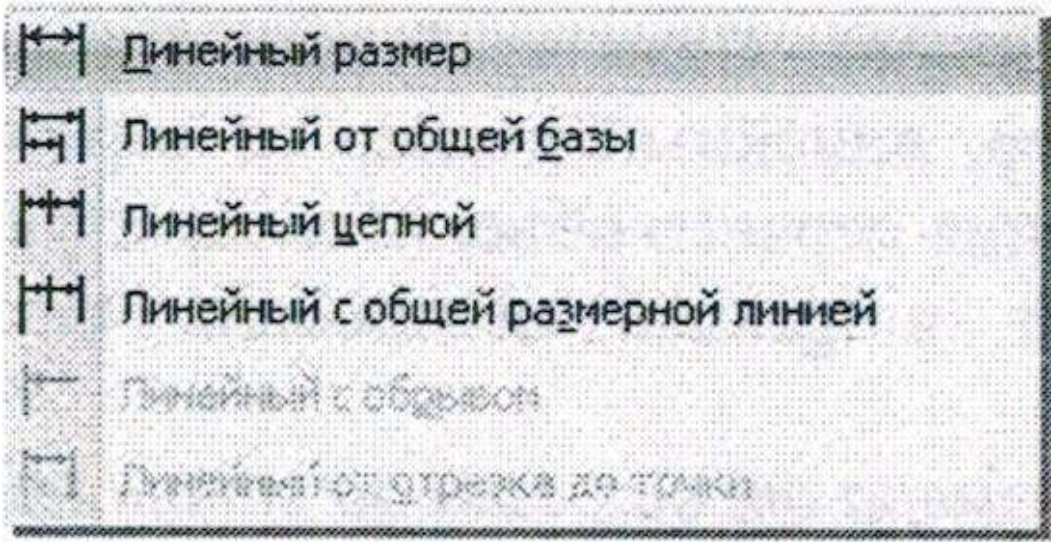


Рисунок 5.4. Расширенная панель объекта Линейные размеры

Для вызова команды нажмите кнопку *(Линейный размер)* на инструментальной панели *Размеры.* Укажите курсором точки привязки размера – т.1 и т.2 (точки выхода выносных линий), затем укажите точку, определяющую положение размерной линии т.3.

Иногда бывает трудно указать точки привязки размера (например, если рядом с этими точками расположены другие примитивы). В таких случаях можно указать сам объект для автоматического определения точек привязки размера.

Для этого нажмите кнопку *(Выбор базового объекта)* на *Панели специального управления* и укажите курсором нужный объект (отрезок, дугу и т. п.). По умолчанию размерная линия параллельна линии, проходящей через точки привязки размера. При этом активен переключатель *(Параллельно объекту) в* группе 

(Тип) на вкладке *Размер* на *Панели свойств.* Чтобы построить горизонтальный или вертикальный размер, активизируйте соответствующий переключатель.

В поле *Текст* на вкладке *Размер* отображается автоматически сформированная размерная надпись. Чтобы вызвать диалог редактирования и настройки размерной

надписи, щелкните мышью в этом поле. Настройка параметров размеров показана на рис. 5.5.

Диалог *Задание размерной надписи* имеет меню из трех команд: *Редактор, Вставить и Формат.*

Команда *Редактор* предназначена для редактирования вводимого текста.

Команда *Вставить* позволяет вводить в размерную надпись: дроби и индексы различной высоты, надстрочные и подстрочные буквы и цифры, спецзнаки и символы.

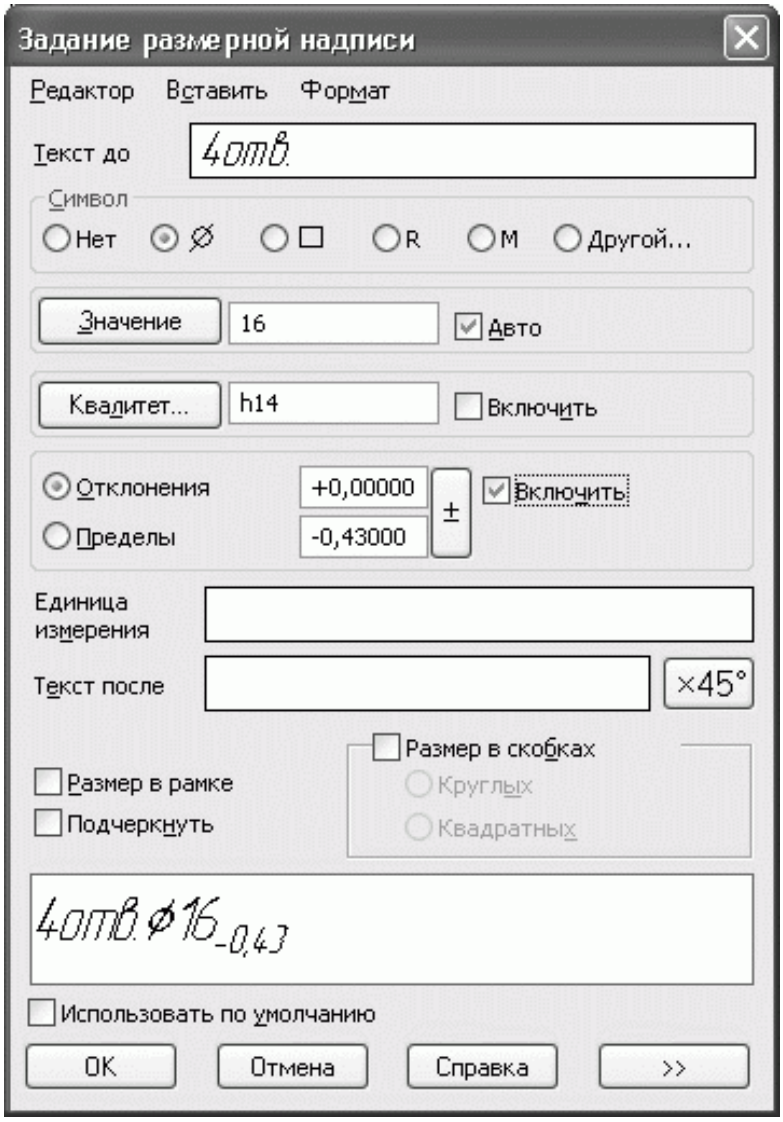


Рисунок 5.5. Задание размерной надписи.

Команда *Формат* предназначена для изменения шрифта и стиля текста размерной надписи.

В Диалоге *Задание размерной надписи* можно вводить следующие данные: *Текст до* (цифр размера), *Символ* (размера), *Значение* (размера), *Квалитет, Отклонение, Единицы измерения* и окно ввода *Текст после* (размера). Кроме этого имеются опции управления размерами: *Размер в рамке, Размер, в скобках* и *Подчеркнуть.* В случае необходимости ввода текста под размерной надписью, следует нажать кнопку и на экране появится дополнительное окно для ввода текста.

Для выбора необходимого допуска размера нужно нажать кнопку *Квалитет* на панели, и на экране появится диалог *Выбор квалитета,* где можно выбрать требуемую систему допуска (вала или отверстия), стандартного квалитета, а также подобрать нужные отклонения размеров вручную (см.рис. 5.6).

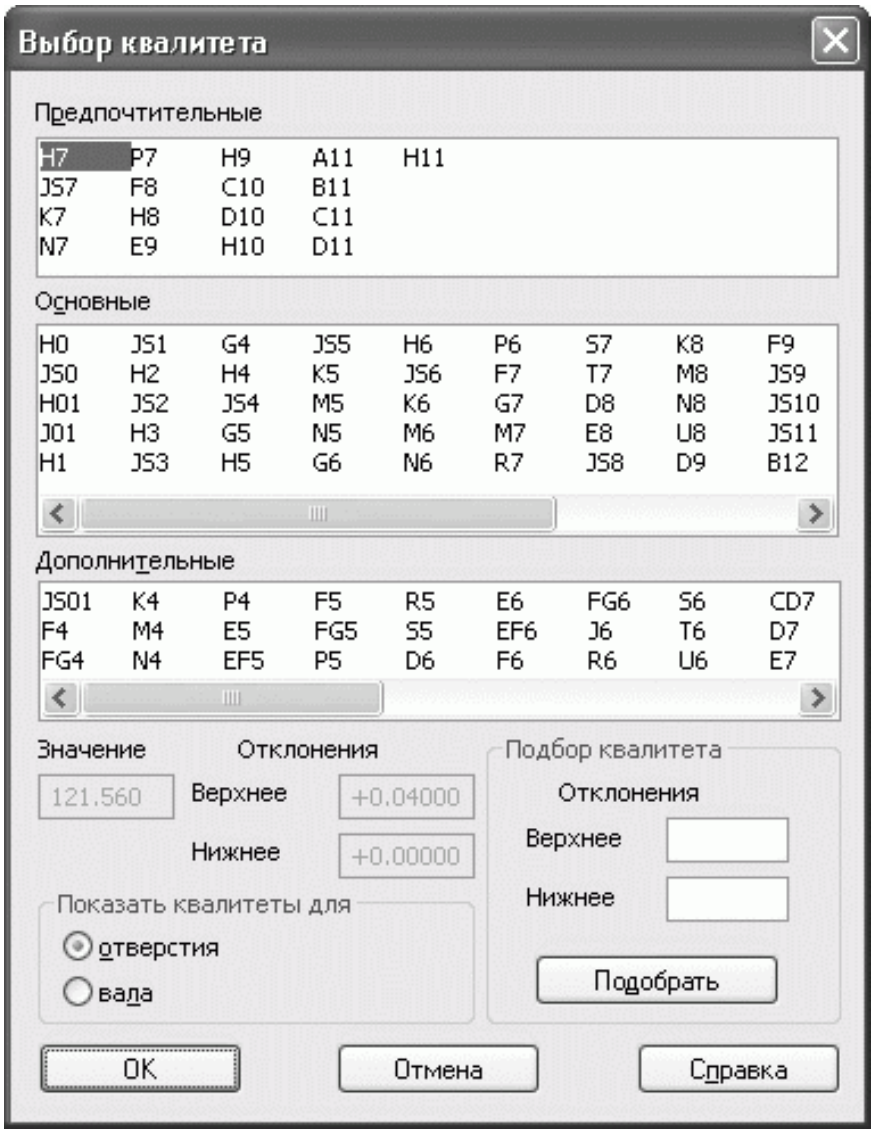


Рисунок 5.6. Выбор квалитета.

Чтобы вызвать диалог, в котором можно задать или изменить оформление размера (простановка надписи на выносной полке, тип стрелок и т. д.), нажмите вкладку ***Параметры*** на ***Панели свойств.***

В этой строке при необходимости можно установить тип стрелок выносных линий. Для этого достаточно навести курсор на поле и нажать левую кнопку мыши. Для того чтобы определить положение размерной надписи, нужно навести курсор на па и нажать левую кнопку мыши (см.рис. 5.7).



Рисунок 5.7. Вкладка параметры на панели свойств
Линейные размеры

При этом всплывшее меню даст возможность выбора положения текста размера: *Автоматическое, Ручное, На полке влево, На полке вправо, На полке вверх, На полке вниз,* (см. рис 5.7.). Для отрисовки выносных размерных линий с одной и с другой стороны следует нажать на кнопку

Величина зазора или длины выносных линий выбирается нажатием соответствующих кнопок Зазор/длина . Чтобы проставить линейный размер с наклонными выносными линиями, вызовите команду создания линейного размера.

Отключите автосоздание объекта, нажав кнопку на *Панели специального управления.* Укажите точки привязки линейного размера. Нажмите кнопку *(Параллельно объекту)* на вкладке *Размер Панели свойств.* Расположите размерную линию на нужном расстоянии от объекта. Нажмите кнопку *(Наклонить размер)* на *Панели специального управления.* После нажатия этой кнопки все элементы вкладки *Размер* на *Панели свойств* заменяются одним полем *Угол.* Введите в него значение угла наклона выносных линий размера. Можно также «наклонить» размер мышью, перетаскивая одну из появившихся на экране характерных точек. После установки нужного положения выносных линий отожмите кноп *(Наклонить размер)* и зафиксируйте получившийся наклонный размер.

5.3. Команда Диаметральный размер позволяет построить диаметральный размер.

Для вызова команды нажмите кнопку *(Диаметральный размер)* на инструментальной панели *Размеры.* Далее укажите курсором окружность или дугу, на которую требуется установить размер. Если вы случайно ошиблись при выборе окружности, нажмите кнопу *(Указать заново)* на *Панели специального управления*, и выберите новую окружность. Размерная линия может быть полной или с обрывом. Для выбора нужного варианта воспользуйтесь группой переключателей *Тип* Тип на вкладке *размер Панели свойств.*

Редактирования, настройки размерной надписи и параметров размеров (выбор вида стрелки, способа размещения текста и т. п.) осуществляется аналогично пункту 5.2.

5.4. Команда Радиальные позволяет построить простой радиальный размер. Команда Радиальные имеет следующую расширенную панель (см. рис. 5.8).

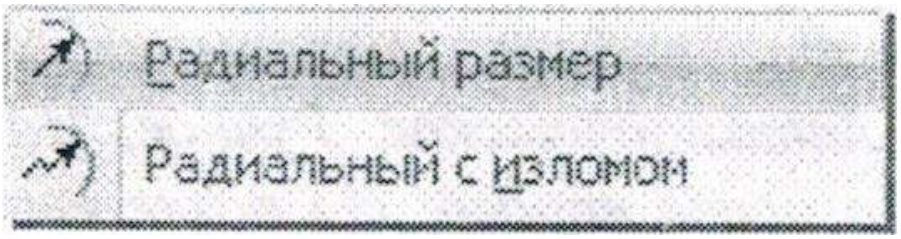


Рисунок 5.8. Расширенная панель объекта *Радиальный размер.*

Для вызова команды нажмите кнопку *(Радиальный размер)* на инструментальной панели *Размеры.* Далее укажите курсором окружность или дугу окружности, на которую требуется установить размер.

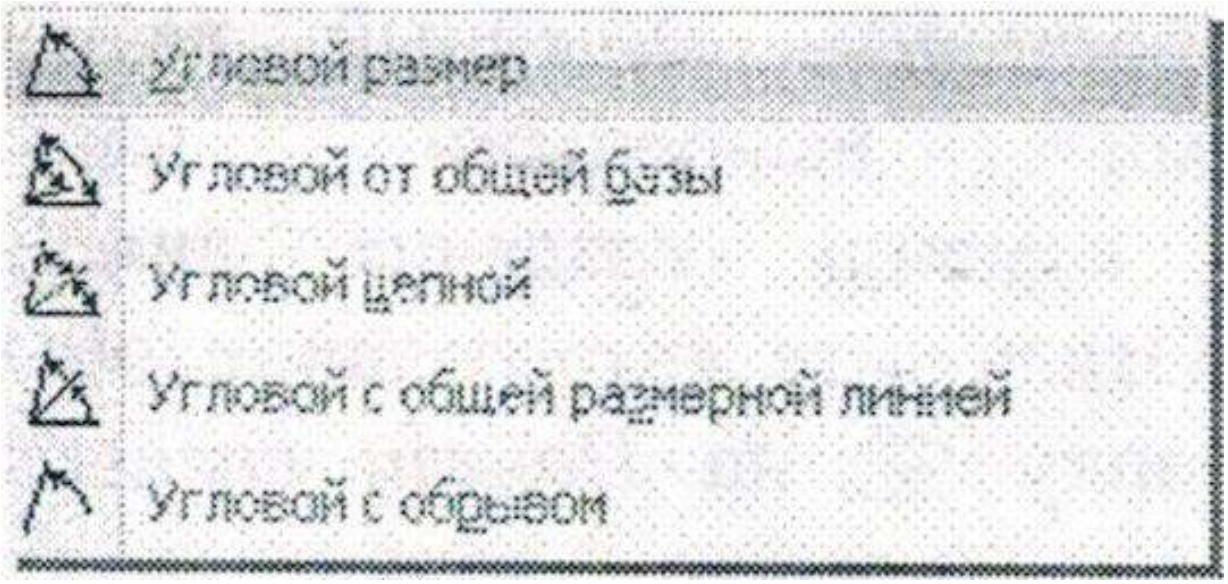


Рисунок 5.9. Расширенная панель объекта Угловой размер.

5.5. С помощью команды **Угловой размер** есть возможность простановки угловых размеров различными способами. Данная команда имеет расширенную панель из 5 команд: *Угловой размер, Угловой от общей базы, Угловой цепной, Угловой с общей размерной линией, Угловой с обрывом* (см.рис. 5.9).

Команда Угловой размер позволяет проставить простой угловой размер. Для вызова команды нажмите кнопку *(Угловой размер)* на инструментальной панели *Размеры.* Далее укажите курсором первый базовый объект. Одна из его

конечных точек будет принята за первую точку привязки создаваемого размера т.1, затем укажите второй базовый объект. Одна из его конечных точек будет второй точкой привязки размера т.2.Укажите точку т.3, определяющую положение размерной линии и надписи. Т.е. концы базовых отрезков, ближе к которым окажется размерная линия, будут приняты за точки привязки размера. Редактирования, настройки размерной надписи и параметров размеров (выбор вида стрелки, способа размещения текста и т. п.) осуществляется аналогично пункту 5.2.

5.5.1. Команда Угловой от общей базы позволяет построить группу угловых размеров с общей базой. Для вызова команды нажмите кнопку *(Угловой от общей базы)* на инструментальной панели *Размеры.* Далее укажите первый базовый отрезок, общий для группы создаваемых размеров, затем второй базовый отрезок для первого размера группы. Укажите точку т.3, определяющую положение размерной линии. Последовательно укажите вторые базовые отрезки и точку т.3 для остальных размеров группы. По умолчанию ориентация размера определяется системой автоматически: устанавливается угловой размер, который образован точкой на первом объекте, ближайшей к месту указания этого объекта, точкой пересечения объектов или их продолжений и точкой на втором объекте, ближайшей к месту указания этого объекта. Если этот угол тупой, в группе *Тип* на вкладке *Размеры* 

становится активным переключатель на тупой угол, если острый - переключатель на острый угол. При необходимости с помощью указанных переключателей можно изменить предложенный системой способ простановки, в том числе включить простановку угла больше 180° (автоматический выбор этого варианта невозможен). Редактирования, настройки размерной надписи и параметров размеров (выбор вида стрелки, способа размещения текста и т. п.) осуществляется аналогично пункту 5.2.

Группа размеров, построенная с помощью команды Угловой от общей базы, не является единым объектом - это несколько простых угловых размеров, первые базовые отрезки

которых совпадают. Поэтому, если у всех размеров группы должны быть одинаковые параметры (например, расположенные на полке надписи или стрелки определенного типа), необходимо после настройки первого размера включить опцию 

(По умолчанию) на вкладке *Параметры.* Для перехода к простановке группы размеров от другой базы нажмите кнопку  *(Указать заново)* на *Панели специального управления* и укажите новый базовый отрезок.

5.5.2. Команда Угловой цепной позволяет построить цепь угловых размеров.

Для вызова команды нажмите кнопку  *(Угловой цепной)* на инструментальной панели *Размеры.* Далее укажите первый базовый отрезок, затем укажите второй базовый отрезок. Укажите точку т.3, определяющую положение размерной линии. Это положение будет одинаковым для всех размеров цепи. После чего последовательно укажите второй базовый отрезок для остальных размеров цепи. Редактирования, настройки размерной надписи и параметров размеров (выбор вида стрелки, способа размещения текста и т. п.) осуществляется аналогично пункту 5.2.

Все базовые отрезки, указываемые для построения цепного углового размера, должны проходить через одну точку - центр окружности, содержащей размерные линии.

Группа размеров, построенная с помощью команды Цепной угловой, не является единым объектом - это цепь простых угловых размеров, составленная по определенным правилам (первый базовый отрезок каждого последующего размера совпадает со вторым базовым отрезком предыдущего; размерные линии расположены на одной окружности). Поэтому, если у всех размеров цепи должны быть одинаковые параметры (например, расположенные на полке надписи или стрелки определенного типа), необходимо после настройки первого размера включить опцию *(По умолчанию)* на вкладке *Параметры.* Для перехода к простановке другого цепного размера нажмите кнопку  *(Указать заново)* на *Панели специального управления* и укажите новый базовый отрезок.

5.5.3. Команда Угловой с общей размерной линией позволяет построить группу угловых размеров с общей размерной линией.

Для вызова команды нажмите кнопку  *(Угловой с общей размерной линией)* на инструментальной панели *Размеры.* Далее укажите первый базовый отрезок, затем укажите второй базовый отрезок. Укажите точку т.3, определяющую положение размерной линии. Это положение будет одинаковым для всех размеров группы, затем укажите вторые базовые отрезки для остальных размеров группы. Редактирования, настройки размерной надписи и параметров размеров (выбор вида стрелки, способа размещения текста и т. п.) осуществляется аналогично пункту 5.2. Все базовые отрезки, указываемые для построения углового размера с общей размерной линией, должны проходить через одну точку - центр окружности, содержащей размерные линии.

Группа размеров, построенная с помощью команды Угловой с общей размерной линией, не является единым объектом - это цепь угловых размеров с совпадающими первыми базовыми отрезками и специальным образом расположенными размерными надписями. Поэтому, если у всех размеров группы должны быть одинаковые параметры (например, стрелки определенного типа), необходимо после настройки первого размера включить опцию *(По умолчанию)* на вкладке *Параметры Панели свойств.* Ориентация каждого размера цепи определяется системой автоматически.

5.5.4. Команда **Угловой с обрывом** позволяет проставить угловой размер с обрывом. Для вызова команды нажмите кнопку  *(Угловой с обрывом)* на инструментальной панели *Размеры.* Далее укажите курсором отрезок, который будет базовым для размера с обрывом. Выбранный объект будет подсвечен. Если вы случайно ошиблись при выборе объекта, нажмите кнопку  *(Указать заново)* на *Панели специального управления,* затем укажите ось симметрии размера. Этой осью может быть любой прямолинейный объект: отрезок, звено ломаной, сторона многоугольника или вспомогательная

прямая. Для ориентации размера укажите точку т.3**,** определяющую положение размерной линии и ее длину.

5.5.5. Команда Размер дуги окружности позволяет проставить размер дуги. Для вызова команды нажмите кнопку  *(Размер дуги окружности)*на инструментальной панели *Размеры.* Далее укажите курсором дугу. Выбранный объект будет подсвечен. Если вы случайно ошиблись при выборе объекта, нажмите кнопку  *(Указать заново)* на *Панели специального управления,* затем укажите другую дугу. Редактирования, настройки размерной надписи и параметров размеров (выбор вида стрелки, способа размещения текста и т. п.) осуществляется аналогично пункту 5.2.

5.5.6. Команда Размер высоты, позволяющая построить размер высоты, часто применяется в строительстве и архитектуре. Для вызова команды нажмите кнопку  *(Размер высоты)* на инструментальной панели *Размеры.* На *Панели свойств* находится список *Тип* (см. рис. 5.10), с помощью которого можно выбрать размер нужного назначения.

Чтобы построить размер высоты для вида спереди или разреза, укажите точку т.0, от которой нужно отсчитывать значения высот (то есть точку нулевого уровня).

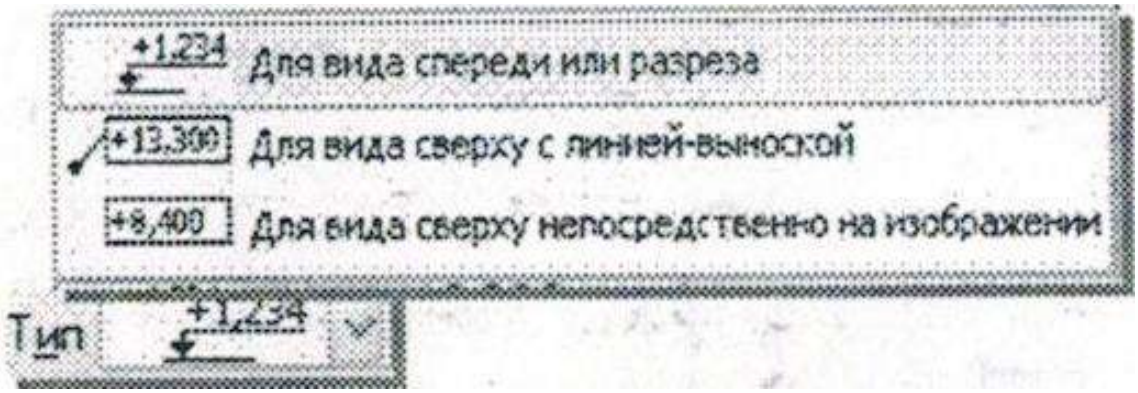


Рисунок 5.10. Расширенное меню объекта ***Тип.***

Система автоматически рассчитывает значение высоты указанной точки относительно точки т.0 (расчет производится в **метрах** с точностью до одной десятой). Можно отредактировать автоматически установленное значение, а также настроить параметры надписи. Редактирования, настройки размерной надписи и параметров размеров (выбор вида стрелки, способа размещения текста и т. п.) осуществляется аналогично пункту 5.2.

Далее укажите точку т.2, определяющую положение надписи. Укажите точки т.1 и т.2 для других уровней, высота которых должна быть проставлена от этой же нулевой точки. Для перехода к созданию группы размеров *высоты* от другого нулевого уровня необходимо снять фиксацию точки, от которой производится отсчет (поле т.0 на *Панели свойств),* и указать ее новое положение. Чтобы построить размер высоты с линией-выноской, укажите точку т.1, определяющую нужный уровень (в ней будет начинаться линия- выноска), а затем точку, определяющую положение размерной надписи т.2.

Чтобы построить размер высоты непосредственно на изображении, укажите точку т.2, определяющую положение размерной надписи.

Задание 1. Создайте документ чертеж с именем ***«Размеры 2»*** на формате А3 расположение горизонтальное. С представленного ниже рис. 5.11, перечертите в созданный документ три объекта по указанным размерам, и проставьте все указанные размеры.

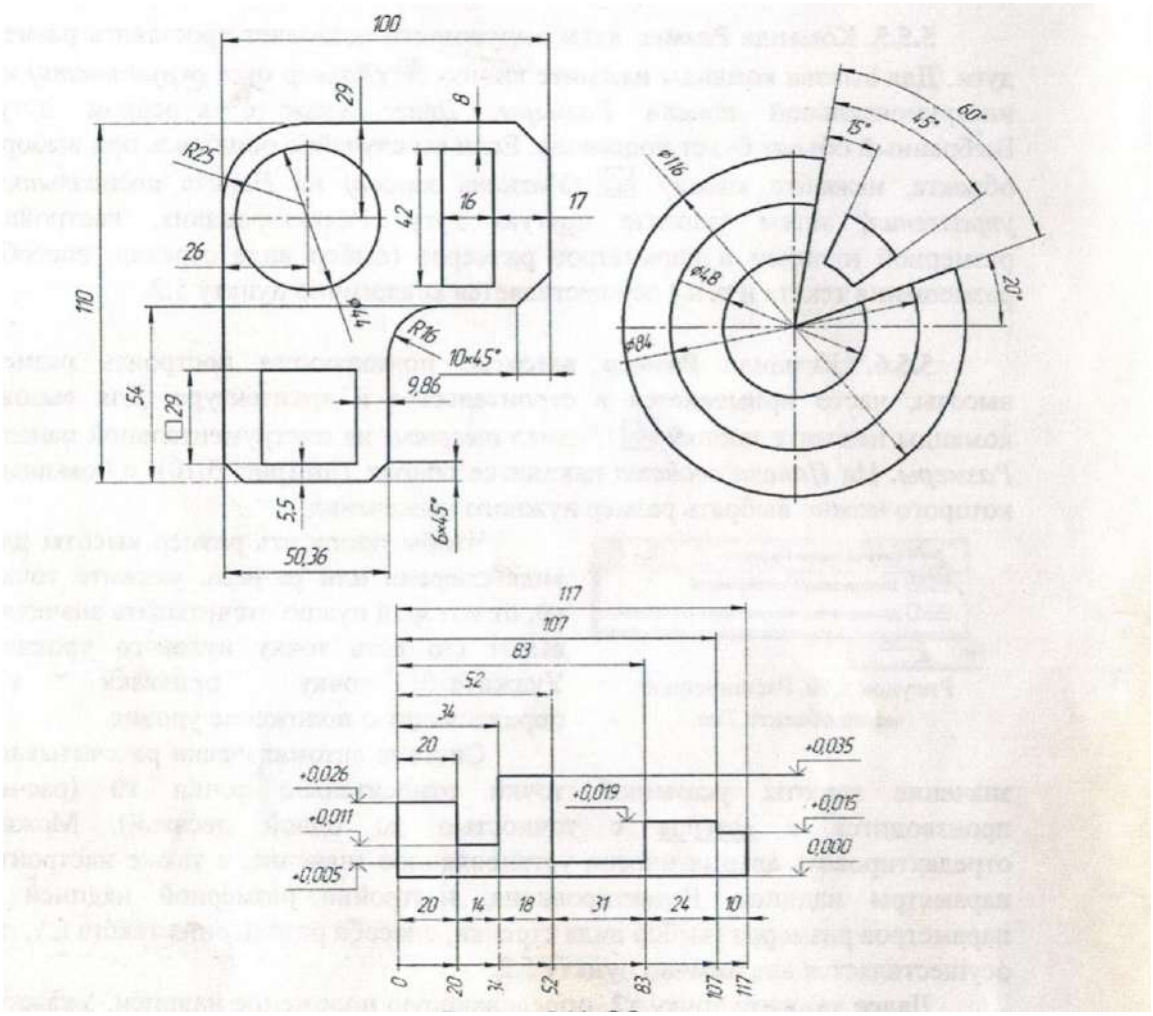


Рисунок 5.11. Пример оформления задания №1.

Лабораторное занятие №6
«Команды простановки обозначений»

Данные команды предназначены для начертания обозначений на конструкторско-технологической документации. Имеет подменю из 9 команд: *Шероховатость, База, Линия - выноска, Знаки, Обозначение позиций, Допуск формы, Линия разреза, Стрелка взгляда, Выносной элемент, Автоосевая, Осевая линия по двум точкам, Обозначение центра и Линия обрыва* (см. рис. 6.1).

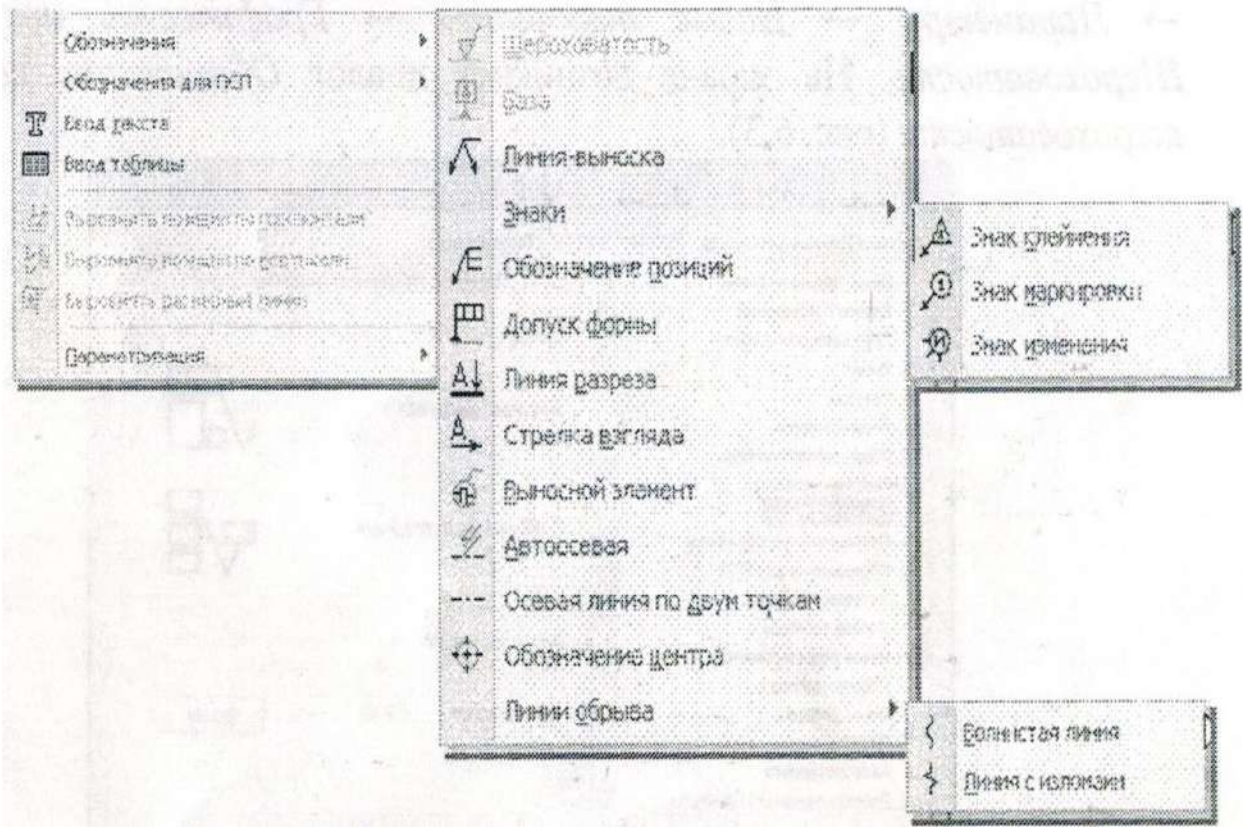


Рисунок 6.1. Расширенное меню объекта Обозначения.

6.1. Команда Шероховатость позволяет создать обозначение шероховатости поверхности.

Для вызова команды нажмите кнопку *(Шероховатость)* на *инструментальной панели.* Укажите курсором базовый объект для нанесения обозначения шероховатости (контур детали, выносную линию размера и т. п.). Если вы случайно ошиблись при выборе объекта, нажмите

кнопку *(Указать заново)* на *Панели специального управления* и выберите новый базовый отрезок.

Чтобы ввести параметр и значение шероховатости, вызовите диалог ввода текста надписи специального знака, щелкнув в поле *Текст* левой кнопкой мыши (см. рис. 6.2).

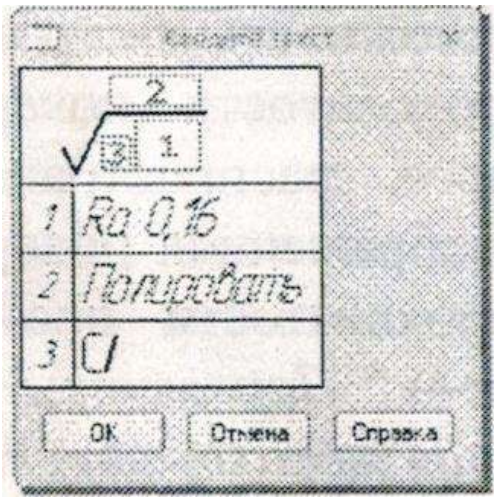


Рисунок 6.2. Диалог Текст

Затем укажите точку, определяющую положение знака. Если указанная точка не принадлежат выбранному объекту, то положение знака будет определяться проекцией указанной точки на объект. В первую позицию ввода текста, до косой черты, вводится базовая длина по ГОСТ 2789-73. После косой черты указывается шероховатость по ГОСТ 2.309-73.

Структура обозначения шероховатости определяется по ГОСТ 2.309-73 в измененной редакции, изменение № 3,2003.

Для настройки параметров обозначения шероховатости необходимо вызвать соответствующий диалог. Этот диалог появляется на экране после вызова команд настройки обозначений шероховатости в графических документах, как новых, так и текущих, который можно вызвать, нажав соответствующие кнопки команд в следующей последовательности: *Сервис* - *Параметры* - *Новые документы* - *Графический документ* - *Шероховатость.* На экране возникнет диалог *Обозначение параметров шероховатости* (см. рис.6.3).

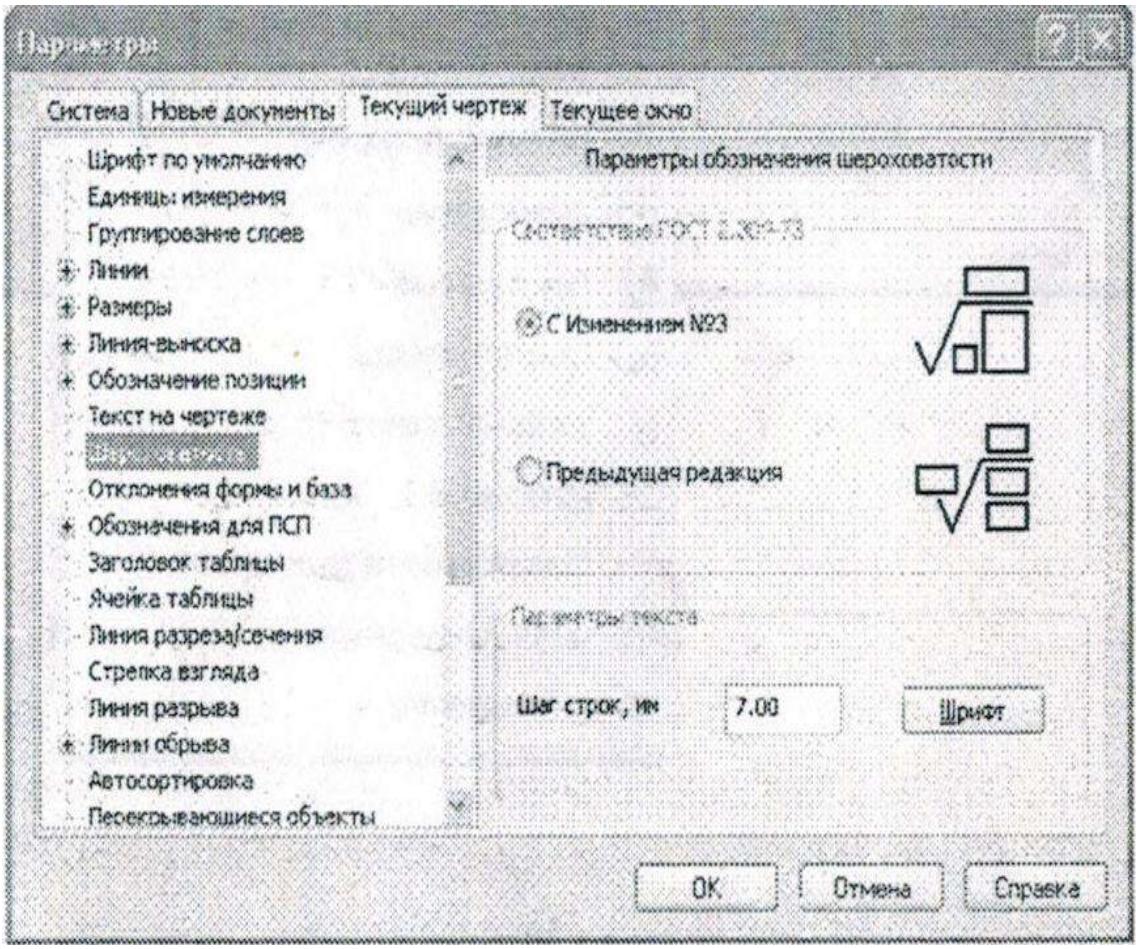


Рисунок 6.3. Диалог параметров шероховатости.

Группа опций этого диалога позволяет выбрать структуру обозначений шероховатости. При изменении данной настройки для текущего документа все имеющиеся в нем обозначения шероховатости перестраиваются. Таким образом, чтобы отредактировать обозначения шероховатости в чертеже, соответствующем предыдущей редакции ГОСТ 2.309-73, необходимо открыть этот чертеж, изменить настройку обозначений шероховатости и сохранить. В блоке *Параметры текста* есть возможность настроить текст *(Шаг строк* и *Шрифт)* в обозначениях шероховатости поверхностей. Настройка текста, сделанная в данном диалоге, распространяется на обозначения шероховатости, проставленные на изображениях поверхностей. Настройка параметров текста неуказанной шероховатости производится следующей последовательностью команд: *Сервис* –

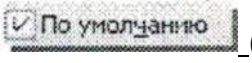
Параметры - Новые документы - Графический документ - Неуказанная шероховатость.

Выбрав структуру обозначения и задав параметры текста, нажмите кнопку ОК. Для выхода из диалога без изменения настроек нажмите кнопку *Отмена.* Не выходя из команды, вы можете создать несколько обозначений шероховатости. При этом сделанная настройка отрисовки знака и укажите точку т.3, определяющую положение размерной линии и надписи. Т.е. концы базовых отрезков, ближе к которым окажется размерная линия, будут приняты за точки привязки размера. Редактирования, настройки размерной надписи и параметров размеров (выбор вида стрелки, способа размещения текста и т. п.) осуществляется аналогично пункту 5.2.

5.5.1. Команда Угловой от общей базы позволяет построить группу угловых размеров с общей базой.

Для вызова команды нажмите кнопку *(Угловой от общей базы)* на инструментальной панели *Размеры.* Далее укажите первый базовый отрезок, общий для группы создаваемых размеров, затем второй базовый отрезок для первого размера группы. Укажите точку т.3, определяющую положение размерной линии. Последовательно укажите вторые базовые отрезки и точку т.3 для остальных размеров группы. По умолчанию ориентация размера определяется системой автоматически: устанавливается угловой размер, который образован точкой на первом объекте, ближайшей к месту указания этого объекта, точкой пересечения объектов или их продолжений и точкой на, втором объекте, ближайшей к месту указания этого объекта. Если этот угол тупой, в группе ***Тип*** на вкладке ***Размеры*** 

становится активным переключатель на тупой угол, если острый - переключатель на острый угол. При необходимости с помощью указанных переключателей можно изменить предложенный системой способ простановки, в том числе включить простановку угла больше 180° (автоматический выбор этого варианта невозможен). Редактирования, настройки размерной надписи и параметров размеров (выбор вида стрелки, способа размещения текста и т. п.) осуществляется аналогично пункту 5.2.

Группа размеров, построенная с помощью команды **Угловой от общей базы,** не является единым объектом - это несколько простых угловых размеров, первые базовые отрезки которых совпадают. Поэтому, если у всех размеров группы должны быть одинаковые параметры (например, расположенные на полке надписи или стрелки определенного типа), необходимо после настройки первого размера включить опцию 

(По умолчанию) на вкладке ***Параметры.*** Для перехода к простановке группы размеров от другой базы нажмите кнопку ***(Указать заново)*** на ***Панели специального управления*** и укажите новый базовый отрезок.

5.5.2. Команда Угловой цепной позволяет построить цепь угловых размеров.

Для вызова команды нажмите кнопку *(Угловой цепной)* на инструментальной панели *Размеры.* Далее укажите первый базовый отрезок, затем укажите второй базовый отрезок. Укажите точку т.3, определяющую положение размерной линии. Это положение будет одинаковым для всех размеров цепи. После чего последовательно укажите второй базовый отрезок для остальных размеров цепи. Редактирования, настройки размерной объекту. При этом в группе *Тип*  на *Панели свойств* активен переключатель *Перпендикулярно опорному элементу.* Если требуется создать наклонное обозначение, активизируйте переключатель *Произвольное расположение.*

6.3. Команда Линия-выноска позволяет создать произвольную линию-выноску. Для вызова команды нажмите кнопку ***(Линия-выноска)*** на *инструментальной панели.* Укажите начальную точку первого ответвления линии-выноски. На экране отображается фантом создаваемой линии-выноски. Затем укажите точку начала полки т.1, после чего укажите начальные точки остальных ответвлений. Их количество не ограничено. Чтобы ввести текст на полке линии-выноски, вызовите диалог ввода надписи специального знака, щелкнув в поле *Текст* левой кнопкой мыши.

В нем можно ввести текст надписи для обозначения шероховатости, базы, маркировки, клеймения, линий-выносок и других специальных знаков.

В окне просмотра диалога отображается расположение отдельных 4 строк. В режиме ввода надписи специального знака доступны команды меню встроенного текстового редактора, а также элементы *Панели свойств,* позволяющие работать с таблицами и текстом. Если длина вводимых строк превысит габариты окна ввода, оно будет автоматически перестроено. После завершения ввода текста нажмите кнопку *ОК.* Для выхода из диалога без сохранения введенного текста нажмите кнопку *Отмена.* Линия-выноска имеет конфигурацию из трех знаков:  *(Клеймение), (Маркировка),*  *(Изменение).* Каждый из знаков имеет свой диалог ввода текста, который можно вызвать также нажатием на поле *Текст.* Можно изменить конфигурацию линии-выноски, не выходя из команды. Для этого нажмите кнопку *(Редактировать ответвления)* на *Панели специального управления.* Система перейдет в режим редактирования характерных точек объекта. Внесите необходимые изменения, после чего отожмите кнопку *Редактировать ответвления.*

Чтобы зафиксировать изображение, нажмите кнопку  (Создать объект). Для настройки начертания линии-выноски служат элементы вкладки Параметры Панели свойств (см. рис.6.4).



Рисунок 6.4. Панель свойств Линии выноски.

Список *Стрелка* позволяет выбрать вид стрелки линии-выноски, список *Тип*-значок для обозначения соединения, а список *Полка* - направление полки линии-выноски. Если необходимо сформировать обозначение обработки по контуру, нажмите кнопку *По контуру.*

Если текст, сформированный для текущей (создаваемой) линии- выноски, нужно использовать для остальных линий-выносок, созданных за этот вызов команды, включите опцию *Сохранять текст.* При выключенной опции каждая следующая линия-выноска формируется без текста. Если все текущие настройки вкладки *Параметры* будут использоваться при создании следующих линий-выносок до конца сеанса работы, включите опцию *По умолчанию.* При выключенной опции настройка распространяется только на текущую линию-выноску.

6.4. Команда Обозначение позиции позволяет создать линию-выноску для простановки обозначения позиции. Для вызова команды нажмите кнопку  *(Обозначение позиции)* на *инструментальной панели.* Укажите начальную точку первого ответвления (первую точку, на которую указывает позиционная линия-выноска), затем точку начала полки т.1. После чего укажите начальные точки остальных ответвлений. Чтобы изменить надпись позиционной линии-выноски, вызовите диалог ввода надписи специального знака, щелкнув в поле *Текст* по вкладке *Знак* левой кнопкой мыши. На экране отобразится фантом создаваемого обозначения. Простановка позиций начинается с цифры 1, и далее, по мере проставления позиций, автоматически прибавляется. Для настройки отрисовки позиционной линии - выноски служат элементы вкладки *Параметры панели свойств.*

Из списка *Стрелка* можно выбрать вид стрелки линии-выноски. Группа переключателей *Направление полки* позволяет выбрать направление полки линии-выноски, а группа *Текст вверх/вниз* - направление добавочных полок линии-выноски.

Если все текущие настройки вкладки *Параметры* будут использоваться при создании следующих позиционных линий - выносок до конца сеанса работы, включите опцию *По*

умолчанию. При выключенной опции настройка распространяется только на текущую линию-выноску. Можно изменить ее конфигурацию, не выходя из команды. Для этого нажмите кнопку *(Редактировать ответвления)* на *Панели специального управления.* Система перейдет в режим редактирования характерных точек объекта. Внесите необходимые изменения, после чего отожмите кнопку *Редактировать ответвления.* Чтобы зафиксировать изображение, нажмите кнопку *(Создать объект) на Панели специального управления.*

6.5. Команда Допуск формы позволяет создать обозначение допуска формы и расположения поверхности. Для вызова команды нажмите кнопку *(Допуск формы)* на *инструментальной панели.* Укажите точку вставки рамки допуска. По умолчанию в выбранную точку помещается левый нижний угол рамки. При этом в списке *Базовая точка* на *Панели свойств* выбран вариант *Слева вниз.* Чтобы изменить положение рамки относительно точки вставки, разверните указанный список и выберите нужную строку. Чтобы включить вертикальное расположение рамки, активизируйте опцию *Вертикально.* Сформируйте таблицу допуска. Для этого щелкните мышью в поле *Текст.* На экране появится диалог ввода и редактирования надписи допуска формы. В нем можно сформировать таблицу произвольной конфигурации, ввести и отформатировать нужные символы в ее ячейках.

Формирование таблицы допусков осуществляется на вкладке *Таблица* 

.

Вкладка *Таблица* содержит 4 блока операций с ячейками:

1.Блок слияния ячеек таблицы служит для объединения ячеек таблиц. Чтобы объединить текущую ячейку (ячейку, в которой находится курсор) с ячейкой, расположенной слева от нее, нажмите кнопку *(Объединить с левой ячейкой).* Чтобы объединить текущую ячейку с ячейкой, расположенной справа от нее, нажмите кнопку *(Объединить с правой ячейкой).* Чтобы объединить текущую ячейку с ячейкой, расположенной сверху от нее, нажмите кнопку *(Объединить с верхней ячейкой).* Чтобы объединить текущую ячейку с ячейкой, расположенной

снизу от нее, нажмите кнопку *(Объединить с нижней ячейкой).* Если в каком-либо направлении от текущей отсутствует ячейка для слияния, то соответствующая команда объединения ячеек будет недоступна.

2. Блок разделения ячеек таблицы. Чтобы разделить текущую ячейку (ячейку, в которой находится курсор) на две по горизонтали, нажмите кнопку *(Разделить ячейку по горизонтали)* или вызовите команду *Таблица — Разделение ячейки — По горизонтали.* Чтобы разделить текущую ячейку на две по вертикали, нажмите кнопку *(Разделить ячейку по вертикали)* или вызовите команду *Таблица — Разделение ячейки — По вертикали.*

3. Блок операции со столбами таблиц. Чтобы выделить текущий столбец таблицы (столбец, в ячейке которого находится курсор), нажмите кнопку *(Выделить столбец)* или вызовите команду *Таблица – Столбец - Выделить.* Чтобы добавить столбец справа от текущего, нажмите кнопку *(Вставить столбец)* или вызовите команду *Таблица – Столбец - Вставить.* Чтобы удалить текущий столбец таблицы, нажмите кнопку *(Удалить столбец)* или вызовите команду *Таблица - Столбец - Удалить.*

4. Блок операций со строками таблиц. Чтобы выделить текущую строку таблицы (строку, в ячейке которой находится курсор), нажмите кнопку *(Выделить строку)* или вызовите команду *Таблица – Строка - Выделить.*

Чтобы добавить строку под текущей строкой, нажмите кнопку *(Вставить строку)* или вызовите команду *Таблица— Строка— Вставить.* Чтобы удалить текущую строку таблицы, нажмите кнопку *(Удалить строку)* или вызовите команду *Таблица - Строка - Удалить.*

Вкладка *Формат панели свойств* содержит текстовый редактор вводимых обозначений. Вкладка *Вставка* содержит списки вставляемых спецзнаков и символов, а также вид начертания дробных выражений, надстрочных и подстрочных индексов различной высоты.

Завершив формирование таблицы, нажмите кнопку ОК. На экране появится созданная таблица допуска формы и расположения.

Чтобы создать ответвление со стрелкой  или треугольником  нажмите соответствующую кнопку на *Панели специального управления.*

На фантоме рамки появятся восемь точек, показывающие возможные места выхода ответвлений. Щелкните мышью вблизи точки, в которой должно начинаться создаваемое ответвление. Ответвления, сегменты которых перпендикулярны друг другу, удобно создавать в режиме ортогонального черчения.

Для его включения и выключения служит кнопка *(Ортогональное черчение)* на *Панели текущего состояния,* а также клавиша *F8*. Чтобы временно перейти в режим ортогонального черчения, нажмите и удерживайте клавишу *Shift*. Если режим ортогонального черчения отключен, возможно создание ответвлений, сегменты которых наклонены друг к другу под произвольными углами.

Указывайте точки излома ответвления. Для точного указания пользуйтесь привязками или меню геометрического калькулятора, которое можно вызвать нажатием правой кнопки мыши в полях ***Координаты характерной точки*** на вкладке ***Знак Панели свойств.*** Можно также вводить в эти поля значения с клавиатуры.

Чтобы завершить формирование ответвления, отожмите соответствующую кнопку на ***Панели специального управления.***

Для создания следующего ответвления снова нажмите нужную кнопку.

Чтобы изменить конфигурацию созданных ответвлений, нажмите

Кнопку  *(Редактировать ответвления)* на *Панели специального* управления**.** Система перейдет в режим редактирования характерных точек объекта. В режим редактирования характерных точек некоторых объектов сложной конфигурации (сплайнов, допусков формы и т. д.) можно также войти в процессе создания объекта, вызвав команду *Редактировать точки* из контекстного меню или нажав кнопку *Редактировать точки* на *Панели специального*

управления. В этом режиме характерные точки отображаются в виде маленьких черных квадратов, а объект выделяется.

Изменить положение характерной точки можно следующими способами:

- перетаскиванием характерной точки при помощи мыши. Подведите курсор к характерной точке, при этом он изменит свою форму на четырехстороннюю стрелку. Нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте точку. Когда нужное положение точки будет достигнуто, отпустите кнопку мыши;

- перемещением характерной точки при помощи клавиатуры. Подведите курсор к характерной точке (это можно сделать как при помощи мыши, так и при помощи клавиш со стрелками). Когда курсор изменит форму, нажмите клавишу ***Enter,*** активизировав тем самым характерную точку. Теперь характерная точка будет перемещаться вместе с курсором.

Перемещайте курсор при помощи клавиш со стрелками, а когда точка достигнет нужного положения, вновь нажмите клавишу ***Enter,*** зафиксировав тем самым ее новое положение. Обратите внимание на то, что при этом способе перемещение характерной точки будет дискретным, кратным текущему шагу курсора;

- перемещением характерной точки с осуществлением привязки. Во - первых, при перетаскивании характерной точки курсором (как при помощи мыши, так и при помощи клавиатуры) срабатывают включенные в данный момент глобальные привязки. Во-вторых, при перетаскивании точки можно воспользоваться локальными привязками. Для этого в процессе перемещения нажмите правую кнопку мыши или комбинацию клавиш ***Shift+F10*** и вызовите из появившегося контекстного меню нужную привязку (при этом левая кнопка мыши освободится). Перемещайте курсор, а когда привязка сработает, щелкните левой кнопкой мыши или нажмите клавишу Enter. В-третьих, при перетаскивании точки можно воспользоваться клавиатурными привязками. Для этого в процессе перемещения нажмите клавиатурную комбинацию, вызывающую нужную привязку, а после выполнения привязки отпустите левую кнопку мыши или нажмите клавишу ***Enter*;**

- заданием координат характерной точки. Активизируйте характерную точку. Для этого любым способом подведите к ней курсор, а когда он изменит форму, щелкните левой кнопкой мыши или нажмите клавишу ***Enter. На Панели свойств*** появятся поля с координатами этой точки. Введите в поля координат новые значения и зафиксируйте их, нажав клавишу ***Enter.*** После этого характерная точка займет новое положение.

- удалением характерной точки. Активизируйте характерную точку и нажмите клавишу ***Delete.*** После этого характерная точка исчезнет, и объект перестроится в соответствии с положением оставшихся характерных точек. При редактировании положения характерной точки перечисленные способы можно комбинировать. Например, активизировать точку мышью, а переместить и зафиксировать при помощи клавиатуры. Или активизировать точку при помощи клавиатуры, выполнить локальную привязку и зафиксировать новое положение мышью. Кроме того, при редактировании таких объектов, как линия-выноска, допуск формы и расположения, можно добавлять новые точки изломов. Для этого щелкните мышью на нужном звене. Оно будет разбито на две части новой вершиной, расположенной в указанной точке. Вы можете «перетащить» ее в любое место.

Чтобы зафиксировать изображение, нажмите кнопку *(Создать объект) на Панели специального управления.* Результат действия Команды *Допуск формы* показан на (рис. 6.5.).

6.6. Команда Линия разреза позволяет создать линию разреза или сечения.

Для вызова команды нажмите кнопку  *(Линия разреза)* на *инструментальной панели.* Укажите начальную (расположенную ближе и изображению изделия) точку линии разреза. Указывайте точки перегиба линии. Для точного указания пользуйтесь привязками или меню *геометрического калькулятора* в полях *Текущая точка* на вкладке *Знак Панели свойств.* Можно также вводить в эти поля значения с клавиатуры.

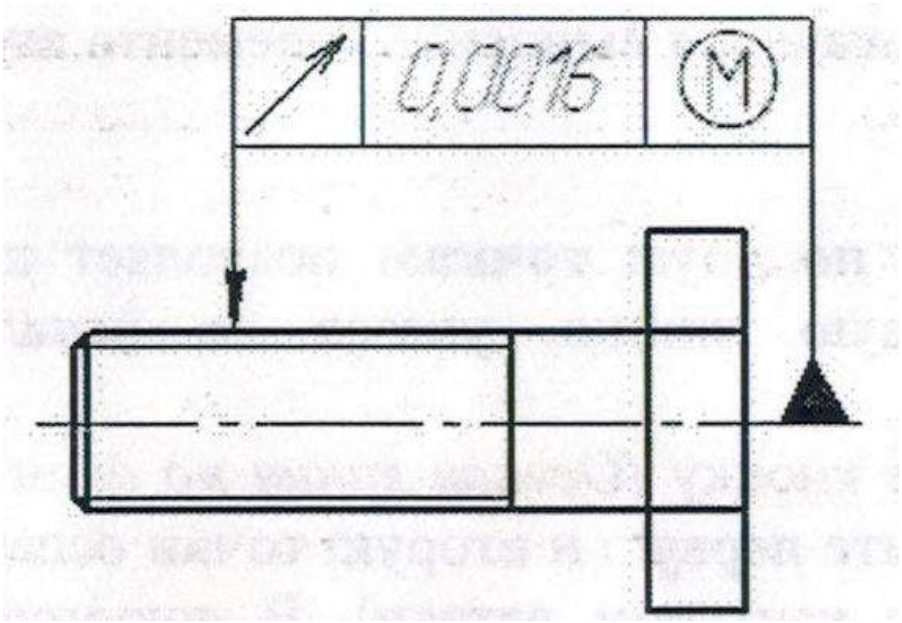


Рисунок 6.5. Пример обозначения Допуска формы

С помощью группы *Тип* на *Панели свойств* можно выбрать, с какой стороны от линии разреза должны располагаться стрелки, показывающие направление взгляда. Чтобы изменить символ или его начертание, вызовите диалог ввода надписи специального знака, щелкнув в поле *Текст* левой кнопкой мыши. На экране отображается фантом создаваемого обозначения. Линию разреза, сегменты которой перпендикулярны друг другу (например, при оформлении ступенчатого разреза), удобно создавать в режиме ортогонального черчения.

6.7. Команда Стрелка взгляда позволяет построить стрелку, указывающую направление взгляда. Для вызова команды нажмите кнопку *(Стрелка взгляда)* на *инструментальной панели.*. Укажите начальную точку (острие) стрелки т.1, затем укажите точку т.2, определяющую направление стрелки. После чего укажите точку т.3, определяющую положение надписи. В поле *Текст* на *Панели свойств* отображается предлагаемая системой буква для обозначения стрелки взгляда. Чтобы изменить символ или его начертание, вызовите диалог ввода надписи специального знака, щелкнув в поле *Текст* левой кнопкой мыши. Стрелку,

расположенную строго вертикально или горизонтально, удобно создавать в режиме ортогонального черчения.

6.8. Команда Выносной элемент позволяет создать обозначение выносного элемента.

Для вызова команды нажмите кнопку  *(Выносной элемент)* на *инструментальной панели.* Укажите точку центра контура, ограничивающего выносной элемент. Задайте размеры контура: для окружности диаметр или радиус, для прямоугольника - ширину и высоту. Укажите точку начала полки т.2. Формирование текста обозначения выносного элемента аналогично пункту 6.7.

6.9. Команда Осевая линия по двум точкам позволяет построить произвольно расположенную осевую линию, указав ее начальную и конечную точки.

Для вызова команды нажмите кнопку *(Осевая линия по двум точкам) на инструментальной панели.* Укажите первую и вторую точки осевой линии (например, точки ее пересечения с контуром детали). В документе будет создана осевая линия, выступающая за указанные точки.

6.10. Команда Автоосевая позволяет построить осевую линию. Положение и размеры осевой линии могут быть автоматически определены системой относительно объектов чертежа либо заданы пользователем.

Объекты для построения автоосевой:

- точки;
- отрезки;
- осесимметричные объекты.

Для вызова команды нажмите кнопку  (автоосевая) на *инструментальной панели.*

Для управления параметрами автоосевой служат переключатели группы *Способ.* Автоосевая может быть построена:

1. Без использования переключателей группы Способ:

- по двум точкам;
- в виде обозначения центра осесимметричного объекта.

2. С использованием переключателей группы Способ:

- по объектам  ;

- с указанием границы  .

6.11. Команда Обозначение центра позволяет создать обозначение центра.

Для вызова команды нажмите кнопку  (*Обозначение центра)* на *инструментальной панели.* По умолчанию обозначение центра формируется в виде двух пересекающихся осей. При этом в группе *Тип* на *Панели свойств* активен переключатель две *оси.*

Чтобы создать условное обозначение центра или одну ось, активизируйте соответствующий переключатель. Если требуется сформировать обозначение центра осесимметричного объекта (окружности, дуги окружности, эллипса, дуги эллипса, прямоугольника, правильного многоугольника), укажите этот объект. Если указан эллипс, дуга эллипса, прямоугольник или правильный многоугольник, обозначение центра немедленно фиксируется. Угол наклона обозначения при этом определяется автоматически. Если указана окружность или ее дуга, то для фиксации обозначения центра необходимо также указать угол его наклона мышью или введя в поле *Угол* нужное значение. Чтобы перейти к построению обозначения центра другого объекта, нажмите кнопку *(Указать заново)* на *Панели специального управления* и выберите нужный объект. Если необходимо построить осевые линии, не принадлежащие ни одному осесимметричному объекту, активизируйте поле *Центр* или *Угол* на *Панели свойств.* Затем задайте положение центральной точки обозначения и угол его наклона любыми способами в любом порядке. Для настройки параметров обозначения центра нужно нажать на вкладку *Параметры,* расположенную на *Панели свойств.* В результате выполнения команды создается специальный системный макрообъект - обозначение центра. Оси обозначения центра пересекаются в центре базовой кривой всегда штрихами и выходят за нее на расстояние 2 мм. Согласно ГОСТ осевые линии должны начинаться и заканчиваться штрихами. Чтобы выполнить это требование, при отрисовке линий производится пропорциональное изменение длин штрихов. Если при расчете длины штриха

должно учитываться только условие попадания полученного значения в диапазон, заданный стандартом (5-30 мм), включите опцию *Автоопределения.* Если кроме выполнения указанного условия длина штрихов не должна превышать определенного значения, выключите опцию *Автоопределение* и задайте максимальную длину штриха в поле *Штрих.* По умолчанию обозначение центра никак не связано с объектом, указанным в ходе выполнения операции, и может редактироваться отдельно.

6.12. Команда Ввод текста позволяет создать текстовую надпись в чертеже или фрагменте. Каждая надпись может состоять из произвольного количества строк. Для вызова команды нажмите кнопку  *(Ввод текста)* на *инструментальной панели.* После вызова команды система переключается в режим работы с текстом. При этом изменяются количество и названия команд *Главного меню,* а также состав *Компактной панели.* С помощью группы переключателей *(Размещение)* выберите расположение текста относительно точки привязки. В поле *Угол* можно ввести угол наклона строк текста к оси x текущей системы координат.

Укажите точку привязки текста и введите нужное количество строк, заканчивая набор каждой из них нажатием клавиши *Enter.* Можно изменить установленные по умолчанию параметры текста с помощью элементов управления, расположенных на вкладке *Формат Панели свойств,* а также вставить различные специальные объекты с помощью элементов вкладки *Вставка.* Вы можете создать несколько надписей за один вызов команды *Текст.* Закончив ввод первой надписи, переместите курсор за пределы рамки ввода и нажмите левую кнопку мыши. Предыдущая надпись автоматически зафиксируется, а в указанном вами месте откроется новое поле ввода текста. Можно также изменить расположение текста, не прерывая команды. Для этого вызовите из контекстного меню команду *Редактировать размещение.*

На панели свойств появятся элементы *Точка привязки, Угол* и *Размещение,* и вы сможете задать нужное расположение текста. Для выхода из режима ввода текста нажмите кнопку

Прервать команду на *Панели специального управления* или клавишу *Esc.* Чтобы зафиксировать изображение, нажмите кнопку *(Создать объект)* на *Панели специального управления.*

6.13. Команда Ввод таблицы позволяет создать таблицу в чертеже или фрагменте. Для вызова команды нажмите кнопку *(Ввод таблицы)* на *инструментальной панели.*

Разберем создание таблицы на примере. Допустим, вам надо создать таблицу, изображенную на рис. 6.6.

№	Наименование	Код	Годы		
			2005	2006	2007
1	Т-150	007	12	11	14
2	МТЗ-80		4	5	2

Рисунок 6.6. Образец таблицы.

Допустим, что таблица должна иметь следующие размеры: ширина первого столбца 16 мм, второго столбца 42мм; третьего 22 мм, четвертого, пятого и шестого столбцов 28 мм.

Высота заголовка, первой строки 20мм, второй и третьей строк - 10 мм. Создание таблицы включает несколько этапов.

Первый этап - вход в режим создания таблицы:

- щелкните в *Компактной панели* по кнопке переключателю Появится панель инструментов;

- щелкните на панели инструментов по первой кнопке 3) *(Ввод таблицы).*

Появится Панель свойств. В строке сообщений появится подсказка: *«Укажите точку привязки текста или введите ее координаты».*

Второй этап - установка параметров таблицы:

- переместите указатель мыши в точку привязки Таблицы. Появится диалоговое окно Создать таблицу (см.рис. 6.7);

- введите в поле *Число столбцов* количество столбцов новой таблицы, например, 6;

- введите в поле *Число строк* количество строк новой таблицы 4;

- введите в поле Ширина столбца ширину столбцов новой таблицы - 28 мм;

- введите в поле Высота строки высоту строк новой таблицы - 10 мм;

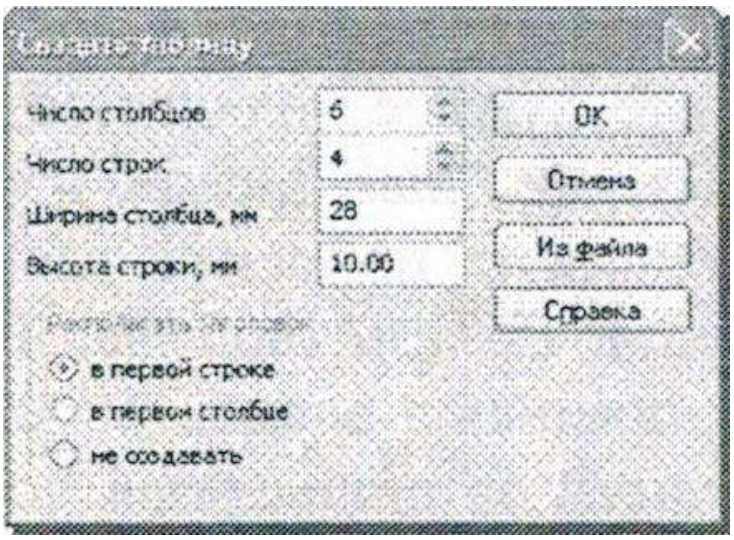


Рисунок 6.7. Диалог Создать таблицу

щелкните по переключателю *Располагать заголовок* в первой строке:

- щелкните по кнопке ОК. Появится шаблон таблицы.

Третий этап - изменение параметров таблицы:

- переместите указатель мыши на линию между первым и вторым столбиками и, как только появится двухстороння стрелка, нажмите левую кнопку мыши, и, не отпуская ее, переместите указатель мыши, а вместе с ним и линию до ширины 16 мм, а затем отпустите кнопку мыши. Можно ширину отредактировать и помощью диалога *Формат ячейки.* Переместите курсор в первый столбик и нажмите на *панели свойств Ввод таблицы* на вкладку *Таблица* и на кнопку  *(Формат ячейки)* (см. рис 6.9). Одновременно в данном диалоге можно изменять высоту строки и положение текста в ячейке.

Внимание!!! *Когда вы передвигаете границы внутренних столбцов с помощью мыши, общая ширина таблицы не меняется, т.е увеличивая ширину столбца, соседний уменьшается.*

Поэтому для лучшей точности используйте диалог *Формат ячейки.*

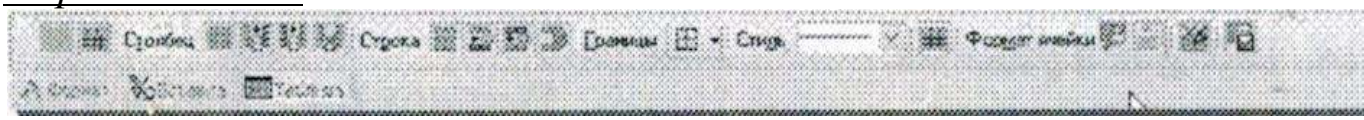


Рисунок 6.8. Панель свойств *Ввод таблицы* с вкладкой *Таблица.*

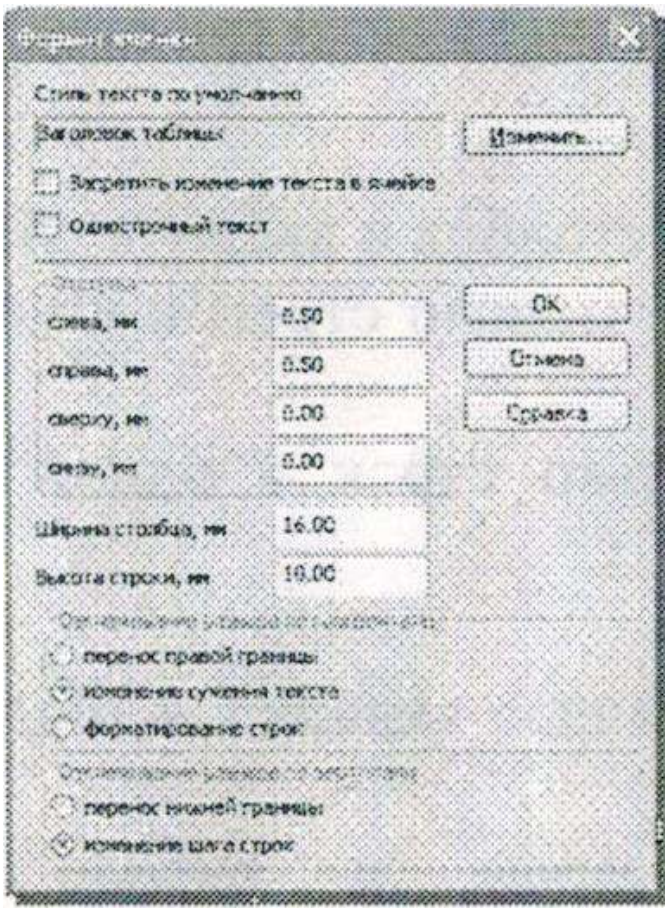


Рисунок 6.9. Диалог *Формат ячейки.*

Теперь редактируем второй и третий столбик, второй - ширина 42мм, третий - 22мм.

Затем объединим ячейки.

Выделите ячейки, которые нужно объединить. В нашем примере:

- выделите в первом столбце первую и вторую ячейку (см. рис.6.10);

- щелкните на *Панели свойств Ввод таблицы* по вкладке *Таблица* для ее открытия;

- щелкните на вкладке Таблица по кнопке  *(Объединить ячейки).*

Тут же две ячейки - первая и вторая ячейки столбца будут объединены (рис. 6.11).

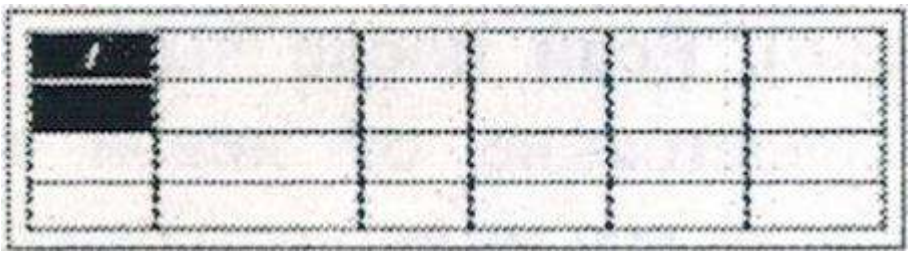


Рисунок 6.10. Таблица в режиме редактирования.

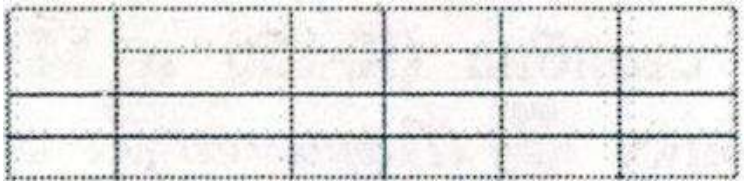


Рисунок 6.11. Состояние таблицы после объединения ячеек.

Этим же способом объедините: во втором столбце первую и вторую ячейки; в третьем столбце первую и вторую ячейки и третью и четвертую; в четвертом, пятом и шестом столбцах объедините между собой первые ячейки.

Получим следующее состояние таблицы (см. рис 6.12).

Если посмотреть на образец (рис. 6.6) и на (рис 6.12) можно заметить, что стиль линий разный (показано стрелочками).

■ чтобы изменить стиль линий с тонкой на основную, выделите верхнюю строку (рис.6.13) и нажмите на *Панели свойств Ввод таблицы* по вкладке *Таблица* для ее открытия.

■ выберите *Стиль* на панели свойств сплошная, и *Границы* нажмите на *(Внешние границы)(рис.* 6.14), не снимая выделения, в *Границы* выберете *(Внутренние границы).*

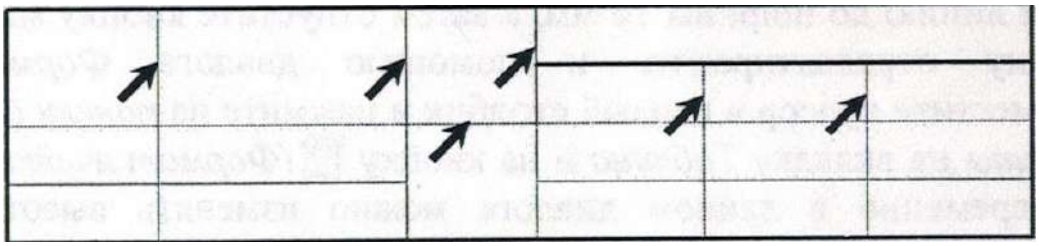


Рисунок 6.12. Возможные состояния таблицы

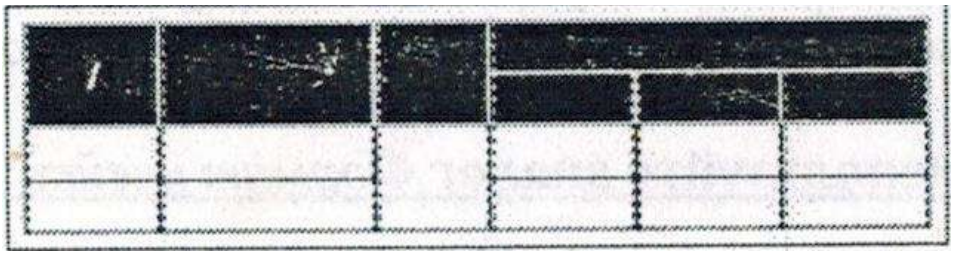


Рисунок 6.13. Таблица в режиме редактирования.

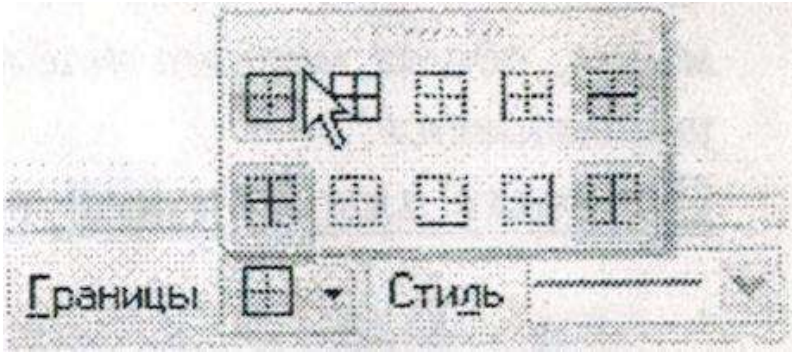


Рисунок 6.14. Выбор *Границ.*

Далее выделите вторую и третью ячейку первого столбца и так же для них примените сначала *Границы внешние,* затем *внутренние.*

Теперь перейдем к ее заполнению.

Четвертый этап ввод текста в таблицу:

- щелкните мышкой в первую ячейку первого столбца и введите №;

- далее можно перемещаться по ячейкам с помощью стрелок клавиатуры

- если требуется разместить текст в несколько строк в одной ячейке, нажмите *Enter.*

- введите остальной текст.

Редактирование текста происходит с помощью вкладки *А Формат* на *панели свойств* таблицы.

Выделите вторую и третью ячейку второго столбца и выровняйте их по левому краю, для этого нажмите по кнопке (Выровнять влево). Если после выравнивания, не устраивает расстояние от левой границы столбца до текста, то его можно отредактировать с помощью *(Параметра абзаца).* Для этого в нашем примере, выделите вторую и третью ячейку второго столбца (К-150 и МТЗ-80) и нажмите на кнопку *(Параметра абзаца) на панели свойств* (рис.6.15) В появившемся диалоге в поле *Отступ* слева введите 2 мм и нажмите *ОК*. Таблица закончена.



Рисунок 6.15. Диалог *Параметры абзаца.*

Лабораторное занятие №7
«Создания и оформление чертежа»
7. Создание рабочего чертежа крышки

Рассмотрим процесс создания рабочего чертежа крышки шириной 40 ±0.1 мм, с внешним диаметром 128 мм, с внутренним диаметром 60 мм, с внешней фаской 4х45° на стандартной форматке А3 (расположение горизонтальное). Нам понадобится создать два вида крышки: главный вид и вид сбоку (рис.7.1).

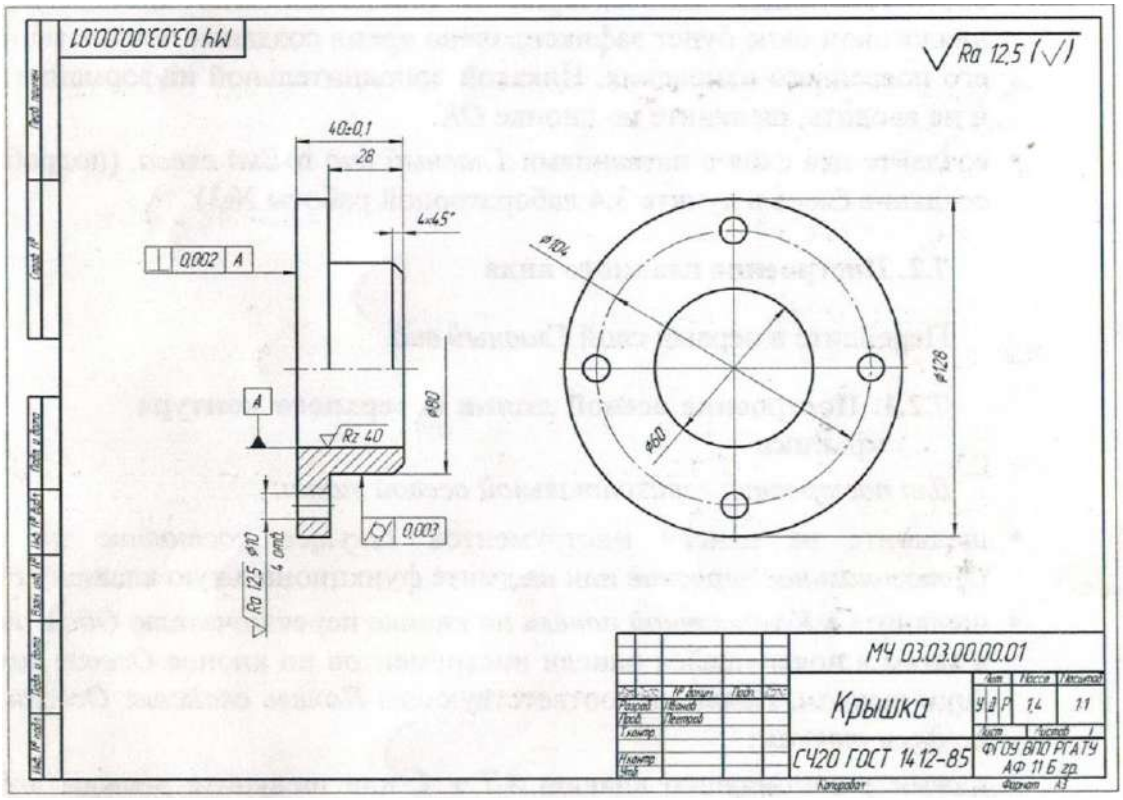


Рисунок 7.1. Крышка.

7.1. Создание нового документа и установка привязок

Для создания нового документа:

- нажмите комбинацию клавиш *Ctrl + N*. Появится диалоговое окно *Новый документ* с открытой вкладкой *Новый документы.*

- щелкните по пиктограмме *Чертеж* на вкладке *Новые документы.* По умолчанию выдается стандартный формат листа А4 с вертикальной ориентацией;

- щелкните правой кнопкой в окне документа и, в появившемся контекстном меню, выберите Параметры текущего документа. В открывшемся окне диалога *Параметры,* раскройте пункт *Параметры первого листа,* и нажмите на *Формат.* Теперь измените формат листа на *А4* и ориентация *Горизонтально.* Нажмите *ОК;*

- щелкните по кнопке *Сохранить* - третьей кнопке на *Стандартной* панели инструментов. Появится диалоговое окно *Укажите имя файла для записи*;

- введите в текстовом поле *Имя файла* название чертежа, например, *Чертеж Крышки;*

- щелкните по кнопке *Сохранить.* Появится окно под названием *Информация о документе*;

- введите в текстовом поле под названием *Автор* имя автора и, если нужно, соответствующий комментарий в текстовом поле *Комментарий.* В диалоговом окне будет зафиксировано время создания документа и время его последнего изменения. Никакой дополнительной информации можно и не вводить, щелкните по кнопке *ОК.*

- создайте два слоя с названиями *Главный вид* и *Вид слева,* (подробно про создание слоев в пункте 3.4. лабораторной работы №3)

7.2. Построение главного вида

Перейдите в первый слой *Главный вид.*

7.2.1. Построение осевой линии и верхнего контура крышки

Для построения горизонтальной осевой линии:

- щелкните на панели инструментов *Текущее состояние* по кнопке *Ортогональное черчение* или нажмите функциональную клавишу *F9;*

- щелкните в *Компактной панели* по кнопке переключателю *Обозначения* , а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *Осевая линия по двум точкам.* Появится соответствующая *Панель свойств: Осевая линия по двум точкам*;

- нажмите комбинацию клавиш *Alt + L* или щелкните дважды в *Панели свойств: Осевая линия по двум точкам* в поле

Длина и введите в него значение *80* мм и нажмите клавишу *Enter*. Появится осевая.

Укажите с помощью мыши ее расположение, и нажмите левую кнопку для ее фиксации.

Построение верхнего контура крышки.

Построить верхний контур можно с помощью команды *Отрезок* или *Непрерывный вод объектов.* Воспользуемся второй командой:

- щелкните в Компактной панели по кнопке переключателю Геометрия, а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *Непрерывный вод объектов*;

- щелкните в Панели свойств: Непрерывный вод объектов по раскрывающемуся списку Стиль, а в нем по стилю Основная;

- нажмите комбинацию клавиш Alt + L или щелкните в Панели свойств: Непрерывный вод объектов по полю Длина;

- введите в выделенное поле с клавиатуры 128/2 и нажимаем Enter;

- далее введите в поле Угол введите значение 90 и нажимаем Enter;

- затем подведите курсор мыши к левому концу осевой и немного отступив вправо (2-3 мм), нажмите любую кнопку мыши для фиксации, (если вы ошиблись нажмите *Отменить* и повторите заново).

Не выходя из команды продолжаем дальше:

- нажмите комбинацию клавиш *Alt + L* или щелкните в *Панели свойств: Непрерывный вод объектов* по полю *Длина,*

- введите в выделенное поле с клавиатуры *40-28* и нажимаем *Enter;*

- щелкните в поле *Угол* и введите значение *0,* нажимаем *Enter;*

- щелкните в *Панели свойств: Непрерывный вод объектов* по полю *Длина* и введите в выделенное поле с клавиатуры *128/2-80/2* и нажимаем *Enter;*

- щелкните в поле *Угол* и введите значение - *90,* нажимаем *Enter;*

-щелкните в *Панели свойств: Непрерывный вод объектов* по полю *Длина* и введите в выделенное поле с клавиатуры *28,* нажимаем *Enter;*

-щелкните в поле *Угол* и введите значение *0,* нажимаем *Enter;*

Дальше можно поступить несколькими способами:

- самый простой способ это нажать на кнопку *Shift* и указать мышью до пересечения с осевой вторую точку отрезка.

- в поле длина указать *80/2* а в поле Угол -*90.*

- в поле длина нажать правой кнопкой мыши, и в появившемся меню выбрать *Между двумя кривыми.* Далее укажите и нажмите на последний созданный отрезок, а затем на осевую, появится фантом прямой. Остается зафиксировать отрезок левой кнопкой мыши, нажав на осевой или введите поле Угол-*90,* не забудьте про *Enter.* Теперь нажмите прервать команду.

Если вы все правильно сделали, то у вас получится следующее изображение (см. рис. 7.2).

Далее создадим фаску на верхней части крышки:

- щелкните в панели инструментов по кнопке *Фаска;*

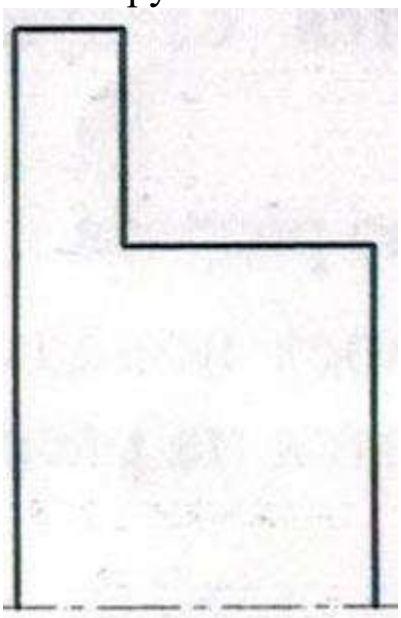


Рисунок. 7.2. результат построения верхней части Крышки.

- щелкните в *Панели свойств: Фаска* по полю *Длина 1* и выберите значение *4,* затем в поле *Угол* введите *45;*

- нажмите на два отрезка между которым должна быть фаска, фаска построится.

7.2.2. Построение нижнего контура крышки

Для этого выделите все кроме осевой.

-нажмите левую кнопку мыши и не отпуская, выделите рамкой весь чертеж, далее зажмите Ctrl и щелкните по осевой, выделение с нее будет снято.

- щелкните в *Компактной панели* по кнопке переключателю *Редактирование*, а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *Симметрия*;

- щелкните по точке пересечения осевой и левого вертикального отреза (точка А) и далее по самой осевой (точка Б) (рис 7.3).

7.2.3. Создание совмещенного части вида с разрезом.

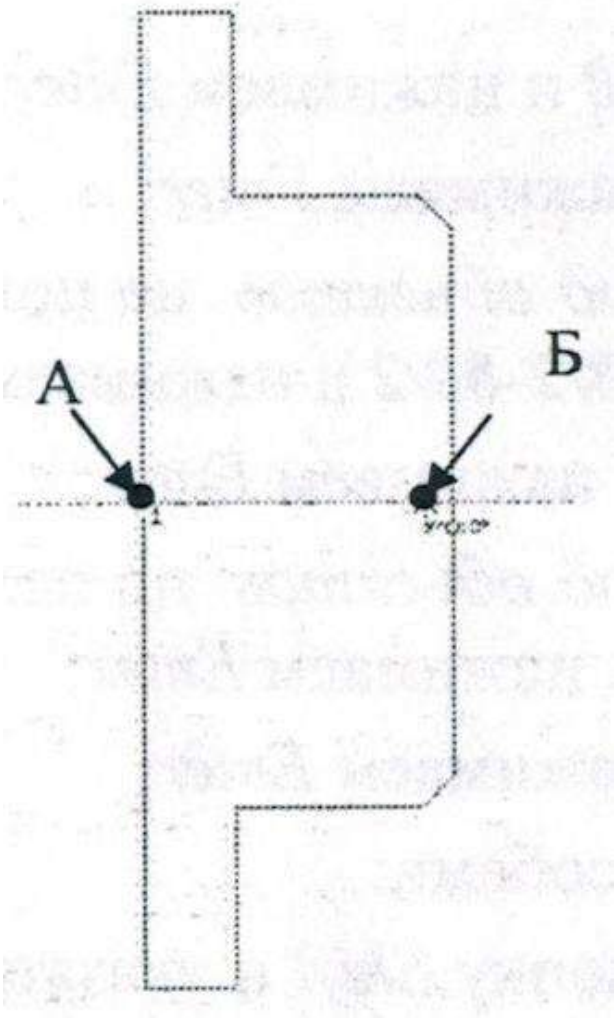


Рисунок 7.3. Результат построения нижней части крышки при помощи симметрии.

В нашем примере создание части разреза крышки предполагает совмещения части вида и разреза.

Условимся, что в верхней части у нас будет вид, а в нижней разрез. Приступим к завершению вида. Для этого нам понадобится построить два отрезка до осевой линии:

- щелкните в *Компактной панели* по кнопке переключателю *Геометрия,* а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *Отрезок;*

- щелкните мышью по т. А, далее нажмите на *Shift,* и не отпуская, доведите отрезок с помощью мыши до осевой;

- когда сработает привязка, нажмите левой кнопкой мыши для фиксации;

- далее нажмите на т. Б и так же постройте второй отрезок до осевой линии. У вас должен получиться следующий чертеж (рис. 7.4).



Рисунок 7.4. Результат построения части вида

Приступим к построению разреза.

В нашем примере в разрез попадает отверстие, осевая линия которого, находится на расстоянии 52 мм от осевой крышки.

Воспользуемся вспомогательной прямой:

- щелкните в *Компактной панели* по кнопке переключателю *Геометрия,* а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *Параллельная прямая (не путать с параллельным отрезком);* щелкните мышью в поле расстояние и введите 52 мм;

- щелкните по осевой крышки и появятся два фантома параллельных прямых, выберите нижнюю от осевой, нажмите Создать и щелкните по нужной прямой, она создастся, из команды не выходим;

- далее нажмите на *Указать заново* на *панели специального управления;*

- щелкните мышью в поле расстояние и введите 5 мм;

- щелкните по осевой отверстия и нажмите два раза создать;

- щелкните мышью в поле расстояние и введите 80/2-60/2 мм;

- щелкните на осевой крышки и создайте нижнюю прямую и выйдите из команды (см. рис 7.5);

-далее выберите *Отрезок,* установите стиль *Основная* и постройте три отрезка, пользуясь вспомогательными прямыми: 1-й отрезок между точками А и Б, 2-й отрезок между В и Г и 3-й отрезок между Д и Е, выйдете из команды;

- затем нажмите в *главном меню Редактор – Удалить - Вспомогательные кривые и точки.* У вас исчезнут вспомогательные прямые;

- построим осевую отверстия, для этого щелкните в *Компактной панели* по кнопке переключателю *Обозначения,* а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *Автоосевая;*

- щелкните по отрезкам между которыми должна быть осевая (отрезок 2 и 3).

У вас должен получиться следующий чертеж (см.рис. 7.6).

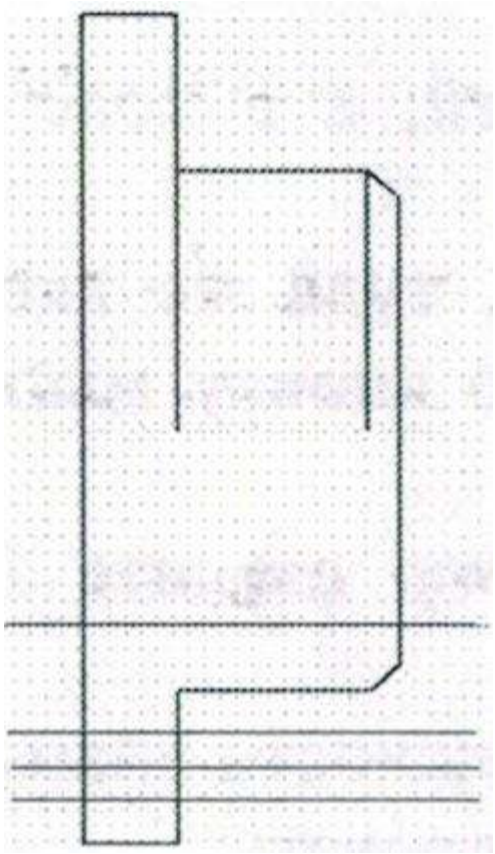


Рисунок 7.5. Результат построения вспомогательных прямых

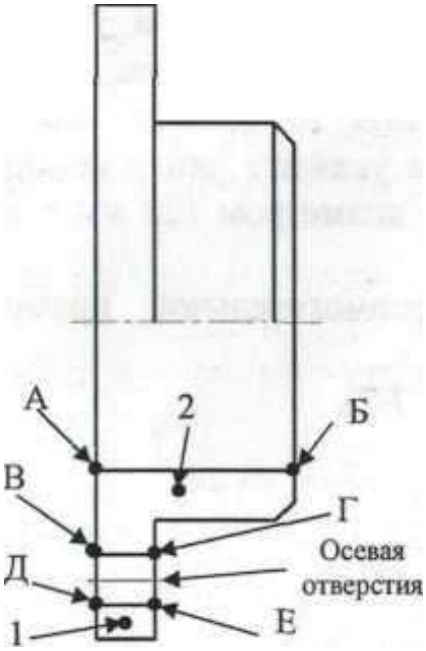


Рисунок. 7.6. Результат построения отверстия.

Осталось нанести штриховку:

- щелкните в *Компактной панели* по кнопке переключателю *Геометрия,* а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *Штриховка;*

- *Стиль* выберите *По металлу, Шаг 3, Угол 45, Тип Область,* и щелкните последовательно в точках 1 и 2 (рис.7.6);

- появится предполагаемая штриховка. Которую можно редактировать, измените *Шаг* на *4* и нажмите создать.

7.3. Построение вида сбоку

Перейдите во второй слов *Вид слева.* Изображение главного вида должно поменяться с синего на черный.

Приступим к созданию вида сбоку:

- щелкните в *Компактной панели* по кнопке переключателю *Геометрия,* а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *Горизонтальная прямая;*

- щелкните по осевой крышки, поверх нее появится горизонтальная прямая. Мы ее построили для определения центра нашего вида;

- щелкните в *Компактной панели* по кнопке переключателю *Геометрия,* а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *Окружность;*

- переключите пункт *Оси* на *С осями, стиль* на *Основной,* в поле *Диаметр* введите *128* мм, если там выбран *радиус,* то замените на *диаметр* и нажмите *Enter;*

- появится окружность, мышкой укажите ее центр, наведите ее на построенную горизонтальную прямую справа от главного вида и нажмите левую кнопку мыши, чтобы зафиксировать;

- переключите в пункте *Оси* замените на *Без осей,* а в поле *Диаметр* введите *60* мм и нажмите *Enter;*

- появится окружность, мышкой укажите ее цент, туда же где и центр окружности диаметром 128 мм, и нажмите левую кнопку мыши, чтобы зафиксировать;

- переключите *стиль* на *Осевую* а в поле *Диаметр* введите *104* мм и нажмите *Enter;*

- мышкой укажите ее центр, туда же где и центр окружности диаметром 128мм, и нажмите левую кнопку мыши, чтобы зафиксировать;

- переключите *стиль* на *Основную,* а в поле *Диаметр* введите *10* мм и нажмите *Enter;*

- мышкой укажите ее цент, на пересечении осевых окружности диаметром 128 мм и контуром окружности диаметром 104 мм, выйдите из команды;

- выделите окружность диаметром 10 мм и щелкните в *Компактной панели* по кнопке переключателю *Редактирование,* а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *Копировать по окружности;*

- в появившейся панели свойств, переключите *Количество копий* на *4, режим* на *Вдоль всей окружности,* затем укажите центр копирования щелкните мышкой в центре окружности с диаметром 128 мм и выйдите из команды;

- нажмите левой кнопкой мыши по вспомогательной прямой, она выделится, и нажмите *Del* для удаления.

Ваш чертеж примет следующий вид (см. рис 7.7)

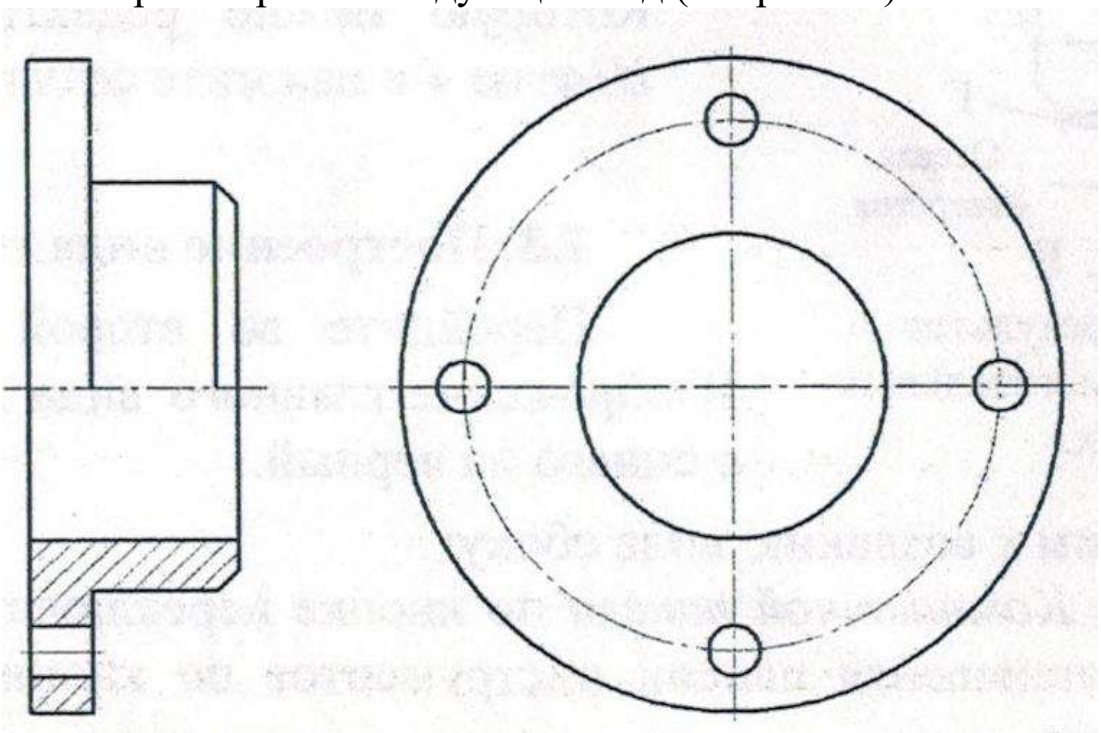


Рисунок 7.7. Результат построения Главного и вида сбоку

7.4. Установка размеров на крышке

Внимание!!! *Когда вы будете ставить размеры на объекте, то вы должны быть в том слое которому он принадлежит.*

7.4.1. Установка размеров на главном виде крышки

Для простановки размера крышки:

перейдите в первый слой под названием «Главный вид»;

- щелкните в *Компактной панели* по кнопке переключателю *Размеры,* а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *Линейный размер от общей базы;* щелкните мышью в точках привязки 1, 2, 3 и 4, а затем нажмите по кнопке *Прервать команду* на *Специальной панели управления*;

- щелкните дважды по размерной надписи на размерной линии со значением 4. Размерная надпись, линия и выносные линии станут зеленого цвета;

- щелкните в *Панели свойств* по полю *Текст.* Появится диалоговое окно *Задание размерной надписи;*

- нажмите в диалоговом окне на кнопку х45, нажмите *ОК,* а затем создать;

- щелкните в поле чертежа для снятия выделения;

- щелкните дважды по размерной надписи на размерной линии со значением 40 и щелкните в *Панели свойств* по полю *Текст;*

- введите в диалоговом окне в поле *Отклонение 0,1,* нажмите на *кнопку* ± и поставьте галочку на против *Включить,*

- щелкните в *Компактной панели* на панели инструментов по кнопке *Линейный с обрывом;*

- щелкните мышью в точках привязки 5 и 6 (см. рис. 7.6);

- щелкните в *Панели свойств* по полю *Текст,* и в появившемся диалоге выберите значок диаметра, а в поле значение введите 80;

- нажмите *ОК,* а затем создать;

- щелкните на панели инструментов по кнопке *Линейный размер;*

- щелкните мышью в точках привязки 7 и 8 (см. рис. 7.6);

- щелкните в *Панели свойств* по полю *Текст,* и в появившемся диалоге нажмите на кнопку для того чтобы появилось окно для ввода текста;

- введите текст *4 отв.* и нажмите *ОК,* а потом создать.

Результат простановки размеров приведен на рис. 7.8.

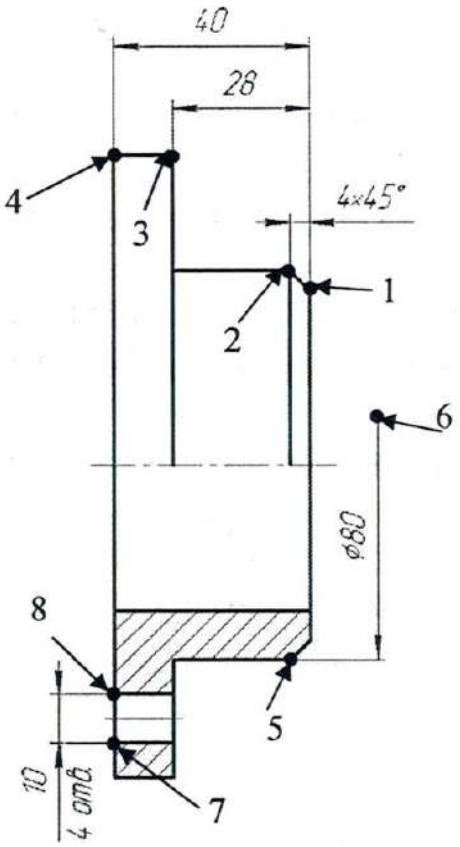


Рисунок 7.8. Результат простановки размеров.

7.4.2. Установка размеров на виде сбоку крышки

Для простановки размера крышки: перейдите во второй слой под названием «Вид слева»;

На виде слева вам нужно будет поставить два диаметральных и один линейный размер. В линейном размере поставьте знак диаметра. При возникновении трудностей обратиться к лабораторной работе №5.

7.5. Создание обозначений шероховатости и допуска формы

Для создания обозначений шероховатости на внутренней и внешней поверхностях крышки (не забывайте про слои):

- щелкните в *Компактной панели* по кнопке-переключателю *Обозначения,* а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *Шероховатость;*

- щелкните по полю *Текст* на *Панели свойств: Шероховатость.* Появится диалоговое окно *Введите текст* для установки параметров текста. При заполнении полей текстовых надписей можно использовать справочники системы, которые вызываются двойным щелчком в соответствующем поле; щелкните дважды в первом поле (строчке) диалогового окна *Введите текст.* Появится всплывающее меню;

- щелкните во всплывающем меню, например, по пункту Ra. Появится справочная таблица со стандартными значениями шероховатости, выберите 12,2, щелкните по кнопке *ОК;* переключите в поле *Тип* на значок *со снятием материала* и нажмите на размерную полку (диаметра 10); - появится фантом значка шероховатости, подвигайте мышью выберите наиболее подходящее положение и зафиксируйте левой кнопкой мыши. По аналогии поставьте шероховатость Rz 40.

Для создания обозначений допуска формы крышки (не забывайте про слои):

- щелкните в *Компактной панели* по кнопке-переключателю *Обозначения,* а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *Допуск формы;*

- щелкните по полю *Таблица* на *Панели свойств: допуск формы.* Появится диалоговое окно *Обозначение допуска.* Выберите знак, например перпендикулярности. При заполнении полей текстовых надписей можно использовать справочники системы, которые вызываются двойным щелчком в соответствующем поле, в *числовом значении* выберите *0,002* и в *базе* букву *А,* нажмите *ОК;*

- мышкой укажите, где будет находиться ваша таблица и щелкните, чтобы зафиксировать;

- нажмите на ответвление со стрелкой на панели специального управления, на таблице появятся возможные точки прикрепления;

- выберите подходящую точку и щелкните по ней, а затем на самом объекте, к которому задается допуск формы.

Аналогично создайте второй допуск формы.

Для создания обозначений базы крышки (не забывайте про слои):

- щелкните в *Компактной панели* по кнопке-переключателю *Обозначения,* а затем в появившейся панели инструментов по кнопке *База;*

- щелкните по поверхности, на которой она должна находится, в нашем примере эта та же поверхность со значением шероховатость Rz 40;

- затем мышкой выберите положение базы и зафиксируйте.

Для задания обозначения неуказанной шероховатости:

- щелкните в главном меню по пункту *Вставка – Неуказанная шероховатость Ввод;* Появится диалоговое окно Знак неуказанной шероховатости;

- включите первый тип знака;

- в поле Текст щелкните два раза и выберите Ra 12,5, щелкните по кнопке ОК. В правом верхнем углу штампа чертежа появится нужный знак неуказанной шероховатости.

7.6. Оформление основной надписи

Для оформления основной надписи:

- дважды щелкните мышью на штампе. Появится соответствующая *Панель свойств: Основная надпись;*

- заполните штамп как показано на образце (рис 7.1);

- при выходе из команды не забудьте нажать *Создать объект* или нажмите комбинацию клавиш *Ctrl + Enter*.

Для заметок

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ТРАНСПОРТЕ В СИСТЕМЕ КОМПАС-ГРАФИК

методическое пособие

Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать ризографическая.
Усл. печ. л. 8,3 Тираж 100 экз. Заказ №
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева
390044 г. Рязань, ул. Костычева, 1
Отпечатано в информационном редакционно-издательском центре
ФГБОУ ВО РГАТУ
390044 г. Рязань, ул. Костычева, 1

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

Кафедра «Строительство инженерных сооружений и механика»

Машины и оборудование для транспортных и погрузо-разгрузочных работ

(Обзор, теория и расчет)

Учебно-методическое пособие

для студентов третьего курса автодорожного факультета

Рязань 2024

Учебно-методическое пособие выполнено с учетом требований федерального государственного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки по направлению подготовки 23.03.01 - Технология транспортных процессов № 911 от 07.08.2020

Разработчики: доцент, «Строительство инженерных сооружений и механика»

Разработчики: доцент, кафедры СИСиМ _____ Бойко А.И.

Рассмотрено и утверждено на заседании кафедры «_20_» ___марта____ 2024 г., протокол №8.

Заведующий кафедрой «Строительство инженерных сооружений и механика»

Заведующий кафедрой СИСиМ

_____ Борычев С.Н.

(подпись)

Содержание

		Стр
	Введение	4
1	Ковшовые элеваторы	6
1.1	Основные типы, конструктивные разновидности и параметры элеваторов	18
2	Транспортеры скребковые, планчатые и пластинчатые.	35
2.1	Назначение и общее устройство	35
2.2	Тяговые, рабочие и вспомогательные органы скребковых транспортеров	37
2.3	Транспортеры с погруженными скребками	40
3	Трубчатые скребковые транспортеры	77
4	Винтовые транспортеры	82
4.1.	Основные схемы конструкции и область применения	82
4.2.	Передвижные и стационарные винтовые транспортеры	84
4.3.	Основные элементы конструкции винтовых транспортеров	96
4.4.	Пример расчета винтового транспортера	102
5	Оборудование транспортеров	110
5.1	Назначение и устройство современных транспортеров	110
5.2	Приводные и натяжные станции	118
5.3	Тяговые и натяжные звездочки и блоки	130
5.4	Короб, загрузочные и разгрузочные устройства	140
5.5	Конструкция современных транспортеров	148
5.6	Установки для непрерывной разгрузки судов и барж	168
5.7	Снижение шума транспортирующих машин	172
	Заключение	174
	Приложение	176
	Библиографический список	216

ВВЕДЕНИЕ

Ковшовые элеваторы (в промышленности переработки зерна и зернопродуктов их называют нориями) предназначены для вертикального и крутонаклонного транспортирования пылевидных, порошкообразных, зернистых и кусковых насыпных грузов. Наиболее широко они используются в ряде отраслей агропромышленного комплекса, на предприятиях химической, пищевой и угольной промышленности, в литейных производствах машиностроения и в промышленности строительных материалов. Минеральные удобрения, зерно и продукты его переработки, торф, формовочная смесь, горелая земля, гравий, щебень, песок, цемент, шамот, доломит, руда, уголь – таков неполный перечень транспортируемых ковшовыми элеваторами грузов.

Ковшовые элеваторы используются в качестве стационарных, передвижных и встроенных в мобильные погрузочные машины средств механизации подъема насыпных грузов. В некоторых случаях они одновременно выполняют технологические функции, например, обезвоживание транспортируемого груза.

Достоинства ковшовых элеваторов: большой диапазон производительности (5-1000 и более $м^3/ч$) и высоты транспортирования (5-100 и более м), малые габаритные размеры в поперечном сечении, герметичность трассы и малая энергоемкость. Использование ковшовых элеваторов во многих случаях позволяет обеспечить компактность транспортно-технологических схем и экономию производственной площади.

Наиболее обшей тенденцией совершенствования элеваторов является повышение их производительности за счет роста удельной, т.е. отнесенной к единице длины тягового элемента, вместимости грузоносителей. При этом увеличение удельного грузопотока обеспечивается, главным образом, за счет более близкого и

непрерывного размещения ковшей. Существенное влияние на развитие элеваторов оказало создание и освоение серийного производства более прочных и стойких к износу тяговых элементов, в том числе калиброванных круглозвенных цепей и резинотросовых лент.

Одним из важных результатов в совершенствовании элеваторов явилось создание принципиально новых грузонесущих элементов в виде ковшей без дна и карманного типа.

Транспортирование насыпных грузов ковшовыми элеваторами включает в себя три различных по своей сущности процесса: заполнение (загрузку) ковшей, транспортирование вверх и опорожнение (разгрузку) ковшей. Наибольшую сложность для исследований представляют заполнение и опорожнение ковшей, поскольку эти процессы являются неустановившимися и скоротечными, где действующие на частицы груза силы изменяются как по величине, так и по направлению.

Различным аспектам теории ковшовых элеваторов посвящены труды отечественных ученых: П.С.Козьмина, Н.П.Петрова, К.А.Зворыкина, К.А.Голубева, А.Секирина, Г.Краймермана, К.В.Алферова, П.Н.Платонова, П.П.Артемьева, Н.К.Фадеева, Р.Л.Зенкова, В.Павлова, А.Гнутова, В.А.Рычкова и др. Наибольший вклад в развитие теории ковшовых элеваторов внёс проф. П.С.Козьмин. Им впервые выполнены фундаментальные теоретические исследования анализа движения частиц груза во вращающемся ковше.

1. Ковшовые элеваторы

Основными классификационными признаками ковшовых элеваторов являются: направление транспортирования, тип тягового элемента и шахты элеватора, способы загрузки (заполнения) и разгрузки (опорожнения) ковшей, тип ковшей и их расположение на тяговом элементе. Перечень конструктивных и кинематических параметров элеваторов, соответствующих указанным признакам, представлен на рис.1.

Ковшовый элеватор в своей основной конструктивной разновидности состоит (рис.2) из ходовой части, включающей вертикально-замкнутый тяговый элемент *4*, охватывающий приводной *5* и натяжной *10* барабаны (звездочки, блоки), с закрепленными на нем грузонесущими элементами – ковшами *3*; нижней (загрузочной) части *1* с натяжным устройством *9*; средней части (шахты) *2* с направляющими шинами *8* и верхней части *6* с приводом *7*. Транспортируемый насыпной груз подается в загрузочный патрубок (лоток) нижней части элеватора, где груз захватывается ковшами, и после подъема и выгрузки из ковшей на верхнем барабане (звездочках, блоках) поступает в приемный патрубок (отводящий рукав) верхней части элеватора.

Наиболее широкое применение получили вертикальные элеваторы с ленточными и цепными тяговыми элементами. Наклонные элеваторы более сложны по конструктивному устройству, поскольку для перемещения рабочей (грузонесущей) ветви в этих элеваторах необходимо наличие опорных элементов. В ленточных наклонных элеваторах опорными элементами служат ролики, а в цепных – направляющие пути, по которым перемещаются непосредственно звенья цепи или ее катки. Обратная ветвь наклонных элеваторов может быть свободно свисающей или поддерживаемой опорными элементами. Канатные тяговые элементы из-за присущих им недостатков не нашли широкого применения.

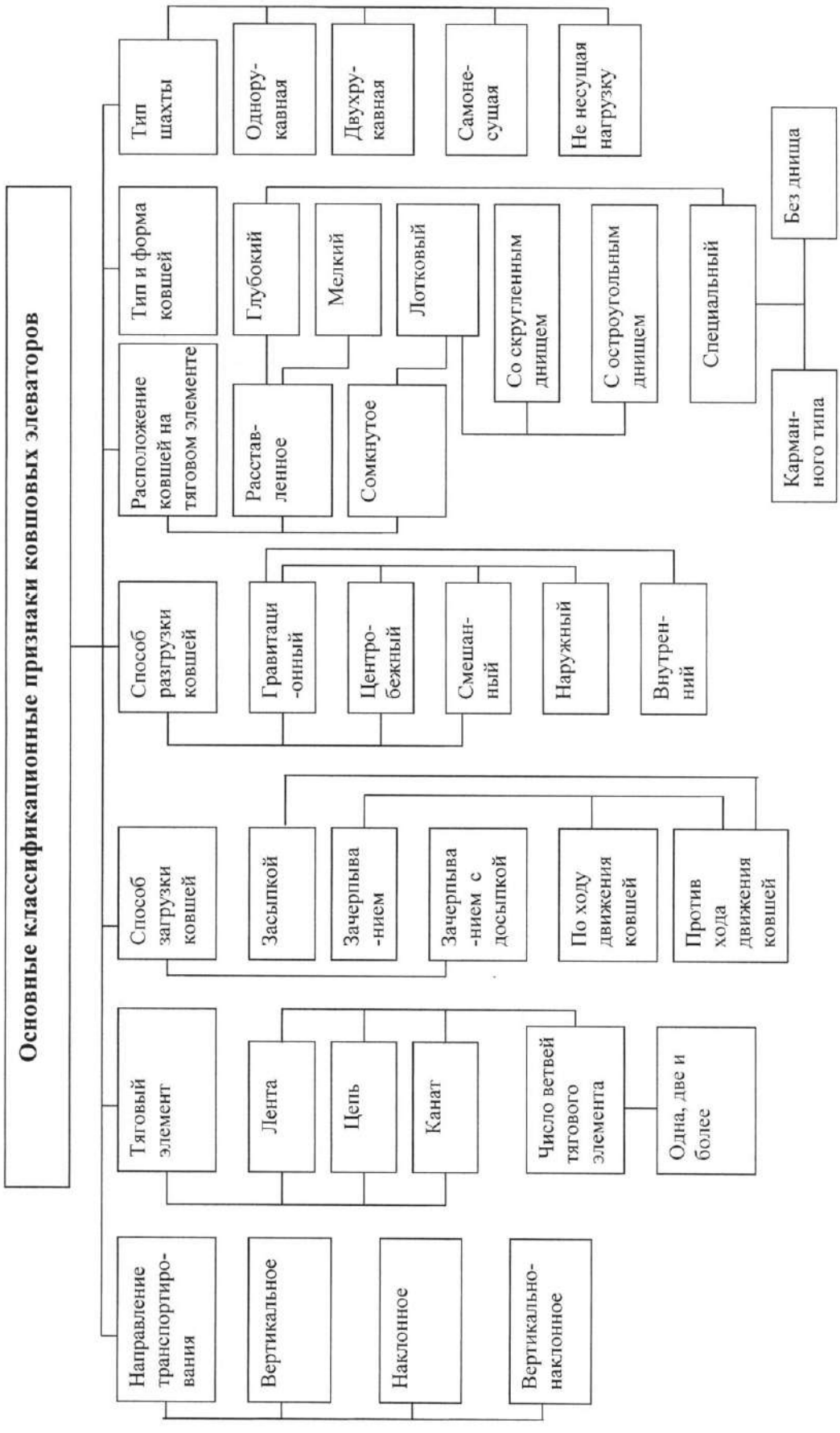


Рисунок 1 – Классификация ковшовых элеваторов.

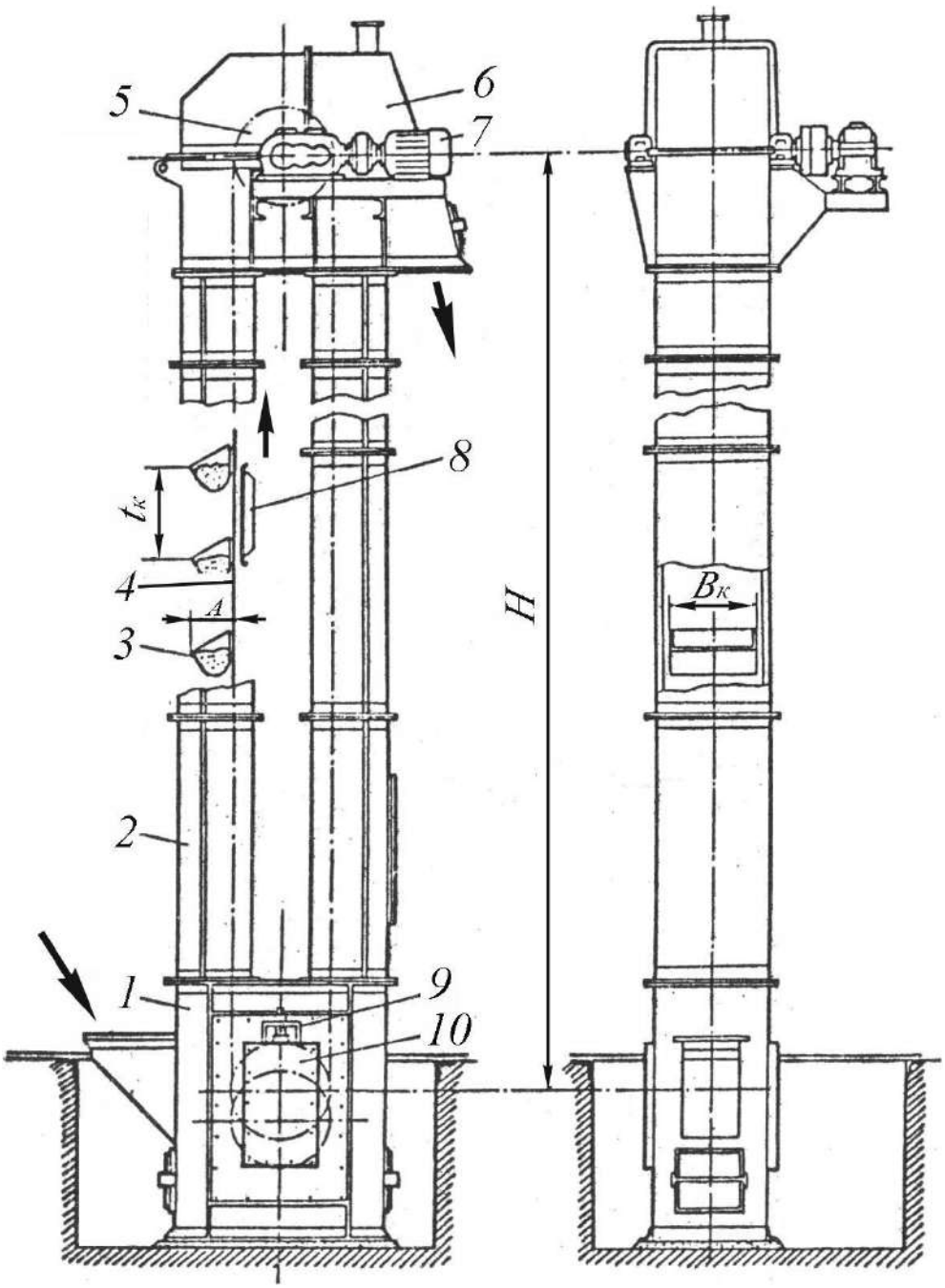


Рисунок 2 – Вертикальный ленточный ковшовый элеватор.

Загрузку ковшей зачерпыванием (рис.3а) осуществляют в быстроходных элеваторах с расставленными и сомкнутыми ковшами при транспортировании сравнительно хороших сыпучих мелкофракционных грузов, не оказывающих большого сопротивления черпанию. Для снижения сопротивления черпанию в зарубежных конструкциях элеваторов в некоторых случаях

используют аэрирование груза, находящегося в поддоне нижней части элеватора.

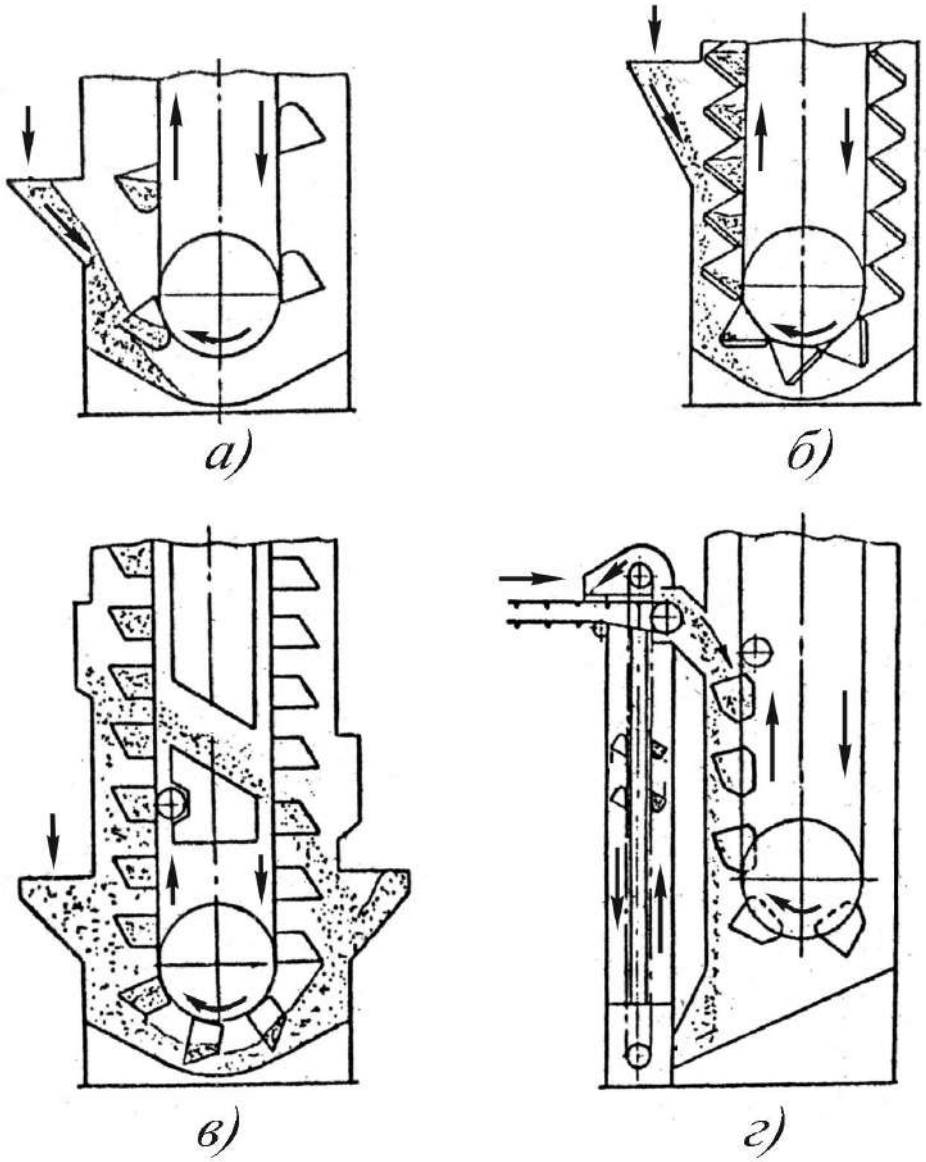
Загрузка ковшей зачерпыванием может осуществляться при подаче груза против хода движения ковшей (рис.3а) или по ходу их движения (рис.3б). Последний способ загрузки ковшей используют в быстроходных ленточных элеваторах (нориях для подъема зерна). С целью повышения заполнения ковшей и снижения вероятности завала нижней части элеватора при этом способе загрузки может быть использовано пересыпное устройство, выполненное в виде наклонной перепускной трубы с рассекателем, соединяющей трубы элеватора. При росте столба груза в восходящей трубе избыточное зерно скатывается по перепускной трубе в зону нисходящей ветви нории, тем самым обеспечивается саморегулирование высоты столба груза в зоне восходящей и нисходящей ветвей элеватора.

Заполнение ковшей засыпкой, как правило, осуществляют в тихоходных элеваторах с непрерывно расположенными (сомкнутыми) ковшами (рис.3в) при транспортировании трудно зачерпываемых и кусковых насыпных грузов. При этом способе заполнения ковшей загрузочный патрубок располагается значительно выше, чем при зачерпывании, с тем, чтобы ссыпающийся по наклонному лотку насыпной груз на его конце достиг необходимой скорости. Более благоприятные условия для данного способа загрузки ковшей обеспечиваются в цепных элеваторах при наклонном расположении грузонесущей ветви в зоне засыпки ковшей.

При заполнении ковшей засыпкой некоторая часть ссыпающегося с лотка груза не успевает попасть в ковши и падает вниз, по этой причине неизбежно частичное черпание груза. В элеваторах с расставленными ковшами при достаточно высоком расположении загрузочного лотка может иметь место смешанный

способ загрузки ковшей: зачерпыванием с последующей досыпкой груза при его подаче против хода движения ковшей.

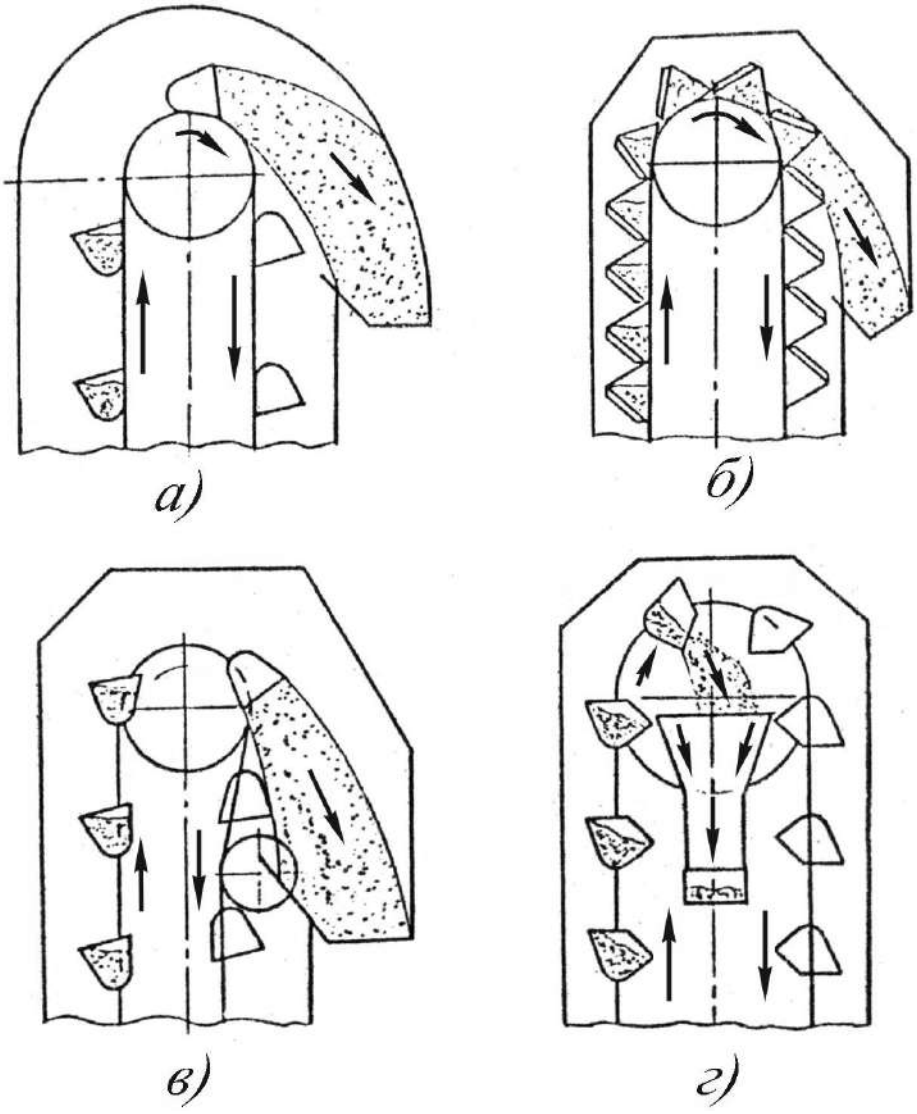
В зарубежных конструкциях высокопроизводительных шахтных элеваторов для загрузки ковшей засыпкой используют дополнительный элеватор меньшей производительности, которым груз, не попавший в ковши основного элеватора, вновь поднимается и подается в его загрузочный патрубок (рис.3г).



а), б) зачерпыванием; в), г) засыпкой.

Рисунок 3 – Схемы загрузки ковшей.

Разгрузка (опорожнение) ковшей элеваторов может быть наружной, в пространство за холостую (обратную) ветвь тягового элемента (рис.4а-в) или внутренней (центральной), в пространство между рабочей (загруженной) и обратной ветвями (рис.4г).



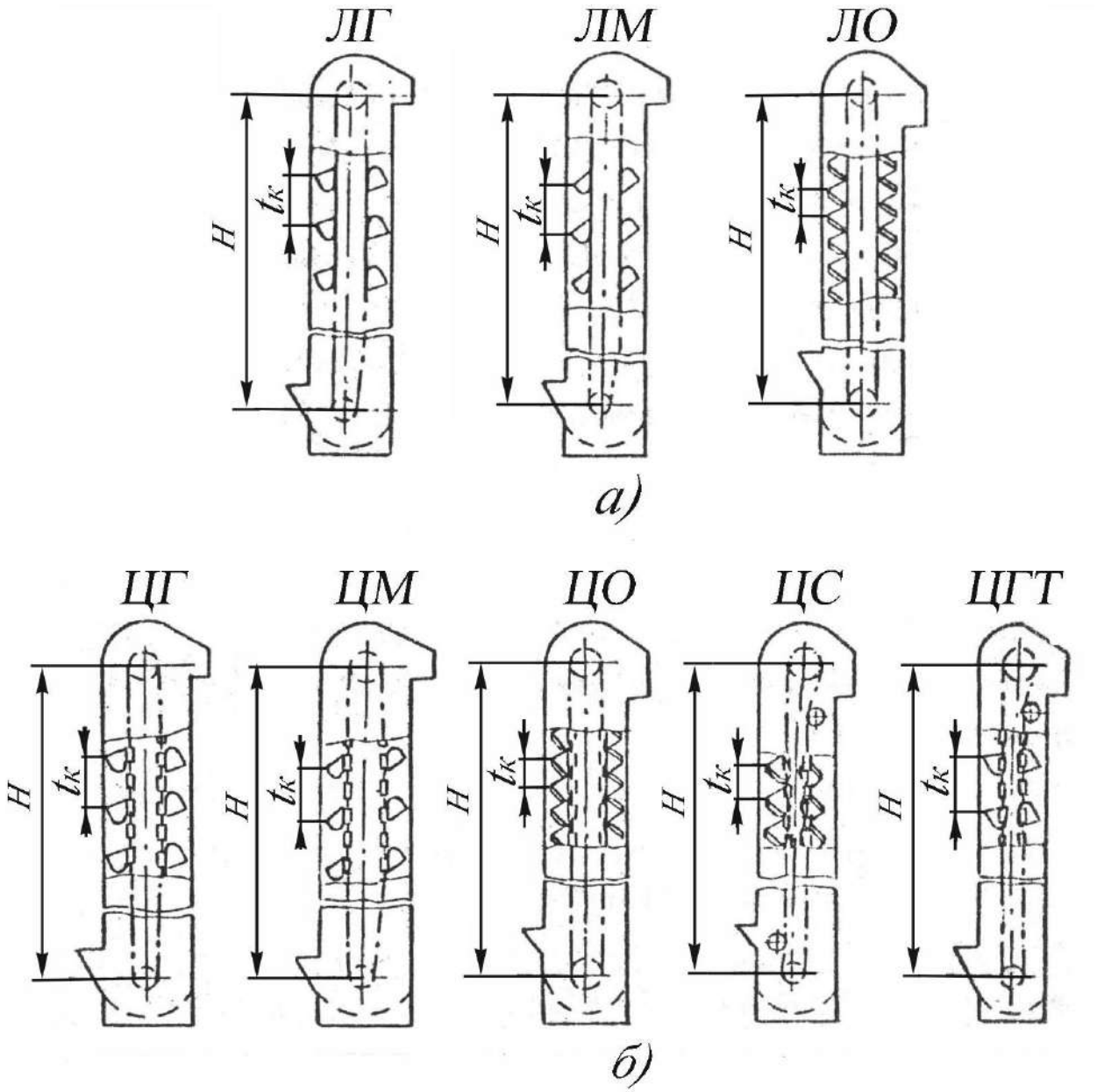
а) центробежной (смешанной); б) самотечной направленной;
в) самотечной свободной; г) самотечной внутренней.

Рисунок 4 – Схемы разгрузки ковшей.

В зависимости от преимущественного воздействия сил инерции или сил тяжести (гравитации) на вращающийся совместно с ковшами насыпной груз разгрузку ковшей принято подразделять на центробежную (рис.4а) и гравитационную (самотечную, рис.4б–г).

Самотечная разгрузка, в свою очередь, может быть свободной (рис.4г) или направленной (рис.4б). Свободная самотечная наружная разгрузка осуществляется с помощью отклоняющих звездочек (блоков). В этом случае, как и при внутренней разгрузке, ковши размещаются между двумя ветвями тягового элемента и крепятся к нему боковыми стенками.

Основные параметры выпускаемых в России и странах СНГ стационарных вертикальных ковшовых элеваторов общего назначения установлены ГОСТ 2036-77, в соответствии с которым они подразделяются на быстроходные и тихоходные (Т), цепные (Ц) и ленточные (Л), с глубокими (Г), мелкими (М), остроугольными (О) ковшами и ковшами со скругленным днищем (С). Элеваторы типов ЛГ, ЛМ, ЦГ, ЦМ и ЦГТ имеют расставленное расположение ковшей, а элеваторы ЛО, ЦО и ЦС - сомкнутое (рис.5). Для указанных типов элеваторов ГОСТ устанавливает: ширину ковшей (B_K=100÷1000 мм) и шаг ковшей (t_K=200÷800 мм); ширину ленты ($B_Л$ = 125+700 мм) и диаметры приводных барабанов и блоков ($Д_Д$ =250÷800 мм); минимальную расчетную объемную производительность (V_P=1,6÷320 м^3/ч) и максимальную высоту транспортирования (H=12÷40 м), а также ряд скоростей тягового элемента и чисел зубьев звездочек цепных элеваторов. В соответствии с указанным стандартом для быстроходных элеваторов с ковшами шириной 100÷250 мм скорость тягового элемента v=1÷2 м/с, при ширине ковшей свыше 250 мм v=1,25÷2,5 м/с; для тихоходных элеваторов v=0,4÷0,63 м/с. Типоразмер элеваторов определяется шириной ковшей. Пример условного обозначения вертикального ленточного элеватора с глубокими ковшами шириной 400 мм: элеватор ЛГ-400, ГОСТ 2036-77.



а) ленточных; б) цепных.

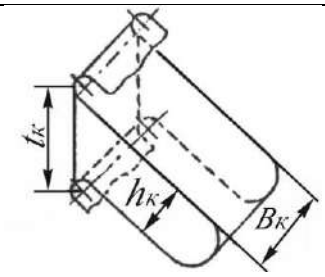
Рисунок 5 – Схемы ковшовых элеваторов.

Основные типоразмеры и параметры ленточных элеваторов (норий) для зерна и продуктов его переработки обусловлены ГОСТ 10190-77. Этот стандарт устанавливает: ряд производительностей (от 5 до 500 т/ч), максимальную высоту транспортирования (45 и 60 м), диаметр и длину приводных барабанов, шаг ковшей, ширину и скорость ленты, а также размеры поперечного сечения труб средней части элеватора. В зависимости от производительности для зерна с

насыпной плотностью 0,75 т/м^3 и влажностью до 17% стандарт устанавливает два типа норий: тип I (Q=5÷20 т/ч) и II (Q=50÷500 т/ч). Для норий типа I скорость ленты – 1,0÷1,8 м/с, а для норий типа II она составляет 2,2÷3,6 м/с. Пример условного обозначения нории типа II производительностью 100 т/ч и высотой 45 м: нория II - 100/45, ГОСТ 10190-70.

Основные параметры ковшей – карманов ленточного элеватора фирмы "Шенк" в зависимости от размера частиц транспортируемого материала представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Типы и размеры ковшей – карманов фирмы "Шенк"

Эскиз кармана	Тип кармана	Размеры, мм			Наибольший размер частиц транспортируемого материала, мм, не более
		B_K	t_K	h_K	
	A	200; 315	250	140	50
	B	315; 400	315	180	70
	C	315; 500	400	230	100
	D	400; 1250	500	300	150
	E	630; 1600	630	355	200
	F	800; 1600	710	400	300

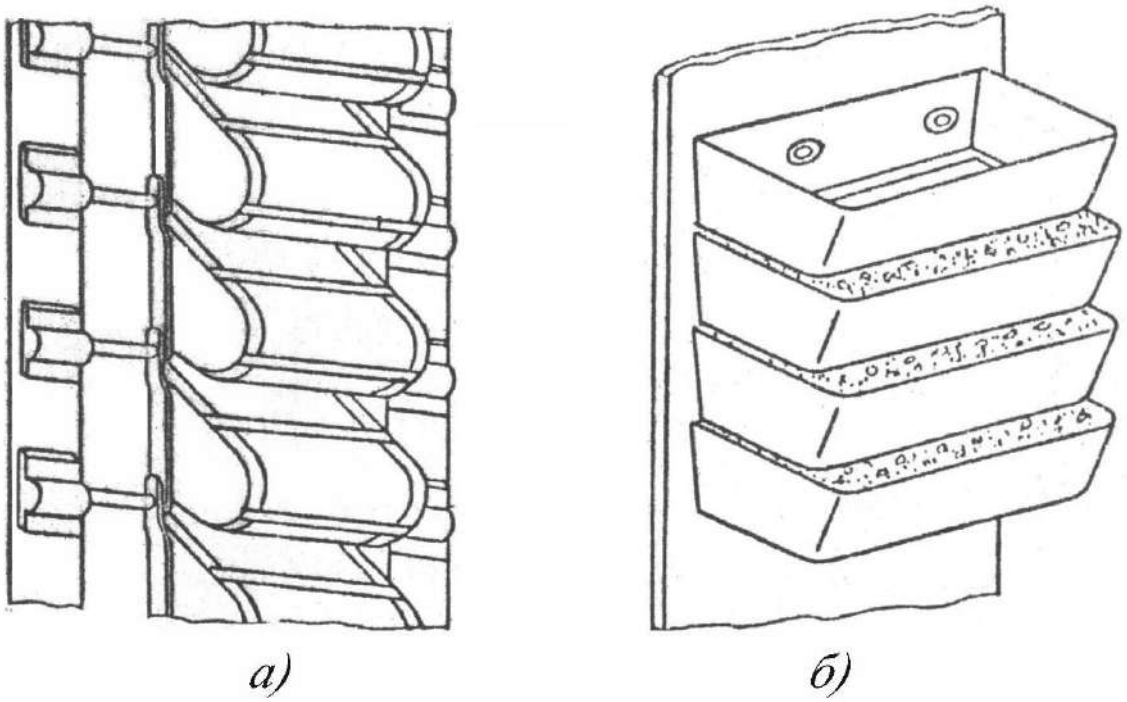
При транспортировании пылящих грузов, а также при необходимости предохранения груза от воздействия внешней среды ходовая часть, как и в обычных элеваторах, заключается в сплошной кожух, в остальных случаях элеватор ограждается лишь панелями из стальной сетки.

Преимущество элеваторов с ковшами-карманами – отсутствие зачерпывания груза, что в сочетании с эластичной конструкцией ковшей и гравитационной разгрузкой в максимальной мере способствует сохранности легко разрушаемого и хрупкого транспортируемого груза, а также обеспечивает минимальные удельные энергетические затраты на транспортирование. Трассы

ленточных элеваторов с ковшами–карманами могут быть весьма разнообразными. Наличие в них горизонтального загрузочного участка с натяжкой тяговых лент в горизонтальном направлении обеспечивает минимальную высоту загрузки ковшей относительно основания элеватора.

Недостатки – сложность конструкции ходовой части элеваторов и крепления ковшей к тяговым лентам; необходимость обеспечения строго равномерного и прямолинейного движения обеих ветвей лент и равномерной подачи груза в ковши.

Одним из существенных недостатков большинства ковшовых элеваторов является налипание частиц груза (особенно плохо сыпучего, влажного и связного) к днищу и стенкам ковшей. Остатки груза в ковшах снижают их полезную вместимость и, соответственно, уменьшают производительность элеваторов, создают просыпь груза на обратной ветви элеватора. Оригинальным решением устранения этого недостатка является применение ковшей без дна (КБД). Быстроходный ленточный элеватор с КБД впервые был предложен инженером В.Н. Павловым, на практике КБД используются в виде их комбинаций с ковшами, имеющими дно. Ковши устанавливаются сериями, каждая из которых включает определенное число (8÷12) КБД и заканчивается ковшом с днищем (рис.6б). Данное решение позволяет надежно удерживать от оседания транспортируемый столб насыпного груза и обеспечивает зачистку нижней части элеватора после прекращения подачи груза. КБД могут быть использованы и в действующих ленточных элеваторах путем их установки в промежутках между ковшами с дном.



а) с ковшами карманного типа; б) с ковшами без дна.

Рисунок 6 – Ходовая часть специальных ленточных элеваторов.

Ленточные элеваторы с КБД внедряются на хлебоприемных предприятиях путем модернизации действующих зерновых норий. Приняты к производству нории с КБД производительностью 175 т/ч. Получены положительные результаты испытаний ленточной нории с КБД в комбикормовом производстве. За рубежом ленточные элеваторы с КБД выпускаются рядом фирм. Фирма "Вальтер" (Германия) выпускает семь типоразмеров элеваторов с КБД с тремя скоростями движения ленты – 1,5; 2,5 и 3,15 м/с. Каждая серия ковшей включает 11 КБД и один ковш с дном. Ковши изготавливаются из стали или пластмасс, при насыпной плотности транспортируемого груза 0,75 т/м^3 производительность элеваторов составляет от 18 до 700 т/ч. Фирма "Пауль Недфельд" (Германия) выпускает пять типоразмеров элеваторов производительностью от 50 до 200 т/ч с шириной КБД от 110 до 300 мм.

Наряду с повышением производительности за счет непрерывного расположения ковшей, применение КБД исключает

скопление налипшего груза в ковшах и, соответственно, затраты ручного труда, связанные с их очисткой. При этом отсутствие днищ в ковшах в большей мере способствует их самоочистке в процессе зачерпывания груза. Ввиду более плавного нарастания скорости подъема насыпного груза в элеваторах с КБД следует ожидать снижения разрушения груза при загрузке ковшей. Недостатком ленточных элеваторов с КБД является неизбежная просыпь некоторой части насыпного груза в восходящую трубу вследствие его ссыпания через передние стенки ковшей от воздействия центробежных сил в начальный период их разгрузки.

Использование КБД возможно и в тихоходном режиме транспортирования. Конструктивное решение элеватора данного типа реализовано в опытном образце цепного тихоходного элеватора ЦГС-650 с внутренней разгрузкой, разработанного ГПКИ "Союзпроммеханизация" для транспортирования минеральных удобрений. Ходовая часть элеватора ЦГС-650 включает в себя две ветви тяговых износостойких круглозвенных цепей, к которым боковыми стенками крепятся ковши, имеющие полого наклоненные относительно вертикали задние стенки. Ковши установлены сериями с разрывом между ними, равным высоте одного ковша. Каждая серия ковшей содержит четыре КБД и один ковш с днищем. Краткая техническая характеристика элеватора ЦГС-650 представлена в табл. 2.

ГПКИ «Союзпроммеханизация» разработаны технические решения цепных ковшовых элеваторов типа ЦНГВ для транспортирования одинаковых и разнородных насыпных грузов одновременно двумя потоками. Транспортирование осуществляется без смешивания груза двумя рядами ковшей с независимой загрузкой и разгрузкой каждого ряда.

Таблица 2 – Техническая характеристика элеватора ЦГС-650 с ковшами без дна

Параметр	Характеристика
Производительность, $м^3/ч$	150
Высота транспортирования, м	20
Скорость движения ковшей, м/с	0,3
Шаг (высота) КБД, мм	172
Диаметр приводных звездочек, мм	1000
Диаметр натяжных блоков, мм	600
Тяговая цепь	круглозвенная износостойкая
Размеры цепи (диаметр прутка х шаг), мм	24х86
Загрузка ковшей	зачерпыванием с досыпкой
Разгрузка ковшей	гравитационная, внутренняя

Производительность грузопотоков может быть одинаковой (до 250 $м^3/ч$) или с соотношением в диапазоне от 0,8:1 до 1:4. В ряде случаев данные элеваторы могут обеспечить более рациональное размещение транспортных потоков и технологических линий, особенно в условиях ограниченной производственной площади.

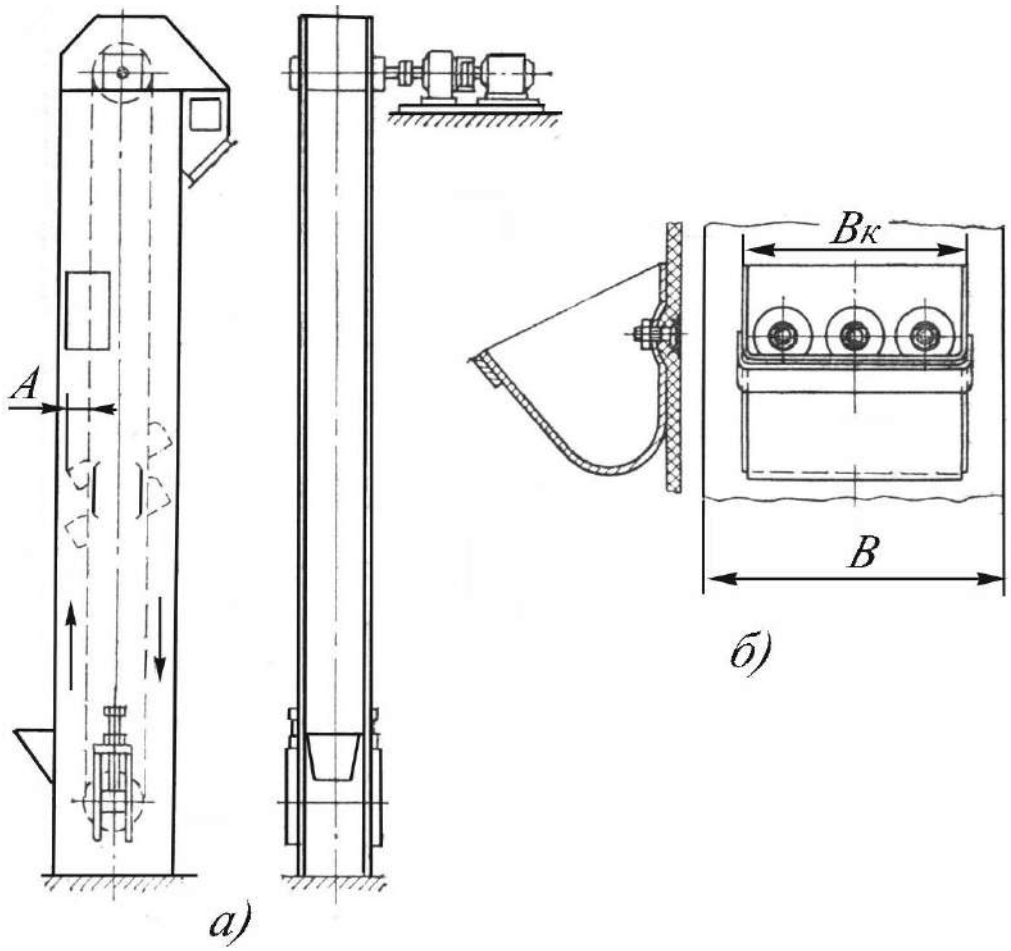
1.1. Основные типы, конструктивные разновидности и параметры элеваторов

Классификация, конструктивные схемы и области применения. Ковшовые элеваторы предназначены для транспортирования пылевидных, зернистых и мелко- кусковых грузов (например, цемента, песка, химикатов, зерна, муки, угля, торфа, известняка и т. п.) на предприятиях химической, металлургической, машиностроительной, пищевой промышленности, в производстве строительных материалов, на углеобогатительных фабриках, в зернохранилищах и т. п.

По виду тягового элемента ковшовые элеваторы бывают ленточные (рис.7) и цепные (рис.8). В зависимости от количества цепей, к которым крепятся ковши, различают одноцепные и двух цепные элеваторы. По расположению трассы элеваторы подразделяют

на вертикальные и наклонные. Последние могут быть со свободно провисающей или опирающейся холостой ветвью.

По скорости движения различают тихоходные и быстроходные элеваторы. Загрузка ковшей осуществляется либо зачерпыванием груза из нижней части кожуха элеватора, либо засыпанием груза в ковши.



а) вид общий; б) схема крепления ковша.

Рисунок 7 – Ленточный ковшовый элеватор.

Разгрузка ковшей бывает центробежной, самотечной свободной и самотечной направленной. При центробежной разгрузке скорость движения ковшей элеваторов принимают обычно 1÷5 м/с. Свободная самотечная и направленная разгрузка применяется у тихоходных элеваторов при скорости движения ковшей 0,4÷0,8 м/с. По расположению ковшей различают элеваторы с расставленными и сомкнутыми ковшами (табл.3).

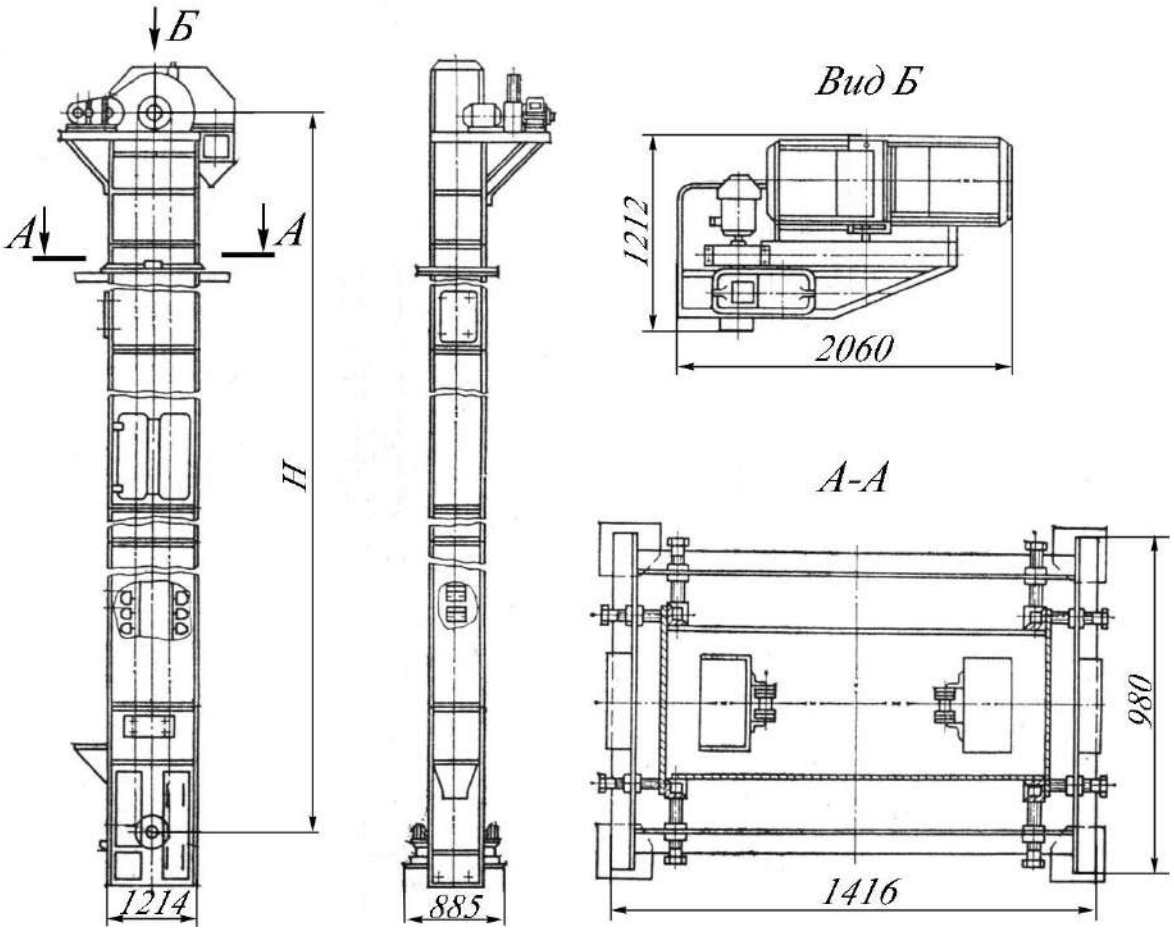


Рисунок 8 – Цепной ковшовый элеватор.

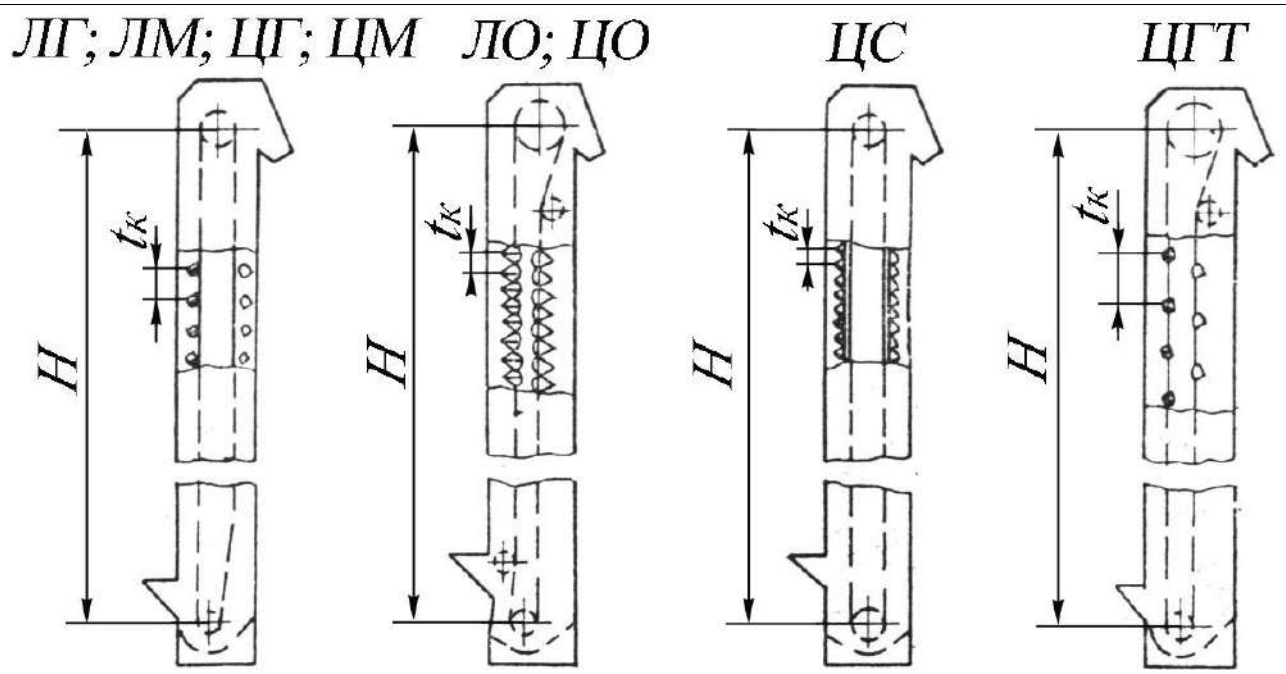
Составные элементы и основные параметры. Тяговым органом ленточных элеваторов является резинотканевая многопрокладочная лента, реже проволочно-сетчатая лента. В цепных элеваторах используют пластинчатые и круглозвенные сварные цепи.

Ковши элеваторов бывают с цилиндрическим, остроугольным или с полукруглым днищем с бортами на торцовой стенке и жалюзные.

Ковши с цилиндрическим днищем различают глубокие и мелкие (табл.4…5). Глубокие ковши применяют для подъема сухих хорошо сыпучих грузов (песок, зерно и т. п.), а мелкие ковши для влажных плохосыпучих грузов. Остроугольные и трапецеидальные ковши используют для тяжелых кусковых абразивных грузов.

Привод ковшового элеватора состоит из электродвигателя, редуктора, быстроходной (упругой) и тихоходной (зубчатой) муфт.

Таблица 3 – Классификация элеваторов



Элеватор	Тип ковша	Расположение ковша на тяговом органе	Способ разгрузки ковша
Ленточный быстроходный с расставленными глубокими ковшами (ЛГ)	Г	Расставлены	Центробежный
Ленточный быстроходный с расставленными мелкими ковшами (ЛМ)	М		
Ленточный тихоходный с сомкнутыми остроугольными ковшами (ЛО)	О	Сомкнуты	Гравитационный
Цепной быстроходный с расставленными глубокими ковшами (ЦГ)	Г	Расставлены	Центробежный
Цепной быстроходный с расставленными мелкими ковшами (ЦМ)	М		
Цепной тихоходный с сомкнутыми остроугольными ковшами (ЦО)	О	Сомкнуты	Гравитационный
Цепной тихоходный с сомкнутыми скругленными ковшами (ЦС)	С		
Цепной тихоходный с расставленными специальными ковшами (ЦГТ)	–	Расставлены	
Примечание. Для элеваторов типа ЦГТ ковши не устанавливаются.			

Таблица 4 – Типоразмеры и основные параметры ленточных элеваторов

Тип элеватора	Ширина ковша, B, мм	Шаг ковшей, $t_к$, мм	Диаметр приводного барабана, мм	Скорость движения ковшей, м/с	Производительность, м^3/ч, не менее	Расчетная высота элеватора H, мм
1	2	3	4	5	6	7
ЛГ-100	100	200	250	1,00-2,00	3,2	12000
ЛГ-125	125	320	320		4,0	
ЛГ-160	160		400		5,0	30000
ЛГ-200	200	400			10,0	
ЛГ-250	250		500		16,0	
ЛГ-320	320	500		1,25-2,50	25,0	
ЛГ-400	400		630		40,0	
ЛГ-500	500	630			63,0	35000
ЛГ-650	650				100,0	
ЛМ-100	100	200	250	1,00-2,00	1,6	15000
ЛМ-125	125	320	320		2,0	
ЛМ-160	160		400		3,2	35000
ЛМ-200	200	400			5,0	
ЛМ-250	250		500		10,0	
ЛМ-320	320	500		1,25-2,50	16,0	
ЛМ-400	400		630		25,0	
ЛМ-500	500	630			40,0	40000
ЛМ-650	650				63,0	
ЛО-160	160	160	400	0,40-0,63	6,3	25000
ЛО-200	200	200			10,0	
ЛО-250	250		500		16,0	
ЛО-320	320	250			25,0	
ЛО-400	400	320	630		40,0	

Таблица 5 – Типоразмеры и основные параметры цепных элеваторов

Тип элеватора	Ширина ковша, B, мм	Шаг ковшей, $t_к$, мм	Скорость движения ковшей, м/с	Производительность, м^3/ч, не менее	Расчетная высота элеватора H, мм
1	2	3	4	5	6
ЦГ-100	100	200	1,00–2,00	3,2	15000
ЦГ-125	125	320		4,0	

1	2	3	4	5	6
ЦГ-160	160	320	1,00–2,00	5,0	25000
ЦГ-200	200	400		10,0	
ЦГ-250	250			16,0	
ЦГ-320	320	500	1,25–2,50	25,0	
ЦГ-400	400			40,0	
ЦГ-500	500	630		63,0	
ЦГ-650	650			100,0	
ЦМ-100	100	200	1,00-2,00	1,6	15000
ЦМ-125	125	320		2,0	
ЦМ-160	160			3,2	25000
ЦМ-200	200	400		5,0	
ЦМ-250	250			10,0	
ЦМ-320	320	500	1,25-2,50	16,0	30000
ЦМ-400	400			25,0	
ЦМ-500	500	630		40,0	
ЦМ-650	650			63,0	
ЦО-160	160	160	0,40-0,63	6,3	20000
ЦО-200	200	200		10,0	
ЦО-250	250			16,0	30000
ЦО-320	320	250		25,0	
ЦО-400	400	320		40,0	
ЦС-320	320	200		63,0	
ЦС-400	400	320		100,0	
ЦС-500	500	400		160,0	
ЦС-650	650	500		250,0	
ЦС-800	800	630		320,0	
ЦС-1000	1000			–	25000
ЦГТ-200	200	400			
ЦГТ-250	250				35000
ЦГТ-320	320	500			
ЦГТ-400	400				
ЦГТ-500	500	630			
ЦГТ-650	650				
ЦГТ-800	800	800			
ЦГТ-1000	100				

Приводные барабаны и звездочки расположены в верхней секции кожуха. Диаметры приводных барабанов выбираются в пределах 250÷1250 мм. Число зубьев звездочек выбирают из следующего ряда: 6; 8; 10; 12; 13; 14; 16; 20. Натяжные устройства в ковшовых элеваторах – винтовые и пружинно-винтовые.

В ленточных ковшовых элеваторах применяют также рычажно-грузовые натяжные устройства, обеспечивающие автоматическое регулирование натяжение ленты.

Направляющие шины крепят к кожуху наклонных и вертикальных элеваторах.

Они служат для ограничения поперечного раскачивания лент или цепей с ковшами.

Загрузочные патрубки ковшовых элеваторов закреплены в нижней части кожуха. В зависимости от физико-механических свойств насыпного груза днище патрубка располагается под углом 45 или 60º.

Разгрузочные патрубки элеватора прикреплены к верхней части кожуха и снабжены боковыми люками для осмотра и очистки.

В табл.6…9 приведены основные технические данные некоторых ленточных и цепных элеваторов, серийно выпускаемых отечественной промышленностью, необходимые для выбора проектных параметров и их расчета.

В зависимости от характеристики транспортируемого груза и типа ковша коэффициента заполнения принимают (табл.10) ψ = 0,4÷0,9.

Скорость v для тихоходных элеваторов принимают равной 0,32÷0,80 м/с; для быстроходных - 1,0÷5,0 м/с.

В быстроходных элеваторах, в которых разгрузка ковшей происходит под действием центробежной силы, скорость v и диаметр барабана (звездочки, блока) $D_б$ связаны между собой, а

именно: увеличение скорости приводит к необходимости увеличения диаметра барабана (звездочки).

Таблица 6 – Типоразмеры и основные параметры ковшей цепных элеваторов

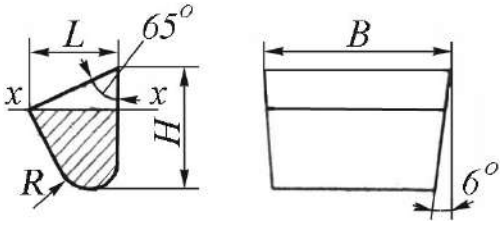
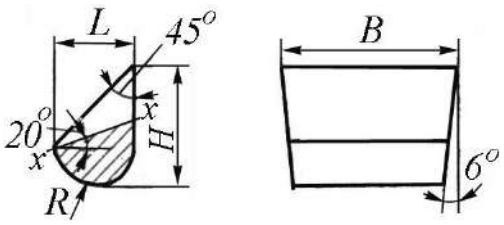
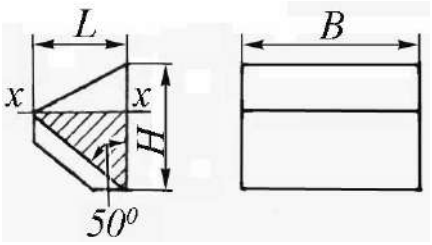
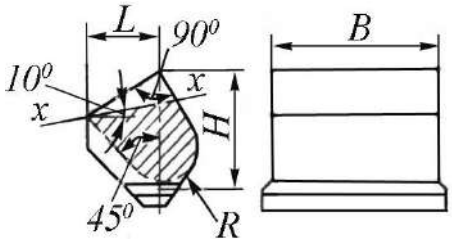
Обозначение	Эскизы	Внутренние размеры ковшей, мм				Объем ковшей по оси хх, л
		B	L	H	R	
Г		100	75	80	25	0,20
		125	90	95	30	0,40
		160	105	110	35	0,60
		200	125	135	40	1,30
		250	140	150	45	2,00
		320	175	190	55	4,00
		400	195	210	60	6,30
М		100	50	65	25	0,10
		125	65	85	30	0,20
		160	75	100	35	0,35
		200	95	130	40	0,75
		250	120	160	55	1,40
		320	145	190	70	2,70
		400	170	220	85	4,20
О		160	105	155	-	0,65
		200	125	195	-	1,30
		250	140		-	2,00
		320	165	245	-	4,00
		400	225	310	-	7,80
С		320	165	235	60	6,40
		400	215	305	80	14,00
		500	270	385	100	28,00
		650	340	485	125	60,00

Таблица 7 – Основные технические данные элеватора типов ЦС и ЦО

Тип элеватора	Производительность, $м^3/ч$	Скорость движения ходовой части м/с	Цепь тяговая пластинчатая (ГОСТ 588-81)	Высота элеватора Н, м	Шаг ковша, мм	Объем ковша, л
ЦС-320	45	0,47	М224-1-125-2	30,6 28,5 26,0 23,0 20,0	250	6,4
ЦС-400	75	0,5	М-315-2-160-2	38,5 35,5 32,5 28,5 20	320	14
ЦО-250	23,2	0,52	М-224-2-200-2	36 33 31 28 24	200	3,3

Таблица 8 – Основные технические данные элеватора типа ЦГТ

Тип элеватора	Производительность, $м^3/ч$	Скорость движения ходовой части м/с	Цепь круглозвенная износостойкая, мм	Высота элеватора *Н*, м	Шаг ковша, мм	Объем ковша, л
ЦГТ-500С	50	0,5	18×64	50,0 44,3 39,8 32,8	640	18
ЦГТ-650С	80		23×86	51,1 45,8 39,9 32,4	688	36
ЦГТ-800С	125		26×96	51,3 44,7 40,3 32,9	736	50
ЦГТ-100С	200		30×108	50 45 40 35	648	80

Таблица 9 – Техническая характеристика ленточных и цепных ковшовых элеваторов Карагандинского завода

Модель	Тип	Q_m,т/ч	Ширина ковша B_k,мм	Шаг ковша T_k, мм	V, м/с	Элеватор		
						Ленточный		Цепной
						Ширина ленты, мм	Длина барабана, мм	Число цепей, шт
Глубокие ковши								
ЛГ-160	ЦГ-16	8-13	160	300	0,8-1,6	200	250	1
ЛГ-200	ЦГ-200	14-23	200	300		250	300	
ЛГ-250	ЦГ-250	17-28	250	400		300	350	
ЛГ-320	ЦГ-320	34-41	320	500	1,0-2,0	400	450	2
ЛГ-400	ЦГ-400	52-70	400	500		400	450	
Мелкие ковши								
ЛМ-160	ЦМ-160	3-5	160	300	0,8-1,6	200	250	1
ЛМ-250	ЦМ-250	9-15	250	400		300	350	
ЛМ-320	ЦМ-320	20-32	320	500	1,0-2,0	400	450	2
ЛМ-400	ЦМ-400	36-50	400	500		500	550	

Таблица 10 – Зависимость коэффициента ψ от вида транспортируемого груза

Груз	Типичные грузы	Тип ковша	Скорость, м/с		ψ
			ленты	цепи	
Пылевидный	Угольная пыль	Г	–	0,6–0,8	0,85
Легкосыпучий	Цемент	Г	1,25–1,8	–	0,80
Пылевидный и зернистый плохосыпучий	Земля, песок (влажные)	М	1–2	0,8–2,0	0,60
Зернистый и мелкокусковой	Пищевое зерно	Ж	3,9–4	–	0,70
Малоабразивный	Древесные опилки, глина сухая, торф	Г	1,25–2	1,0–1,6	0,80
Сильно абразивный	Гравий, руда, шлак	О,С	0,4–0,8	0,4–0,63	0,80
Средне- и крупнокусковой малоабразивный	Каменный уголь, торф	О, С, Г	– –	0,4–0,63 0,8–1,60	0,60–0,68 0,60–0,70
Сильно абразивный	Щебень, руда, шлак	О, С	–	0,4–0,63	0,60–0,80
Обесценивающийся при крошениии	Древесный уголь, кокс	О, С	0,4–0,63	0,4–0,63	0,60
Примечание. Г– глубокий ковш; М– мелкий; О– с бортовыми направляющими остроугольный; С– с бортовыми направляющими сомкнутый; Ж– жалюзный.					

Характер разгрузки ковшей определяется соотношением между полюсным расстоянием l и радиусом барабана (звездочки) $r_б$. Полюсное расстояние определяется по формуле:

$$l = \frac{gr^2}{v_0^2} = \frac{895}{n^2}, \quad (1)$$

где: g– ускорение свободного падения, м/с^2; v_0– скорость движения центра тяжести груза в ковше, м/с; r– радиус вращения, т.е расстояние от центра тяжести массы груза в ковше до центра барабана (звездочки), м; n– частота вращения барабана (звездочки), об/мин.

Соотношение между полюсным расстоянием l и радиусом барабана $r_б$ (звездочки):

$$Б = \frac{l}{r_б} = \frac{gr^2}{v_0^2 r_б} = \frac{gr_б}{v^2}. \quad (2)$$

Диаметр барабана D принимают в зависимости от параметра $Б$ (для высокоскоростного элеватора с центробежной разгрузкой: $Б \leq 1$):

$$D = \frac{2Бv^2}{g} \leq 0,204v^2, \quad (3)$$

для быстроходного с центробежной и самотечной (смешанной) разгрузкой ($Б$ =1,0 ÷ 1,4):

$$D = \frac{2(1,0...1,4)v^2}{g} = (0,205...0,286)v^2; \quad (4)$$

для среднескоростного – с центробежной и самотечной (смешанной) разгрузкой ковшей с внутренней стенкой ($Б$ = 1,5÷ 3,0):

$$D = (0,306...0,612)v^2; \quad (5)$$

для тихоходного – с самотечной разгрузкой ($Б$ > 3):

$$D \geq 0,6v^2. \quad (6)$$

Объем ковша V_o и его геометрические размеры выбираются по ГОСТ 2036-77 (табл.6) или по каталогам заводов-изготовителей. Шаг ковшей t_k выбирается в зависимости от типа ковшей и расположения их на тяговом элементе: для глубоких и мелких ковшей, располагаемых с интервалом (расставленных), $t_k=h(2{,}5\div3{,}0)$; для ковшей с бортовыми направляющими, располагаемых непрерывно, $t_k \approx h$, где: h– высота ковша, м.

Тип элеватора и форму ковшей выбирают в зависимости от характеристики транспортируемого груза (см. табл.4). При транспортировании кусковых грузов выбранные ковши проверяют по наибольшему размеру типичных кусков a_{max} согласно условию $A \geq x a_{max}$, где: A– высота ковша; x– коэффициент, зависящий от типа груза; для рядовых грузов $x= 2\div2{,}5$, для сортированных $x= 4 \div 5$.

Схема тягового расчета вертикального элеватора показана на рис.9.

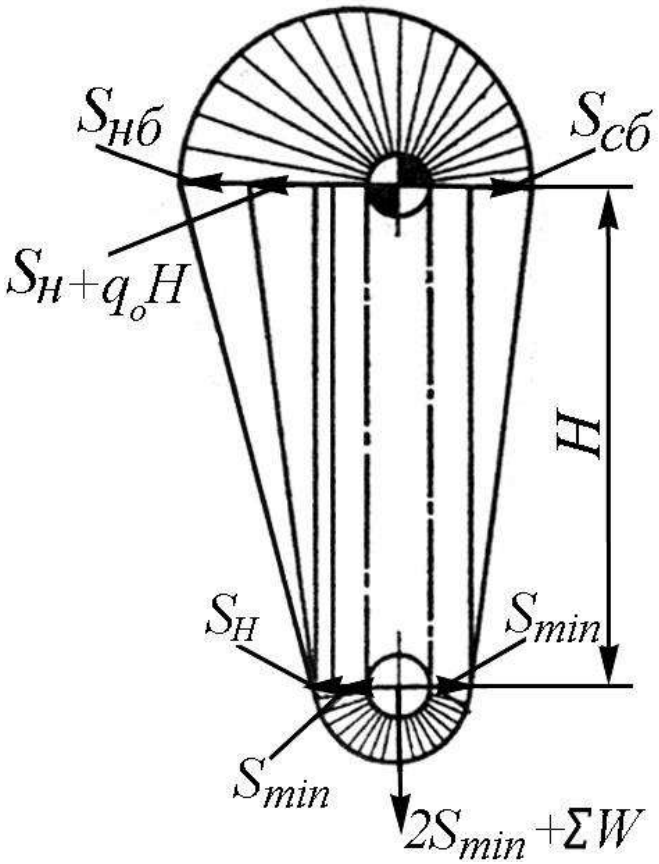


Рисунок 9 – Расчетная схема ковшового элеватора.

Наибольшее тяговое усилие в набегающей на приводной барабан или звездочку ветви без учета динамики тягового элемента:

$$S_{нб} = S_H + (q_0 + q_Г) \cdot H, \quad (7)$$

где: усилие в сбегающей с нижнего барабана (звездочки, блока) ветви:

$$S_н = S_{\min} + \sum W. \quad (8)$$

где: S_{min}– минимальное натяжение цепи (ленты), в предварительных расчетах принимают: S_{min}= 300÷1000 Н или для ленточных и цепных с гладкими блоками вертикальных элеваторов:

$$S_{\min} \geq \frac{(q_0 + q_Г) \cdot H - q_0 \cdot H \cdot e^{\mu\alpha} + \sum W}{e^{\mu\alpha} - 1}; \quad (9)$$

Для наклонных ленточных и цепных с гладкими блоками элеваторов:

$$S_{\min} \geq \frac{(q_0 + q_Г)(H + L - \omega) - q_0(H - L\varpi)e^{\mu\alpha} + \sum W}{e^{\mu\alpha} - 1}, \quad (10)$$

где: q_0– линейный вес ветви элеватора без груза, Н/м; $q_Г$– линейный вес ветви элеватора без груза, Н/м; μ– коэффициент трения тягового элемента о барабан (блок); α– угол обхвата барабана (блока) тяговым элементом, рад; L– горизонтальная проекция элеватора, м; H– расчетная высота элеватора, м; сопротивление движению ходовой части, ΣW, Н.

Для цепных элеваторов со звездочками $S_{min} \leq 10Dq_Г$, но не менее 500 Н.

Сопротивление движению ходовой части:

$$\sum W = W_H + W_{зач}, \quad (11)$$

где: $W_{зач}$– сопротивление зачерпыванию, Н; W_H– сопротивление на нижнем барабане (звездочке) от трения в подшипниках оси, в шарнирах цепи или от изгиба ленты, Н:

$$W_H = S_{\min} \cdot \varpi' , \qquad (12)$$

где: ω'– коэффициент сопротивления движению на приводном блоке;

При огибании цепью звездочки или блока:

$$\varpi' = 2\left(f_1 \frac{d_B}{D} + f_2 \frac{d_B}{D} \sin \frac{\alpha}{2} \right); \qquad (13)$$

При огибании лентой барабана:

$$\varpi' \approx 2\left(f_1 \frac{d_П}{D} + \frac{1{,}23\delta_Л}{D^{1,3}} \right), \qquad (14)$$

где: f_1– коэффициент трения в шарнирах цепи; f_2– коэффициент трения скольжения или качения; d_B– диаметр валика цепи, мм; $d_П$– диаметр подшипника, мм; D– диаметр барабана (блока) или делительной окружности звездочки, мм; $\delta_л$– толщина ленты, мм; α– угол обхвата цепью звездочки (блока).

Сопротивление зачерпыванию определяют как усилие, затрачиваемое на черпание груза ковшом:

$$W_{зач} = k_з q_Г h_Г , \qquad (15)$$

где: $k_з$– коэффициент зачерпывания, при скорости ковшей v=1÷1,25 м/с принимают: для порошкобразных и мелкокусковых грузов $k_з$=1,25÷2,5, для среднекусковых грузов $k_з$=2,0÷4,0; $h_Г$– высота ветви элеватора, находящаяся в толще зачерпываемого груза, м.

В ленточном элеваторе расчетное усилие $S_{max}=S_{нб}$.

В цепном элеваторе учитывается динамическое усилие в цепи:

$$S_{\max} = S_{нб} + S_{дин} = S_н + (q_0 + q_Г) \cdot H + S_{дин}; \qquad (16)$$

Для двухцепного элеватора усилие в одной цепи:

$$S_{\max} = k_н \frac{(S_{нб} + S_{дин})}{2}, \qquad (17)$$

где: $k_н$ – коэффициент неравномерности распределения усилий в цепях двухцепного элеватора ($k_н$= 1,15); $S_{дин}$– динамическое усилие

в цепи элеватора с пластинчатой цепью, Н:

$$S_{дин} = \frac{3Sv^2}{z^2 t_ц g}, \qquad (18)$$

где: z– число зубьев звездочки, шт.; $t_ц$– шаг цепи, м; S– нагрузка от неравномерно движущейся ходовой части и груза, Н:

$$S = (q_0 + q_Г) \cdot H; \qquad (19)$$

Натяжение тягового элемента в точке сбегания с приводного барабана, звездочки или блока:

$$S_{сб} = S_{\min} + q_0 \cdot H. \qquad (20)$$

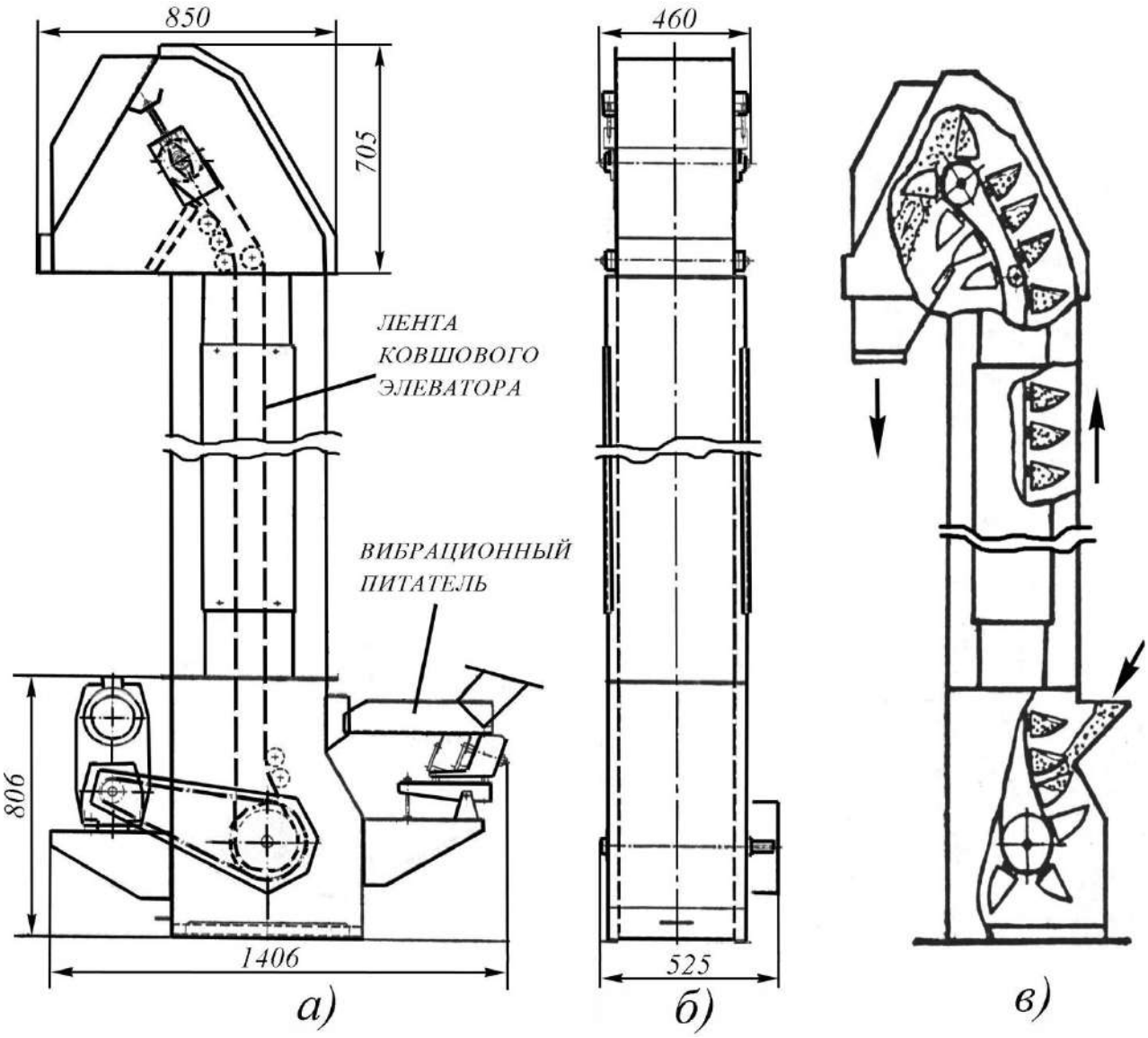
Тяговое усилие на приводном валу:

$$P = (S_{\max} - S_{сб})(1 + \varpi'). \qquad (21)$$

По тяговому усилию определяется мощность электродвигателя. Проверка тягового элемента на прочность производится по величине максимального натяжения.

Французскими учеными создана современная конструкция перспективного высокопроизводительного ковшового элеватора (рис.10). Данный ковшовый элеватор MAG Typ S 18, предназначенный для вертикального поднятия зернопродуктов (зерно, бобы, фасоль и т.д.) разрабатывался с учетом жестких требований и приспособлен для работы с легко повреждаемой семенной продукцией. Рекомендован к применению как на крупных элеваторах и зернохранилищах, и перевалочных пунктах, так и на пищевых комбинатах.

Все внешние элементы конструкции элеватора выполнены из профилированной стали. Новая специально разработанная конструкция ковшей защищена патентом. Ковши отлиты из пищевого полиэтилена высокой плотности, что обеспечивает высокое качество их изготовления. Хорошо продуманная форма



а) вид сбоку; б) вид спереди; в) вариант исполнения.

Рисунок 10 – Ковшовый элеватор MAG Typ S 18 для вертикального поднятия зернопродуктов.

ковша обеспечивает его полное опорожнение, даже на низких скоростях движения элеватора (до 0,1 м/сек). Элеватор оснащен целым набором съемных чистящих щеток. Между ковшами и транспортерной лентой могут устанавливаться подкладки толщиной 15 мм.

В головной части предусмотрено смотровое окно, защищенное стеклом.

Рама элеватора облицована быстросъемными защитными кожухами, а где было необходимо, устроены съемные люки, позволяющие быстро и с минимальными трудозатратами проводить проверку и очистку рабочих органов.

Элеватор оснащен электродвигателем класса IP 55, мощностью 1,8 кВт, и трансмиссией, защищенных специальным кожухом.

Также, для наилучшей оптимизации производительности элеватор может быть оборудован регулятором скорости (от 0,10 до 0,75 м/сек) и вибрационным проходом изменяемой мощности.

Основные характеристики элеватора MAG Typ S 18 представлены в табл. 11.

Таблица 11 – Основные характеристики ковшового элеватора MAG Typ S 18

№ п/п	Скорость ковшей, м/с	Частота вращения приводного барабана, $мин^{-1}$	Производительность, $м^3/ч$
1	0,20	20,3	4,60
2	0,30	30,5	6,90
3	0,40	40,7	9,20

Контрольные вопросы:

1. Перечислите классификационные признаки ковшовых элеваторов? 2. Назовите основные типы загрузки ковшей? 3. Какие типы разгрузки ковшей Вам известны? 4. За счет каких мероприятий можно снизить эффект налипания частиц груза к стенкам и дну ковша? 5. Указать область применения ковшовых элеваторов? 6. Какие основные виды тягового органа ковшовых элеваторов Вы знаете? 7. Назовите принципиальные отличия элеваторов, построенных на схеме типа КБД?

2. Транспортеры скребковые, планчатые и пластинчатые

2.1. Назначение и общее устройство

Скребковые, планчатые и пластинчатые транспортеры распространены в сельском хозяйстве в виде самостоятельных машин и механизмов, встроенных в специальные машины. Скребковый транспортер (рис.11а) работает по принципу волочения транспортируемого материала по желобу или материалу. Тяговым органом здесь является цепь со скребками, которые входят в зацепление с тяговыми звездочками приводов, определяя геометрию и основные параметры последних.

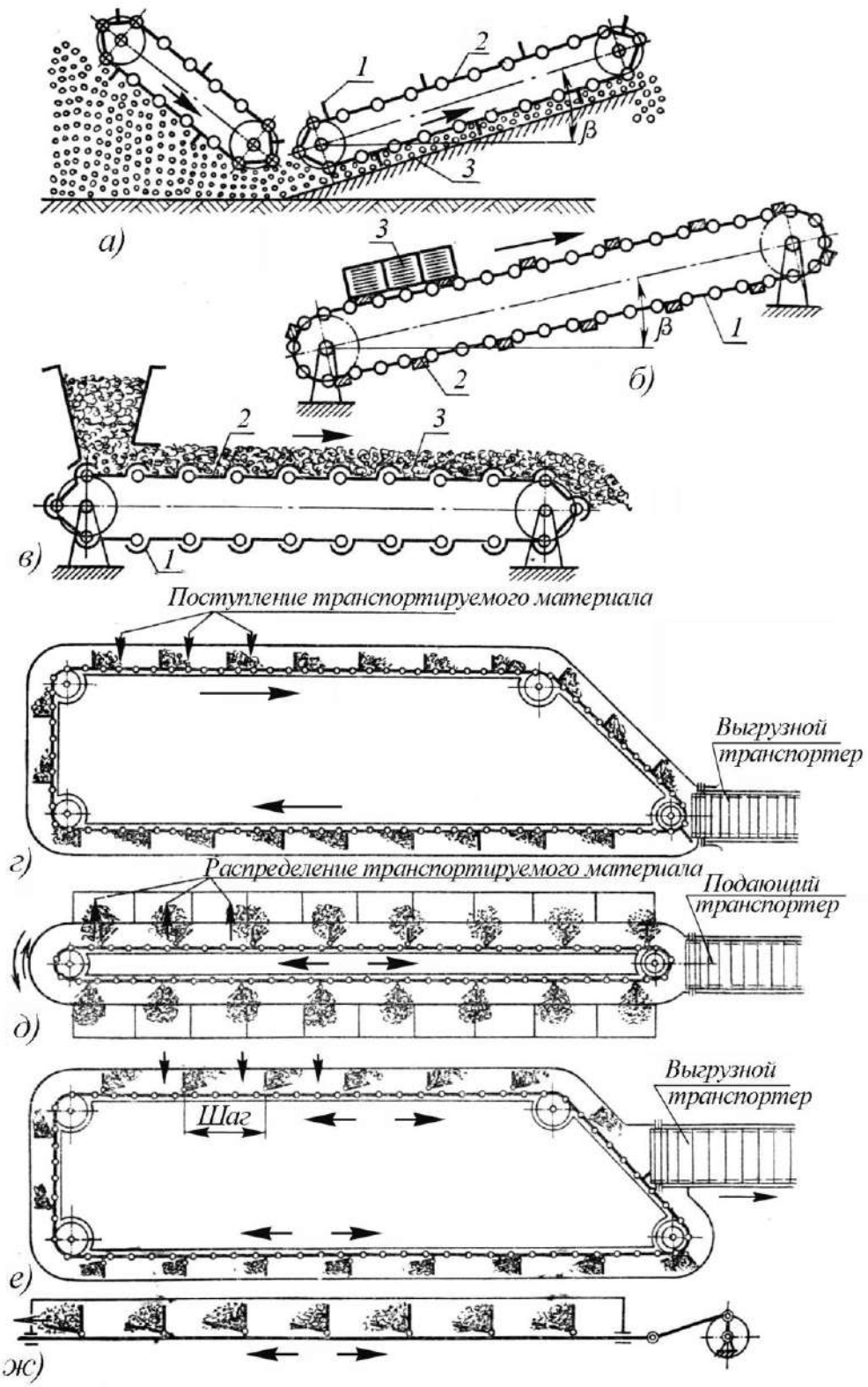
В планчатых транспортерах (рис.11б) тяговые органы снабжены планками, расставленными на некотором расстоянии, а в пластинчатых (рис.11в) – сплошным настилом из пластин.

В планчатых и пластинчатых транспортерах тяговый орган одновременно является и грузонесущим.

Скребковые транспортеры применяют для хорошо сыпучих грузов: зерна, муки, удобрений, угля. В последнее время скребковые транспортеры все шире используют для уборки навоза.

Достоинства скребковых транспортеров: простота конструкции; возможность разгрузки и загрузки в любом месте на длине транспортера; транспортирование груза в любом направлении, а при необходимости – одновременно в обоих. Недостатки – измельчение и истирание груза в процессе транспортирования и быстрый износ направляющего желоба.

Пластинчатые, цепочно- и канатно-пластинчатые транспортеры используют для транспортирования тюков, мешков, корзин, ящиков, початков, корнеплодов, а также рыхлых длинностебельных



а) скребковый с питателем; б) планчатый; в) пластинчатый; г) сборочный (цепочно-скребковый с односторонним движением); д) рас-пределительный (цепочно-скребковый с цикловым движением); е) цепочно-скребковый с цикловым движением на один шаг; ж) штанговый с шарнирными скребками 1–тяговый орган; 2–рабочий орган; 3–транспортируемый груз.

Рисунок 11 – Скребковые транспортеры.

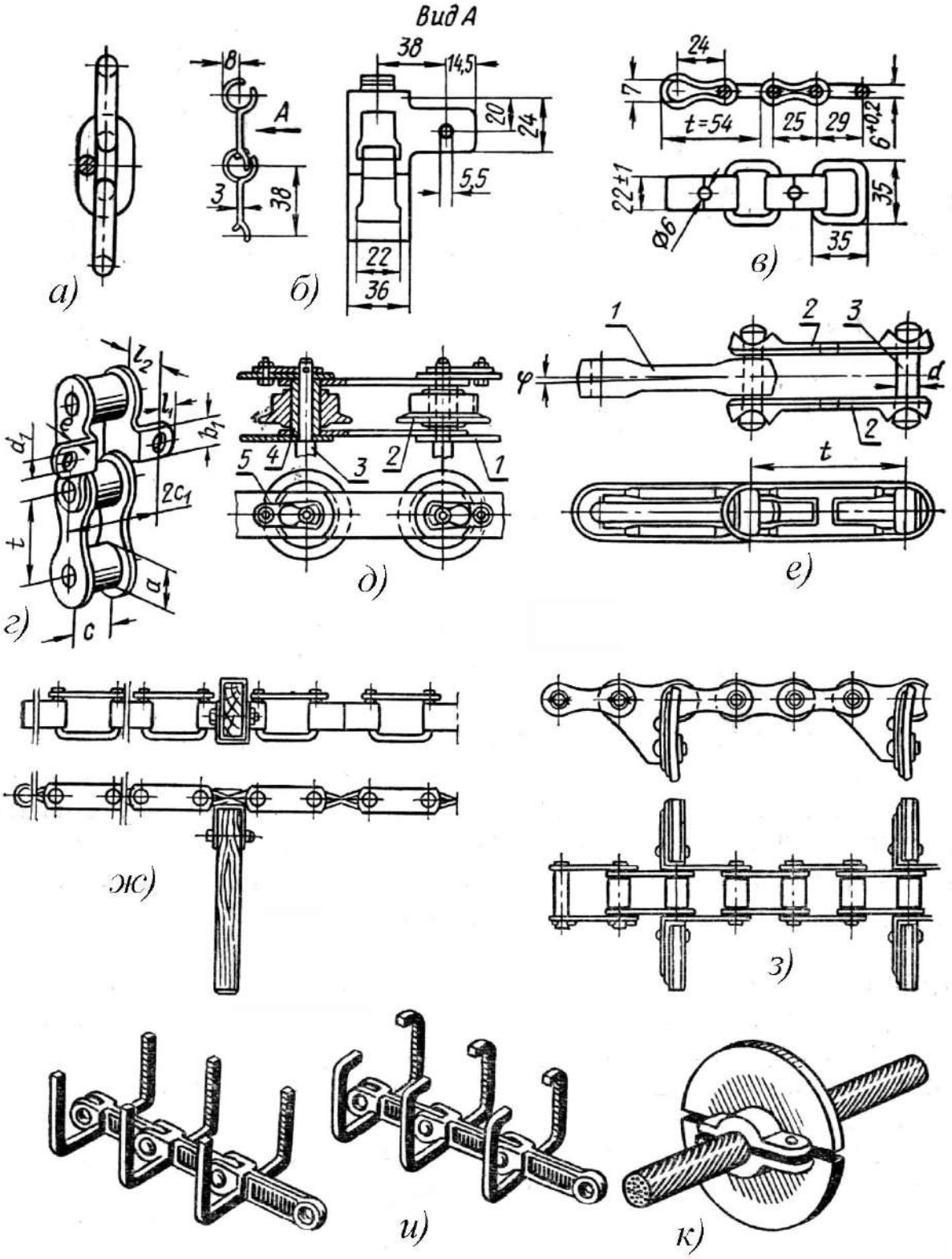
грузов. В сельском хозяйстве эти транспортеры длиной 10...15 м работают как погрузчики, стогометатели и штабелеукладчики.

2.2. Тяговые, рабочие и вспомогательные органы скребковых транспортеров

Тяговые органы (цепи, канаты и ленты) должны обладать: гибкостью, обеспечивающей хорошее огибание барабана, звездочки или направляющих; малой массой при высокой прочности и достаточной износостойкости; удобством крепления рабочих и вспомогательных органов.

Большая масса и высокая стоимость цепи являются ее недостатками. Канат гибок во всех направлениях, дешевле цепи при равной прочности, но трудность сцепления его с приводным шкивом и крепления скребков и планок относятся к его недостаткам. В сельскохозяйственных транспортерах применяют главным образом цепные тяговые органы: сварные цепи (ГОСТ 2310–70) с коротким и длинным звеном (рис.12а); крючковые цепи (ГОСТ 4187–56) (рис.12б), изготовляемые штамповкой из ленточной стали 30Г; комбинированные цепи (рис.12в), собираемые из литых (ковкий чугун) прямоугольных звеньев или гнутых из стали и звеньев, сделанных из полосовой стали в виде восьмерок; пластинчатые цепи, применяемые в более нагруженных транспортерах.

По конструкции они разделяются на безвтулочные, втулочные (рис.12г) и катковые (рис.12д). Основные размеры регламентированы ГОСТ 588–64 и ГОСТ 2500–50 при шаге t= 19,05÷38,0 мм, разрушающая нагрузка 17,5÷50,0 кН; разборные цепи (рис.12е) – наиболее совершенные, широко распространенные в подвесных, грузоведущих, скребковых и других транспортерах.

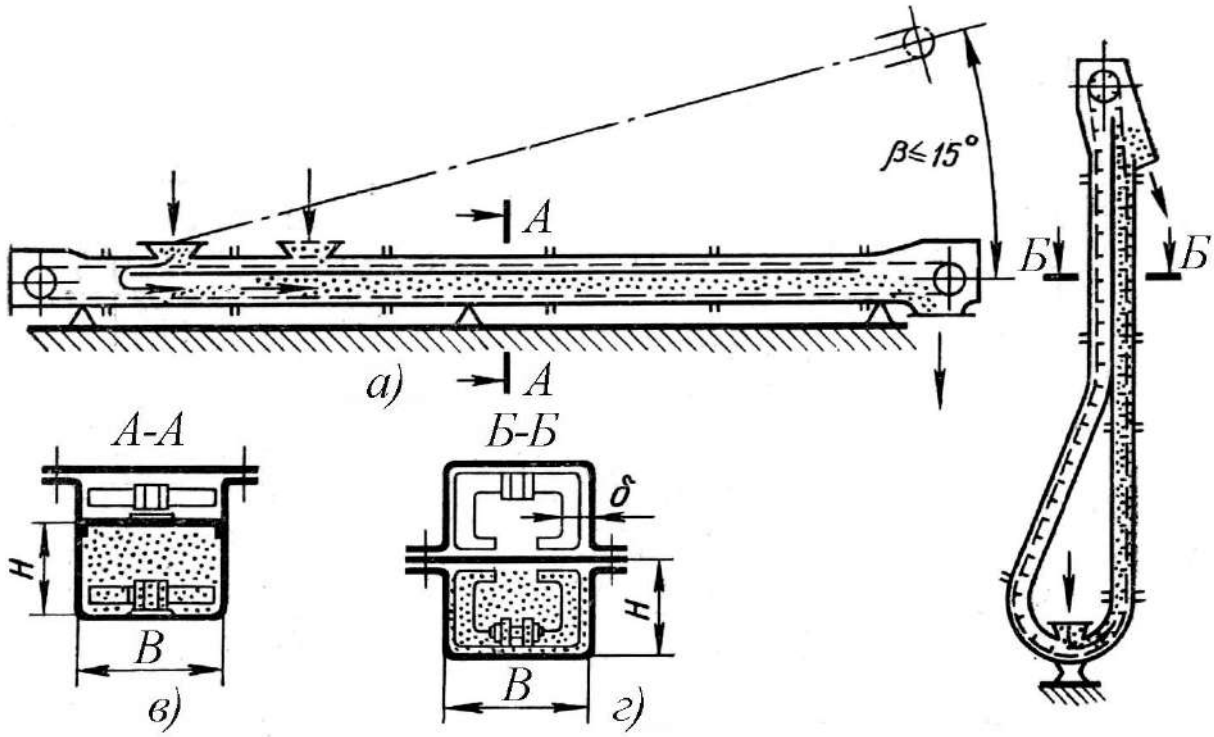


а) сварная; б) крючковая; в) комбинированная; г) пластинчатая; д) с катками; е) разборная; ж) консольный; з) из прорезиненной ткани; и) контурный; к) дисковый.

Рисунок 12 – Конструкции тяговых цепей и скребков.

Рабочими органами в зависимости от назначения и рода транспортируемого груза служат скребки, планки, пластины и прутья.

Скребки применяют для порционного (рис.12ж,з,к) и сплошного (рис.12и) волочения. Скребки сплошного волочения носят название погруженных и соответственно транспортеры называют с погруженным скребком (рис.13). Эти транспортеры обладают следующими достоинствами: дробление и истирание материала снижается в 3 раза, а использование площади желоба повышается в 2 раза.



:

а) горизонтальный и пологонаклонный; б) вертикальный; в) с плоской цепью; г) с контурным скребком.

Рисунок 13 – Схема транспортера с погруженными скребками.

Принцип сплошного волочения основан на том, что сопротивление прохода (прорезания) скребка через груз больше, чем сопротивление перемещению груза по желобу.

Скребки для порционного транспортирования бывают по форме прямоугольные (рис.12ж,з), прямоугольные со скошенными углами, трапециевидные и дисковые (рис.12к). Изготовляют их из чугуна, стали, дерева, резины и пластмасс.

Желоб транспортера в поперечном сечении делают по форме скребка. Изготовляют его из листовой стали или дерева. Зазор между кромкой скребка и стенкой желоба от 2 до 8 мм.

Основные размеры скребков выбирают в зависимости от рода груза и его свойств, производительности транспортера и направления транспортирования. Размеры скребков для сельскохозяйственных грузов по ГОСТ 7116–64: ширина B=120÷140 мм для зерна, вороха и колоса, B=280÷300 мм для початков кукурузы и B=300÷400 мм для силоса; высоту скребка при этом принимают по соотношению $h=B/k$, где k=2÷4 (большее значение берут для сыпучих материалов); чем больше сопротивление перемещению, тем меньшую высоту скребка следует делать. Однако при низком скребке возможно пересыпание груза через его верхнюю кромку, что приводит к снижению производительности.

2.3. Транспортеры с погруженными скребками

Транспортеры с погруженными скребками близки по конструкции к скребковым, но отличаются от них принципом работы. Транспортируемый груз в них не проталкивается отдельными порциями, скапливающимися перед каждым скребком, а увлекается сплошным потоком, заполняющим все рабочее сечение желоба, имеющего обычно прямоугольную форму. Движение материала сплошным потоком объясняется тем, что сопротивление прохождению цепи со скребками через транспортируемый материал, заполняющий желоб, и сопротивление срезанию внутренних слоев

материала, окружающего рабочий орган, оказывается большим, чем сопротивление трения материала о гладкие стенки и дно желоба.

При соответствующей конфигурации скребков, обеспечивающих достаточное сопротивление прохождению тягового органа сквозь транспортируемый материал, конвейеры с погруженными скребками применяются для перемещения различных насыпных грузов не только по горизонтали и с пологим наклоном, но и под любым углом к горизонту, вплоть до вертикального направления. При этом допускаются переходы от горизонтального к вертикальному или наклонному направлению трассы транспортера (или наоборот).

Благодаря целому ряду существенных достоинств транспортеры с погруженными скребками приобрели широкое распространение в различных отраслях промышленности, а также при механизации транспортных и погрузочно-разгрузочных работ на водном и железнодорожном транспорте. К преимуществам транспортеров с погруженными скребками относятся:

– возможность транспортировки грузов по трассе, имеющей сложную конфигурацию в вертикальной и горизонтальной плоскостях; без перегрузки перемещаемого материала в местах изменения направления трассы;

– герметизация желоба и связанное с ней отсутствие пылеобразования, пожаро– и взрывоопасности, устранение потерь транспортируемого материала и загрязнение его посторонними веществами;

– простота загрузки и разгрузки во многих точках трассы; саморегулирование загрузки (участки конвейера под загрузочными точками, по существу, являются своеобразными скребковыми питателями), что устраняет необходимость установки в местах загрузки питателей;

– возможность транспортировки высокотемпературных материалов с обеспечением в необходимых случаях охлаждения или сохранения температуры материала в процессе его транспортировки;

– отсутствие давления на большую часть транспортируемого материала (находящуюся вне площади скребков), что особенно существенно для зернистых, гранулированных и мелкокусковых материалов, имеющих малую прочность зерен, гранул или кусков, так как почти исключается измельчение материалов в процессе транспортировки;

– высокая производительность при сравнительной простоте и компактности конструкции.

Эти транспортеры выгодно отличаются от обычных скребковых, винтовых (шнеков), ленточных и ковшовых элеваторов значительно меньшими габаритными размерами, удельной метало– и энергоемкостью. Компактность транспортеров с погруженными скребками и возможность сочетать в одном агрегате подъем и горизонтальное перемещение груза позволяет значительно экономить объем промышленных зданий.

За рубежом производство скребковых транспортеров характеризуется большим разнообразием конструктивных исполнений и сложностью трасс (горизонтально–вертикальных, петлевых, вертикально– и горизонтально–циркуляционных и целый ряд других). Каждое исполнение (конфигурация) транспортера имеет, как правило, широкий ряд типоразмеров (моделей) с шириной короба от 3-4 до 19" и более.

Выпускаемые фирмой "Bühler" транспортеры для транспортировки зерна на элеваторах и мельничных комбинатах отличаются очень высокой (для транспортеров с погруженными скребками) скоростью движения тяговой цепи – 0,9 м/с. что

соответственно обеспечивает общие высокие удельные показатели этих устройств (расход металла и расход электроэнергии на транспортировку 1 т груза в час на расстояние 1 м). Возможность применения больших скоростей без снижения высокой надежности и долговечности транспортеров достигнуто за счет применения высококачественных вильчатых тяговых цепей с шагом 4" (101,6 мм) и износостойких направляющих под них.

Вильчатые тяговые цепи наиболее широко распространены на транспортерах отечественного и зарубежного производства вследствие простоты конструкции, минимального числа деталей на шаг цепи и минимального количества материала, проносимого на рабочем органе над разгрузочным устройством. Различают вильчатые цепи кованые, литые и собираемые из пластин. В отечественной промышленности вильчатые цепи изготовляют согласно ГОСТ 12996–79 "Цепи тяговые вильчатые". Тяговая вильчатая цепь состоит из звеньев *1* (рис.14а) и валиков *2* с шплинтами *3* и шайбами *4*.

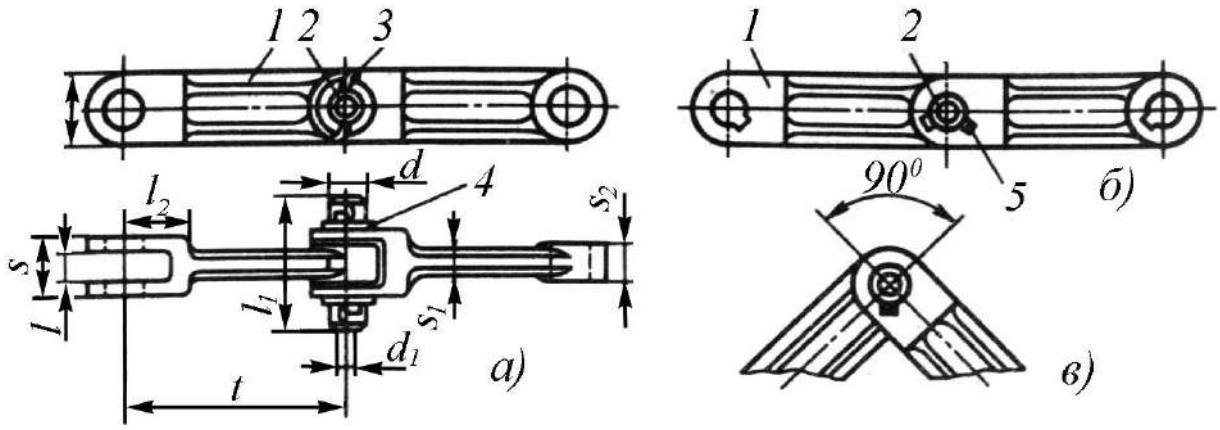


Рисунок 14 – Тяговая вильчатая цепь типов Р1 (а) и Р2 (б, в).

Вместо шплинтов палец *2* (см. рис.14б) можно фиксировать в звеньях *1* штифтом *5*. При этом валик вставляют в отверстие после поворота звеньев на 90° (рис.14в). Основные параметры и размеры цепей должны соответствовать указанным в табл. 12.

Таблица 12 – Основные параметры и размеры тяговых цепей

Параметры	Величина			
Шаг *t* цепи, мм.	100	125	160	200
Ширина *B* звена, мм	38	42	50	64
Толщина *s* вилки звена, мм	27	35	43	52
Толщина s_1, стержня звена, мм	8	10	12	15
Толщина s_2, хвостовика, мм	11	15	20	23
Проем *l* вилки, мм	12	16	22	25
Длина l_1 (макс.) валика для цепи типа *O/P*, мм	48/30	56/38	70/46	82/56
Длина l_2 вилки, мм	30	36	45	56
Диаметр *d* валика, мм	16	20	25	32
Диаметр d_1 от верстия под шплинт (макс), мм	4	4	6	6
Разрушающая нагрузка P_P, кН	160-220	240-330	400-550	640-880
Масса 1 м цепи (макс.), $q_ц$, кг	4,9	7,6	9,5	15,6
Рабочая нагрузка P_q для цепи категории *H/B*	5,7/10	10,5/18	19/33	28/50

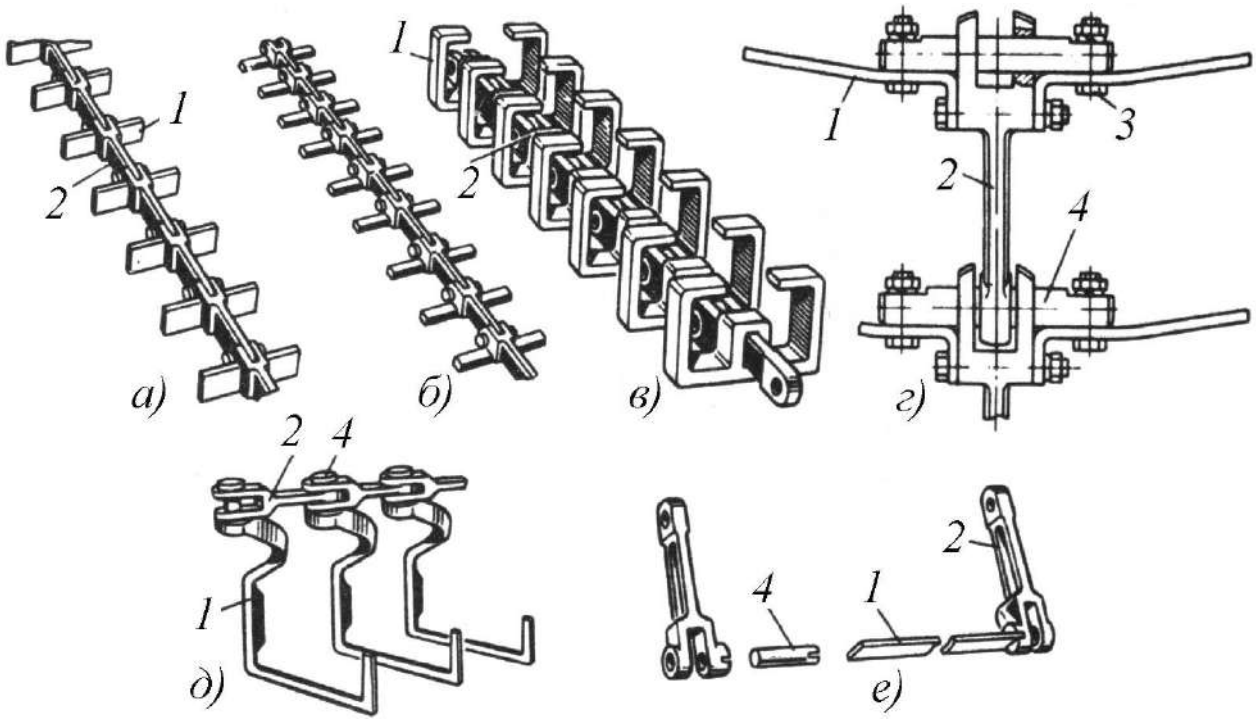
Пробег цепи до предельно допустимого износа должен быть не менее 20 тыс. км при движении цепи со скоростью до 0,4 м/с в неабразивной среде насыпного груза и до 10 тыс. км при скорости движения до 0,16 м/с в абразивной среде.

Гладкие валики с осевой фиксацией и разводным или *S*–образным шплинтом отличаются простотой конструкции и широко распространены как в отечественных, так и в зарубежных конструкциях. Однако иногда для повышения надежности сочленения применяют валик с головкой с одной стороны и шплинтом – с другой. В частности, такая конструкция одобрена стандартами в Германии, а также, нашла применение на транспортерах ВНИИПТМАШа, предназначенных для транспортирования горячих насыпных грузов.

В двухцепных транспортерах валики устанавливают головками наружу. От выпадания они удерживаются боковыми направляющими для тяговых цепей. Фиксация валика с помощью

штифта более сложна в исполнении, однако обеспечивает быструю сборку цепи и иногда применяется как на отечественных, так и на зарубежных конвейерах, например фирмой Редлер (Англия).

Скребки *1* (рис.15а) чаще всего сваривают со звеньями *2* тяговой цепи и устанавливают перпендикулярно к продольной оси звена (в вертикальной и горизонтальной плоскостях), если цепь реверсивная, или под некоторым углом наклона (в вертикальной плоскости), если цепь нереверсивная.



а), б) сварное; в), г) с помощью крепежа; д), е) комбинированное.

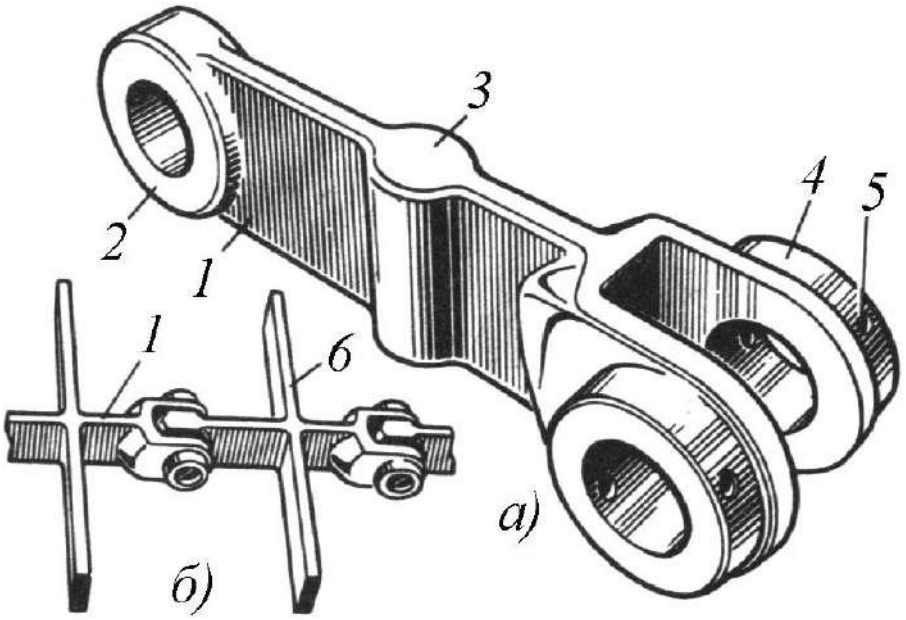
Рисунок 15 – Крепление скребков к вильчатой цепи.

Для транспортирования материалов, обладающих повышенной вязкостью, липкостью или первоначальным сцеплением, можно применять скребки (рис.15б) уменьшенной высоты прямоугольного, круглого или иного сечений. Звенья *2* тяговых цепей (рис.15в) для транспортеров, изготовляемых во взрывобезопасном исполнении, могут быть снабжены пластмассовыми скребками *1* в контурном или обычном исполнении и прикреплены с помощью болтов, штифтов или самих валиков. При этом исключается возможность

искрообразования, уменьшается шум и износ короба и появляется возможность использования для изготовления (или армирования) скребков более легких и износостойких материалов. Иногда применяют разъемное крепление скребков *1* (рис.15г) с помощью болтов *3* непосредственно к валикам *4*, к звеньям *2* тяговой цепи, или к звеньям и валикам. К звеньям *2* (рис.15д) вильчатых цепей на валиках *4* или с помощью сварки, болтов, шплинтов и штифтов можно крепить и фасонные скребки *1*, обычно применяемые на циркуляционных транспортерах. При двухцепном тяговом органе скребки *1* (рис.15е) необходимо крепить к звеньям *2* тяговых цепей или к валикам *4* шарнирно с помощью болтов или шплинтов. Однако иногда встречается и жесткое крепление обычных или контурных скребков болтами или с помощью сварки.

Особый интерес представляют вильчатые тяговые цепи фирмы "Bühler" (Швейцария), изготовляемые в реверсивном и нереверсивном исполнениях во всех модификациях для транспортеров с горизонтальной, наклонной, вертикальной и комбинированной трассами. Цепи могут транспортировать различные сыпучие материалы при температуре до 500ºС и скоростях движения до 2 м/с. Звенья цепи изготавливают с шагом 125, 160 и 220 мм многократной горячей штамповкой для достижения плавного перехода линий без пересечения волокон металла. Вначале из заготовки формуют вилку, затем производят доводку звена и механическую обработку. Звенья *1* (рис.16а) выполняют равнопрочными с утолщением *2* для шарнирного соединения с пальцем, дополнительными выступами *4* (бобышками) на вилке (для реверсивных цепей) и утолщением *3* для приваривания скребков. В бобышках на вилке, предназначенных для зацепления с зубьями приводной звездочки, сверлят отверстия *5* для штифтов, фиксирующих валики. Звенья *1* (рис.16б) одноцепных рабочих

органов оборудуют консольными скребками *6*, приваренными к утолщениям звеньев. Штампованные звенья (вилки) цепей фирмы "Bühler" выполнены из хромомарганцевой стали марки типа 5130 по стандарту SAE, что соответствует стали 25ХГТ по ГОСТ 4543-71. Звенья нитроцементированы по всей поверхности на глубину 0,60–0,65 мм, подвергнуты закалке с низкотемпературным отпуском до твердости поверхности HRC 55–57, а сердцевины HRC 40–43.



а) заготовка звена; б) звено с консольным скребком.

Рисунок 16 – Звенья реверсивных цепей фирмы "Bühler".

Для горизонтальных и пологонаклонных транспортеров скребки выполняют обычно из стальных пластин (тип ВТ).

При транспортировании вязких или слеживающихся материалов по горизонтальным и пологонаклонным трассам применяют консольные скребки из стального стержня квадратного сечения, которые также приваривают к утолщениям звеньев (рис.17а). Для крутонаклонных конвейеров эти же звенья цепи оборудуют *U*–образными (рис.17б) скребками и для вертикальных конвейеров - скребками *О*–образного профиля (рис.17в).

Транспортеры, транспортирующие специальные продукты по вертикальным трассам, могут оснащаться скребками *ОО*–образного профиля (рис.17г).

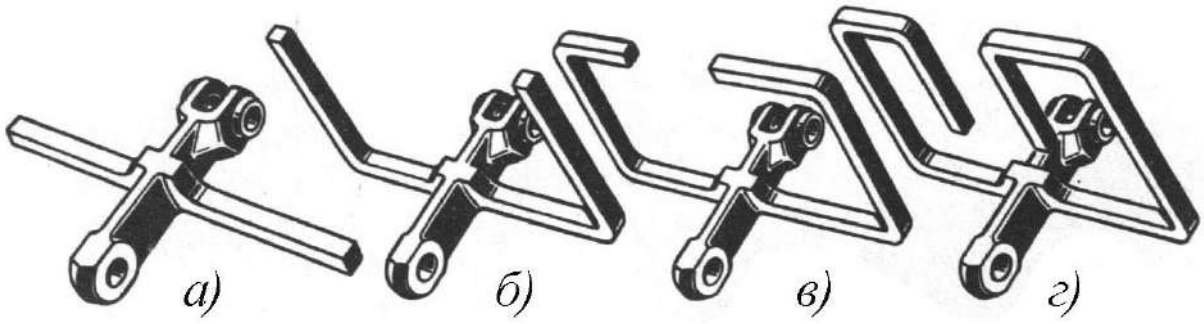


Рисунок 17 – Скребки, приваренные к звеньям цепей фирмы "Bühler", типов *Т* (*а*), *U* (*б*), *О* (*в*) и *ОО* (*г*).

При двухцепном тяговом органе транспортеров, предназначенных для крутонаклонного и вертикального транспортирования, помимо пластин, связывающих между собой цепи, звенья могут оснащаться боковыми или сплошными рамочными скребками на обе цепи (аналогично звеньям объединения Таркраф, см. рис. 22).

Звенья *1* (рис.21) нереверсивных цепей фирмы "Bühler" выполняют аналогично звеньям реверсивных цепей, но без утолщения для крепления скребков и без бобышек для зацепления с приводной звездочкой, а направление движения указывают на них выштампованной стрелкой.

В особых случаях звенья цепи оснащают втулками *2*, в пазы которых может входить штифт, запрессованный в палец цепи (см. рис.14в). Пальцы цепи выполнены из прутка хромоникелевой стали марки 3316 по стандарту SAE, что соответствует марке 20Х2Н4А по ГОСТ 4543-71 с пониженным содержанием хрома. Пальцы цементированы по всей поверхности на глубину 0,80-0,85 мм и подвергнуты закалке с низкотемпературным отпуском до твердости

поверхности HRC 59-61, сердцевины HRC 40-40,5. Пальцы цепи *1* (см. рис.18б) фиксируют в вилке сквозными штифтами диаметром 5 и 9 мм (соответственно шагу 102, 142 и 260 мм) или стопорными кольцами *3*, которые изготавливают из мягкой стали, свободно надевают на пальцы, а затем обжимают в проточке специальными клещами. Конструкция и способ установки шайб показаны на рис.19. При установке таких стопорных колец с двух сторон валики в обоих звеньях сидят свободно и могут поворачиваться в процессе работы.

Для очистки натяжной и приводной станций от просыпающегося материала в скребковых цепях фирмы "Bühler" применяют специальные очистные звенья *1* (рис.20) со скребками *2*, к одному из которых приварен ковшик *3*, зачерпывающий просыпавшийся материал, валиками *5* и стопорными кольцами *4*.

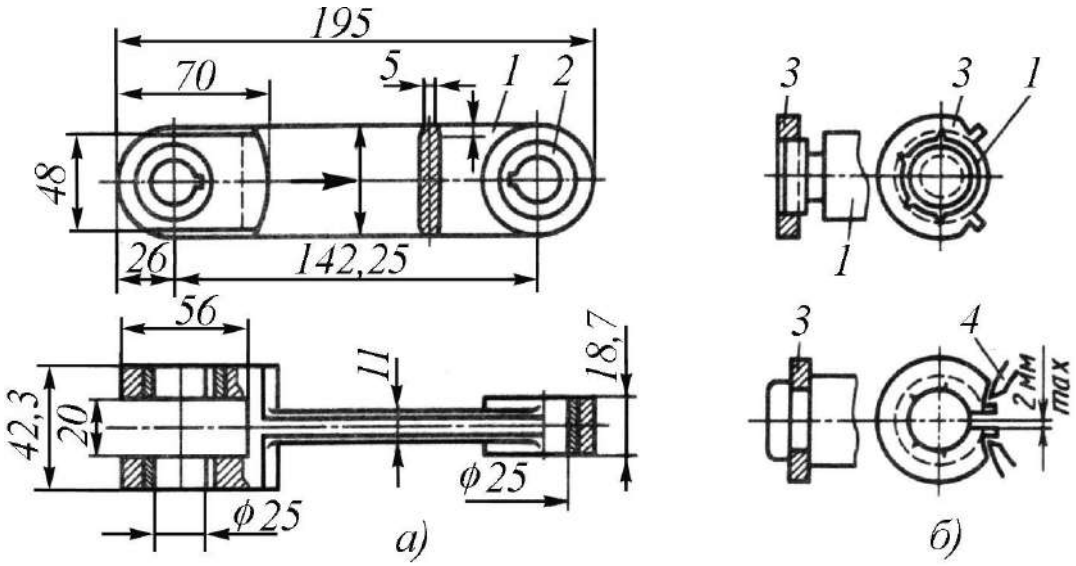


Рисунок 18 – Звено (а) и палец (б) нереверсивной цепи фирмы "Bühler".

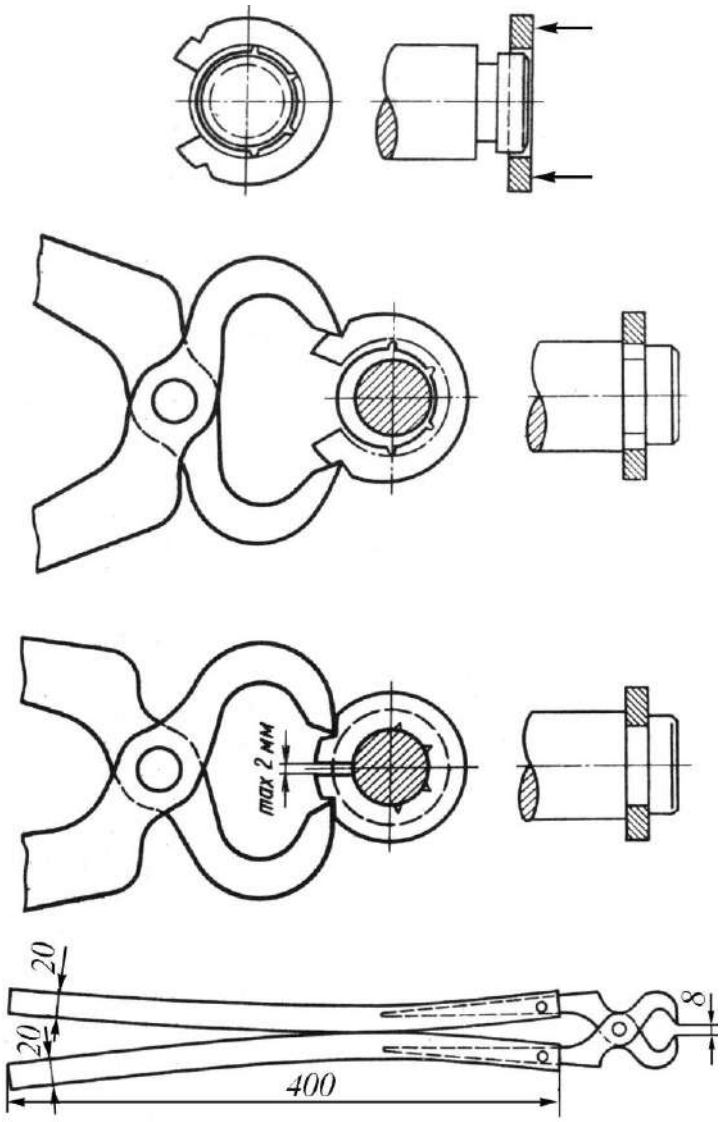


Рисунок 19 – Конструкция и способ установки фиксирующих шайб.

Фирма "Bühler" выпускает скребковые цепи в нормальном *Т–1* и улучшенном *Т–2* исполнениях обычно в шести модификациях по силе тяги с шириной скребков 127–762 мм, с торцовым зазором между скребком и стенкой желоба 10–20 мм. Линейно распределенная масса некоторых цепей фирмы "Bühler" приведена в табл. 13.

Вильчатые тяговые цепи фирмы Нордон-Фрухиншольц-Диеболд (Франция) изготовляют в облегченном, нормальном и усиленном исполнении (P_p = 20, 30 и 69 кН; t = 150 мм). Звенья цепи выполняют из углеродистой легированной или

хромоникельмолибденовой стали, а валики – из малоуглеродистых сталей с цементацией и закалкой.

Таблица 13 – Линейно распределенная масса некоторых цепей фирмы "Bühler"

Тип цепи	Сечение скребка, мм	Масса 1 м цепи, кг, при ширине рабочего органа, мм				
		127	177,8	228,6	279,4	330,2
Шаг цепи 102 мм						
Т–1	12×12	6,4	6,9	7,4	7,9	8,4
Т–2	12×12	3,8	3,9	4,2	4,5	4,8
Т–1	16×16	–	–	–	–	11,1
Т–2	16×16	–	–	–	–	8,1
Шаг цепи 142 мм						
Т–1	16×16	–	15,1	15,8	–	–
Т–2	16×16	–	14,2	14,5	–	–
Т–1	20×20	–	–	–	14,3	15,4
Т–2	20×20	–	–	–	18,5	19,6

Для фиксации на валиках сделаны лыски, а в звеньях – соответственно выступы. Скребки изготовляют из стали сечением 10×10, 12×12 или 14×14 мм, вставляют в выштампованные для этого пазы звеньев и приваривают. При сборке соседние звенья располагают под углом 90° и сдвигают, затем вставляют в отверстия валик и, раздвигая звенья, вводят его лысками в паз звена, а затем поворачивают звенья в исходное положение (по осевой линии цепи). Благодаря ограниченной глубине вилки

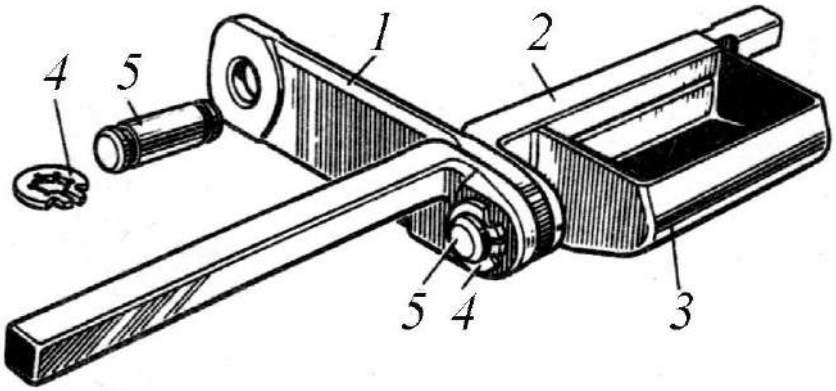
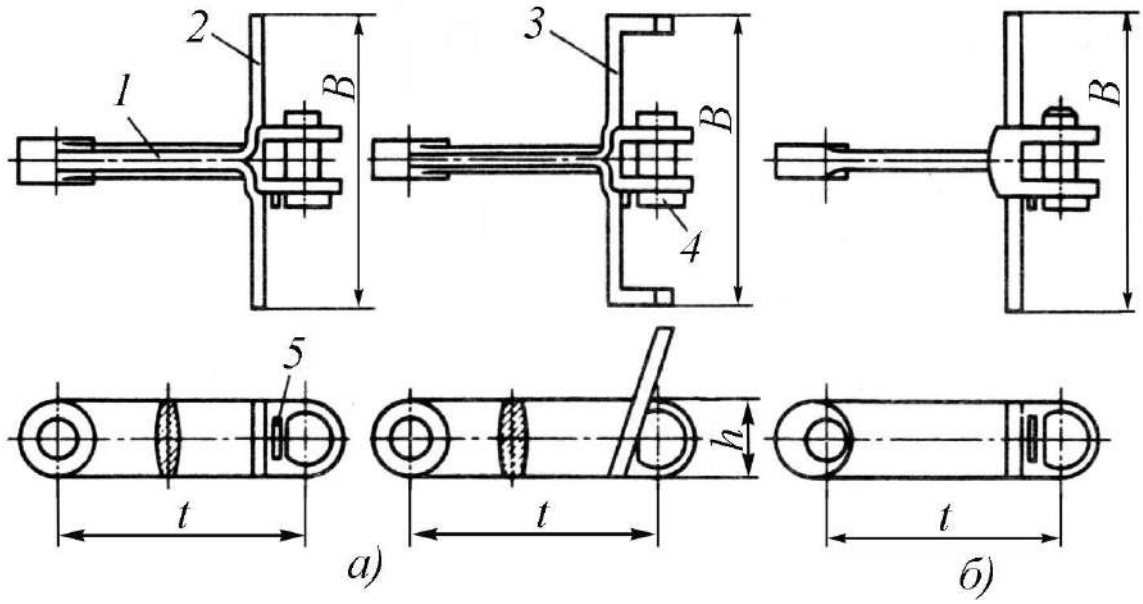


Рисунок 20 – Звено с очистным устройством цепи фирмы "Bühler".

рассоединение таких звеньев может, быть произведено только после относительного их поворота на 90°.

Вильчатые цепи японская фирма Гитахилид выпускает с контурными скребками типов *I* и *U* соответственно для горизонтальных или наклонных и вертикальных конвейеров. Звенья *1* цепи (рис.21а) оборудуют плоскими *2* или контурными *3* скребками и валиком *4* со срезанной частью головки. Валик фиксируют от проворачивания упором *5* или самим скребком. Тяговые цепи (P_q=16,7÷83 кН) выпускают с усиленной вилкой и шарниром (рис.21б). Цепи с шагом 150 мм выпускают соответственно на нагрузки P_p=50; 100; 200 кН и P_q=7; 13 (16,7); 25 (33,4) кН. Соответственно ширине B=125÷410 мм и высоте обычных скребков h_c=23÷46 мм при шаге 150 мм масса 1 м цепи изменяется от 4,4 до 21,2 кг, а для контурных скребков высотой от 90 до 190 мм и шириной от 125 до 340 мм – от 6,27 до 13,8 кг. Цепи с шагом 200 мм изготовляют соответственно на разрушающие и рабочие нагрузки 300–500 и 50–88 кН. При этом принимают запас прочности, равный 6.



а) стандартное звено; б) усиленное звено.

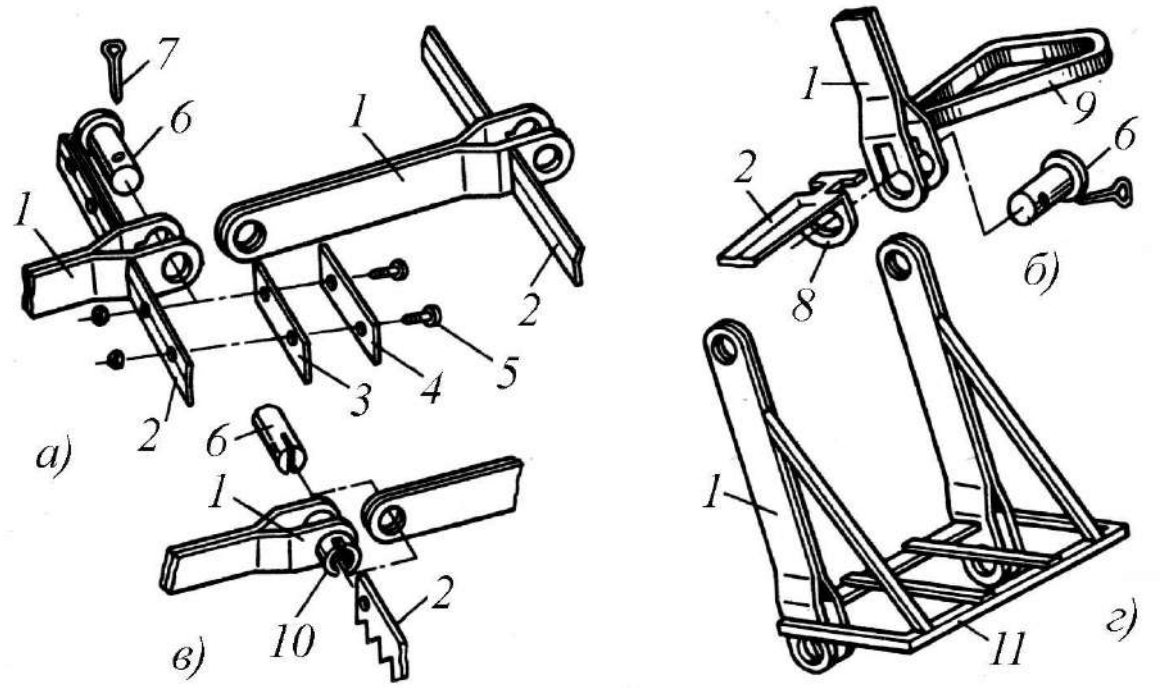
Рисунок 21 – Звенья цепи фирмы Гитахилид.

Фирма Ленгстрем (Финляндия) выпускает вильчатые цепи аналогичной конструкции, но с замками, фиксирующими валики, аналогичными замкам, применяемым фирмой "Bühler" (см. рис.18б), шагом 142 мм и разрывным усилием 350 кН. Для горизонтальных и пологонаклонных конвейеров со скребками масса 1 м цепи изменяется от 15,8 до 27,6 кг в соответствии с шириной рабочего органа 190–480 мм и шириной короба 200–500 мм.

Значительный интерес представляют также вильчатые цепи, изготавливаемые из отдельных пластин и успешно освоенные в производственном объединении Таркраф на специализированном заводе в г. Фрейтале (Германия). Каждое звено тяговой цепи одноцепного транспортера состоит из двух пластин *1* (рис.22а) с приваренными к ним скребками *2*. Скребки могут армироваться резиновой или капроновой полосой *3*, прикрепляемой с помощью планки *4* и болтов *5* к гайкам, и выполнять при этом роль очистных скребков. Соединение соседних звеньев осуществляется валиком *6* с зубом, фиксирующим его от проворачивания в звене, и сверлением под шплинт *7*.

Двухцепной рабочий орган оборудуют аналогичными звеньями, к которым вместо скребков приваривают короткие кронштейны. Скребки, соединяющие обе тяговые цепи, могут крепиться к кронштейнам с помощью болтов.

Некоторая подвижность скребков относительно звеньев *1* цепи (рис.22б) достигается *Т*–образным концом скребка *2*, которым он вставляется в соответствующий паз звена до закрепления валиком *6*, а иногда и дополнительным кронштейном *8*. Для пологонаклонного транспортера двухцепной рабочий орган дополнительно оборудуют боковыми контурными скребками *9*. Звенья цепи с параметрами h_c=50 и 70 мм; b=400, 530, 630, 800 и 1000 мм и $q_ц$= 40÷60 кг выполняют с шагом 200 мм (тип *Д*–50) и 250 мм (тип *Д*–70).



а) с очищающим скребком; б) с подвижным скребком; в) со специальной втулкой; г) для крутонаклонных транспортеров.

Рисунок 22 – Звенья вильчатых цепей объединения Таркраф.

В отдельных типах тяговых цепей к звену *1* (рис.22в) приваривают специальную втулку *10* с пазом для скребка *2*. Аналогичный паз выполняют в валике *6*, который вместе со скребком крепят в звене тяговой цепи с помощью шплинта или штифта. Для очистки короба от налипающего материала предусмотрены специальные скребки с зубьями (шаберы) или с заточенной нижней кромкой. Очищающие скребки иногда армируют твердым сплавом.

Для крутонаклонных и вертикальных транспортеров двухцепной рабочий орган (типы *F*–50 и *F*–70) с параметрами *b*=315, 400, 500, 800 и 1000 мм и $q_ц$= 31÷70 кг собирают из типовых вильчатых звеньев *1* (рис.22г), оборудованных приваренными к ним контурными рамками *11*.

Тяговые цепи поставляют потребителю отрезками длиной 1,9–2 м и подразделяют шифром *A* и *B* соответственно для одно– и

двухцепных конвейеров, *D* и *F* – для пологонаклонных (β<30°) и крутонаклонных (β>30°) транспортеров. Цифры 36, 50, 70 и 90, следующие за индексом, указывают высоту звена цепи. Очистные скребки устанавливают по одному на отрезок цепи. Цепи типа *A*–36 и *B*–36 изготавливают шириной соответственно 125, 160, 200, 250 и 350 мм и 160, 200, 250, 315, 400, 500 мм с линейно распределенной массой примерно 5–6 и 9,6–12,1 кг. Цепи типа *B*–50 изготавливают шириной 200–1000 мм с линейно распределенной массой примерно 18–32 кг.

Литые звенья вильчатых цепей отличаются относительно большими шагом и массой при небольшой прочности, а в конструктивном исполнении аналогичны штампованным. Основными преимуществами этого типа звеньев являются возможность отливки фасонных профилей с различными приливами и относительная дешевизна изготовления. Литые звенья отливают из ковкого чугуна или стали и используют на крутонаклонных и вертикальных транспортерах. Каждое звено цепи можно оборудовать *T*–образным приливом, которым при развороте его вводят в соответствующую чашку головки предыдущего звена с *T*–образной выемкой. Скребки звеньев можно устанавливать аналогично кованым звеньям под некоторым углом наклона к осевой линий или перпендикулярно и отливать различной конфигурации вместе со звеньями.

В отечественной и зарубежной практике широко распространены пластинчатые тяговые цепи скребковых транспортеров, которые изготовляют с закрытым или открытым шарниром. Тяговые цепи обычно изготавливают специально для скребковых конвейеров, однако иногда используют стандартные пластинчатые цепи, дополнительно оборудуемые скребками. Основными преимуществами пластинчатых цепей являются простота изготовления основных деталей звеньев, не требующая

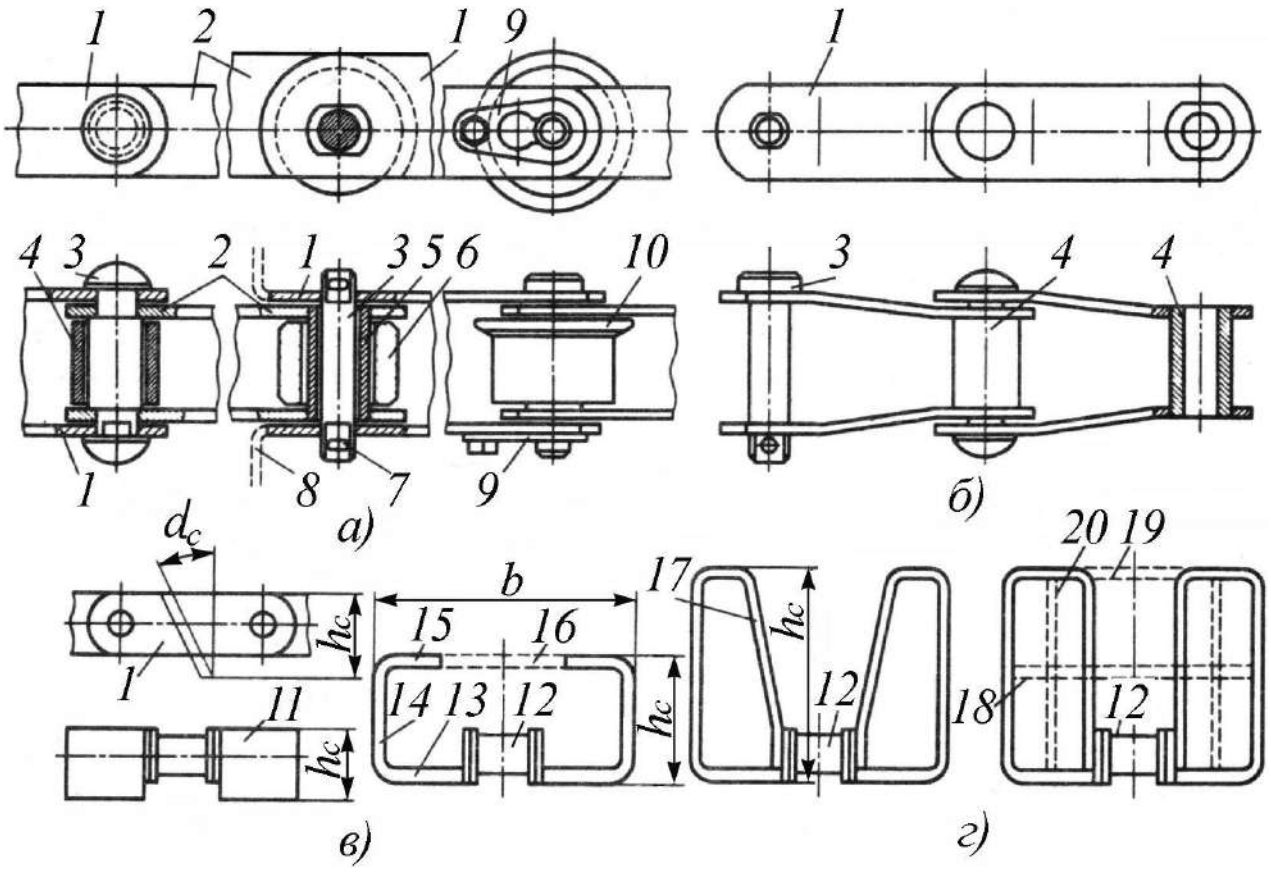
применения специальных мощных штампов, и работа каждой детали с определенной нагрузкой, на которую она рассчитывается. В результате этого можно достаточно быстро и просто наладить производство и изготавливать каждую деталь (валик, втулку, ролик, пластину) из наиболее подходящих материалов и по наиболее подходящей для нее технологии. Однако пластинчатые цепи отличаются большим числом деталей и плохой очисткой от транспортируемого материла. При этом часть транспортируемого материала зависает на шарнирах цепи, пластинах и даже между пластинами и проносится над разгрузочными люками. В результате часть транспортируемого материала затягивается не в те люки, в которых планировалась разгрузка, а также осыпается на приводных и натяжных станциях, заштыбовывая их.

В отечественной промышленности пластинчатые тяговые цепи изготавливают следующих типов: втулочные, роликовые, катковые с гладкими катками или с ребордами на катках с подшипниками скольжения. Нормальный ряд шага цепи: 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800 и 1000 мм. Пластинчатые безвтулочные – безроликовые и роликовые цепи собирают из наружных *1* (рис.23а) и внутренних *2* пластин, валиков *3* и роликов *4* (для роликовых цепей). Эти цепи наиболее просты и дешевы, однако давления в шарнирах настолько велики, что резко ограничивают область применения их только в транспортерах с малыми скоростями движения рабочего органа и небольшими нагрузками.

Втулочные – безроликовые (*B*) и роликовые (*BP*) цепи изготавливают соответственно с шагом 100–400 и 100–500 мм. Они состоят из наружных звеньев, собираемых из наружных пластин и валика, и внутренних звеньев, собираемых из внутренних пластин и втулок *5* (рис.23а). Втулочно-роликовые цепи, так же как и безвтулочные, оборудуют роликом *6*, валики их крепят

расклепыванием, сваркой, шплинтами *7* или различными стопорными кольцами и пластинами *9*.

Втулочно-катковые тяговые цепи (*ВК*) изготавливают с шагом 200–630 мм. В них вместо роликов применяют гладкие катки *6* (рис.23а) или катки с направляющими ребордами *10*. Пластинчатые цепи, особенно катковые, выполняют с симметричными пластинами (относительно продольной оси) и с несимметричными. Иногда наружные пластины *1* или фиксирующие пластины *9* изготовляют удлиненными (и даже совмещают), и отогнутые их концы *8* используют в качестве скребков или кронштейнов для крепления скребков.



а) с прямыми пластинами; б) с изогнутыми пластинами; в) с *О*–образными скребками; г) с *U*–образными скребками.

Рисунок 23 – Основные типы пластинчатых цепей и разновидности применяемых скребков.

Цепи с изогнутыми пластинами, отличающиеся от обычных пластинчатых цепей сокращением номенклатуры пластин, выпускают безроликовыми, роликовыми и катковыми. Однако они менее жестки. Их собирают из однотипных гнутых пластин *1* (рис.23б), в которые входит валик *3* и втулка *4*.

Траковые тяговые цепи, отличающиеся неразборным соединением втулки и пластины, выполняют с удлиненной втулкой со стальными сварными звеньями или звеньями, литыми из стали или ковкого чугуна. Траковые цепи можно выполнять с роликами и катками, а при литье – вместе со скребками.

На горизонтальных и пологонаклонных транспортерах обычно применяют сплошные скребки *11* (рис.23в), прикрепленные к пластинам *1* или к валикам тяговой цепи. Скребки устанавливают перпендикулярно к продольной оси пластины. Они могут быть такой же высоты, как и пластины, меньше или больше нее. Скребок, выступающий вниз и армируемый антифрикционным износостойким материалом, исключает касание пластин тяговой цепи о направляющие днища короба, предохраняя их от истирания. Сплошные и контурные скребки, выступающие вверх, применяют на наклонных и вертикальных транспортерах. Конструкция этих скребков обычно усложняется с увеличением угла их наклона. Тяговые цепи *12* (рис.23г) пологонаклонных конвейеров обычно оборудуют скребками с простым контуром (*U*–образным), состоящим из горизонтальных *13* и вертикальных *14* участков стержней.

Контуры скребков крутонаклонных и вертикальных транспортеров дополняют верхними стержнями *15* (рис.23в), которые могут замыкаться в единый *О*–образный контур стержнем *16* или в два самостоятельных контура (*ОО*–образный) стержнями *17*. Последние дополнительно могут быть соединены или разделены

горизонтальными стержнями *18, 19* и вертикальными *20* в зависимости от физико-механических свойств транспортируемого материала и размеров скребков.

Тяговые цепи пластинчатого типа широко используют на скребковых конвейерах зарубежного производства. Например, фирма Аихгольцер Реттен (Германия) специализируется на выпуске однорядных и двухрядных пластинчатых цепей для горизонтальных и пологонаклонных транспортеров. Тяговые цепи в основном выполняют втулочными безроликовыми. Они состоят из внутренних звеньев, валиков и наружных удлиненных пластин. Удлиненные пластины отгибают и используют одновременно как скребки – при одноцепном и как кронштейны для скребков – при двухцепном рабочем органе. Цепи с шагом 80, 100, 125, 160 и 200 мм, рассчитанные на разрушающую нагрузку 44-190 кН, оснащают пластинами высотой 18–45 мм и толщиной 3–8 мм, валиками под шплинты и втулками диаметром 10–20 и 15–30 мм, обеспечивающими просвет между внутренними пластинами 18–45 мм Аналогичные втулочные тяговые цепи, но с валиком, выполненным с круглой головкой и одним фиксирующим шплинтом или штифтом, выпускают для конвейеров фирмы Джи-э-Джи (Италия).

Японские фирмы Гитахилид и Тзубакимото Чейн Компани также выпускают большой ассортимент пластинчатых цепей для скребковых транспортеров с тщательной термообработкой всех деталей звеньев, которая существенно влияет на работоспособность не только самой цепи, но и звездочек и роликов. Например, на конвейерах фирмы Флоу, предназначенных для горизонтального и пологонаклонного транспортирования, применяют пластинчатые, втулочные и втулочно-роликовые цепи фирмы Тзубакимото Чейн Компани с шагом (примерно) 102, 152, 200 и 300 мм и шириной

рабочего органа 140, 190, 255, 355, 395,485 и 585 мм, рассчитанные на разрушающую нагрузку 105–750 кН. При этом каждое наружное и внутреннее звено оборудуют вертикальными или наклонными скребками, приваренными к ним. Диаметр ролика на этих цепях составляет 25,4–57,2 мм при высоте пластин 31,8–76,2 мм и толщине 6,3–12,7 мм, а расстояние между внутренними пластинами принимают равным 27–67,5 мм. Масса 1 м цепей, с обычными скребками составляет 6,4–34 кг.

В последние годы фирма Тзубакимото Чейн Компани выпускает втулочные пластинчатые цепи прессово-сварной конструкции. При этом сохраняются прессовые посадки и значительно увеличивается работоспособность цепи.

В тяговых пластинчатых цепях, выпускаемых фирмой Рекс (США), с изогнутыми пластинами, шагом 100 и 150 мм и разрушающей нагрузкой 130–600 кН втулки сваривают встык с пластинами без запрессовки их в тело пластины. При этом повышается надежность стыка и уменьшается толщина пластины.

Пластинчатые цепи пологонаклонных конвейеров могут быть оборудованы также *U*–образными контурными скребками высотой 55–215 мм или фасонными *OO*–образными скребками высотой 80–330 мм. Масса 1 м таких цепей соответственно равна 7,4–37 и 8,9–40 кг.

Крутонаклонные и вертикальные транспортеры, а также транспортеры с комбинированными трассами оборудуют стандартными тяговыми цепями с шириной рабочего органа 150, 230, 305, 395, 485 и 585 мм. Тяговые цепи выпускают с контурными скребками семи типов, изготовляемыми из стального прутка квадратного или круглого сечения и наклоненными к оси звена под углом 70° и 82° (α_c=20÷8°). Однако наиболее часто применяют тяговые цепи с *U*–образными и *OO*–образными контурными

скребками, масса 1 м которых составляет 10,1–47 и 10,6–52 кг в зависимости от высоты h_c=31,8÷76,2 мм. Скребки с дополнительными перемычками *16, 18, 19, 20* (см. рис.23) применяют лишь при транспортировании особых грузов.

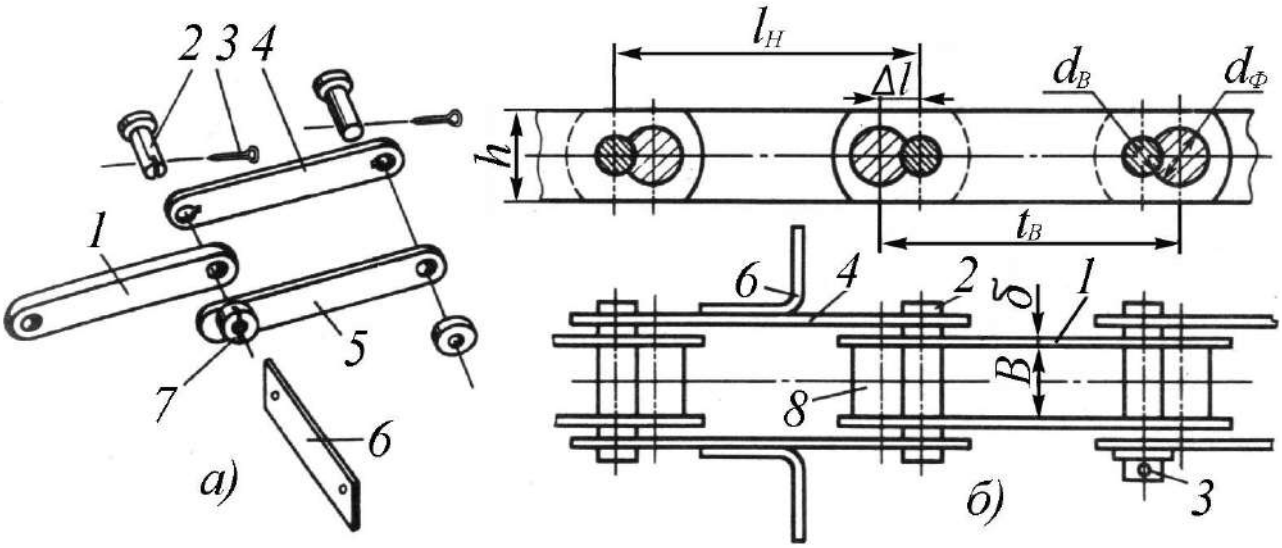
Фирма Гитахилид выпускает пластинчатые тяговые цепи втулочно – роликового типа, оборудованные *U*–образными контурными скребками (со стержнями *13, 14, 15*), установленными под углом 70° (α_c= 20°). Тяговые цепи изготавливают с шагом (примерно) 102, 152, 200 и 250 мм, массой 1 м цепи 11,3–45,7 кг на разрушающую нагрузку 75–490 кН и допустимую нагрузку 6,8–74 кН. Соответственно запас прочности тяговых цепей принимается близким к 7–11. При этом сечение пластин изменяется от 31,8×4,8 до 76,2×12,7 мм, диаметр роликов – от 25,4 до 57,2 мм, а размеры рабочего органа $b \times h_c$ – от 125×90 до 570×340 мм.

Фирма Ленгстрем (Финляндия) для транспортеров выпускает цепи с шагом 75, 100, 125, 150 и 200 мм, с высотой звена цепи 25–70 мм, просветом между пластинами внутренних звеньев 22–70 мм и толщиной звена 3–12 мм. Для этих цепей гарантируется разрушающая нагрузка 40–450 кН и допустимая нагрузка 6,3–63 кН. Масса 1 м таких цепей составляет 1,9–21 кг.

Валики в наружных пластинах цепей фирмы Ленгстрем крепят прессовой посадкой на лысках или шплинтуют с одной стороны. Диаметр катков примерно на 40% больше высоты пластин. Несимметричные пластины выступают над катком на 4–6 мм. Очистные скребки футеруют резиной, выступающей за контур скребка на 3–7 мм по высоте и на 5–7 мм по ширине.

Безвтулочные, безроликовые пластинчатые цепи с закрытым шарниром, входящие в зацепление со звездочкой через шаг, выпускаемые объединением Таркраф на Фрейтальском заводе, состоят из усиленной внутренней пластины *1* (рис.24а) и двух

наружных пластин *5* и *4*. Пластины шарнирно соединяются валиками *2* с головкой и зубом для фиксации в пазу наружной пластины от проворачивания. Наружная пластина *4* оборудована бобышкой *7* со сверлением и поперечным пазом для крепления скребков *6* единым шплинтом *3* или штифтом, проходящим одновременно через валик, бобышку и скребок. Цепи этого типа изготовляют из высококачественной стали 70 с шагом 400, 500, 630, 800 и 1000 мм и применяют в тяжелых условиях эксплуатации (транспортирование крупнокусковых грузов). Масса 1 м этих цепей составляет 42–60 кг.



а) с закрытым шарниром; б) с открытым шарниром.

Рисунок 24 – Пластинчатые цепи с зацеплением через шаг.

Тяговые пластинчатые цепи с открытым шарниром широко применяют с 1971 г. на скребковых транспортерах типа ТСЦ Одесского завода продовольственного машиностроения вместо пластинчатых цепей с закрытым шарниром. Цепь с открытым шарниром собирают из внутренних пластин *1* (рис.24б) с запрессованными в них фасонными валиками *8* (внутреннее звено) и наружных пластин *4* с запрессованными в них круглыми валиками *2* (наружное звено). К наружным звеньям приваривают скребки *6*.

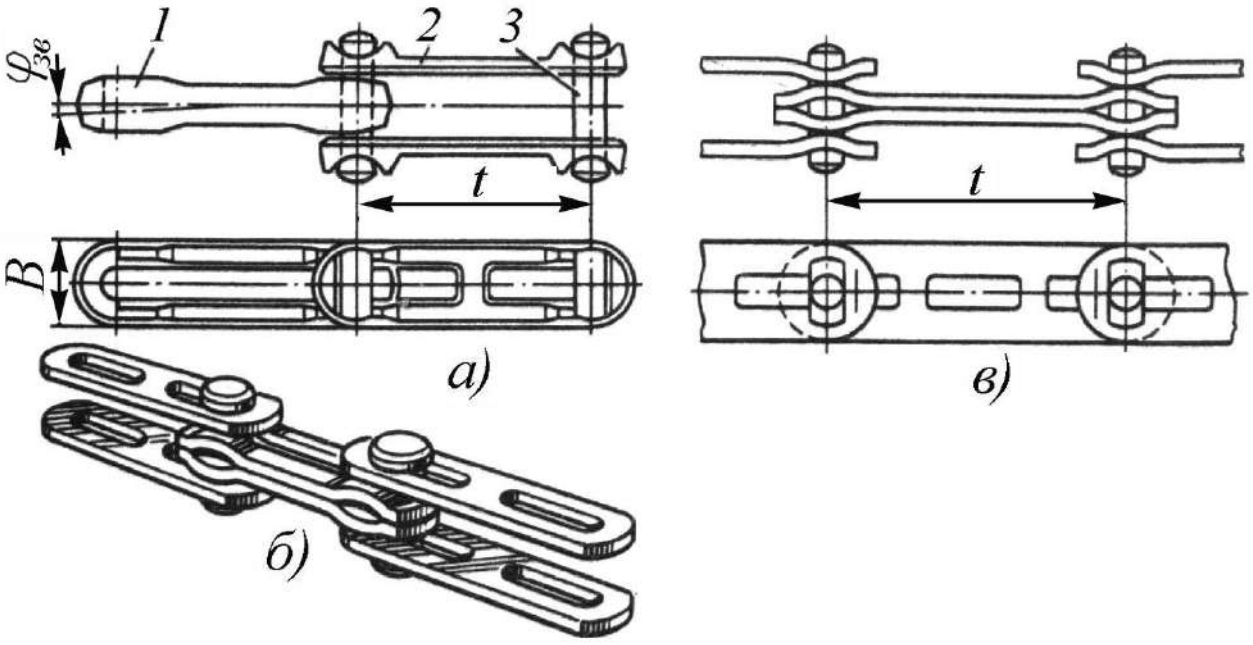
Соединительные звенья выполняют с одной или с двумя съемными пластинами, фиксируемыми шплинтами *3*, штифтами или с конусными соединениями валиков и пластин.

В настоящее время серийно выпускают цепи с открытым шарниром двух марок: ИФ–125 и ИФ–160 со средним шагом цепи t соответственно 125 и 160 мм. Шаги внутренних звеньев t_B=112÷140 мм и наружных звеньев t_H=138÷180 мм. Диаметры фасонных валиков $d_ф$=14,3÷19,2 мм, соединительных d_c=12,8÷17,0 мм, а смещение центров валиков шарнира Δl составляет 8,16 и 10,9 мм. Ширина пластин h=30÷40 мм, толщина δ= 5÷6 мм. Расстояние между пластинами внутренних звеньев B=32÷44 мм, а разрушающая нагрузка составляет 97,6 и 161,6 кН. Масса 1 м рабочих органов цепи ИФ–125 (ширина скребка 180 мм) составляет 4,5 кг, а цепи ИФ–160 (ширина скребка 300 и 480 мм) – соответственно 8 и 9,5 кг.

Цепи с открытым шарниром – "разношаговые" безвтулочные и безроликовые, что, естественно, является их недостатком. Однако при работе в различных сыпучих средах шарнирное соединение, работающее без смазки, не забивается транспортируемым материалом или продуктами коррозии (что характерно для закрытых шарниров), а самоочищается. В этом отношении, а также по удельной прочности (отношение разрушающей нагрузки к массе цепи), простоте конструкции, технологичности и меньшей трудоемкости изготовления тяговые скребковые цепи с открытым шарниром имеют значительные преимущества относительно общепринятых цепей с закрытым шарниром.

Разборные цепи обычно выполняют холодноштампованными или коваными (горячештампованными); они отличаются возможностью быстрой разборки в любом месте тяговой цепи. Разборная кованая цепь состоит из парных секций, каждую из которых собирают из внутреннего звена *1* (рис.25а), двух наружных

звеньев *2* и валика *3*. Наружные звенья имеют внутри перемычку для жесткости, а по концам фасонные гнезда для головок валиков, препятствующие перемещению их при повороте звеньев цепи. Конструкция звеньев допускает относительный поворот в каждом шарнире на угол $\varphi_{зв}$=2÷3°, а при скошенных боковых поверхностях внутреннего звена или применении бочкообразных валиков – до 10°. При разборке наружные звенья цепи поворачивают на 90° относительно внутреннего звена и сдвигают внутрь, валик выводят из фасонных гнезд, поворачивают его на 90° и вынимают.



а) кованая цепь; б), в) холодноштампованная цепь.

Рисунок 25 – Разборные цепи.

В отечественной промышленности кованые разборные цепи изготовляют согласно ГОСТ 589-74 с шагом 65, 80, 100, 160 и 250 мм, массой 1 м цепи 1,4–8 кг на разрушающую нагрузку 45–400 кН.

Холодноштампованная цепь фирмы Кинг (Англия) состоит из двух наружных и двух внутренних звеньев, штампованных из стальной полосы, и точеного валика (рис.25б). Наличие выгибов у пластин внутреннего звена позволяет отклоняться ему относительно

наружного на 5–8°. Такая цепь с шагом 100 мм и линейно распределенной массой 3,5 кг рассчитана на разрушающую нагрузку 200 кН. Холодноштампованная цепь фирмы Фата (Италия) отличается одинаковыми пластинами для наружных и внутренних звеньев (рис.25в).

Основными преимуществами холодноштампованных цепей являются малый вес, возможность изготовления штамповкой из полосы на универсальном оборудовании и изгиба цепи в двух плоскостях, что необходимо для транспортеров с пространственной трассой или с поворотом в горизонтальной плоскости. Однако для этих цепей характерны большое давление в шарнирах, сложность обеспечения совместной работы сдвоенных звеньев и малая поперечная жесткость, в связи, с чем применение их на транспортерах с погруженным рабочим органом ограничено.

Проектированию, технологии изготовления и анализу работы тяговых цепей в отечественной и зарубежной практике уделяется особое внимание. Детали тяговых цепей изготавливают из высококачественных цементуемых и улучшенных сталей. Например, фирма Редлер (Англия) звенья вильчатых цепей с шагом 102 и 137 мм выполняет соответственно из сталей 10 и 12ХН2 с глубиной цементации или нитроцементации поверхностного слоя 0,44 и 0,80 мм и твердостью HRC 46–47 и HRC 60–62. Валики цепей с шагом 137 мм выполняют также из стали 12ХН2 с глубиной цементации или нитроцементации 0,55 мм и твердостью HRC 58–60. Фирма "Bühler" для звеньев цепи с шагом 127 мм и валиков применяет сталь 15 с глубиной цементации или нитроцементации соответственно 0,95 и 0,88 мм и твердостью HRC 56–58 и 64. Итальянские фирмы в цепях для звеньев используют сталь 50Г2 с твердостью HRC 39–43 после закалки и отпуска и сталь 20 для валиков с глубиной цементации 0,4–0,5 мм и твердостью HRC 54–

60. Стандартами Чехии для валиков рекомендована сталь 20ХГ, а для звеньев – сталь 10.

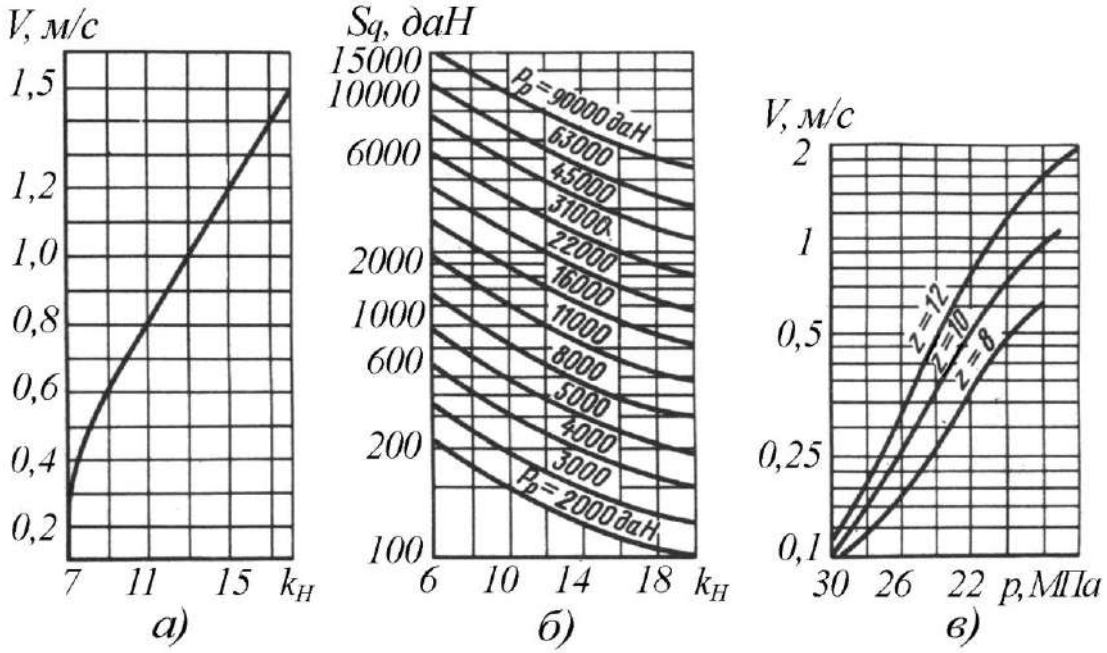
В отечественной промышленности для звеньев рекомендуют стали 45Г2 и 30ХГСА с объемной закалкой и отпуском до твердости HRC 30–40 или 18ХГ и 20ХГ (ГОСТ 4543–71) с газовым цианированием и цементацией на глубину 0,8–1,2 мм и твердостью HRC 54–62. Для валиков рекомендуют стали 45 и 40Х с поверхностной закалкой ТВЧ на глубину 1,8–2 мм и твердостью HRC 45–53 или стали 20Х, 20Г и 20ХГ с газовым цианированием или цементацией на глубину от 0,6–1,0 до 1,0–1,5 мм (для диаметров 16 и 40 мм) и твердостью HRC 55–65.

Результаты эксплуатации транспортеров с погруженным рабочим органом показывают, что с уменьшением динамической нагрузки и массы тяговой цепи можно увеличивать скорость движения ее до 1 м/с и более. Фирма Ленгстрем считает возможным увеличение скорости роликовых цепей до 1,5 м/с, а безроликовых – до 0,8. В то же время типажом фирмы "Bühler" предусмотрено увеличение производительности транспортеров в основном за счет скорости движения тяговых цепей до 1,8 м/с (табл. 14).

Таким образом, на практике намечается четкая тенденция увеличения производительности транспортеров за счет значительного увеличения скорости движения рабочего органа (до 1 и даже до 1,8 м/с). При этом фирма Ленгстрем рекомендует выбирать тяговую цепь по разрушающей или допустимой S_q нагрузке, коэффициенту надежности $k_н$ и допустимому давлению p на поверхности скольжения шарниров с учетом экстренных нагрузок. За основу принимают скорость движения цепи v= 0,3 м/с (рис.26а), коэффициент надежности для конвейеров принимается равным 7, а для элеваторов – 10.

Таблица 14 – Характеристика транспортеров фирмы "Bühler"

Ширина конвейера, мм	Производительность, т/ч, при скорости движения цепи, м/с							
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8
Горизонтальный транспортер								
127	8	16	24	32	–	–	–	–
178	15	30	45	60	–	–	–	–
228	26	52	78	104	–	–	–	–
279	36	72	105	140	170	200	250	300
300	53	105	155	210	–	–	–	–
381	70	140	210	280	310	370	460	560
Наклонный и вертикальный транспортер								
127	4,5	9	13	18	–	–	–	–
178	8	16	24	32	–	–	–	–
228	16	32	48	64	–	–	–	–
279	22	44	66	88	110	130	160	200
330	32	64	96	128	–	–	–	–
381	41	82	123	165	205	246	310	370



а) скорость движения цепи; б) тяговое усилие; г) допустимое давление.

Рисунок 26 – Зависимость допустимых нагрузок от скорости цепи.

При увеличении скорости движения рабочего органа до 1,5 м/с рекомендуют коэффициент надежности увеличивать до 20, соответственно уменьшая допустимое тяговое усилие (рис.26б). С увеличением скорости движения рекомендуют уменьшать

допустимое давление (рис.26в) на поверхности скольжения, выбирая его в соответствии с числом зубьев звездочек *z*.

При этом считают, что число зубьев приводных звездочек должно быть не менее восьми, а при скорости движения цепи большей 0,6 м/с – не менее десяти. Ролики в звеньях тяговых цепей рекомендуют применять при приводных звездочках, имеющих не менее десяти зубьев.

Долговечность тяговой цепи можно определять в зависимости от давления в шарнирах и износа их по числу проскальзываний в трущихся парах или от пробега цепи и износа звеньев или пластин. Результаты исследований ВНИИПТМАШа показали, что давление, допустимое для цепей с высокой твердостью шарнира, не должно превышать 70–80 МПа, а для цепей, подвергнутых улучшению, 38–45 МПа. При этом долговечность в основном зависит от абразивности транспортируемого груза и интенсивности работы, определяемой скоростью движения цепи и длительностью работы транспортера.

Фирма "Bühler" гарантирует для своих цепей пробег 5–20 тыс. км при работе в сильно абразивной среде со скоростью 0,1–0,16 м/с и малоабразивной среде со скоростью 0,4 м/с. ВНИИПТМАШ гарантирует пробег 10 тыс. км для цепей, работающих в абразивной среде со скоростью 0,2 м/с. Исходя из этого, ориентировочный пробег в конкретных условиях можно определять делением гарантируемого пробега на скорость движения цепи. Например, по рекомендациям ВНИИПТМАШа, если транспортируемым грузом является зерно и работа периодическая (в среднем 8 ч в сутки), то возможная продолжительность работы:

$$T=L_{пр}/(3{,}6v) = 20000/(3{,}6v) = 13900 \text{ ч}, \qquad (22)$$

где: $L_{пр}$ – величина пробега цепи, км.

С учетом остановок на профилактические осмотры и ремонты это соответствует долговечности тяговой цепи 5 лет. Аналогично находим *T*= 17400 ч для абразивного материала при непрерывной работе транспортера (24 ч в сутки), что соответствует долговечности цепи 2,5 года.

Пластинчатые цепи (рис.27а) можно рассчитывать по одной из общепринятых методик с проверкой сечения пластин по допустимым напряжениям на разрыв $[\sigma]'_р$ и $[\sigma]''_р$ в опасных сечения *I–I, II–II, III–III* от максимальной расчетной нагрузки *S* на цепи:

$$\sigma_{\text{II-II}} \approx \frac{S}{2\delta(h-h_0)} \le [\sigma]_p'' \ ; \qquad (23)$$

$$\sigma_{\text{III-III}} \approx \frac{S}{2\delta(h-r_1)} \le [\sigma]_p'' \ ; \qquad (24)$$

$$\sigma_{\text{I-I}} \approx \frac{S}{R^2-r_1^2} \le [\sigma]_p' \ , \qquad (25)$$

где: δ –толщина пластин, мм; h и h_0 –ширина соответственно пластины и отверстия под лыски втулки, мм; R, r и r_1 – радиусы соответственно закругления пластины, отверстий под втулку и валик, мм.

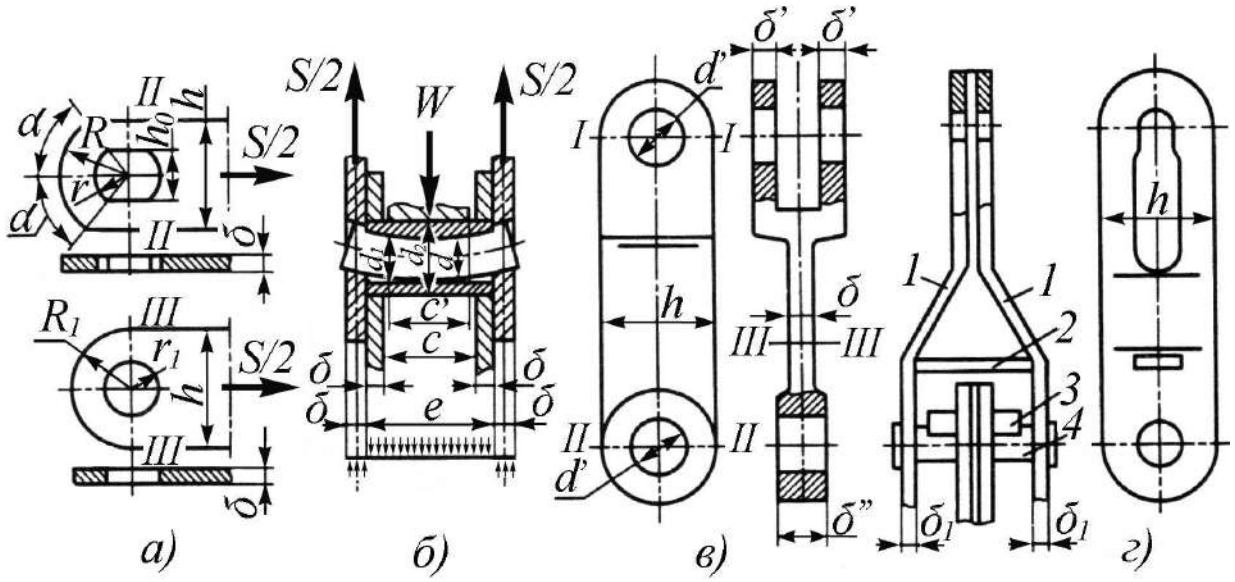
Равномерно распределенное давление:

$$p = \frac{S}{2\delta r \sin\alpha}, \qquad (26)$$

где: α– угол, образованный осью симметрии пластины и радиусом скругления *R*.

Необходимый диаметр валика $d=2r_1$ определяют (рис. 27, б) по допустимому напряжению на изгиб $[\sigma]_и$ и известному расстоянию между пластинами наружного звена *l*:

$$d = \sqrt[3]{\frac{4S(l+2\delta)}{\pi[\sigma]_И}} \ . \qquad (27)$$



а) по опасным сечениям; б) по изгибному напряжению; в) по разрыву проушины; г) схема комбинированной цепи.

Рисунок 27 – Схема к расчету пластинчатой цепи.

Диаметр валика проверяют по допустимому напряжению [τ] на срез:

$$\tau = \frac{2S}{\pi d^2} \le [\tau]. \qquad (28)$$

Аналогично может быть проверена прочность втулки на изгиб $G`_И$ под действием расчетной тяговой силы W, воспринимаемой от зуба звездочки и равной разности натяжений цепи в набегающей и сбегающей ветвях:

$$\sigma'_И = \frac{1{,}27[2(c+\delta)-c']d_1}{d_1^4 - d_2^4} \le [\sigma]'_И \ , \qquad (29)$$

где: c и c' – ширина просвета во внутреннем звене и ширина зуба звездочки; d_1, d_2 – соответственно внутренний и наружный диаметры втулки.

Давление в шарнире цепи проверяют по формуле:

$$P_Ш = \frac{S}{d(c+2\delta)} \le [P_Ш]. \qquad (30)$$

Отношение разрушающей нагрузки P_p тяговой цепи к максимальной расчетной S называют запасом прочности цепи ($n=P_p/S$) и на практике принимают в пределах 6–10 соответственно для горизонтальных транспортеров малоответственного назначения и наклонных и вертикальных транспортеров ответственного назначения.

Звенья вильчатой цепи (рис.27в) можно рассчитывать по той же методике, что и пластинчатые, с проверкой на разрыв проушин вилки (сечение *I–I*) и хвостовика (сечение *II– II*), а также дополнительной проверкой (α=180°) по Ляме. Валик обычно проверяют только на срез, а само звено – на разрыв в опасном сечении *III–III* по максимальной нагрузке:

$$\sigma_{\text{III-III}} = \frac{S}{\delta h} \le [\sigma]_p . \qquad (31)$$

В заключение аналогично пластинчатой цепи проверяют давления в шарнирах.

Для изготовления обычных звеньев вильчатой тяговой цепи ВНИИПТМАШ рекомендует сталь 20Х, которую для транспортирования неабразивных холодных грузов можно цементировать и при HRC 55–65 получать временное сопротивление разрыву σ_B=800 МПа. Для транспортирования абразивных горячих грузов с температурой 200, 250, 400 и 500ºС рекомендуют звенья из стали 30ХГСА, которые подвергают закаливанию с отпуском до твердости HRC 34–40 и в зависимости от температуры получают σ_B= 1100; 1030; 920 и 700 МПа. Для химически агрессивной среды рекомендуется сталь 2Х13 с закалкой и отпуском до НВ 217–269, которая обеспечивает σ_B= 660 МПа. Качество цепи дополнительно оценивают по коэффициенту относительной прочности k_y, равному отношению разрушающей нагрузки к массе 1 м рассматриваемой цепи.

В тяговых цепях широко распространены прессовые, сварные и прессово-сварные соединения пластин и валиков. Однако при этом необходимо строгое соблюдение оптимальной величины натяга, точности форм и размеров сопрягаемых деталей, класса чистоты и физико-механических свойств контактируемых поверхностей. Обеспечение этих требований особенно важно при производстве цепей с открытым шарниром, у которых фасонный валик запрессовывают в отверстие восьмеркообразной формы по незамкнутому контуру.

Результаты исследований цепей ИФ–160 показали, что максимальная прочность соединений достигается при натяге 0,15–0,2 мм. Однако обеспечение натягов в таком диапазоне при массовом производстве представляет определенную трудность. Расширение диапазона допускаемых натягов без уменьшения прочности и точности (по шагу) цепи возможно при применении прессово–сварного соединения пластин и валиков. При электродуговой контактной сварке под слоем флюса и при микроплазменной сварке в среде аргона оказалось возможным момент, проворачивающий валик в пластине, увеличить в 3–5 раз и усилия выпрессовки – в 3–4 раза при увеличении диапазона допускаемых натягов и работоспособности тяговой цепи более чем в 2 раза.

Особое внимание уделяется контролю за качеством цепей, который начинается с анализа сырья в физико–химической лаборатории. Качество и точность изготовления деталей контролируют выборочным способом. Готовую цепь проверяют нагружением контрольных отрезков по 3 м сухой цепи на 0,02 от разрушающей нагрузки, при котором удлинение цепи не должно превышать 0,25%. Общая разрушающая нагрузка не должна быть меньше 95% от паспортной.

Значительный интерес представляет комбинированная вильчатая цепь с открытым шарниром. Каждое звено такой цепи можно изготавливать из двух боковых пластин *1* (рис.27г) и распорки *2*, выполненных оптимальной формы и жестко соединенных между собой. Открытый шарнир может быть собран из фасонного *3* и цилиндрического *4* валиков с требуемой чистотой обработки рабочих поверхностей. Такая принципиальная схема комбинированной цепи упрощает технологию изготовления деталей ее, позволяет для каждой детали подобрать материал и технологию обработки, наиболее подходящие по воспринимаемым нагрузкам, выполнить все детали равнопрочными, более равномерно распределить нагрузку между пластинами звена и достичь максимальных коэффициентов удельной прочности и работоспособности. Кроме того, эта конструкция вильчатой цепи позволяет выполнять ее с отклонением по продольной оси в двух плоскостях, что имеет особо важное значение для транспортеров с пространственными трассами.

При проектировании рабочего органа транспортера необходимо учитывать, что направляющие полосы для тяговой цепи приводят к значительному увеличению ее сопротивления движению и интенсивному изнашиванию торцовых плоскостей звеньев. Исходя из этого, в ряде случаев целесообразно применять выступающие скребки, исключающие непосредственные контакты тяговой цепи с направляющими. При этом скребки можно выполнять сменными из эластичных антифрикционных материалов или армировать накладками, которые по мере изнашивания заменяют.

Направляющие полосы рекомендуется выполнять из износостойкого марганцовистого сплава с содержанием марганца около 13%. Тяговые звездочки и огибные блоки из углеродистой стали, рабочие поверхности которых закалены до высокой твердости.

Привод транспортеров осуществляется с помощью цепной передачи от компактных мотор-редукторов, установленных на салазках, обычно на приводных головках транспортеров. На оси огибного блока натяжной головки конвейера обычно устанавливается электронное реле скорости, отключающее конвейер при обрыве или заклинивании цепи.

При необходимости промежуточных разгрузок транспортеры оснащаются шиберными затворами двух типов – с продольным и с поперечным расположением затвора относительно короба транспортера, обеспечивающим соответственно продольное или поперечное движение заслонки. Как правило, затворы оснащены электромеханическими приводами в виде мотор-редуктора, соединяемого с приводным валом затвора с помощью оригинальной предохранительной фрикционной муфты предельного крутящего момента. С другой стороны приводного вала шибера имеется отверстие квадратного сечения под съемную рукоятку для возможности ручного привода шибера. Имеются варианты исполнения шиберного затвора только с ручным приводом, выполненным в виде маховика.

Предохранительная фрикционная муфта предельного крутящего момента (рис.28) состоит из двух полумуфт *1* и *8*, насаженных на концы валов мотор-редуктора и шиберного затвора.

Между обоймой *4* полумуфты *1*, полумуфтой *8* и диском *5* зажаты и регулируются с помощью тарельчатой пружины 6 и гайки *7* шесть двухконусных фрикционных сегментов *3* из полимерного материала, собранных в кольцо с помощью браслетной пружины *2*. При подходе шиберной заслонки к крайним положениям и упоре ее (чтобы исключить просыпь) муфта обеспечивает пробуксовку полумуфт друг относительно друга, что исключает поломки привода или реечного механизма, выполненного в данном случае в виде звездочки на приводном валу шиберного затвора и велосипедной

или мотоциклетной втулочно-роликовой цепи, закрепленной на шибере вместо зубчатой рейки.

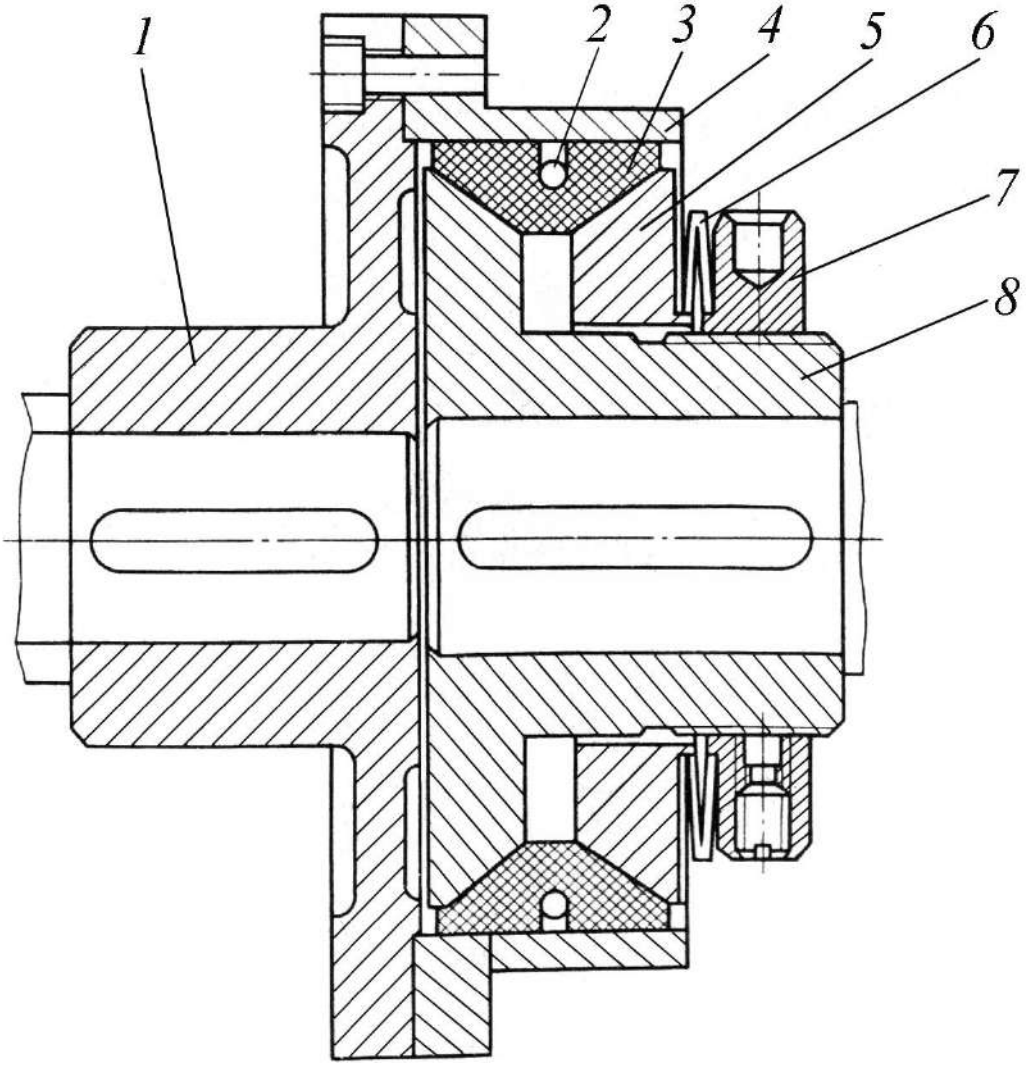


Рисунок 28 – Предохранительная фрикционная муфта.

Для высокопроизводительных мельничных комбинатов ВНИИПТмашем разработаны, а Гороховецким заводом подьемно-транспортного оборудования налажено производство транспортеров с погруженными скребками производительностью 150 и 300 т/ч, по своему техническому уровню соответствующих высокоскоростным конвейерам фирмы "Bühler". Техническая характеристика транспортеров с погружными скребками Гороховецкого завода представлена в табл. 15.

Таблица 15 – Техническая характеристика транспортеров с погружными скребками

Обозначение транспортера	КПС(3)-320	КПС(3)-400
Ширина короба в свету, мм	320	400
Скорость движения тяговой цепи, м/с	0,8	0,9
Производительность по зерну с насыпной плотностью 0,75 т/м^3 и влажностью не более 16%, т/ч	150	300
Наибольшая длина транспортировки, м	31	
Тяговый орган: цепь шаг цепи, мм	Вильчатая, реверсивная 100	
Привод транспортера: мощность мотор-редуктора, кВт цепная передача	МЦ2С-100 МЦ2С-125 7,5 или 11,0 ПР-38Д-127000 ГОСТ 13568-75	МЦ2С-125 11,0 или 18,5 ПР-38Д-127000 ГОСТ 13568-75
Шиберные затворы: тип привод затворов мотор-редуктор привода мощность, кВт	Поперечный Электромеханический, ручной $\frac{0,55}{25}$ МРА-III- БУЗ 0,55	Поперечный, продольный Электромеханический $\frac{0,55}{25}$ МРА-III- БУЗ 0,55
Напряжение питания, В	380, 220	

Контрольные вопросы

1. Укажите область применения транспортеров. 2. Объясните принцип действия, на котором работает скребковый транспортер. 3. Перечислите основные достоинства и недостатки скребковых транспортеров. 4. Назовите основные виды тягового органа скребковых транспортеров. 5. Укажите основные требования, которыми руководствуются при выборе того или иного типа тягового органа. 6. В чем заключается отличие транспортеров с погружными скребками? 7. С какой цель применяют скребки с чистителями? 8. Охарактеризовать устройства, которые применяются для разгрузки скребковых транспортеров. 9. Назовите основные этапы методики выбора типа тяговой цепи. 10. Чем руководствуются при выборе формы желоба для транспортеров с погружными скребками?

3. Трубчатые скребковые транспортеры

Для механизации раздачи кормов на птицефермах, кролиководческих, свиноводческих, овцеводческих и других скотоводческих предприятиях, а также при откорме карпов и форели получают распространение трубчатые скребковые транспортеры.

Распространению этого вида транспортного оборудования способствовали такие его особенности, как возможность выполнения практически любой пространственной трассы, а, следовательно, любого количества и расположения автокормушек; свобода передвижения для животных (не перегораживает проходов); обеспечение большого количества обслуживаемых животных кормом одинакового количества; максимальная экономия трудозатрат при монтаже и эксплуатации; значительное улучшение санитарно-гигиенических условий (исключается попадание нечистот с цепью транспорта) и др.

Основой цепношайбового транспортера (рис.29) является гибкий стальной канат или цепь *2* с насаженными на них пластмассовыми или металлическими шайбами-скребками, движущимися в тонкостенной трубе.

Изменение трассы в данных транспортерах осуществляется не за счет применения криволинейных участков труб, а с помощью небольших поворотных блоков *1*, корпуса которых напоминают улитки и имеют по два тангенциально выходящих фланца (обычно под 90° друг к другу), к которым с помощью быстросъемных муфт крепятся прямолинейные участки трассы-трубы *3*. В местах подачи корма к конвейеру крепятся с помощью телескопических спусков *4* бункерные автокормушки *5*, подвешенные на тросиках *6*.

Для комплексной механизации и автоматизации процессов в птицеводстве заводом "Пятигорсксельмаш" им. С. М. Кирова

выпускаются трубчатые скребковые транспортеры (цепно-шайбовые кормораздатчики).

Техническая характеристика трубчатого скребкового транспортера представлена в табл. 16.

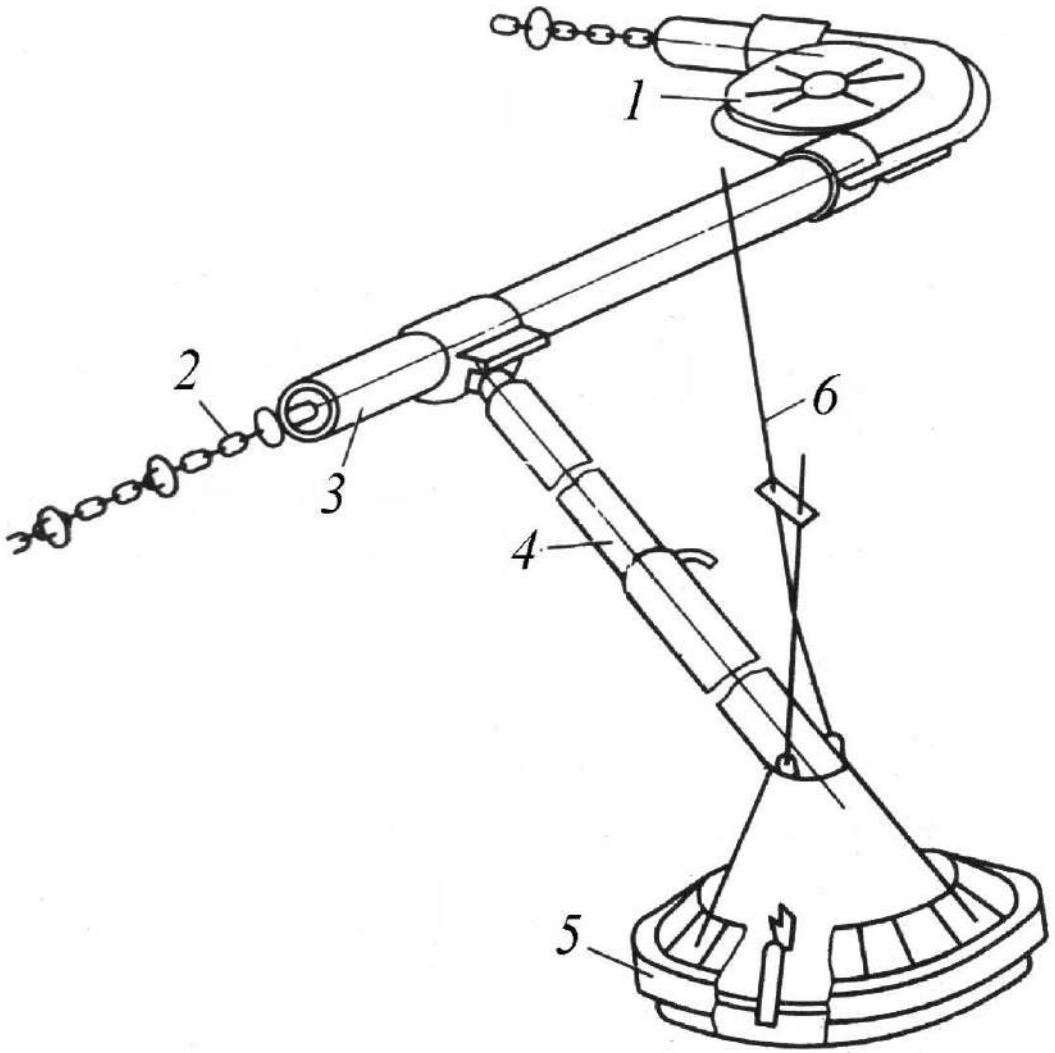


Рисунок 29 – Фрагмент цепношайбового кормораздатчика с бункерной кормушкой.

Всесоюзным научно-исследовательским конструкторско-технологическим институтом по машинам для комплексной механизации и автоматизации животноводческих ферм

Таблица 16 – Техническая характеристика цепношайбового кормораздатчика

Наименование	Показатель
Производительность, т/ч	до 0,5
Скорость движения тягового органа, м/с	0,2
Длина замкнутого контура, м	до 200
Мощность, потребляемая на один контур, кВт	1,5
Тяговый орган	Цепь СК-6×19 ГОСТ2319-70

(ВНИИживмаш, г. Киев) разработано, а Квасиловским опытным заводом (г. Квасилов, Ровенской обл.) выпускается несколько типоразмеров тросо-шайбовых кормораздатчиков, предназначенных для механизированной раздачи сухих кормов различным возрастным группам и видам животных в помещениях с различными планировочными решениями. Кормораздатчик КШ-0,5 имеет следующие параметры (табл.17).

Таблица 17 – Техническая характеристика цепношайбового кормораздатчика КШ-05

Наименование	Показатель
Скорость движения тягового органа, м/с	0,4; 0,56
Производительность при насыпной плотности корма 0,5 т/м^3 и скорости, т/ч: 0,4 м/с 0,56 м/с	 0,35 0,5
Длина замкнутого контура, м	до 160
Кормопровод	труба 36×1,6 ГОСТ 10704-63
Диаметр шайб, мм	25
Шаг шайб, мм	50

Выпускается также тросо-шайбовый кормораздатчик на производительность 1,2 т/ч (при скорости движения тягового органа 0,53 м/с); в этом типоразмере в качестве кормопровода применена труба 60×1×6.

В ГДР предприятие "VE Ausrüstungskombinat Geflügel und Kleintieranlagen Perleberg" в г. Перлеберге выпускает трубчатые кормораздатчики производительностью 0,35 т/ч замкнутый контур, которого достигает длины до 200 м, при этом мощность привода составляет всего 0,4 кВт.

Автоматизация работы транспортера достигается подключением электрических контактных часов, которым можно задавать любую желаемую программу обслуживания.

Итальянская фирма AZA (Attrezzafcure Zootecniche Automaiche) выпускает ряд типоразмеров таких трубчатых транспортеров с предельной длиной трассы до 500 м с производительностью от 0,4 до 2,0 т/ч Фирма рекомендует эти транспортеры как для использования в сельском хозяйстве, так и в промышленности.

В Нидерландах трубчатые скребковые транспортеры (трубчатые кормораздатчики) "Hart-Link" с оригинальным тяговым органом в виде тонких металлических стержней-звеньев с шаровидными концами, соединительными муфтами для которых являются шайбы-скребки выпускаемые фирмой "Hart international"

Ряд зарубежных фирм выпускают более крупные трубчатые скребковые транспортеры, предназначенные в основном для транспортировки насыпных грузов по сложным пространственным трассам в различных отраслях промышленного производства.

Так, американская фирма "Jeffrey Dresser" выпускает трубчатые транспортеры Tube-Flo conveyors с диаметром трубы до 8". Транспортеры эти имеют сложную конструкцию тягового органа с несимметрично расположенными относительно его оси самоустанавливающимися шайбами-скребками (рис.30). Соответственно усложнены и другие основные узлы.

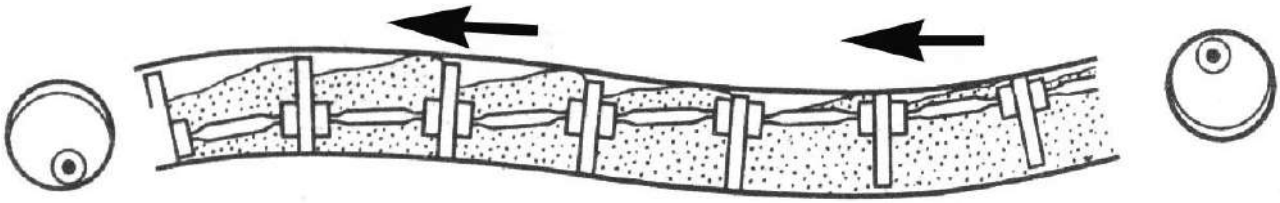


Рисунок 30 – Участок трассы скребкового трубчатого транспортера с самоустанавливающимися шайбами-скребками.

Контрольные вопросы

1. Где применяются трубчатые скребковые транспортеры? 2. Перечислить основные достоинства и недостатки трубчатых транспортеров. 3. Назовите основные конструктивные элементы трубчатых транспортеров. 4. Для каких типов грузов следует применять трубчатые транспортеры? 5. Рассказать о перспективных конструкциях трубчатых скребковых транспортеров.

4. Винтовые транспортеры

4.1. Основные схемы конструкции и область применения

При разгрузке и загрузке сыпучих мелкокусковых грузов (например, зерно, песок, мука и др.) в сельскохозяйственном производстве широкое распространение получили винтовые транспортеры. Винтовые транспортеры относятся к транспортным машинам без тягового органа.

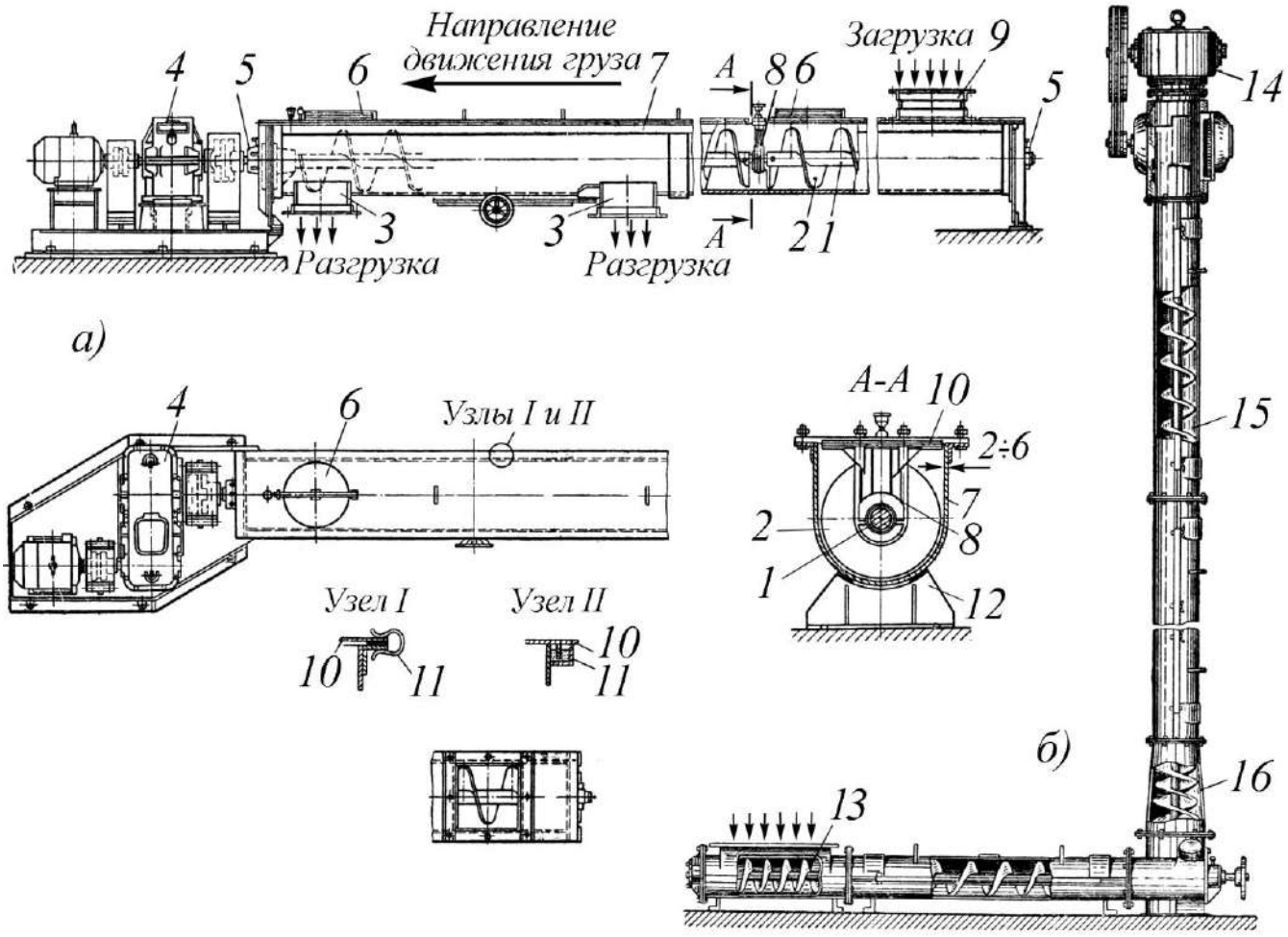
Принцип действия винтовых транспортеров основан на использовании осевой движущей силы, возникающей при вращении винтовой поверхности с углом подъема α. Груз перемещается аналогично движению гайки по винту.

Винтовой (шнековый) транспортер представляет собой стационарную (рис.31–34) или передвижную (рис.35–37) установку. Рабочим органом винтового транспортера является винт *2* (рис.31а), заключенный в желоб *7*. Вал *1* винта лежит в концевых *5* и промежуточных *8* подшипниках и приводится в движение двигателями через соосный зубчатый редуктор *4* (или через ременную передачу). Материал, поступивший в желоб через загрузочное устройство *9*, проталкивается винтом вдоль желоба, выполняющим роль «гайки». Разгрузка происходит через разгрузочные люки *3*, устанавливаемые в любом месте днища желоба. Разгрузочные люки можно закрыть или открыть задвижкой. Желоб крепится к фундаменту стойками *12*, установленными по концам и по длине желоба. Передвижение материала винтовыми транспортерами осуществляется в горизонтальном (рис.31а), вертикальном (рис. 31б) и наклонном направлении.

В сельском хозяйстве винтовые транспортеры используют для транспортирования зернофуражных продуктов, комбикормов, корнеклубнеплодов, полужидких кормовых смесей, сенной резки, силоса в кормозаготовительных цехах; навоза, торфа, соломы, сена и

травы на фермах; на складах и перевалочных пунктах их применяют для перевалки и погрузки зерна, муки, удобрений, топлива (орешковый уголь) и др.

Транспортер составлен из отдельных секций длиной до 3 м. Секции устанавливают на полу, штабеле и пр. горизонтально или наклонно.



а) схема устройства винтового транспортера; б) общий вид.

Рисунок 31 – Стационарный винтовой транспортер.

Винтовые транспортеры для массовых грузов широко используют как часть сложной машины; кроме того, винтовые устройства применяют в сельскохозяйственных машинах для непрерывного прессования, разминания кормов, отжатия соков и других технологических процессов.

К недостаткам винтовых транспортеров относятся истирание и дробление перемещаемого груза и повышенный расход мощности по сравнению с транспортерами других типов, той же производительности.

Размеры винтовых транспортеров (шнеков) для сельского хозяйства нормированы ГОСТ 2705–64. Наружные диаметры винтов согласно этому ГОСТу равны 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500 и 630 мм. Шаг винта принят от 50 до 1000 мм. Изготавливают винтовые транспортеры длиной до 60 м и производительностью до 300 т/ч.

На рис. 31б изображен стационарный вертикальный винтовой транспортер. Он состоит из тех же элементов и предназначен для перемещения таких же (кроме абразивных) грузов, что и горизонтальный. Загрузка транспортера производится горизонтальным шнековым питателем в вертикальную загрузочную секцию *16* с двухзаходным винтом. Промежуточные секции *15* имеют сплошной однозаходный винт. Привод *2* от электродвигателя с редуктором. Высота подъема вертикального винтового транспортера достигает 30 м, объемная производительность до 170 $м^3$/ч, наружный диаметр винта до 400 мм.

Современные склады и транспортные узлы могут включать в себя разные типы и виды винтовых транспортеров.

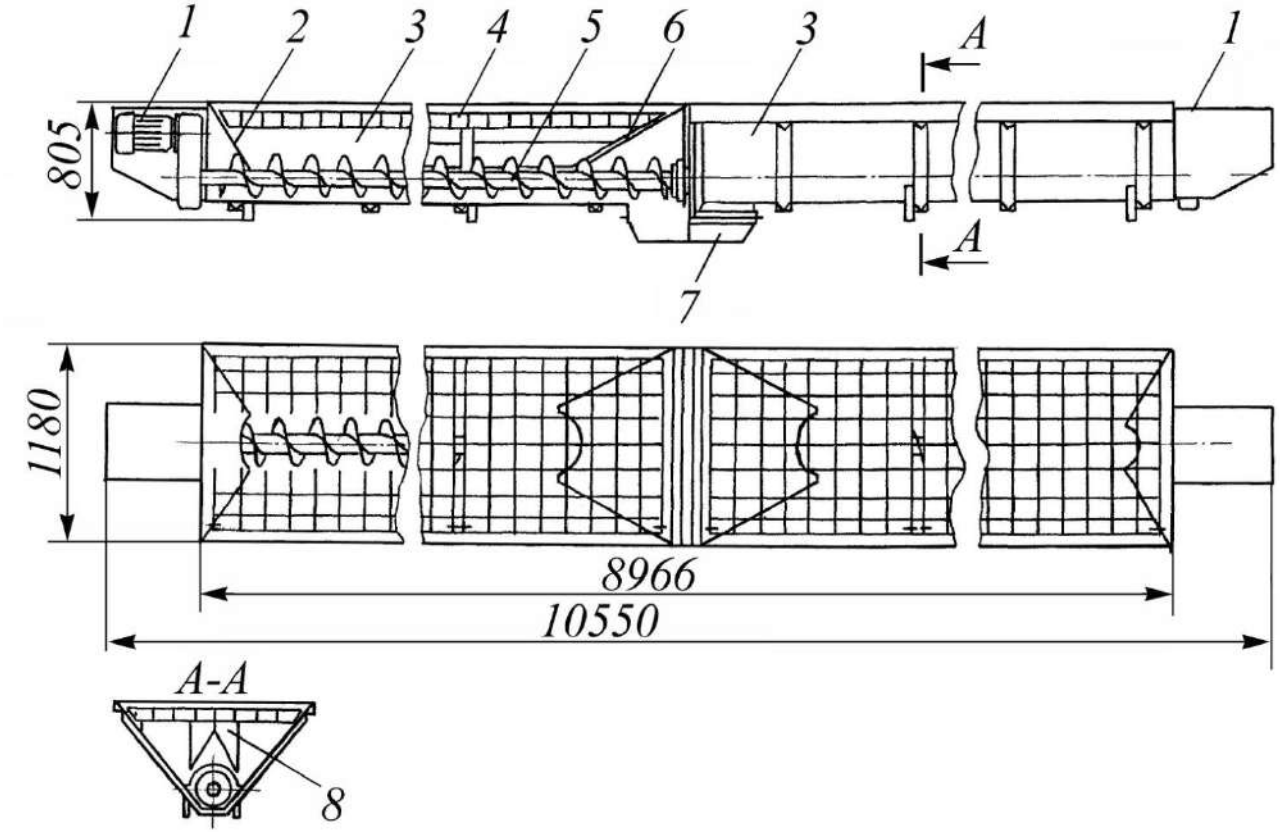
4.2. Передвижные и стационарные винтовые транспортеры

Например, на зерноскладах или складах минеральных удобрений может применяться следующий комплекс высокопроизводительного оборудования, составленный из стационарных винтовых транспортеров (ГНУ ВНИМС, г.Рязань): бункера приемного БП-3,0М (рис. 32), транспортера

горизонтального винтового КВГ–4/2 (рис. 33) и транспортера вертикального винтового КВВ–7,3 (рис. 34).

Бункер приемный БП-3,0М

Бункер приемный БП-3,0М (модернизированный) (рис. 32) является стационарным средством механизации приемных устройств для выгрузки минеральных удобрений и других насыпных грузов из автомобильного транспорта и железнодорожных вагонов. В зависимости от характеристики обслуживаемого подвижного состава приемные устройства могут комплектоваться одним, двумя или тремя бункерами.



1– приводы шнеков; 2, 6– наклонные торцевые стенки; 3– желоб;
4– решетки; 5– шнеки; 7– выгрузной патрубок; 8– разгрузочная горка.

Рисунок 32 – Бункер приемный БП-3,0М.

Бункер (рис. 32) состоит из двухсекционного V-образного желоба *3*, в нижней части которого установлены шнеки *5*, работающие по собирательной схеме. Каждый шнек имеет

индивидуальный привод *1*, состоящий из электродвигателя и редуктора. В средней части бункер имеет выгрузной патрубок *7*. Для предотвращения попадания в зону транспортирования инородных предметов и крупных включений бункер снабжен откидными решетками *4*, а для снижения давления столба насыпного груза на шнеки - разгрузочными ∩-образными горками *8*, жестко связанными с откидными решетками. Каждая секция бункера снабжена торцевыми наклонными стенками *2* и *6*, которые защищают подшипниковые опоры шнеков от напрессовывания транспортируемого материала и самопроизвольного его истечения из выгрузного патрубка.

Истекающий из люков вагона или кузова автомобиля насыпной груз просыпается через решетки и, обтекая разгрузочные горки, поступает к виткам шнеков, которыми перемещается к выгрузному патрубку, через отверстие которого подается на последующее транспортное звено.

Приемные бункеры обеспечивают минимальное заглубление строительной части приемных устройств, разгрузку вагона с одной его установки при полном открытии люков и дозированную подачу насыпного груза на последующее транспортное звено.

Техническая характеристика

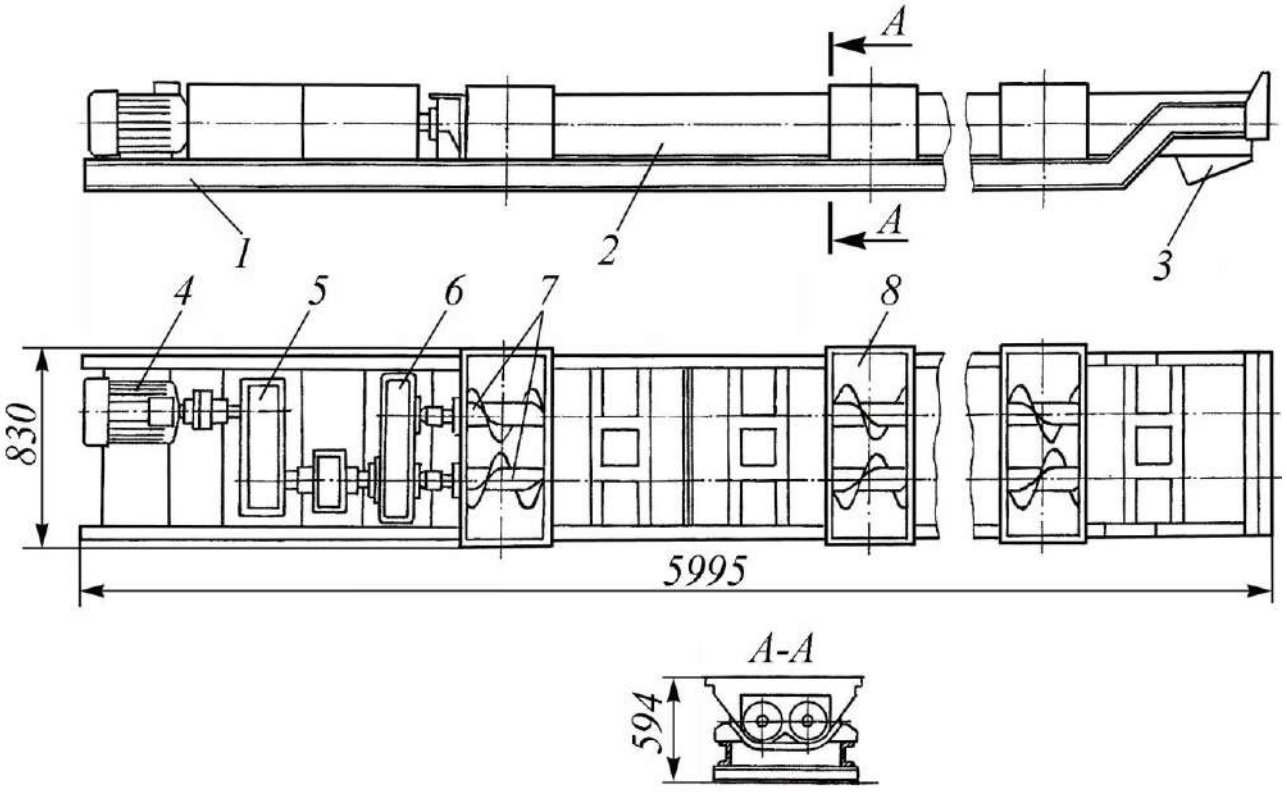
Вместимость, $м^3$	3,0;
Производительность, $м^3/ч$	40,0;
Фронт разгрузки, м	8,9;
Параметры шнеков, мм:	
диаметр	250,0;
шаг винта	200,0;
Частота вращения, $мин.^{-1}$	38,0;
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	8,0;

Габаритные размеры, мм:

длина	10550;
ширина	1180;
высота (без патрубка)	810;
Масса, кг	2400.

Транспортер горизонтальный винтовой КВГ–4/2

Горизонтальный винтовой транспортер (рис. 33) предназначен для приема минеральных удобрений и других насыпных грузов из трех поперечно размещенных бункеров БП-3,0М приемного устройства и передачи их на последующее транспортное звено.



1– рама; 2– желоб; 3– выгрузной патрубок; 4– электродвигатель; 5– редуктор; 6– раздаточная коробка; 7– шнеки; 8– загрузочные окна.

Рисунок 33 – Транспортер горизонтальный винтовой КВГ–4/2.

Транспортер (рис. 33) состоит из U-образного желоба *2*, в котором установлены два синхронно вращающихся шнека *7* с правой и левой навивкой рабочей спирали. Желоб установлен на раме *1*,

имеет три загрузочных окна *8* и выгрузной патрубок *3*. Электропривод транспортера включает в себя электродвигатель *4*, одноступенчатый редуктор *5* и раздаточную коробку *6*.

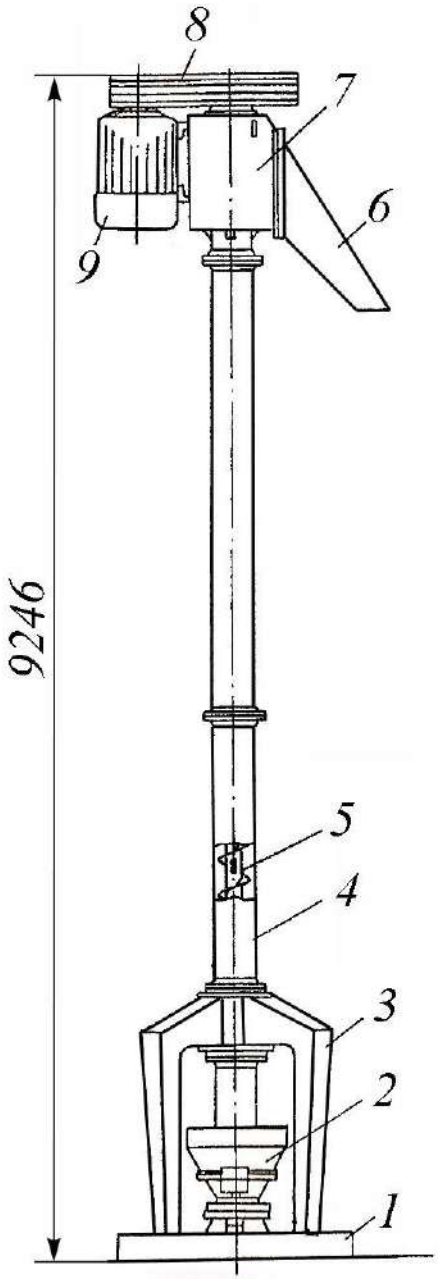
Техническая характеристика:

Производительность, $м^3/ч$	120,0;
Длина транспортирования, м	3,9;
Параметры шнеков, мм:	
диаметр	250;
шаг винта	250;
Мощность электропривода, кВт	15,0;
Габаритные размеры, мм:	
длина	5995;
ширина	830;
высота	594;
Масса, кг	1100.

Транспортер вертикальный винтовой КВВ-7,3

Вертикальный винтовой транспортер (рис. 34) предназначен для перемещения минеральных удобрений и других насыпных грузов и может быть использован в различных схемах механизации пунктов приема и складирования насыпных грузов.

Данный транспортер (рис. 34) представляет собой самонесущую сборную конструкцию, состоящую из кожуха *4* со шнеком *5*, опирающихся через портал *3* на основание *1*. Загрузочная секция конвейера имеет бункер, выполненный в виде конической воронки *2*, снабженной вибратором. Разгрузочная секция выполнена в виде кольцевой камеры *7* с выгрузным патрубком *6*. Привод шнека – от электродвигателя *9* через клиноременную передачу *8*.



1– основание; 2– бункер загрузочный; 3– портал; 4– кожух;
5– шнек; 6– выгрузной патрубок; 7– кольцевая камера;
8– клиноременная передача; 9– электродвигатель.

Рисунок 34 – Транспортер вертикальный винтовой КВВ–7,3.

Техническая характеристика:

Производительность, $м^3/ч$ 120;

Высота транспортирования, м 7,3;

Параметры шнека:

частота вращения, $мин^{-1}$ 410;

диаметр винта, мм 300;

шаг винта, мм 190;

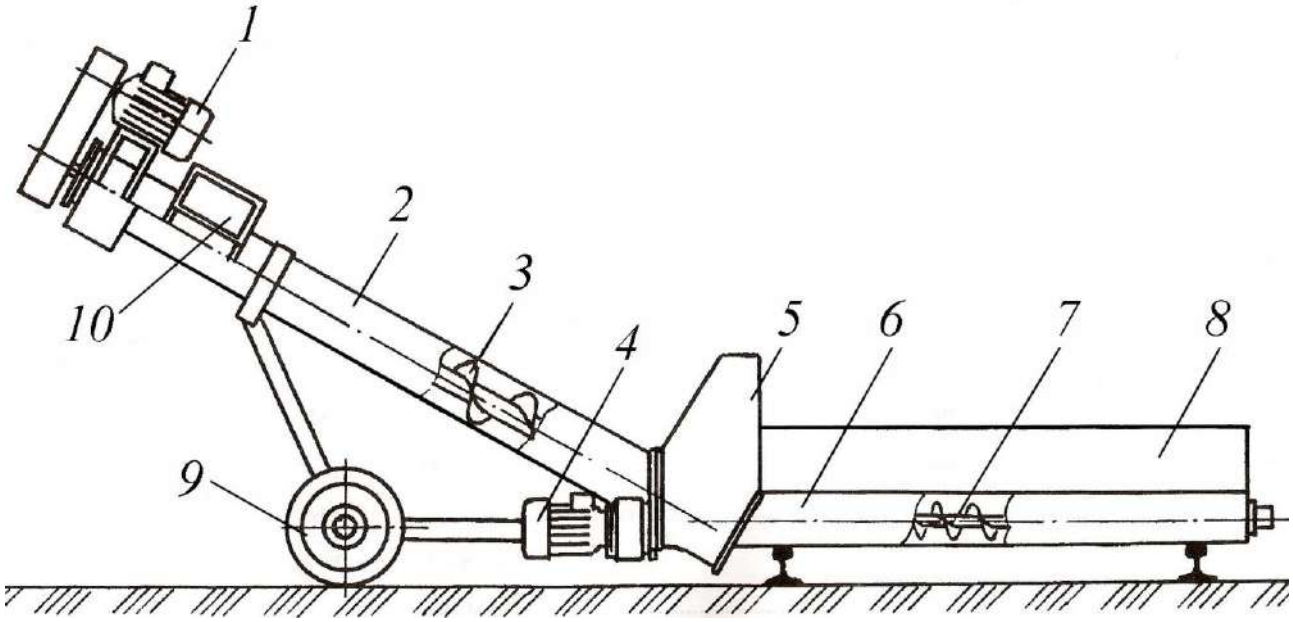
Мощность электродвигателя, кВт 22;

Масса, кг 3500.

Высокопроизводительные передвижные винтовые транспортеры конструкции ГНУ ВНИМС г.Рязань изготавливают на ходовых колесах (рис.35–36).

Транспортер передвижной приемный винтовой КВП-50

Данный транспортер предназначен для выгрузки минеральных удобрений и других насыпных грузов из железнодорожных вагонов-хопперов для цемента и зерна и подачи их на последующее транспортное звено. Может применяться и при разгрузке автомобилей–самосвалов с зерном или минеральными удобрениями.



1– электродвигатель наклонного шнека; 2– кожух наклонного шнека;
3– наклонный шнек; 4– электроприводы горизонтальных шнеков;
5– перегрузочная камера; 6– приемный лоток; 7– горизонтальные шнеки;
8– откидные борта; 9– рама с ходовыми колесами; 10– пульт управления.

Рисунок 35 – Транспортер передвижной приемный винтовой КВП–50.

Транспортер (рис. 35) состоит из приемного лотка *6* U-образной формы с двумя горизонтальными шнеками *7*, перегрузочной камеры *5*, наклонного шнека *3*, заключенного в кожух *2*, электроприводов *1* и *4* шнеков, опорно-ходовой части *9* и пульта управления *10*.

Приемный лоток транспортера снабжен откидными бортами *8*. Привод горизонтальных шнеков осуществляется мотор-редукторами, а наклонного шнека – от электродвигателя через зубчатую передачу.

Для разгрузки вагона-хоппера транспортер устанавливается под его люком перпендикулярно железнодорожному пути. Использование данного транспортера позволяет осуществлять безбункерную разгрузку вагонов-хопперов, в том числе на подъездных путях общего пользования.

Техническая характеристика:

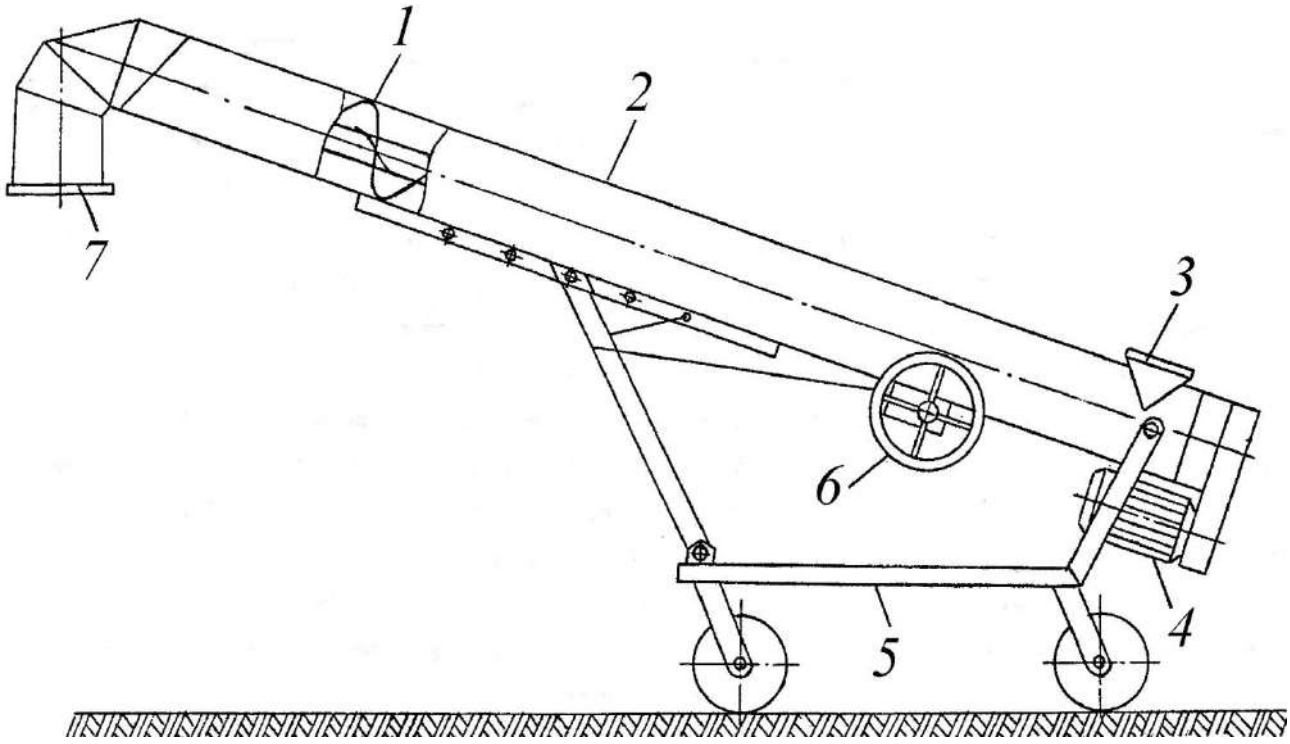
Производительность, $м^3$/ч	50;
Высота отгрузки, мм	900;
Диаметр горизонтальных шнеков, м	125;
Диаметр наклонного шнека, мм	250;
Суммарная мощность электропривода, кВт	9;
Масса, кг	420;
Габаритные размеры, мм:	
длина	5200;
ширина	970;
высота	1950.

Транспортер передвижной наклонный винтовой КВН-50

Транспортер передвижной наклонный винтовой КВН–50 (рис. 36) предназначен для загрузки автомобильного транспорта минеральными удобрениями и другими насыпными грузами и используется в комплексе с приемным винтовым конвейером КВП-50.

Транспортер (рис. 36) состоит из шнека *1*, заключенного в кожух *2*, загрузочного патрубка *3*, электропривода шнека, опорно-ходовой

части лебедки с ручным приводом *6*, выгрузного патрубка *7*, и пульта управления электроприводом. Привод шнека осуществляется от электродвигателя *4* через зубчатую передачу.



1– наклонный шнек; 2– кожух шнека; 3– загрузочный патрубок;
4– электропривод шнека; 5– рама с ходовыми колесами;
6– лебедка; 7– выгрузной патрубок.

Рисунок 36 – Транспортер передвижной наклонный винтовой КВН–50.

Техническая характеристика:

Производительность, $м^3/ч$	50;
Высота отгрузки макс, мм	3300;
Мощность электродвигателя, кВт	5,5;
Параметры шнека:	
диаметр, мм	250;
шаг винта, мм	200;
Габаритные размеры, мм:	
длина	5200;
ширина	1600;

высота 3700;

Масса, кг 420.

На рис. 37 представлена созданная ГНУ ВНИМС г.Рязань передвижная конструкция винтового транспортера, устанавливаемая на кузов серийного автомобиля-самосвала на примере автомобиля ЗИЛ–4546.

Устройство загрузочное, монтируемое на кузов автомобиля–самосвала ЗИЛ-4546

Устройство загрузочное, монтируемое на кузов автомобиля-самосвала ЗИЛ–4546 (рис. 37) предназначено для механизированной перегрузки минеральных удобрений и семенного материала в специальные машины для внесения удобрений и зернотуковые агрегаты. Монтируется в задней части кузова автомобиля–самосвала вместо штатного заднего борта.

Устройство состоит из сменного заднего борта *1*, заборного шнека *3* с кожухом *4*, открытая часть которого совмещена с выгрузным щелевым отверстием *2* в заднем борту, и отгрузочного шнека *5*, снабженного гибким рукавом *6*. Привод шнеков осуществляется от гидромоторов *7–8*, соединенных с гидросистемой автомобиля. В транспортном положении отгрузочный шнек размещается вдоль заднего борта параллельно заборному шнеку, В рабочее положение отгрузочный шнек устанавливается с помощью лебедки с ручным приводом *9* или гидроцилиндра.

Техническая характеристика:

Производительность, т/ч 20-25;

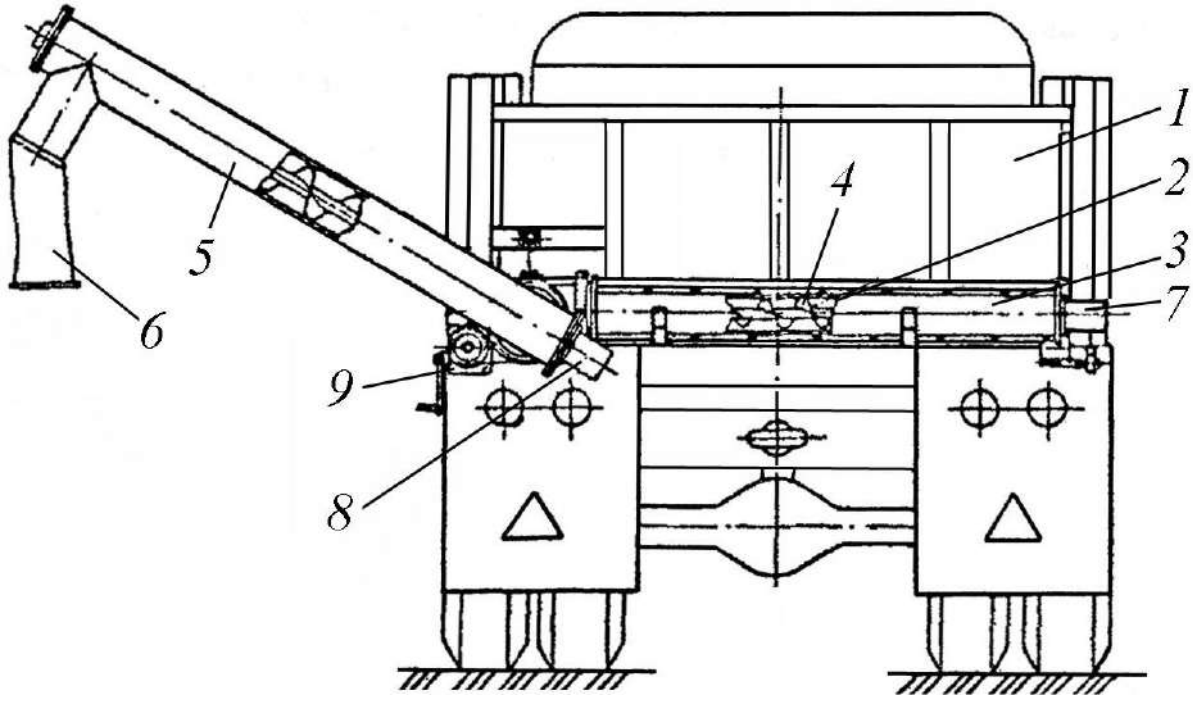
Высота отгрузки, мм:

максимальная 2400;

минимальная 1800;

Вылет выгрузного шнека, мм 1500;

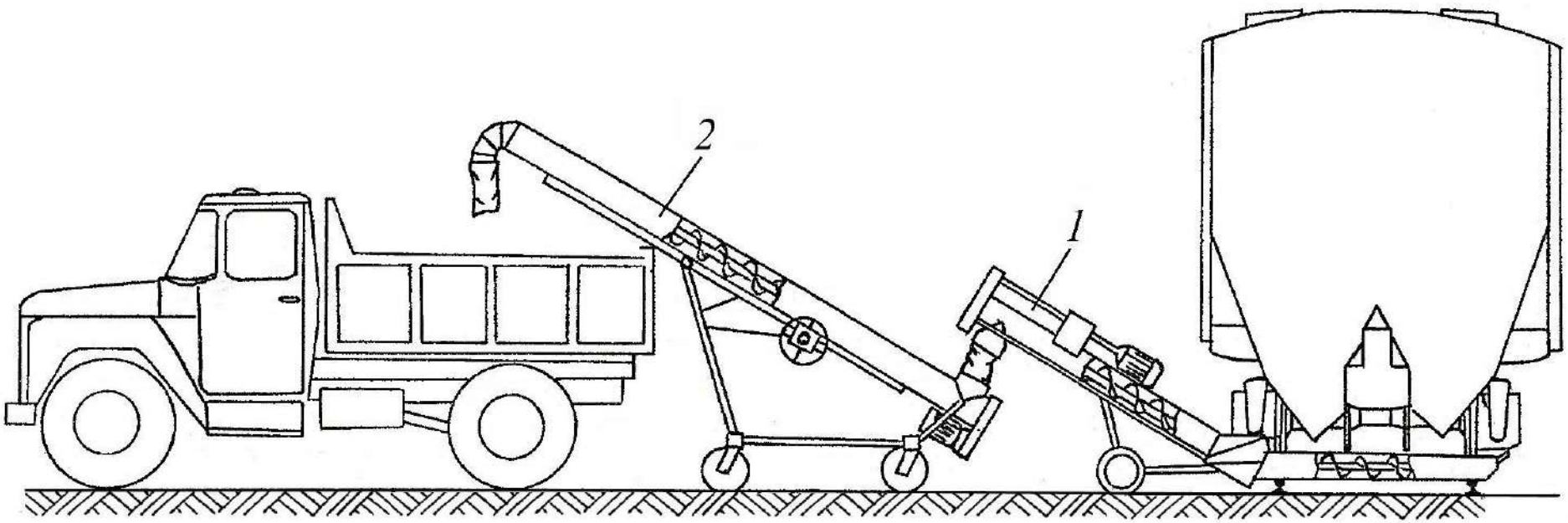
Масса, кг 250.



1– сменный задний борт; 2– выгрузное окно; 3– заборный шнек;
4– кожух заборного шнека; 5– отгрузочный шнек; 6– гибкий рукав;
7, 8– гидромоторы; 9– лебедка с ручным приводом.

Рисунок 37 – Устройство загрузочное для кузова самосвала ЗИЛ–4546.

Рассмотрим высокопроизводительный погрузочно–разгрузочный цикл (рис.38), предусматривающий выгрузку зерна или минеральных удобрений из вагона типа хоппер–цементовоз в кузов автомобиля–самосвала с использованием передвижных винтовых транспортеров, представленных на рис.35–36.



1– транспортер передвижной приемный винтовой; 2– транспортер передвижной наклонный винтовой.

Рисунок 38 – Схема выгрузки зерна или удобрений из вагона типа хоппер–цементовоз с использованием передвижных винтовых транспортеров.

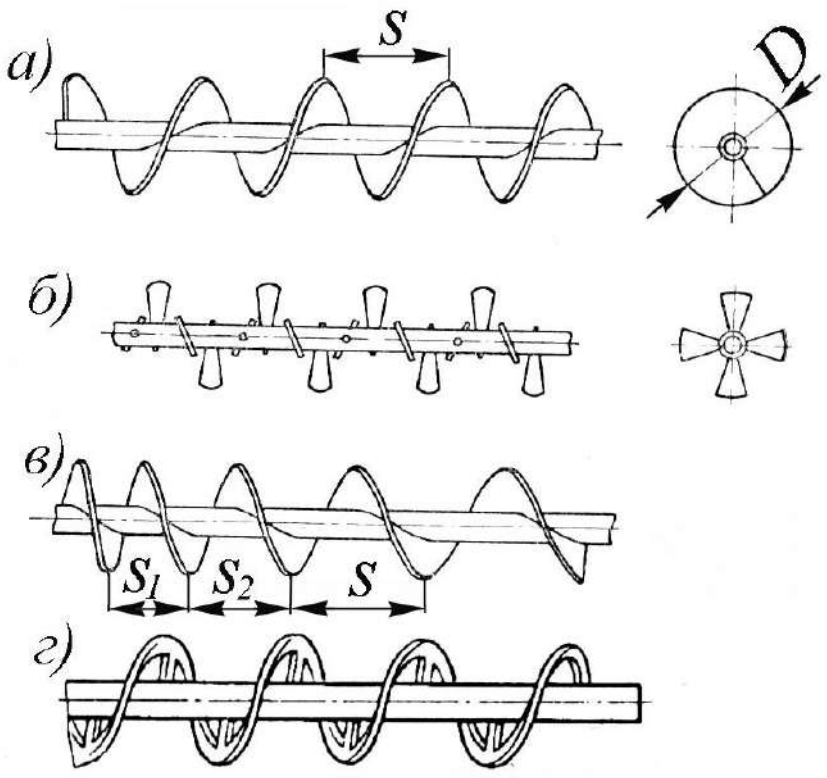
Преимущества винтовых транспортеров – надежность, простота и компактность, герметичность и возможность разгрузки практически в любом месте по длине трассы. Недостатки: они по сравнению с погрузчиками других типов имеют худшие экономические показатели: требуют большего расхода энергии; трудоемкость их обслуживания выше, помимо сказанного имеет место дробление и истирание груза, а также попадание металлических частиц в перемещаемый груз вследствие изнашивания рабочих поверхностей винта и кожуха.

4.3. Основные элементы конструкции винтовых транспортеров

Винты винтовых транспортеров состоят из вала с прикрепленными к нему витками. Валы с d более 30 мм в большинстве случаев выполняют полыми из стальных труб. По форме поверхности витков различают винты со сплошными, ленточными и лопаточными витками (рис.39).

Сплошные винты бывают (рис.39а) однозаходные (одноходовые) с постоянным и переменным шагом (рис.39в) и двухходовые. Одно- и двухходовые винты со сплошными витками используют для перемещения насыпных грузов (зернистых, мелкокусковых и порошковых). Одноходовые сплошные винты D=400–600 мм применяют, кроме того, для транспортирования волокнистых материалов (сена, соломы, необмолоченной хлебной массы). В транспортерах для перемещения волокнистых материалов (во избежание забивания винта) необходимо, чтобы длина волокна не превышала длину винтовой линии одного витка, измеренной по диаметру вала.

Двухходовые винты устанавливают преимущественно в питателях и наклонных транспортерах.



а), в) со сплошными витками; б) с лопаточными витками;
г) с ленточными витками.

Рисунок 39 – Основные конструкции винтов.

Ленточные винты (рис.39г) применяют для транспортирования корнеплодов и других крупнокусковых, а также сыпучих материалов.

Лопастные винты (рис.39б) используют для перемещения слеживающихся материалов и в смесителях.

Винты транспортеров, желоба которых составлены из секций, собирают из отдельных частей, длину которых выбирают в соответствии с длиной секции желоба. Винты быстроходных транспортеров предпочтительнее изготавливать цельными во избежание установки промежуточных опор.

Винт опирается на концевые подшипники. Одна из подшипниковых опор должна быть только вращательной – для восприятия осевой нагрузки. Данную опору размещают таким образом, чтобы вал винта при восприятии осевой нагрузки работал

на растяжение. Однако, при длине винта более 6 м, во избежание изгиба и застопоривания винта необходимо устанавливать промежуточные опоры. Все подшипниковые узлы винтовых транспортеров должны быть защищены от попадания пыли и частиц груза.

Витки винтов изготовляют из листовой или полосовой стали и приваривают к валу. В первом случае полученную предварительно плоскую заготовку растягивают на величину шага (рис.39г). Основными размерами винта являются его наружный диаметр D и шаг s.

Характеристики винтов горизонтальных транспортеров, применяемых в сельском хозяйстве, даны в табл. 18, вертикальных – в табл. 19.

Таблица 18 – Характеристика винтов горизонтальных транспортеров

Род груза	Наружный диаметр D, мм	Коэффи-циент φ	Частота вращения винта n, об/мин	Диаметр вала винта	Радиальный зазор λ, мм	Коэффициент заполнения, ψ
Зерно, комбикорм	60-250	0,8-1,0	400-60	20-80	6-7	0,3-0,4
Полужидкие кормовые смеси	150-250	0,8-1,0	300-100	50-80	4-5	0,9-1,0
Запаренный картофель	200-300	0,6-1,2	5-25	50-80	8-10	0,8-0,9
Сухая и мокрая резка соломы и сена длиной до 150 мм	200-400	0,8-1,0	200-80	100-150	5-6	0,4
Силос, сенная мука, опилки	200-400	0,8-1,0	200-80	100-150	5-6	0,4
Корнеплоды, картофель	200-400	0,6-1,0	60-20	80-100	5-6	0,4
Навоз, и смесь торфоперегнойная	250-300	0,6-1,0	80-60	50-80	5-8	0,6-0,8
Минеральные удобрения, топливо, цемент, песок	250-300	0,6-1,0	80-60	50-80	5-8	0,4-0,5
Колос, сено, солома	400-600	0,8-1,0	300-200	250-300	10-12	0,3

Таблица 19 – Характеристика винтов вертикальных транспортеров

Род груза	Наружный диаметр *D*, мм	Коэффициент φ	Частота вращения винта *n*, об/мин	Диаметр вала винта	Коэффициент заполнения, ψ
Зерно	80-250	1,0	600-200	20-80	0,3-0,4
Комбикорм и сенная мука	150-250	1,0	400-150	30-80	0,3
Кашеобразные, не слипающиеся продукты	150-250	0,6-0,7	600-150	30-80	0,2–0,5
Корнеплоды, картофель	250-400	0,5-0,6	200-100	50–80	0,2–0,3
Силос, опилки	250-400	1,0	250–100	75-100	0,3–0,5

В винтовых транспортерах общего назначения шаг винта обычно определяют из выражения:

$$s = \varphi D, \qquad (32)$$

где: φ– коэффициент, учитывающий межвитковое расстояние, φ=0,8÷1,2.

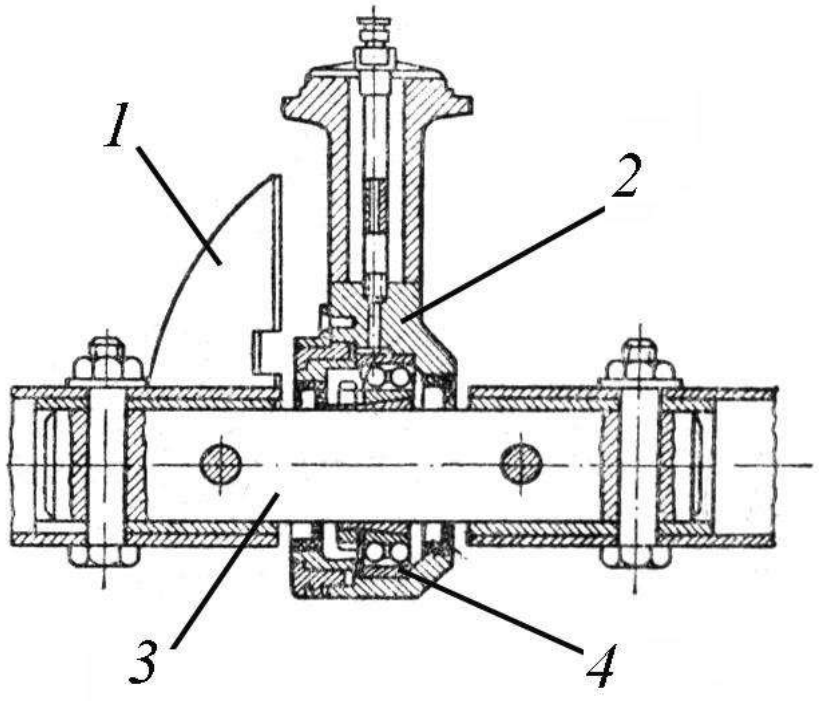
Желоб тихоходных винтовых транспортеров иногда делают открытым, но, как правило, на стационарных винтовых транспортерах желоба имеют крышки *10* (см. рис.31а) с уплотнением прокладками и запорным устройством *11*. Желоб выполняют из листовой стали толщиной 2÷6 мм. Также, желоба могут изготавливать из чугуна, алюминиевого сплава и пластмасс. Между желобом и винтом предусматривают зазор величиной от 2 до 12 мм в зависимости от рода перемещаемого груза (см. табл.18).

Желоба длинных транспортеров собирают из секций длиной 2÷4 м. Секции соединяют приварными фланцами из уголковой стали. Для удобства осмотра желоба его крышку делают съемной со смотровыми люками *6* (см. рис.31а).

Передвижные транспортеры имеют закрытый цилиндрический желоб (см. рис.35–36) из листовой стали.

Подшипники, в которых лежит вал винта, устанавливают в торцовых стенках желоба, а при большой длине транспортера к перекладине сверху желоба крепят дополнительно промежуточные подвесные подшипники (рис. 40). Подвесные подшипники устанавливают обычно по секциям винта.

В винтовых транспортерах, как правило, вал лежит в подшипниках качения, которые из-за тяжелых условий работы должны быть надежно уплотнены (рис. 40). В тихоходных винтовых транспортерах применяют также подшипники скольжения. Так как вал винтового транспортера испытывает значительные осевые нагрузки, то в одной из концевых опор, кроме радиального, ставят упорный подшипник–подпятник.



1–винт; 2–корпус опоры; 3–ступица; 4–радиальный подшипник.

Рисунок 40 – Конструкция промежуточной опоры винта.

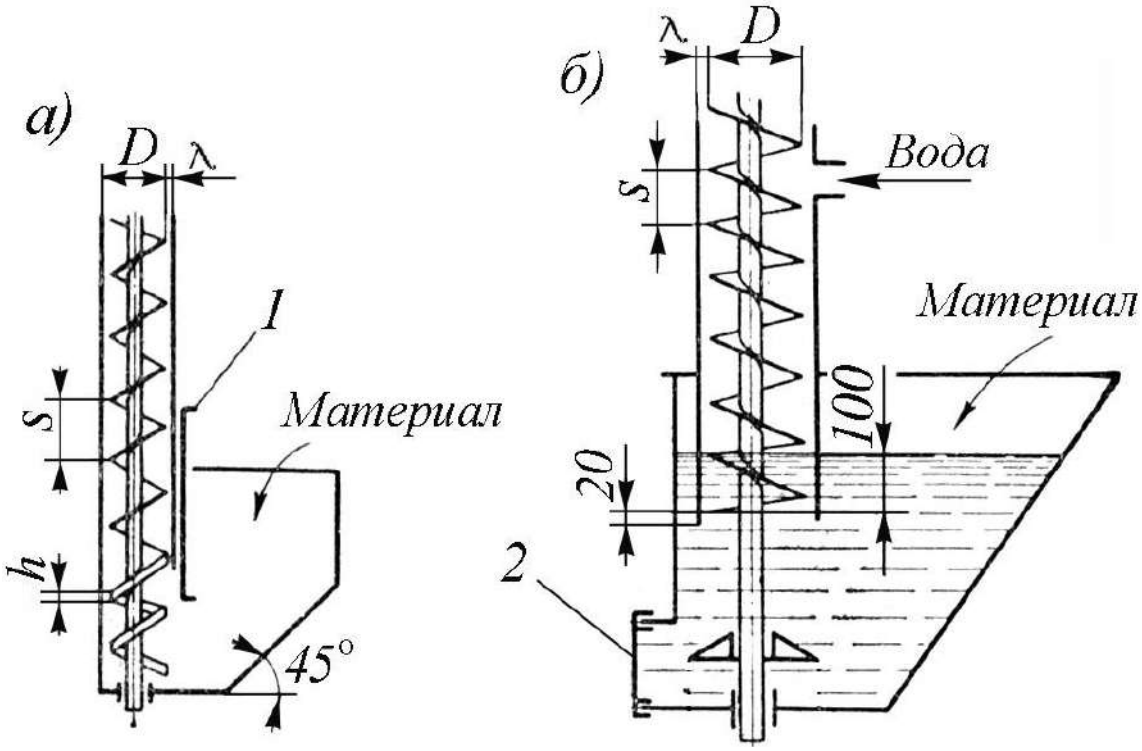
Привод у винтовых транспортеров наиболее распространен от электродвигателя или двигателя внутреннего сгорания через редуктор на ременную или цепную передачу. Встречаются, также, конструкции привода, когда крутящий момент подается на вал

шнека непосредственно с компактного червячного редуктора через соединительную муфту.

Загрузочные устройства в большинстве случаев устанавливают на конце транспортера. В горизонтальных и пологонаклонных транспортерах они представляют собой люки *9* (см. рис.31а).

В передвижных наклонных транспортерах (рис.35–36) загрузка из-под навала зерна производится через приемную часть винта, витки которой имеют захватывающие бортики. Эту часть винта, не закрытую желобом, погружают в навал зерна. Винтовые горизонтальные и вертикальные транспортеры загружают через бункер в виде воронки (рис.34), установленный у загрузочного люка. Для регулирования подачи груза бункер снабжают задвижкой для изменения просвета загрузочного отверстия.

На рис. 41а дана схема загрузочного бункера с задвижкой *1* для вертикального винтового транспортера.



1– задвижка бункера; 2– крышка камнеуловителя.

Рисунок 41 – Конструкция загрузочных устройств.

На рис. 41б показан загрузочный бункер вертикального транспортера для перемещения картофеля. При подаче в верхнюю часть желоба чистой воды одновременно с транспортированием происходит обмывание картофеля. Крыльчатка, расположенная в нижней части вала винта, вызывает циркуляцию воды, в результате чего картофель всплывает и захватывается витками винта. Тяжелые примеси (почва и камни) опускаются на дно, и их периодически удаляют через крышку камнеуловителя *2*.

Для равномерной загрузки вертикальных винтовых транспортеров применяют питатели *13, 16* (см. рис.31б*)*. Захватывающая часть вертикального транспортера, представляющего собой двухзаходный винт со сплошными витками переменного шага и диаметра, обеспечивает плавный переход скоростей движения материала: от малой в питателе к более высокой в вертикальном транспортере.

Разгрузочным устройством винтовых транспортеров служат люки с задвижками, установленными в днище желоба. Привод задвижек может быть ручной или дистанционный с помощью электро-, пневмо- и гидропривода. Разгрузочные люки могут быть установлены в любом месте желоба.

4.4. Пример расчета винтового транспортера

Рассчитать винтовой транспортер загрузчика зерна производительностью Q= 10 т/ч (2,78 кг/с) с углом наклона β=45° и высотой загрузки H=1,5м (рис.42). Длина горизонтального перемещения груза L=1,5 м.

По табл. 18, 19 для зерна по условию сохранности груза рекомендуемая частота вращения винта составляет n= 60÷400 об/мин. Принимаем n= 250 об/мин.

Угловая скорость винта:

$$\varpi = \frac{\pi n}{30} = \frac{3{,}14 \cdot 250}{30} = 26{,}2 \text{ рад/с.} \qquad (33)$$

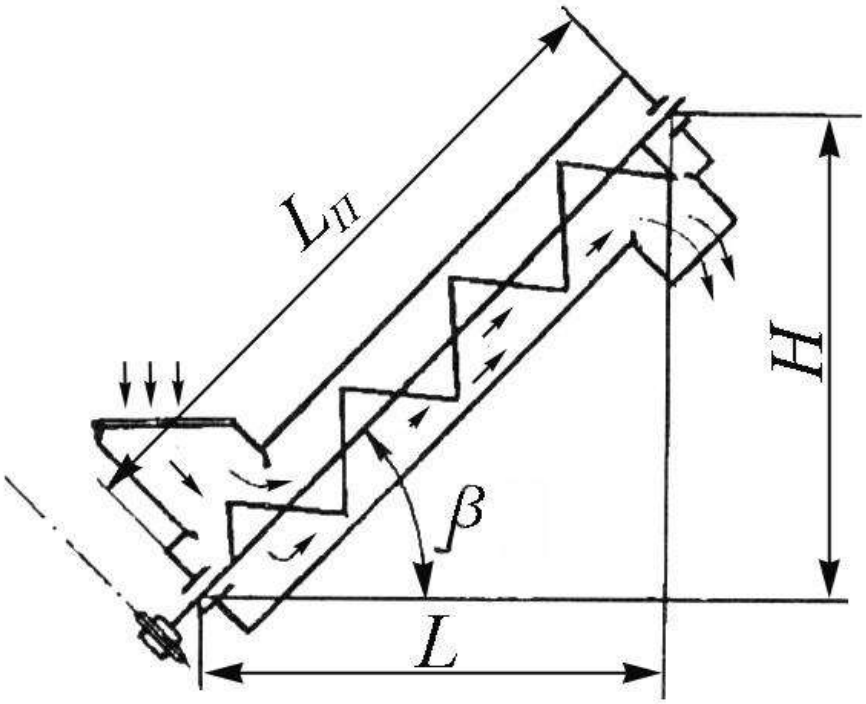


Рисунок 42 – Схема к расчету винтового транспортера.

Расчетный диаметр винта определяем по формуле:

$$D = \sqrt[3]{\frac{8Q}{\psi\rho\varphi\varpi}} \text{ м,} \qquad (34)$$

где: ψ=0,3– коэффициент, определяемый по табл. 18; ρ=800 кг/м^3 – плотность груза (зерна); φ– коэффициент, учитывающий межвитковое расстояние, φ=1.

Подставим полученные данные в выражение (34):

$$D = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot 2{,}78}{0{,}3 \cdot 800 \cdot 26{,}2}} = 0{,}15 \text{ м.} \qquad (35)$$

Принимаем диаметр винта D=150 мм.

Определим другие основные геометрические параметры винта.

Шаг винта вычислим по формуле (32):

$$s = \varphi D = 1 \cdot 150 = 150 \text{ мм.} \quad (36)$$

Угол наклона винтовой линии:

$$\gamma = arctg \frac{s}{D}. \quad (37)$$

Подставим полученные величины в выражение (37):

$$\gamma = arctg \frac{150}{150} = arctg1 = 45^{O}. \quad (38)$$

Полная длина транспортера:

$$L_{П} = \frac{H}{\cos 45^{O}} \text{ м.} \quad (39)$$

Подставим в выражение (39) численные значения:

$$L_{П} = \frac{1,5}{0,707} = 2,12 \text{ м.} \quad (40)$$

Мощность, необходимая для привода:

$$P = gQ\left(L + H\right)K_{C}K_{Д} \text{ Вт,} \quad (41)$$

где: K_{C}– коэффициент сопротивления движению груза, зависящий от вида груза: для сыпучих и легких грузов K_{C}=1,2÷2,5, для плотных, связных и тяжелых – K_{C}=2,5÷5; $K_{Д}$– коэффициент, учитывающий дополнительные сопротивления движению от сил инерции, перемешивания груза и др. $K_{Д}$=1,5÷4,5 (верхние значения для вертикальных транспортеров).

Определим мощность привода из выражения (41), приняв K_{C}=1,5, $K_{Д}$=3,0:

$$P = 9,81 \cdot 2,78\left(1,5 + 1,5\right)1,5 \cdot 3 = 368,2 \text{ Вт.} \quad (42)$$

Требуемая мощность электродвигателя:

$$P_Э = \frac{PK_{ДВ}}{\eta} \text{ Вт,} \qquad (43)$$

где: $K_{ДВ}$– коэффициент запаса мощности двигателя для преодоления перегрузок, $K_{ДВ}$=1,3÷1,5; η– КПД механизма привода.

Определим требуемую мощность электродвигателя привода из выражения (43), приняв $K_{ДВ}$=1,4; η=0,8:

$$P_Э = \frac{368,2 \cdot 1,4}{0,8} = 644,4 \text{ Вт.} \qquad (44)$$

Крутящий момент на валу винта транспортера:

$$T = \frac{30 P_Э \eta}{\pi n} \text{ Н·м.} \qquad (45)$$

По выражению (45) определим крутящий момент на валу винта транспортера:

$$T = \frac{30 \cdot 644,4 \cdot 0,8}{3,14 \cdot 250} = 19,7 \text{ Н·м.} \qquad (46)$$

Диаметр выходного конца цапфы вала:

$$d_Ц = \sqrt[3]{\frac{5T}{[\tau_{КР}]}} \text{ мм,} \qquad (47)$$

где: $[\tau_{КР}]$– допустимое напряжение материала цапфы, $[\tau_{КР}]$=15÷20 МПа.

Из формулы (47) определим диаметр выходного конца цапфы вала, подставив T=19,7·10^3 Н·мм, и приняв $[\tau_{КР}]$=15 МПа:

$$d_Ц = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 19,7 \cdot 10^3}{15}} = 18,73 \text{ мм.} \qquad (48)$$

Принимаем $d_Ц$ = 19 мм.

Диаметр вала винта:

$$d_В = d_Ц + (0,1...0,2)D \text{ мм.} \qquad (49)$$

Из выражения (49) определим диаметр вала винта:

$$d_B = 19 + 0{,}1 \cdot 150 = 34 \text{ мм.} \quad (50)$$

Принимаем диаметр вала винта d_B=40 мм.

Диаметр посадочного места подшипника:

$$d_П = d_Ц + 1...5 \text{ мм.} \quad (51)$$

Тогда определим диаметр посадочного места подшипника:

$$d_П = 19 + 1 = 20 \text{ мм.} \quad (52)$$

Для верхней вращательной, ограничивающей осевое перемещение, опоры *A* (рис.43) по нормативам выбираем роликовый радиально-упорный подшипник 7204 легкой серии, для нижней, вращательно-поступательной опоры *B* – шариковый радиальный подшипник 204 легкой серии.

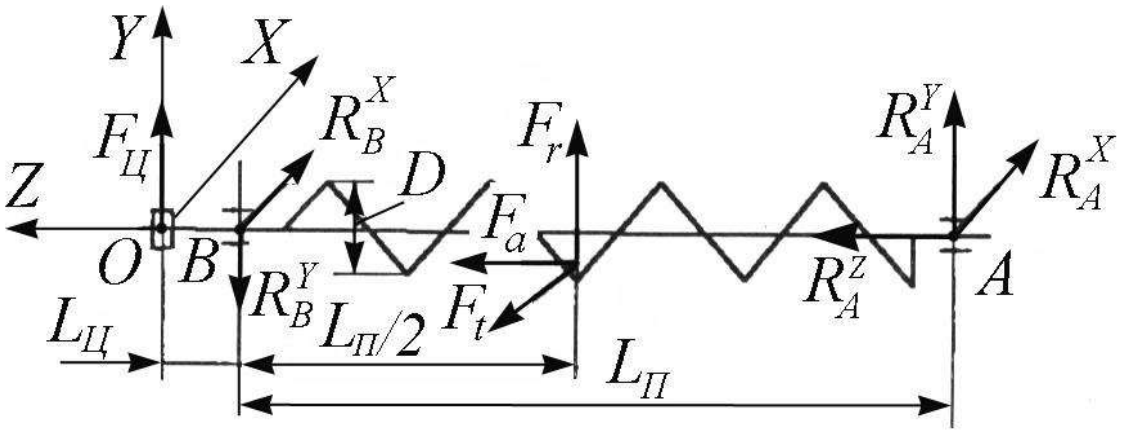


Рисунок 43 – Схема к расчету сил и реакций в подшипниках винта.

Определяем силы, действующие на винт.

Окружная сила, действующая на винт:

$$F_t = \frac{2T}{K'D} \text{ Н,} \quad (53)$$

где: *K′*– коэффициент, учитывающий положение равнодействующей сил сопротивления вращению винта, *K′*=0,7÷0,8.

Найдем окружную силу, действующую на винт из выражения (53), подставив K'=0,75; D=0,15 м:

$$F_t = \frac{2 \cdot 19,7}{0,75 \cdot 0,15} = 350,2 \text{ Н}, \quad (54)$$

Радиальная сила, действующая на винт:

$$F_r = F_t tg\gamma_C \text{ Н}, \quad (55)$$

где: γ_C– средний угол подъема винтовой линии, град.

Принимаем из [6]:

$$tg\gamma_C = 0,45\frac{s}{D}. \quad (56)$$

Тогда F_r:

$$F_r = 0,45F_t\frac{s}{D} = 0,45 \cdot 350,2\frac{0,15}{0,15} = 157,59 \text{ Н}. \quad (57)$$

Осевая сила, действующая на винт:

$$F_a = \frac{2T}{K'Dtg\left(\gamma_C + \xi\right)} \text{ Н}, \quad (58)$$

где: ξ– угол трения между винтом и грузом, принимаем по [6] ξ =22 град.

Выразим из выражения (56) угол γ_C:

$$\gamma_C = arctg\left(0,45\frac{s}{D}\right) = 24,2^O. \quad (59)$$

Подставим выражение (59) в (58) и найдем осевую силу:

$$F_a = \frac{2 \cdot 19,7}{0,75 \cdot 0,15 \cdot tg\left(24,2 + 22\right)} = 335,85 \text{ Н}. \quad (60)$$

Вычислим реакции в подшипниках вала.

Из расчетной схемы (рис.43) видно, что опора A допускает лишь чисто вращательное движение, тогда как что опора B допускает вращательно-поступательное движение.

Определим реакции вдоль оси *OX*:

$$R_A^X = R_B^X = \frac{F_t}{2} = \frac{350,2}{2} = 175,1 \text{ Н.} \quad (61)$$

Определим реакции вдоль оси *OZ*:

$$R_A^Z = F_a = 335,85 \text{ Н.} \quad (62)$$

Определим реакции вдоль оси *OY*:

$$R_A^Y = \frac{2F_Ц L_Ц - F_r L_П}{2L_П} \text{ Н;} \quad (63)$$

$$R_B^Y = F_r + R_A^Y - F_Ц \text{ Н,} \quad (64)$$

где: $F_Ц$– усилие, зависящее от типа выбранного привода, определяется опытным путем; $L_Ц$– расстояние от опоры *B* до точки приложения усилия $F_Ц$, принимаем: $L_Ц$=0,15 м.

Определим $F_Ц$ для цепного привода со звездочкой диаметром $d_{зв}$=0,25 м, тогда:

$$F_Ц = 2\frac{T}{d_{зв}} = 2\frac{19,7}{0,15} = 262,67 \text{ Н.} \quad (65)$$

Подставим в выражения (63–64) расчетные параметры, тогда получим:

$$R_A^Y = \frac{2 \cdot 262,67 \cdot 0,15 - 157,59 \cdot 2,12}{2 \cdot 2,12} = -60,21 \text{ Н;} \quad (66)$$

$$R_B^Y = 157,59 - 60,21 - 262,67 = -165,29 \text{ Н.} \quad (67)$$

Найдем полные реакции в опорах *A* и *B*:

$$R_A = \sqrt{\left(R_A^X\right)^2 + \left(R_A^Y\right)^2 + \left(R_A^Z\right)^2} \text{ Н;} \quad (68)$$

$$R_B = \sqrt{\left(R_B^X\right)^2 + \left(R_B^Y\right)^2} \text{ Н.} \quad (69)$$

Подставим в выражения (68–69) полученные ранее значения составляющих реакций, тогда получим:

$$R_A = \sqrt{(175{,}1)^2 + (-60{,}21)^2 + (335{,}85)^2} = 383{,}51 \text{ Н;} \qquad (70)$$

$$R_B = \sqrt{(175{,}1)^2 + (-165{,}29)^2} = 240{,}79 \text{ Н.} \qquad (71)$$

На заключительном этапе проводим расчет подшипников качения на долговечность по методике, изложенной в курсе «Детали машин».

Контрольные вопросы

1. Укажите область применения винтовых транспортеров. 2. Поясните принцип работы винтовых транспортеров. 3. Какие винтовые транспортеры Вы знаете? 4. Дать описание приемному устройству для разгрузки автомобилей-самосвалов. 5. Назовите основные конструктивные элементы передвижных винтовых транспортеров. 6. Каким образом устанавливается винтовое загрузочное устройство для самосвальных кузовов автомобилей? 7. Назовите преимущества и недостатки винтовых транспортеров. 8. Составьте схемы погрузочно-разгрузочных транспортных работ на транспортных узлах с применением автомобилей, основанных на использовании винтовых транспортеров. 9. Перечислите основные этапы расчета винтового транспортера.

5. Оборудование транспортеров

5.1. Назначение и устройство современных транспортеров

Транспортеры для горячих грузов. Для безотказной работы транспортеров, работающих при высоких температурах необходимо применять термостойкую конвейерную ленту. Резиновый комбинат в Тюрингии (Германия) разрабатывает и выпускает резинотросовые ленты, предназначенные для транспортировки насыпных грузов с температурой до 180ºС. Данные ленты применяются в основном для транспортировки таких материалов, как цемент, кирпич, котельные шлаки и т. п. Толщина поставляемой ленты 11,5 и 12,5 мм (при диаметре стальных тросов каркаса соответственно 3,5 и 4,5 мм); ширина ленты 750, 1000 и 1200 мм; наибольшая длина - 500 м.

Голландская фирма "Ammeraal", имеющая также свои предприятия и филиалы в Германии, Франции, Великобритании, Австралии, выпускает широкий ассортимент конвейерных лент, в том числе термостойкие и антистатические огнестойкие конвейерные ленты. Термостойкие ленты предназначены для транспортировки грузов с температурой до 500ºС. Слои ленты изготовляются из хлопчатобумажного, полиэфирного материала или стекловолокна. Покрытия из бутилкаучука, кремнийорганических соединений. Антистатические огнестойкие ленты применяются в помещениях, где существует угроза возгорания. Покрытия этих лент выполнены из особых разновидностей поливинилхлорида или неопрена.

Для туннельных морозильных аппаратов (при температуре ниже минус 40°С), а также для водоочистных сооружений фирма выпускает сетчатые и перфорированные морозостойкие ленты. Сетчатые ленты изготавливаются из полиэфирных материалов и

нейлона. Кромки ленты усилены полосами из поливинилхлорида, полиуретана или силиконового каучука.

При температуре 940°С и выше в высокотемпературной и коррозионной среде металлы обычно подвергаются сильному коррозионному разрушению. Эта проблема решена фирмой "Morris Enterprises" (США) путем замены металлических конвейерных лент с никель-хромовым покрытием на ленты с керамическими волокнами. Такой конвейер предназначен для транспортировки материалов в трехсекционную высокотемпературную печь с температурой до 940°С.

В США одна из фирм выпускает специально разработанный волокнистый материал, используемый для изготовления конвейерных лент. Например, материал марки АВ-312 сохраняет модуль упругости, равный 2500 кг·с/мм^2 при температуре до 930°С. Серийно выпускаемое фирмой керамическое волокно может выдерживать продолжительное воздействие температуры до 1427°С и кратковременное воздействие температуры, достигающей 1649°С, без деформаций. Предельно допустимая температура достигает 1816°С.

Составляющие волокно нити диаметром 10-14 мкм сплетены в более толстые круглые и плотные и химически стойкие нити. Эта ткань может быть окрашена в массе. Данная окраска предпочтительнее нанесения поверхностной краски. Волокна свивают и сплетают в ткань. Из этого материала изготовляют огнеупорные и коррозионностойкие прочные конвейерные ленты.

В процессе монтажа транспортеров, оснащенных такими лентами, не требуется большой преднатяг ленты. Поскольку, даже при рабочем режиме 24 ч в сутки, конвейерные ленты должны подтягиваться лишь один раз в месяц. Данный материал обладает

высокой теплопроводностью, что обеспечивает быстрое остывание сильно нагретой конвейерной ленты.

Накопленный опыт показывает, что такие прочные, эластичные, непроницаемые и химически стойкие керамические ткани могут применяться для изготовления конвейерных лент при требованиях высокой термостойкости конвейеров.

Помимо создания термостойких и коррозионностойких конвейерных лент, широкое распространение приобретает защита от интенсивного износа бункеров, течек и поверхностей других узлов современных высокопроизводительных транспортеров. В настоящее время для футеровки бункеров, течек и других узлов выпускаются износостойкие резиновые покрытия, отличающиеся высокой сопротивляемостью к истиранию, а также маслостойкостью.

Для футеровки приводных барабанов транспортеров выпускаются фрикционные, масло- и жаростойкие покрытия с различными профильными рисунками поверхности из однородного поливинилхлорида, резины или полиуретана.

В последнее время для оснащения ленточных транспортеров в мировой практике все чаще применяют мотор-барабаны.

Мотор-барабан объединяет в едином приводном агрегате все необходимые для ленточного транспортера узлы: электродвигатель, редуктор и барабан. При такой компоновке весь привод размещается внутри приводного барабана, что позволяет выполнить конструкцию транспортера компактной и удобной в эксплуатации.

Отсутствие специальной рамы под привод, чугунного корпуса редуктора, соединительных муфт, а также корпуса электродвигателя позволяет выполнить мотор-барабан значительно более легким, чем обычный привод соответствующей мощности. Благодаря перечисленным преимуществам мотор-барабаны в настоящее время

нашли широкое применение в качестве приводных устройств ленточных транспортеров самых различных типов и назначения.

В Польше освоен выпуск широкой номенклатуры мотор-барабанов. Они изготавливаются в следующих исполнениях: Е - европейский климат; ТА - сухие тропики; ТН - влажные тропики; АМ-1 - морской климат,

Краткая техническая характеристика мотор-барабанов приведена в табл. 20.

Таблица 20 – Техническая характеристика мотор-барабанов

Параметры	Тип					
	АМ–1	219	250	315	400	500
Диаметр, мм	219	219	250	315	400	500
Ширина ленты, мм	300 400 600 800	300 400 500 650 800	400 500 650 800	400 500 650 800	500 650 800 1000	650 800 1000 1200
Скорость ленты, м/с	0,016–0,7	0,08–1,0	0,15–1,6	0,4–1,6	0,8–1,6	1,0–3,15
Мощность, кВт	0,6 0,8 1,1	0,4 0,8 1,1	0,8 1,1	1,1 1,5 2,2 3,0	1,5 2,2 3,0 4,0	5,5 7,5 10,0

В зависимости от требований потребителя и по согласованию с заводом-изготовителем, мотор-барабаны выпускаются дополнительно оснащенные "блокировкой отката" – роликовым тормозным устройством, предотвращающим обратный ход ленты с грузом, что может иметь место на наклонном транспортере или ленточном элеваторе при выходе из строя привода. Для привода транспортеров с лентой из металлической сетки, элеваторов и дозаторов также по согласованию с изготовителем поставляются мотор-барабаны со специально выполненной поверхностью барабана.

Загрузочные самотечные рукава. Вместе с загрузочными устройствами применяются для загрузки как открытых, так и закрытых грузовых машин и вагонов, а также для загрузки судов. При заполнении автоцистерн и вагонов-цистерн производительность загрузочных устройств достигает более 300 т/ч и при загрузке судов – до 1200 т/ч. Установки для бестарной погрузки (погрузки навалом) находят широкое применение во всем мире для загрузки цемента, зерна, глины, минеральных удобрений, кормов и др.

Одной из ведущих фирм в области создания загрузочных устройств является "Möller" (Германия), которая выпускает рукава двух основных типов, конструкция которых зависит от свойств транспортируемых грузов. Загрузочные самотечные рукава для неабразивных и малоабразивных насыпных грузов состоят из двойных рукавов, выполненных из синтетического волокна. Для предотвращения изгиба рукавов оба рукава снабжены кольцами жесткости и распорными прутками. Загрузочные самотечные рукава для высокоабразивных грузов имеют внутри телескопическую трубу, которая изготавливается в зависимости от свойств насыпного груза: из обычной или износостойкой стали. Для агрессивных грузов применяется легированная сталь.

Через внутренний рукав или трубу транспортируемый материал подается самотеком в транспортное средство; между внутренним и наружным рукавами наверх движется вытесненный из цистерн или контейнеров запыленный воздух, который через очищающий фильтр отводится наружу. Нижняя головка загрузочного самотечного рукава может быть оборудована для загрузки открытых грузовых машин, вагонов и судовых помещений защитным кожухом от пыли. Этот защитный пылевой кожух имеет коническую форму,

расширяющуюся книзу, и закрывает верхнюю часть насыпного конуса, предотвращая выход пыли наружу.

Для загрузки закрытых емкостей (цистерн или контейнеров) самотечный рукав снизу оборудован конической головкой, которая устанавливается на входное отверстие резервуара, обеспечивая герметичное соединение. Входное отверстие нижней головки загрузочного самотечного рукава закрывается запорным конусом, в который встроено выключающее устройство уровня заполнения. Вытесняемый во время процесса погрузки воздух отводится через двойной рукав. Выходное отверстие нижней головки загрузочного самотечного рукава имеет такую конструкцию, что выходящий воздух не захватывает с собой входящий транспортируемый материал.

В верхней головке самотечного загрузочного рукава установлен клапан подсоса дополнительного воздуха. После окончания процесса заполнения и запирания снизу загрузочного самотечного рукава может быть поступать дополнительный воздух. Благодаря этому предотвращается возможность коробления загрузочного самотечного рукава из-за создаваемого работой фильтра снижения давления. В верхнюю головку загрузочного самотечного рукава встроен механизм подъема, позволяющий отводить его после завершения загрузки.

К лебедке подъемного механизма снизу подвешен запорный конус. При включении моторизованной лебедки запорный конус поднимается и закрывает выходное отверстие загрузочного рукава. Затем за запорный конус поднимается весь загрузочный самотечный рукав.

Для заполнения закрытых резервуаров загрузочный самотечный рукав опускается при помощи или лебедки на входной патрубок цистерны или контейнера под действием собственного веса, конус

опускается до соприкосновения с упором, и открывает все сечение выходного отверстия загрузочного самотечного рукава. При соприкосновении с упором запорного конуса, происходит ослабление натяжения каната лебедки и электродвигатель лебедки автоматически выключается. Запорный механизм над загрузочным самотечным рукавом открывается и начинается процесс загрузки. Через двойной рукав выходит вытесненный загружаемым материалом воздух и поступает в фильтровальную установку.

Когда загружаемый в резервуар материал касается зонда выключателя, контролирующего уровень заполнения, отключающее устройство дает команду на запорный механизм – например, на быстродействующий шибер и процесс загрузки автоматически прекращается. Благодаря этому переполнение резервуара невозможно.

Поднятием загрузочного самотечного рукава можно управлять посредством дистанционного клавишного выключателя, причем высота подъема ограничена концевым выключателем.

При применении загрузочных самотечных рукавом с защитным пылевым кожухом для загрузки открытых транспортных средств рукав необходимо постепенно поднимать по мере нарастания насыпного конуса. После каждого приподнимания загрузочного самотечного рукава между защитным кожухом последнего и насыпным конусом сыпучего груза возникает воздушный зазор. В некоторых случаях можно для автоматизации постепенного подъема загрузочного самотечного рукава встроить в нижнюю головку загрузочного рукава выключатель уровня заполнения.

В пылевую воронку встроены два расположенных друг против друга зонда выключающих устройств. Когда в процессе наполнения цистерн насыпной конус груза, например, фосфомуки (пылевидного минерального удобрения), возрастает до определенного размера,

зонды, расположенные в пылевой воронке, посылают команду на электродвигатель лебедки. Лебедка оборудована двумя независимо работающими приводными электродвигателями. Причем, один электродвигатель имеет редуктор, рассчитанный на малые скорости подъема, предусмотренные для автоматических движений загрузочного самотечного рукава.

В процессе наполнения цистерны регулируемое реле времени отключает электродвигатель лебедки подъема загрузочного самотечного рукава. Это значит, что медленное перемещение вверх загрузочного самотечного рукава заканчивается после подъема приблизительно на 200 мм. В это время происходит подача фосфомуки и дальнейший рост насыпного конуса под углом 45º. Когда насыпной конус касается одного из двух зондов выключающих устройств уровня заполнения, загрузочный самотечный рукав поднимается опять наверх моторной лебедкой на такое же расстояние.

Для загрузки нескольких резервуаров транспортных средств, расположенных друг за другом на различном расстоянии, применяется сдвоенная подвижная загрузочная установка со шнековыми транспортерами. Выходной патрубок подающей транспортной установки находится между подвижными загрузочными установками в середине. От выходного патрубка подвод транспортируемого материала разветвляется таким образом, чтобы была возможна поочередная загрузка материалов той или другой подвижной загрузочной установки.

Возможна также одновременная загрузка обеих подвижных загрузочных установок. Под каждой подвижной загрузочной установкой висит загрузочный самотечный рукав. Переход от шнекового конвейера к загрузочному самотечному рукаву осуществляется под некоторым углом, поскольку загрузочный рукав

находится над серединой проездного пути. Для заполнения резервуара транспортного средства первая подвижная загрузочная установка переходит в рабочее положение над входным патрубком данного резервуара, после чего устанавливается загрузочный самотечный рукав и установка приводится в действие.

Во время процесса наполнения одного резервуара может быть переведена в рабочее положение вторая подвижная загрузочная установка. Второй загрузочный самотечный рукав опускается на входной патрубок другого резервуара. При этом не имеет значения расстояние от первого резервуара до второго, так как обе подвижные загрузочные установки работают независимо друг от друга и имеют раздельные подъездные пути.

По такому же принципу производится загрузка транспортных средств с прицепами. Когда наполнен первый резервуар, поток материала просто переключается на вторую подвижную загрузочную установку и начинается наполнение второго резервуара или транспортного средства. Управление потоком материала рассчитано таким образом, что в зависимости от мощности подачи оба загрузочных самотечных рукава могут работать одновременно. Благодаря этому при загрузке транспортных средств подвижной установкой с двумя резервуарами может время загрузки быть сокращено наполовину.

5.2. Приводные и натяжные станции

Приводные станции транспортеров выполняют в виде закрытой торцовой секции короба конвейера и располагают в местах максимального натяжения тяговой цепи. Помимо торцовой секции короба, они включают приводные звездочки, редукторы, двигатели, муфты, а также предохранительные контрольные и очистные

устройства. Приводные станции выполняют с принудительным натяжением и самонатяжением сбегающей ветви рабочего органа с одной и двумя (или несколькими) приводными звездочками; с несущими стенками приводной секции короба, когда на них смонтированы подшипники приводных звездочек или весь привод, и разгруженными; без рамы, с общей рамой под секцию короба и привод, с раздельными рамами под секцию короба и привод и с рамой только под привод, а также различной компоновки и мощности. Самонатяжение сбегающей ветви наиболее просто в конструктивном отношении, удобно и надежно в эксплуатации, однако связано с увеличением габаритов приводной станции, что не всегда допустимо. Например, на отечественных транспортерах типа КПС (см. рис.57) самонатяжение успешно достигается за счет силы тяжести тяговой цепи, находящейся между концевым и отклоняющим роликами. Приводные звездочки обязательно оборудуют цепесъемниками и монтируют на специальном валу или непосредственно на консоли вала редуктора. Перед выходом тяговой цепи на приводные звездочки она должна очищаться специальными чистителями от материала, зависшего на ней и скребках. Приводные станции оборудуют разгрузочным люком или специальным проемом для выхода материала, зависшего на рабочем органе и сбрасываемого чистителем или осыпающегося при огибании звездочки и отклоняющего ролика. Для периодического осмотра, чистки и ремонтных работ стенки короба на приводных станциях оборудуют окнами, закрытыми стеклами, смотровыми и ремонтными люками и крышками.

Представляет интерес схема привода транспортера конструкции ВНИИПТМАШа, положенная в основу параметрического ряда и выполненная в виде обособленного блока. На раме *1* (рис.44) смонтирована плита *2,* перемещаемая с помощью винта *8* и

оборудованная шарнирно закрепленной площадкой *4* с регулировочным винтом *3*. Трехфазный асинхронный электродвигатель *5* и редуктор *7* типа РЦД крепят соответственно на площадке и плите и соединяют клиноременной передачей *6*. На консольном валу редуктора устанавливают тяговую звездочку *9*, соединительную муфту или звездочку цепной передачи к тяговым звездочкам конвейера. Натяжение клиноременной и цепной передач осуществляется соответственно отклонением площадки и перемещением плиты. Наличие цепной передачи позволяет уменьшать ширину транспортера в области приводных звездочек, наиболее рационально размещать привод в конкретных условиях эксплуатации (под транспортером, сбоку или над ним) и изменять скорость движения рабочего органа (как и при клиноременной передаче).

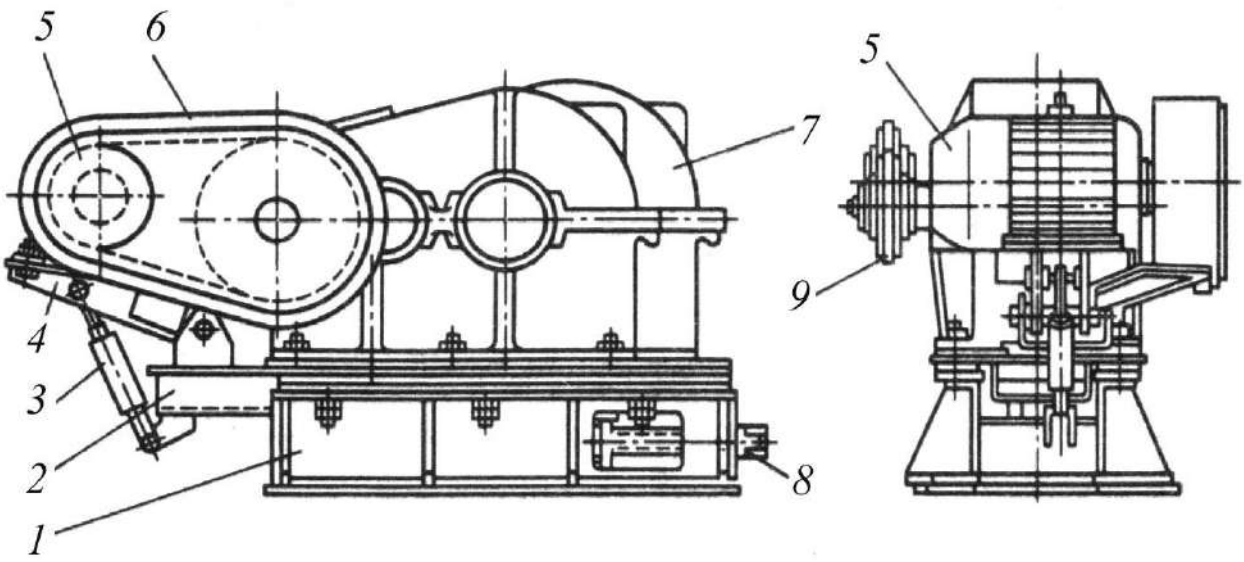


Рисунок 44 – Привод транспортера конструкции ВНИИПТМАШа.

Такие приводы можно устанавливать на транспортерах различных назначений, производительностей и длин при любых трассах транспортирования груза и относительно небольших мощностях привода.

Если приводные звездочки не монтируют непосредственно на валу редуктора, то подшипники вала звездочек можно крепить к раме приводной станции или к дополнительным жесткостям короба приводной станции, оборудованным горизонтальными или вертикальными площадками для корпусов подшипников. В последние годы площадки для крепления корпусов подшипников вала звездочек предпочитают располагать перпендикулярно действующей нагрузке. Для удобства проведения профилактических работ и, особенно для демонтажа звездочек верхнюю часть кожуха оборудуют люками и съемными верхней или задней частями секции. Например, на транспортерах фирмы "Bühler" и предприятий Польши кожух, закрывающий звездочки, можно полностью снимать вместе со смотровым люком и крышкой не только для монтажа звездочек, но и для уборки залегшего материала. При такой компоновке привода легко производить поузловую замену и ремонт, регулировать скорость движения рабочего органа и производительность, подбирать наиболее подходящие двигатели и редукторы не только для определенных транспортеров, но и для конкретных расстояний транспортирования. Компоновка удобна в монтаже и эксплуатации. Однако такая схема привода отличается громоздкостью, относительно большой массой и необходимостью сооружения соответствующих фундаментов или специальных рам для крепления рамы привода.

При необходимости создания специального редуктора для привода транспортера приводную станцию можно выполнять с вмонтированным в нее редуктором. Так, приводные станции *1* (рис.45) конвейеров фирмы "Траскат" (Италия) сваривают из листовой стали вместе с отделением *2* под зубчатую передачу, которую обычно выполняют из одной пары зубчатых колес с передаточным отношением 6,3÷8. Электродвигатель *3*,

устанавливаемый на площадке *4,* выполненной заодно со стенками приводной секции короба, передает крутящий момент с помощью клиноременной передачи 5 на вал редуктора *6.*

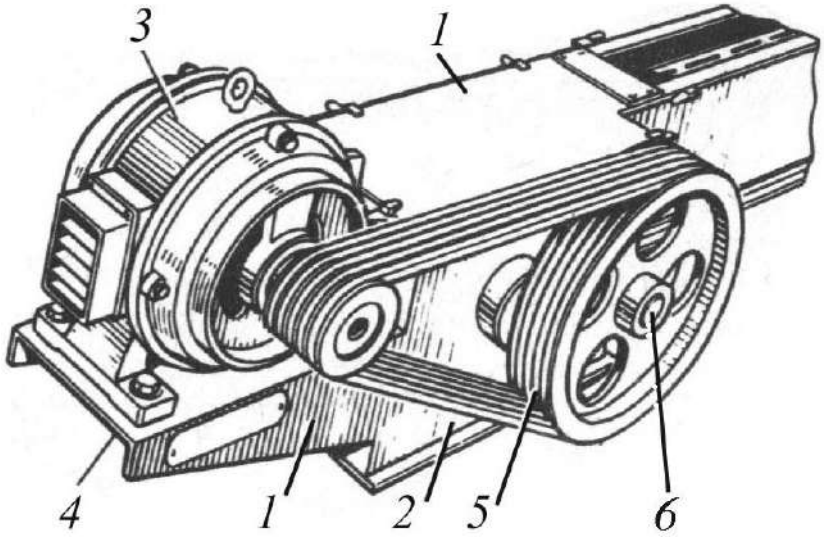


Рисунок 45 – Приводная станция фирмы "Траскат".

Для транспортеров небольшой мощности значительный интерес представляют мотор-редукторы, выпускаемые многими зарубежными фирмами в различных конструктивных исполнениях. Например, мотор-редукторы фирм "Bühler" и "Утва" состоят из соосного редуктора и асинхронного электродвигателя с фланцевым креплением. Редуктор можно оборудовать звездочкой цепной передачи и крепить непосредственно на верхней, нижней и задней стенке приводной секции короба или на специальном кронштейне. Если редуктор передает крутящий момент на вал звездочек через муфту, то его устанавливают на специальной раме или кронштейне. При непосредственной передаче крутящего момента с тихоходного вала редуктора на вал звездочек муфта получается относительно громоздкой, однако появляется возможность вмонтировать в нее эластичные элементы. Так, между ведущей и ведомой частями эластичной муфты транспортеров фирмы Джи-э-Джи (Италия) вставлены амортизирующие резиновые вкладыши, не только

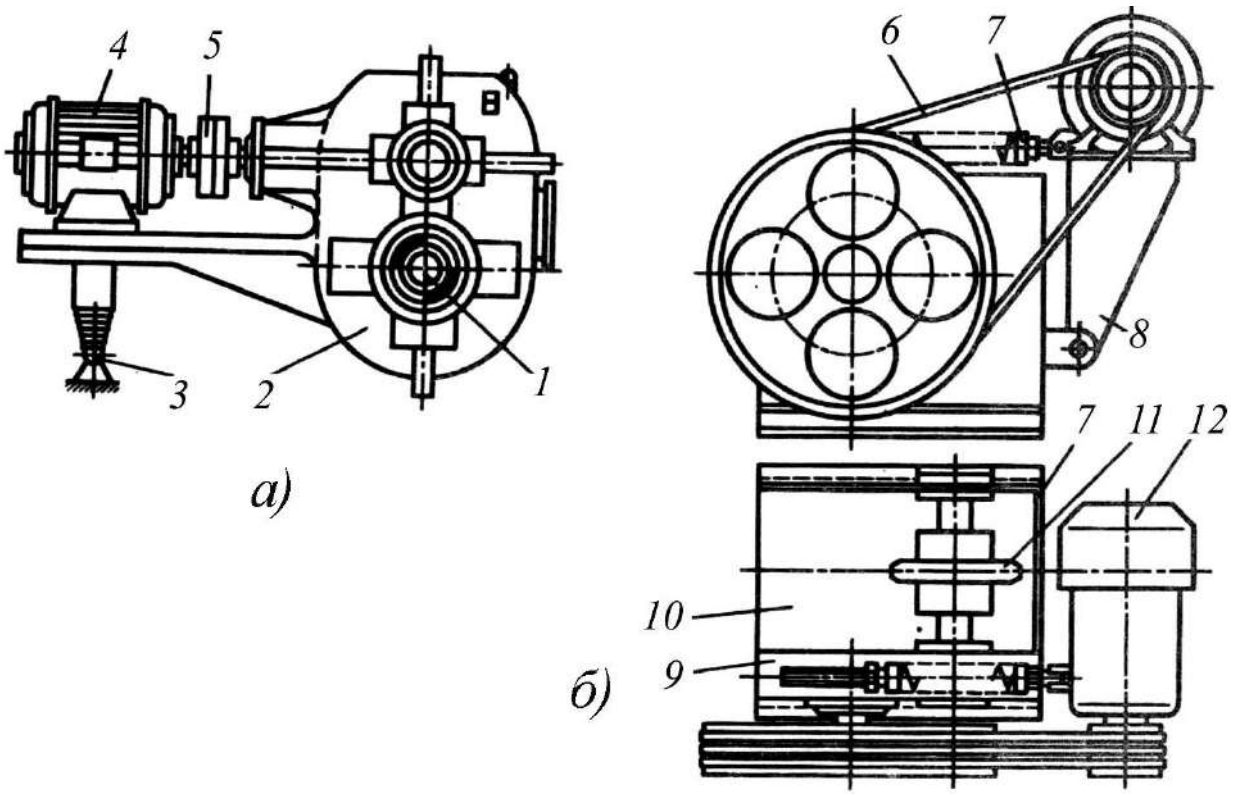
выполняющие роль обычной эластичной муфты, но и несколько снижающие динамические нагрузки.

При установке мотор-редукторов на транспортерах необходимо предусматривать возможность принудительного проворачивания быстроходного вала редуктора (например, рукояткой за второй конец вала электродвигателя). Это бывает необходимо при ремонтно-монтажных и профилактических работах. При нормальной работе привода свободный конец вала закрывается быстросъемным колпаком. Мотор-редукторы значительно упрощают конструкцию привода и уменьшают его габариты, однако связаны с налаженным серийным выпуском редукторов соответствующего параметрического ряда.

Приводы транспортеров необходимо оборудовать соответствующими контрольными, предохранительными и пусковыми устройствами. Обычно в качестве контрольных устройств состояния тяговой цепи используют реле скорости различных типов. При этом обеспечивается контроль за обрывом, заштыбовкой или заклиниванием тяговой цепи. Для ограничения предельного момента часто используется передача крутящего момента на вал звездочек через "срезной палец" (или другой элемент), выходящий из строя и отключающий привод при перегрузке. На достаточно мощных транспортерах можно применять турбомуфты, порошковые или шариковые муфты.

На транспортерах с небольшой и средней мощностью привода редуктор, а иногда и весь привод навешивают на боковую стенку короба или на вал приводных звездочек. При этом полый тихоходный вал *1* навесного привода (рис.46а) надевают непосредственно на вал звездочек, а редуктор *2* крепят болтами к боковой стенке секции короба или оставляют свободно подвешенным и лишь поддерживаемым реактивной тягой *3.*

Двигатель *4* может быть смонтирован на кронштейне корпуса редуктора и связан с ним фланцем или муфтой *5* или вынесен и смонтирован независимо. Последующая передача крутящего момента осуществляется цепной или клиноременной передачей.



а) привод с навесным редуктором; б) привод с вмонтированным редуктором.

Рисунок 46 – Приводы с навесными и вмонтированными редукторами.

Реактивная тяга 3 может быть оборудована амортизирующим устройством и одновременно использована для ограничения крутящего момента и для облегчения пуска загруженного конвейера. Применение навесных приводов вместо привода обычной конструкции позволяет значительно снизить массу привода (за счет рамы, соединительных муфт, иногда цепной передачи, ограждения), габариты, а также значительно упростить монтаж, демонтаж и обслуживание транспортера. Там, где установка крупного навесного привода затруднительна, иногда устанавливают два небольших

навесных привода с обеих сторон приводного вала транспортера. Такое решение целесообразно еще и тем, что позволяет с помощью одного типоразмера привода укомплектовать транспортеры, отличающиеся по требуемой приводной мощности в два раза (навешивая в зависимости от потребной мощности либо один, либо два привода).

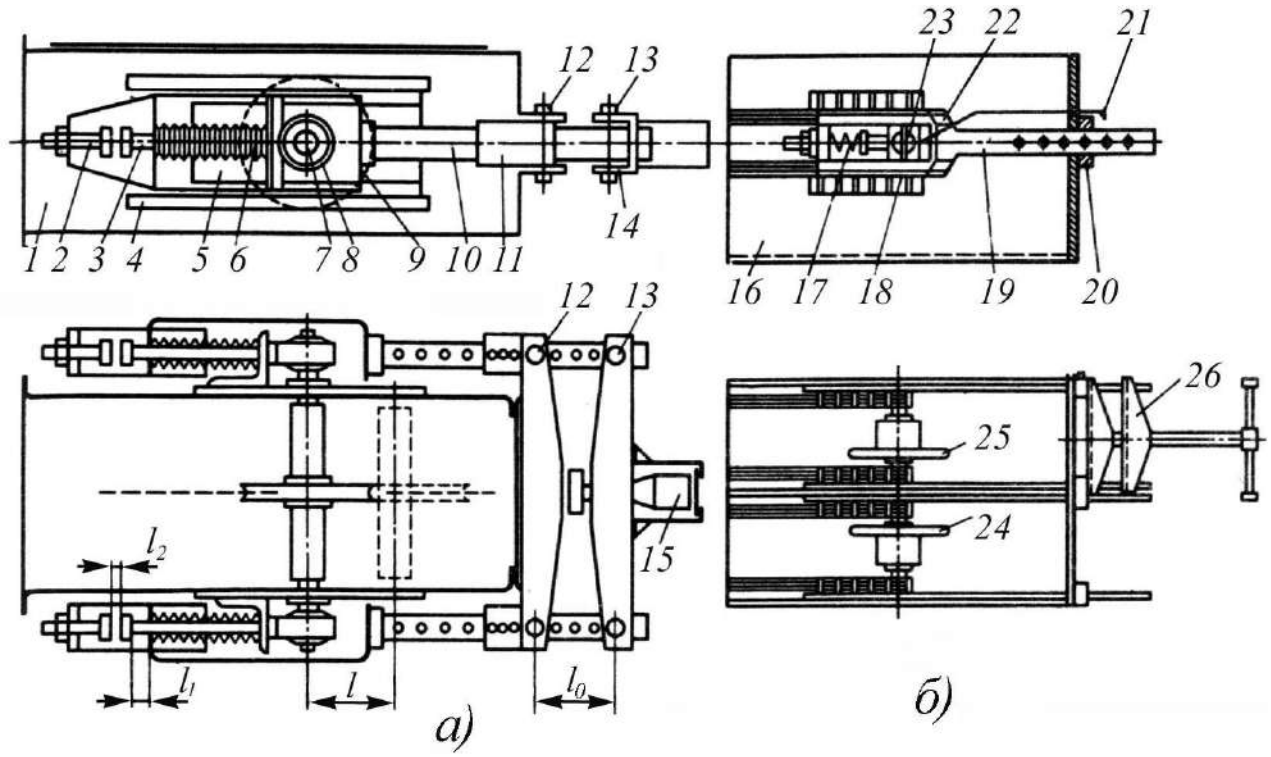
Приводная станция транспортера Одесского завода продовольственного машиностроения также выполнена безрамной (рис.46б) со сварным корпусом из толстолистового стального проката *10*, с отделением *9* для одноступенчатого редуктора. Асинхронный электродвигатель *12* установлен на кронштейне *8,* шарнирно прикрепленном к корпусу станции.

Крутящий момент от электродвигателя (рис.46б) передается с помощью клиноременной передачи *6,* натяжение которой обеспечивается подпружиненным натяжным устройством *7*. Приводная звездочка *11* оборудована эластичными элементами для уменьшения динамических нагрузок в тяговой цепи. Клиноременной передачей обеспечивается изменение скорости движения рабочего органа в пределах 0,4–1,8 м/с (за счет комплекта сменных шкивов), смягчение динамических нагрузок, особенно в период пуска, предохранение рабочего органа транспортера от перегрузок и аварийный пуск транспортера под максимальной нагрузкой. При вмонтированном одноступенчатом редукторе значительно упрощается конструкция приводной станции в целом, уменьшаются масса ее и габариты, а также появляется возможность смонтировать эластичную муфту непосредственно на тихоходном валу привода звездочек, что уменьшает динамические нагрузки в рабочем органе транспортера. Для ограничения предельного момента на тихоходном валу применены срезающиеся штифты и шпонки.

В соответствии с наметившейся тенденцией увеличения производительности транспортеров за счет увеличения скорости движения рабочего органа и мощности привода основным направлением дальнейшего совершенствования приводных станций можно считать снижение динамических нагрузок в рабочем органе. При этом приводные станции целесообразно проектировать многоскоростными и оборудовать звездочками с максимально возможным числом зубьев и специальными устройствами для сглаживания динамических нагрузок, возникающих при взаимодействии цепей со звездочками. Приводы транспортеров значительной длины и с повышенной скоростью движения рабочего органа необходимо оборудовать пусковыми устройствами для аварийного пуска конвейеров под нагрузкой, предохранительными устройствами предельного момента и устройствами для аварийной остановки транспортеров.

Натяжную станцию изготавливают в виде закрытой торцовой секции короба и оборудуют отклоняющими звездочками или блоками и натяжным устройством. Натяжные станции выполняют с вращающимися на оси звездочками или блоками и с вращающимися осями; с подрессоренным и жестким креплением оси; с механическим и гидравлическим натяжными устройствами; с зависимым и независимым обособленным и переносным (групповым) натяжными устройствами на каждую натяжную станцию.

Корпус *1* (рис.47а) натяжной станции обычно сваривают из листовой стали и иногда оборудуют дополнительной рамой для увеличения жесткости и крепления к опорам или фундаменту.



а) с переставными винтами; б) с винтовым домкратом.

Рисунок 47 – Натяжные станции.

Для профилактических осмотров и ремонтов натяжную станцию оборудуют монтажными крышками и смотровыми люками со стеклами. Ось *7* (рис.47а) натяжных звездочек или блоков обычно монтируют в ползунах *8*, перемещающихся по направляющим *4* различного конструктивного исполнения (в виде стержней, труб, уголков, полок и т. п.). Продольный проем в боковых стенках секции закрывается передвижными пластинами *5*, надевающимися на ось и скользящими в своих направляющих. Наиболее часто ползуны фиксируют винтами. Амортизация оси, широко применяемая на транспортерах в последние годы, обеспечивается пружинами, которые устанавливают между опорой и ползуном оси. Амортизация оси способствует сглаживанию дополнительных нагрузок, возникающих при огибании рабочим органом звездочек или блоков, а также при плохом зацеплении с зубьями звездочки, всплывании, заедании и подклинивании цепи, частично компенсирует вытяжку

цепи и позволяет контролировать и поддерживать первоначальное ее натяжение. Сглаживанию динамических нагрузок, действующих на тяговую цепь, способствует также выполнение самих натяжных звездочек и блоков с амортизирующими элементами. Например, может применяться армирование резиной рабочей поверхности обода или разъединение обода и ступицы эластичной вставкой и т.п. Для синхронного перемещения ползунов оба винта натяжного устройства связывают зубчатой или цепной передачей, синхронизирующей вращение. С этой же целью применяют одновременное натяжение обоих ползунов одним винтовым или гидравлическим домкратом, который может быть переносным и использоваться для нескольких транспортеров поочередно.

На некоторых натяжных станциях фирмы "Bühler" (рис.47) ось натяжного ролика через ползуны и тарельчатые пружины *6* опирается на специальные рамки *9,* подвешенные на тягах *10,* скользящих в направляющих втулках *11.* Тяги и направляющие втулки выполнены с рядом отверстий, позволяющих соединять их с помощью вставных штифтов *12,* фиксируя рамки в определенном положении. Для первоначального натяжения предназначены переносный гидравлический или винтовой домкрат *15* и траверса *14,* прикрепляемая штифтами *13* к тягам. Вынув штифты *12* из направляющих втулок, натяжение продолжают увеличивать до требуемого значения, а затем этими штифтами фиксируют тяги во втулках и, ослабив домкрат, снимают его и траверсу.

Первоначальное натяжение (рис.47) проверяют по длине l_1 выступающей из рамки части штока *3,* т. е. по величине сжатия пружины. Для предотвращения чрезмерного хода натяжного блока (например, при реверсе рабочего органа) предназначен ограничитель *2,* устанавливаемый с определенным зазором l_2=10 мм.

Фирма "Bühler" рекомендует производить первоначальное натяжение цепи перемещением натяжного блока на величину

$$l = gLq_{ц} f_p \mu , \qquad (72)$$

где: g – ускорение свободного падения, м/с^2; L – длина конвейера, м; $q_{ц}$ – масса 1 м цепи рабочего органа, кг; f_p –коэффициент трения рабочего органа о желоб; μ – модуль упругости (для цепей с шагом 102÷142 мм μ= 0,1÷0,154 м/Н).

Для более удобного контроля первоначального натяжения по величине сжатия пружины различными конструктивными решениями предусматривается увеличение хода контрольной стрелки (относительно хода пружины) и градуировка шкалы в единицах силы или в процентах отклонения от нормы в сторону.

Натяжная станция двухцепного экспериментального транспортера Одесского завода продовольственного машиностроения сварена из стального проката *16* (рис.47б), и оборудована независимыми натяжными устройствами для каждой тяговой цепи двухцепного рабочего органа и полностью герметизирована. Натяжные ролики *24, 25* выполнены с эластичным элементом между диском и ступицей и свободно вращаются на подшипниках относительно своих осей. Шипы осей помещены в ползуны *23,* свободно перемещающиеся в рамках *22* и удерживаемые амортизирующими пружинами *17.* Рамки также перемещаются в направляющих *18,* размещенных внутри короба, и заканчиваются тягами *19,* посредством которых производят их первоначальное натяжение переносными натяжителями *26.* Тяги фиксируются в направляющих штифтами. Контроль за натяжением рабочего органа осуществляется по контрольным стержням *21,* подсоединенным к ползунам и выходящим наружу, и шкалам, нанесенным на тягах. При чрезмерной нагрузке на натяжные блоки

или при реверсе рабочего органа ползуны упираются в соответствующие упоры *20*. Профилактические осмотры, текущий ремонт и монтаж производят через смотровые люки.

Основными направлениями дальнейшего совершенствования натяжных станций можно считать обеспечение стабильного оптимального натяжения рабочего органа и уменьшение динамических нагрузок в нем. При этом применение амортизации оси натяжных звездочек или блоков выполнение их с эластичными элементами позволяет уменьшать не только динамические нагрузки в тяговом органе, но и аварийные нагрузки от перенатяжения его при всплывании, заклинивании или набегании на зубья звездочек.

5.3. Тяговые и натяжные звездочки и блоки

Звездочки и блоки находятся в непрерывном взаимодействии с тяговой цепью, работают вместе с ней в среде транспортируемого материала и являются основными элементами транспортера, обеспечивающими работоспособность и долговечность как отдельных звеньев, так и всего рабочего органа. При этом несколько зубьев тяговой звездочки должны взаимодействовать со всеми звеньями тяговой цепи, не только нагружаясь до максимума и разгружаясь до нуля при каждом обороте звездочки, но еще и воспринимая экстренные нагрузки от соударения со звеньями. В связи с этим тяговые звездочки считают наиболее нагруженными и подверженными износу из всех деталей транспортера, а конструкции и технологии изготовления их уделяют особое внимание. Поэтому зубья звездочек изготавливают из высококачественных сталей 45, 40Х и т. п. и подвергают термообработке до твердости HRC 40–55.

Для упрощения монтажа и демонтажа звездочки иногда выполняют разъемными в диаметральной плоскости, со съемными венцами или вставными зубьями. При транспортировании горячих грузов (80–800°С) валы тяговых и концевых звездочек и блоков охлаждают или покрывают графитовыми кольцами, предохраняющими их от деформации. При транспортировании легковоспламеняющихся и взрывоопасных грузов звездочки или зубчатые венцы изготовляют из бронзы, волокнита, капрона, текстолита и других материалов, исключающих искрение при соударении со звеньями цепи.

При анализе конструктивных решений представляет интерес приводная звездочка *1* (рис.48а) фирмы "Bühler", предназначенная для работы с вильчатой реверсивной цепью *2*. Звездочка рассчитана на захват звеньев цепи за боковые круглые бобышки симметричными впадинами и на пропуск скребков *3* в соответствующих проемах, что можно считать оптимальным вариантом для реверсивной вильчатой цепи. Технология изготовления и ремонт приводных звездочек оригинально упрощены фирмой "Утва" (Словакия) за счет применения съемных венцов (или полувенцов).

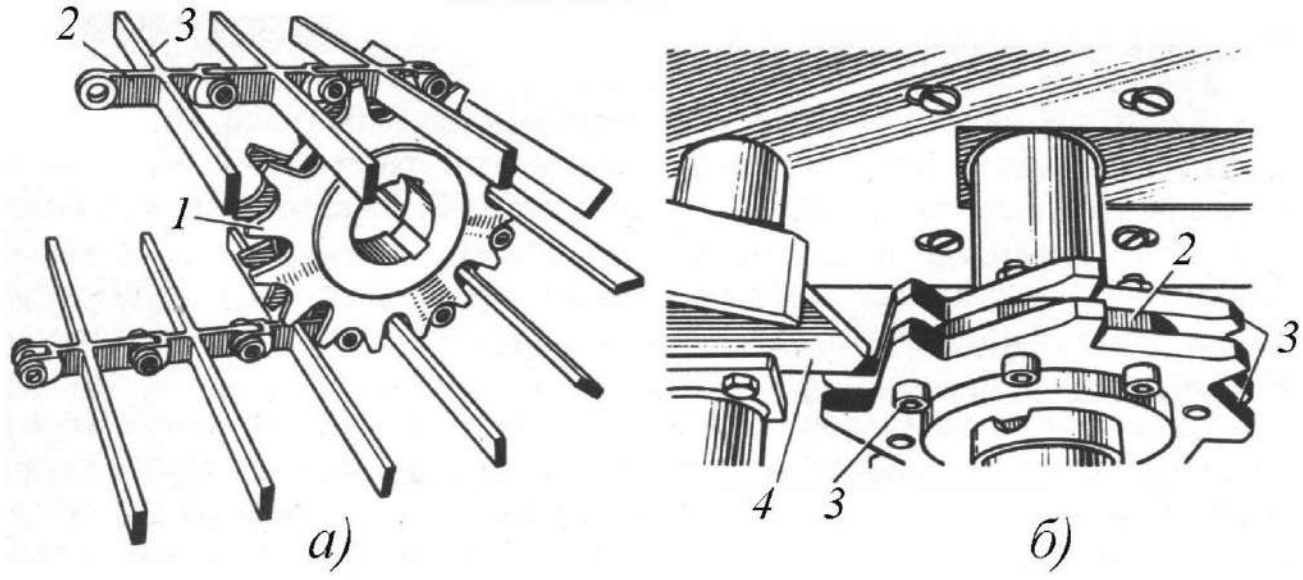
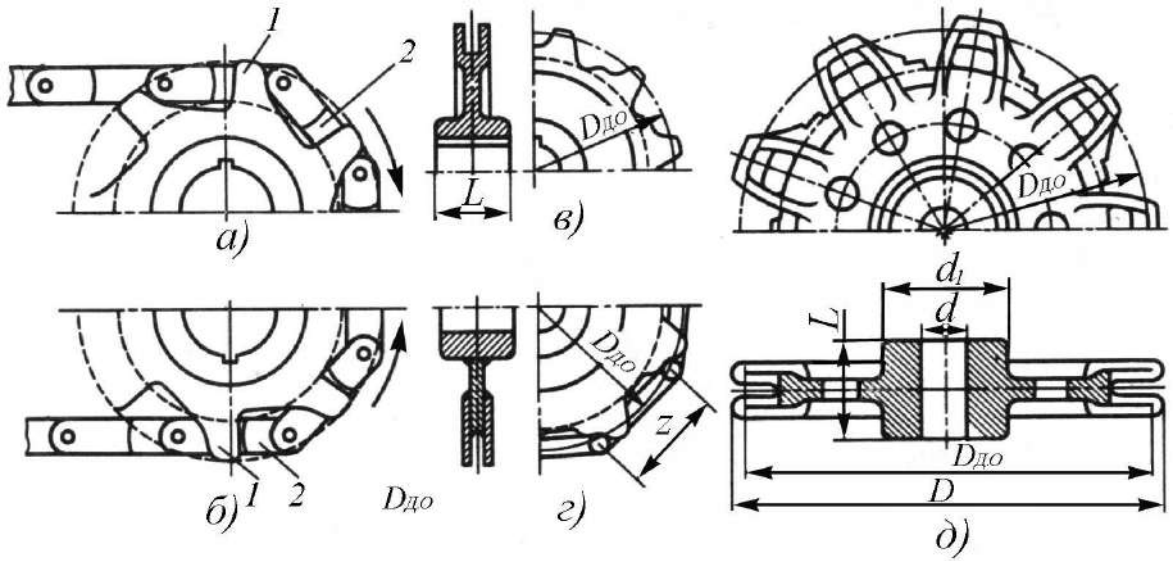


Рисунок 48 – Звездочки фирм "Bühler" (а) и "Утва" (б).

Венцы *1* (рис.48б) можно выполнять составными из двух половин и крепить к ведущему диску *2* болтами *3*, что позволяет быстро демонтировать их для ремонта или замены. Паз между венцами непрерывно очищается очистителем *4*, который устанавливают на приводной станции помимо цепесъемника.

Нереверсивные вильчатые цепи при нормальной эксплуатации транспортеров захватываются зубьями *1* (рис.49а) за закругленные торцы вильчатой части звеньев *2*, а при периодическом реверсе (в аварийном режиме) – обратной частью зуба *1* (рис.49б) за переходную часть звена *2* (от пластины к вилке) или за нижнюю плоскость звена. Так, звездочки фирмы "Ленгстрем" (рис.36в) выполнены по этой принципиальной схеме. Фирма "Гитахилид" выпускает сварные звездочки (рис.49г) для горизонтальных транспортеров, оборудованных вильчатыми цепями, и литые звездочки (рис.49д) для горизонтальных, наклонных и вертикальных транспортеров, цепи которых оборудованы плоскими или контурными скребками. Основные параметры некоторых типов звездочек (включая и диаметр выступов D зубьев и ступицы d_1) приведены в табл. 21.



а) нормальная эксплуатация; б) аварийный реверс; в) звездочка фирмы "Гитахилид"; г) сварная звездочка; д) литая звездочка.

Рисунок 49 – Тяговые звездочки вильчатых цепей.

Таблица 21 – Основные параметры некоторых типов тяговых звездочек

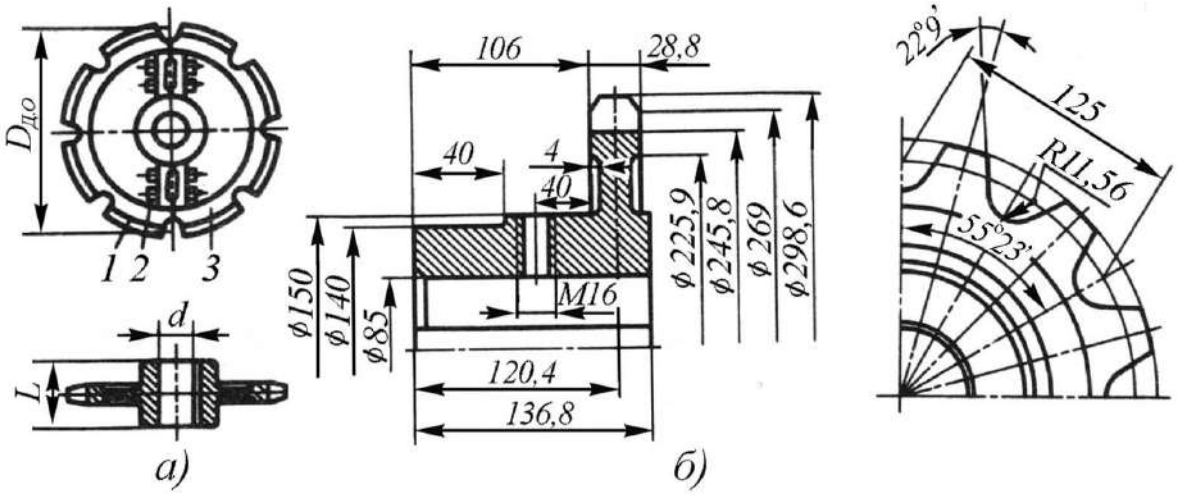
Число зубьев	Размеры, мм					Масса, кг
	D_0	D	d	d_1	L	
Сварные звездочки (рис. 35, г), шаг цепи 150 мм						
8	392	416	70	135	90	24,8
9	438,6	462–470	70–100	135–180	90–120	28–52,9
10	485,4	510–516	70–100	135–180	90–120	31,5–58,2
11	485,4	564	80–100	150–180	100–120	45,4–64,2
Сварные звездочки, шаг цепи 200 мм						
10	647,2	680	130–140	230–260	160–180	100–139
11	709,9	742–748	130–150	230–270	160–190	113–167
12	772,7	804–810	130–150	230–270	160–190	123–180
13	835,7	874	150	270	190	198
Литые звездочки (рис. 35, д), шаг цепи 150 мм						
7	345,7	361	50	100	70	15,2
8	392	407–413	50–70	100–135	70–90	19,3–30,2
9	438,6	454–460	50–70	100–135	70–90	24–35,3
10	485,4	506	70	135	90	44,8

Приводные звездочки для пластинчатых цепей с закрытым шарниром просты в конструктивном исполнении, обычно их можно применять и в реверсивном режиме работы. Их выпускают разборными и неразборными. Например, разборные приводные звездочки фирмы "Ленгстрем" состоят из двух половин: *1* и *3* (рис.50а), соединяемых с помощью болтов *2*, и имеют восемь или десять зубьев.

Они предназначены для пластинчатых цепей с шагом 100, 125 и 160 мм. В зависимости от числа зубьев и шага цепи выбирают основные параметры звездочки и соответствующую им массу.

Приводные звездочки тяговых цепей с открытым шарниром выполняют двухходовыми с 13-ю симметричными зубьями (рис.50б), вследствие чего зубья входят в зацепление через звено. Диаметры делительных окружностей для звездочек под цепи со

средним шагом 125 и 160 мм соответственно составляют 269 и 344,3 мм, диаметр отверстия в ступице под вал – 85 и 95 мм, а ширина ступицы – 136,8 и 110 мм.



а) разборная звездочка; б) неразборная звездочка.

Рисунок 50 – Приводные звездочки для пластинчатых цепей.

Повышение сроков службы звездочек для пластинчатых тяговых цепей и облегчение ремонтных работ достигаются применением легкосъемных зубчатых венцов или зубьев, выполнением разъемных звездочек, а также применением высококачественных сталей и современной технологии изготовления и доводки их.

Тяговая цепь на концевых станциях отклоняется не только на звездочках, профилированных аналогично тяговым, но и на роликах и блоках, которые вращаются на оси свободно или вместе с ней. Фирма "Гитахилид" для тяговых цепей вильчатого типа выпускает ряд стандартных блоков с шириной рабочей части 230, 250, 304, 355, 380 и 455 мм. Диаметры рабочей поверхности блока и боковых реборд изменяются соответственно в пределах 300–600 и 350–680 мм, а диаметры расточки под вал и ступицы – в пределах 60–75 и 110–140 мм при ширине ступицы 90–180 мм. Масса блоков изменяется в пределах 56–240 кг.

Натяжные блоки для вильчатых тяговых цепей фирмы "Ленгстрем" выполняют с узким ободом, на который укладываются только звенья тяговой цепи, а скребки уменьшенной высоты (стержни) проходят над боковыми ребордами обода. Блоки выпускают диаметром 250, 300, 400, 500 и 600 мм с d=40÷100 мм, L=90÷100 мм и массой, изменяемой в пределах 15,5–60 кг. Кроме этого, применяют натяжные блоки с гладкой поверхностью обода (без реборд), с проточкой посередине, которая центрирует звенья тяговой цепи. Для пластинчатых цепей обычно используют звездочки, аналогичные тяговым, или блоки, выполненные в виде диска, входящего внутрь тяговой цепи.

При проектировании тяговых звездочек прежде всего необходимо определить число зубьев, значительно влияющее на колебание скорости и ускорения тяговой цепи, а следовательно, и результирующие динамические нагрузки, возникающие в цепи. В частности, фирма "Ленгстрем" считает, что с увеличением числа зубьев звездочки от 5-и до 16-и (в 3 раза) динамические нагрузки на цепь соответственно уменьшаются почти в 10 раз. В общем случае динамическая нагрузка определяется из выражения:

$$F = \frac{L\left(q_ц + q_{гр}\right)}{t} \cdot \left(\frac{\pi v}{z}\right)^2, \qquad (73)$$

где: L– расстояние между центрами приводной и натяжной звездочек, м; $q_ц$ и $q_{гр}$– линейные массы соответственно цепи и перемещаемого груза; v– скорость движения цепи, м/с; t– шаг цепи, м; z– число зубьев звездочки.

Стандартом Финляндии для пластинчатых цепей рекомендованы звездочки с количеством зубьев, равным: 8, 10, 12, 16 и 24 шт. По этому же стандарту расчет и профилирование колеса

обычно начинают с определения диаметров делительной окружности (рис.51а), окружности впадин и выступов:

$$D_{Д.О} = \frac{t}{\sin\left(\frac{180^o}{z}\right)}; \quad (74)$$

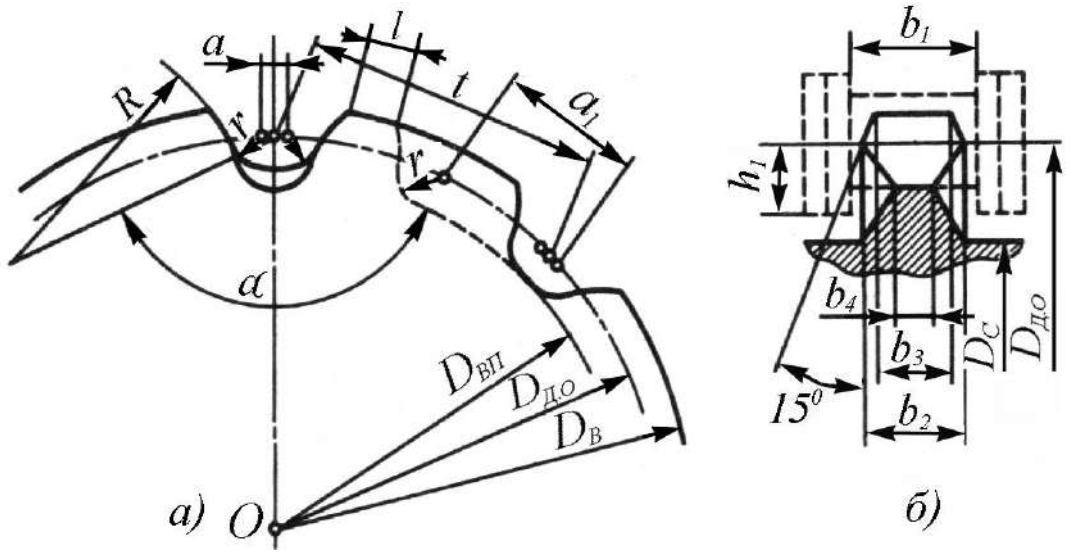
$$D_{ВП} = D_{Д.О} - d; \quad (75)$$

$$D_{В} = D_{Д.О} + kd + m, \quad (76)$$

где: $D_{Д.О}$ – окружность делительная, мм; $D_{ВП}$ – диаметр окружности впадин, мм; $D_В$ – диаметр выступов, мм.

Соответственно диаметру ролика или втулки (d>70 мм или d<70 мм) принимают коэффициент k=0,25 или k=0,5 и поправочный коэффициент m=10 мм или m=6 мм.

Развертку впадины под ролик рекомендуется выполнять для необрабатываемых литых зубьев на некоторую величину a=0,04t. Для обрабатываемых зубьев: a=0,09d и радиус впадины r=0,515d для d<70 мм; a=0,08d и r=0,51d для d>70 мм.



а) вид сбоку; б) сечение.

Рисунок 51 – Схема к профилированию звездочки.

Угол развала α впадины принимается равным 120°, 122°, 124° в зависимости от числа зубьев звездочки, равного 6–12, а для числа зубьев, равного 13–20 соответственно 126°, 128°, 132°.

Радиус развала поверхности зуба:

$$R = k_2(t - r)/t, \qquad (77)$$

где: k_2 –коэффициент, зависящий от диаметра втулки цепи, k_2=132 мм для d<70 мм и k_2=184 для d>70 мм.

Максимальный диаметр ступицы (рис.51б):

$$D_C \le D_{Д.О}\cos\left(\frac{180}{z}\right) - 1{,}2h_1, \qquad (78)$$

где: h_1 – расстояние от делительной окружности до внутренней стороны шарнира цепи, мм.

Ширина ножки зуба b_2 зависит от просвета b_1 между внутренними пластинами звена цепи и принимается в пределах от (0,9 b_1–1) до (0,87b_1–1,7) мм, а минимальная ширина головки зуба b_3=b_2–0,32b_1.

В случаях запрессовки транспортируемого материала во впадины или погружения звездочки в материал при работе рекомендуется нижнюю часть впадины несколько заострять (b_4>0,25b_2). Если же материал может запрессовываться между зубьями звездочки и пластинами цепи, то развертку впадины a расширяют до a_1, уменьшая тело зуба l (l>0,3t).

В отечественной промышленности тяговые звездочки для пластинчатых втулочных, роликовых и катковых цепей рассчитывают по ГОСТ 592–81 и разработанным в соответствии с ним методикам. Расчет многоходовых звездочек под разношаговые цепи с открытым шарниром целесообразно начинать с определения геометрической характеристики зацепления λ=t/d (для цепей ИФ–125 и ИФ–160 λ≈5,8). При этом средний шаг цепи t считаем равным

половине суммы шагов наружного t_H и внутреннего t_B звеньев, а диаметром элемента зацепления считаем диаметр шарнира (см. рис.51):

$$d = 0{,}5\left(d_B + d_\Phi\right) + \Delta l\,, \tag{79}$$

где: d_B и d_Φ –диаметры круглого и фасонного валиков; Δl – расстояние между центрами круглого и фасонного валиков.

Диаметры основных окружностей (рис.52а) определяются по формуле:

$$D_{Д.О} = t\cos ec\left(\frac{180n}{z}\right);$$

$$D_B = t\left(k + \frac{\cos\left(\frac{180^o}{z}\right)}{\sin\left(\frac{180n}{z}\right)}\right); \tag{80}$$

$$D_{ВП} = D_{Д.О} - \left(d_\Phi - 2\frac{\Delta l \cdot t_B}{D_{Д.О}}\right) - 2Si\,,$$

где: k – коэффициент, способствующий более легкому входу шарнира в зацепление и выходу из него (при меньшем значении) за счет некоторого уменьшения надежности зацепления по мере изнашивания цепи, выбирается в пределах 0,3–0,36; S_i – дополнительный минимальный зазор между фасонным валиком и основанием впадины под него, определяется по формуле:

$$S_i = \left(0{,}08 \div 0{,}32\right)\sqrt{zD_{Д.О}\sin\left(\frac{180}{z}\right)}. \tag{81}$$

В соответствии с ГОСТ 592–81 при λ>5,5 выбирают двухходовую звездочку (n=2) с шагом зубьев звездочки t_z<t и z>12 или трехходовую звездочку (n=3 и z>18). Нечетное число зубьев на звездочке обеспечивает более равномерное распределение нагрузки

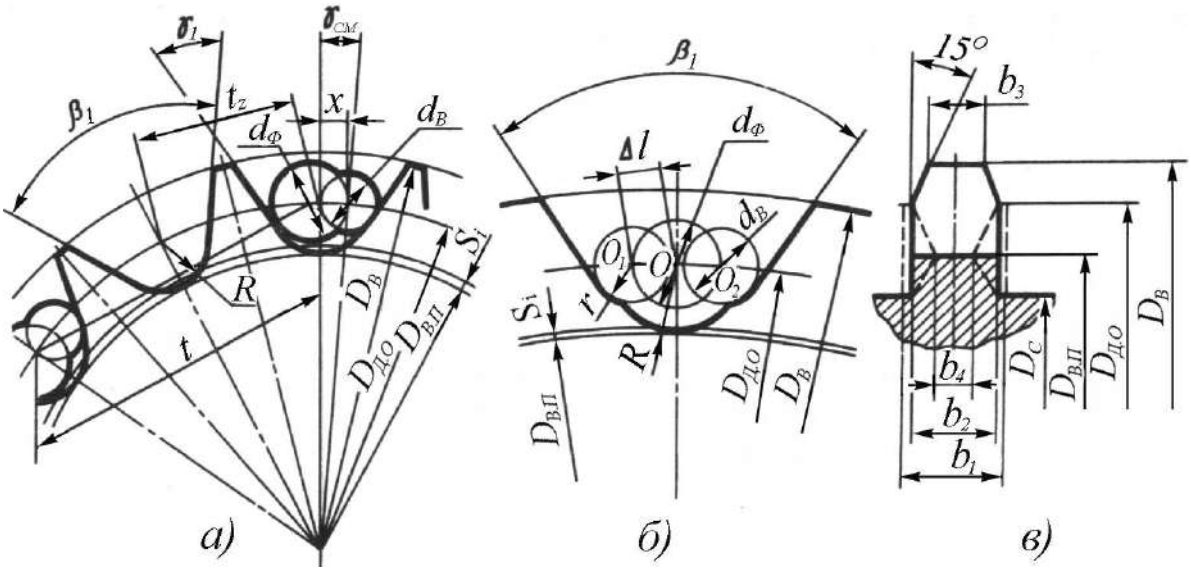
на них, благодаря поочередному входу в зацепление зубьев со всеми звеньями.

Угол впадины β_1 можно принимать равным 72°, а в случае необходимости уменьшать до 64°.

Угол заострения зуба γ_1 и радиус впадины R (с центром на делительной окружности):

$$\gamma_1 = \beta_1 - \frac{360^o}{z};$$

$$R = 0{,}5\left(D_{Д.О} - D_{ВП}\right). \qquad (82)$$



а) обычная конструкция; б) с фасонной впадиной; в) сечение.

Рисунок 52 – Схема профилирования звездочки под разношаговую цепь.

Смещение круглого валика во впадине по дуге делительной окружности на расстояние x=0,5$D_{Д.О}sin\gamma_{см}$ определяется углом (рис.52а):

$$\gamma_{см} = 0{,}5\left(\arcsin\left(\frac{t_H}{D_{Д.О}}\right) - \arcsin\left(\frac{t_B}{D_{Д.О}}\right)D_{ВП}\right). \qquad (83)$$

Если звездочки проектируют с фасонной впадиной, предусматривающей укладку круглых валиков в специальные постели и свободный поворот относительно них фасонных валиков (в обратную сторону), то общая схема профилирования звездочки сохраняется. Однако на делительной окружности по оси впадины размещают центр фасонного валика *O* (рис.52б), а центры круглых валиков O_1, и O_2 смещают относительно него на величину Δl. Затем из точки *O* описывают основание впадины радиусом *R*, а из точек O_1, и O_2 – дуги постелей круглых валиков радиусом, мм:

$$r = 0{,}5d_B + 0{,}1. \qquad (84)$$

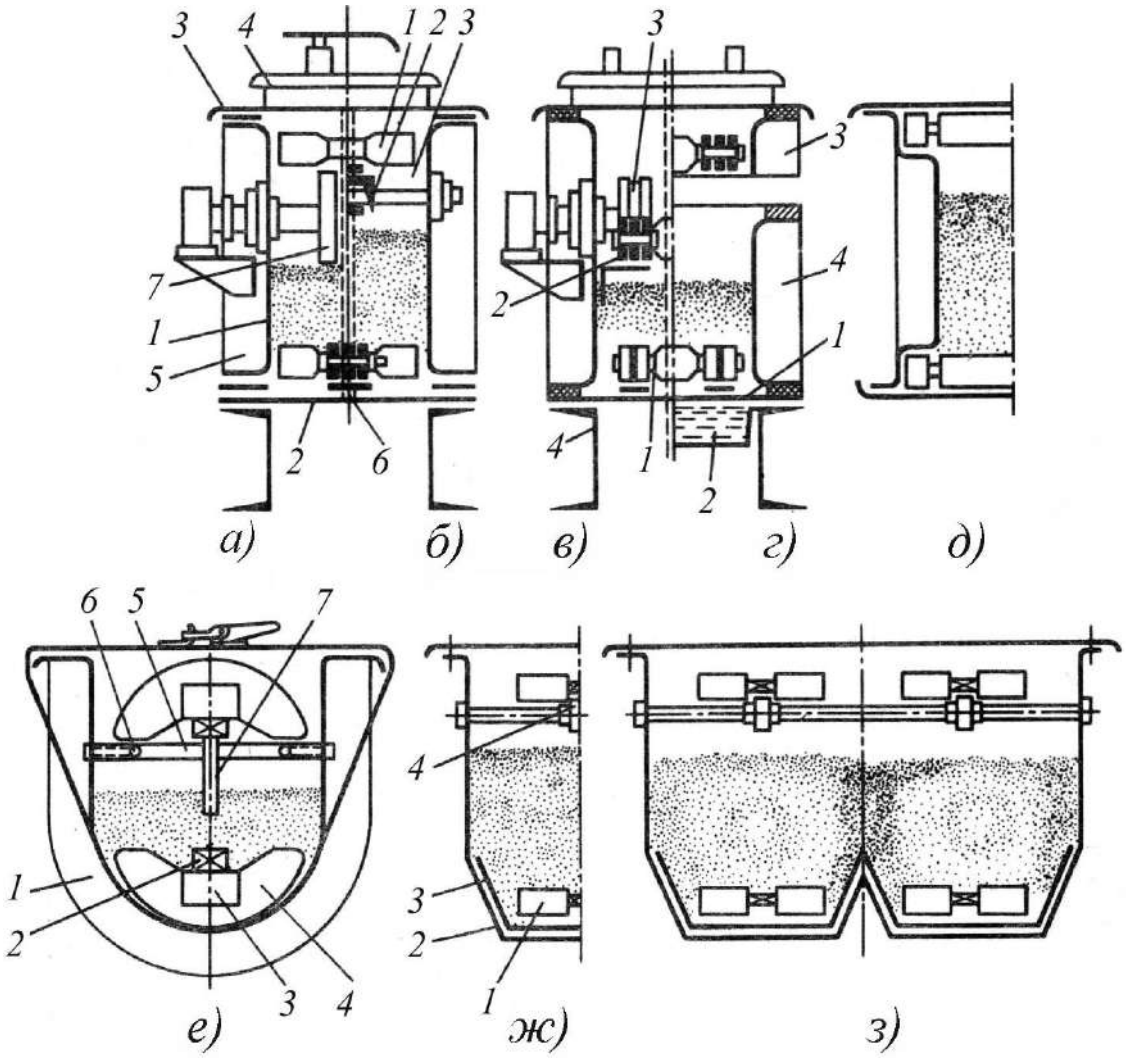
Впадины строят под углом β_1 к дугам постелей круглых валиков, фаски снимают под углом 15° (от делительной окружности) и выбирают ширину зуба $b_2 \approx 0{,}9b_1$ (рис.52в). Предельно допустимое увеличение шага цепи по зацеплению определяется из выражения:

$$\Delta t = \frac{106}{z}\left[\frac{0{,}37\left(d_\Phi - 2\Delta l \cdot t_B \big/ D_{Д.О}\right)}{t} + k\right]. \qquad (85)$$

5.4. Короб, загрузочные и разгрузочные устройства

Короб является несущей частью транспортера и предназначен для поддерживания и направления тяговых цепей и насыпного груза, перемещаемых в нем. Собирается короб из линейных секций (длиной до 3 м), выштампованных согласно заданному профилю или собранных из боковых стенок, днища и крышки. Секции транспортеров, предназначенных для горизонтального и пологонаклонного транспортирования, часто имеют прямоугольное сечение и состоят из боковых листов *1* (рис.53а) с отогнутыми верхними и нижними краями и соединенных с ними (обычно

болтами) днища *2* и крышки *3* (транспортеры КПС-125 и КПС-300). Крышки оборудуют смотровыми люками *4*, а стенки – смотровыми окнами для наблюдения за движением груза. Согласно интенсивности износа, дно, стенки и крышки изготовляют соответственно толщиной соответственно 4÷8, 3÷6 и 1,5÷4 мм.



а) стандартный; б) с уменьшенными потерями на трение;
в) двухцепной стандартный; г) двухцепной с охлаждением;
д) с жесткими направляющими; е) с полукруглым днищем;
ж) армированный вставкой; з) независимый двухцепной.

Рисунок 53 – Исполнение секций горизонтальных транспортеров.

Для соединения между собой обоих концов стенки секции, а иногда и днища, устанавливают фланцы *5* из полосы или уголка. По днищу обычно проходит полоса *6*, выполненная из износостойкой

стали прямоугольного или фасонного профиля, для направления движения тяговой цепи и уменьшения изнашивания днища. Верхняя ветвь тяговой цепи может перемещаться по роликам *7* (при этом существенно уменьшаются общий коэффициент сопротивления движению и изнашиванию цепи) или по такой же полосе, как и нижняя ветвь. Диаметр роликов желательно принимать максимальным.

Например, фирмой Джи-э-Джи (Италия) для уменьшения сопротивления движению ролики небольшого диаметра устанавливают на шариковые подшипники с надежными уплотнениями. Для увеличения устойчивости движения верхней ветви *1* (рис.53б) одноцепного транспортера, помимо средней направляющей полосы *2* по бокам секции можно прокладывать дополнительные полосы *3,* по которым скользят скребки. Среднюю направляющую иногда вообще не применяют (например, в транспортерах производства Польши и фирмы "Bühler").

Секции двухцепных транспортеров выполняют аналогично одноцепным, но с двумя направляющими полосами, соответственно для двух цепей *1* (рис.53в) нижней ветви транспортера (если они не перемещаются прямо по днищу), и роликами *3* или направляющими *2,* расположенными по бокам секции, – для верхней ветви рабочего органа. Короб транспортера можно монтировать на отрезках швеллера № 4 (конвейеры КПС-500 и КПС-650).

При транспортировании горячих материалов и необходимости охлаждать днище *1* (рис.53г) под ним монтируют дополнительный короб *2,* по которому подают проточную воду. Короб транспортера можно выполнять двухрукавным, т. е. с отдельными секциями *3* и *4* для верхней и нижней ветвей рабочего органа, причем каждый рукав можно оборудовать желобом для охлаждающей жидкости и использовать для транспортирования материала. Нередко

направляющие выполняют из дерева или армируют пластиком для уменьшения изнашивания тяговых цепей, общего коэффициента сопротивления движению и шума.

При сильном всплывании тяговых цепей можно устанавливать специальные жесткие направляющие (рис.53д), выштампованные в стенках короба (транспортеры фирмы "Сокам", (Франция)) или приваренные к ним в виде уголков или полос. В отдельных случаях (транспортеры "Супер-Флоу" фирмы "Симон Баррон" (Великобритания), изготавливаемые по лицензии фирмы "Скрю Конвейер" (США)) секции *1* (рис.53е) выполняют с полукруглым днищем. Это приводит к уменьшению дробления при транспортировании зерновых продуктов на 2%, лучшим разгрузке и центрированию рабочего органа и т. п. Нижняя ветвь *2* тяговой цепи может перемещаться по днищу на скребках *3*, армированных нейлоном *4*, а верхняя – по алюминиевой средней направляющей *5*, также армированной нейлоном. Кроме этого, скребки поддерживаются боковыми направляющими *6* и удерживаются от всплывания алюминиевой пластиной *7*.

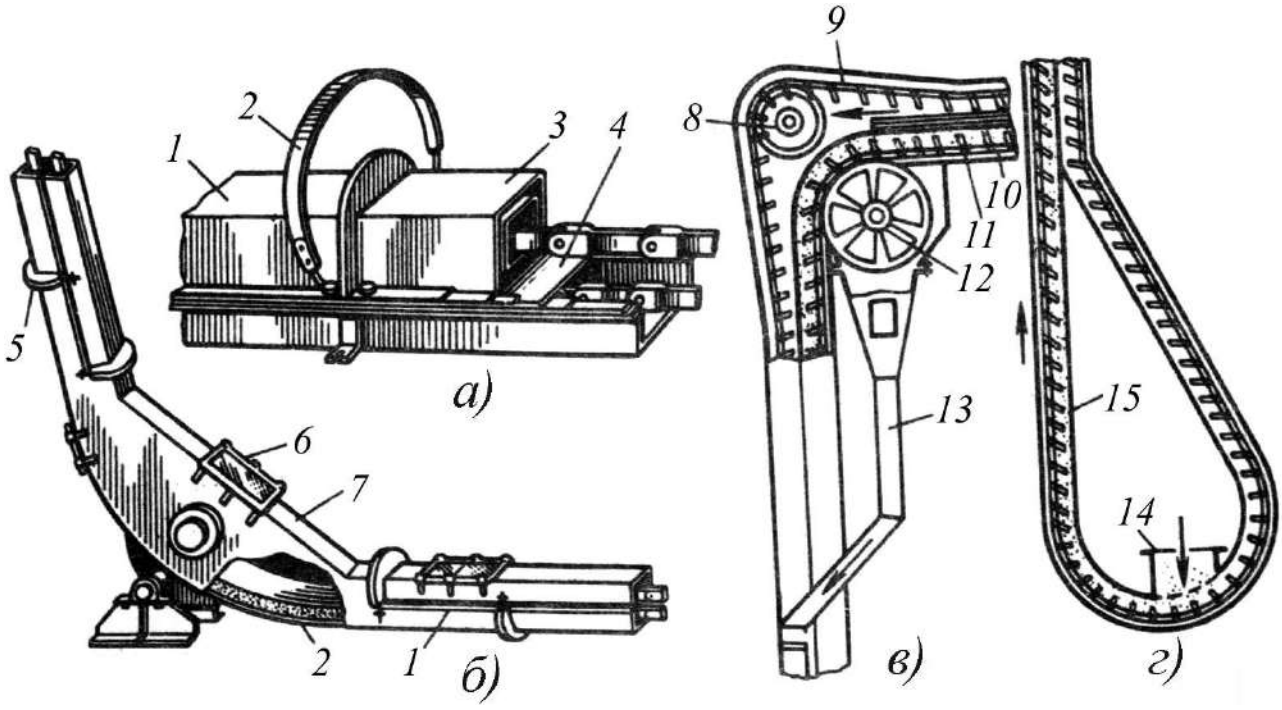
В последние годы в отечественной промышленности созданы транспортеры с оптимальными профилем заполнения и сечением секции. При этом нижняя ветвь рабочего органа *1* (рис.53ж) перемещается по трапецеидальной части короба *2*, армированной вставкой *3*, а верхняя - на роликах *4*. Такая конструкция позволяет создать короб оптимального профиля из наиболее тонкого листа штамповкой и применить рабочий орган минимальной ширины, обеспечив достаточную жесткость конструкции и полную разгрузку материала, аналогично транспортерам с полукруглым днищем.

Секция короба двухцепного транспортера с независимыми тяговыми цепями и оптимальным сечением (рис.53з) практически объединяет два одноцепных транспортера общим потоком

транспортируемого материала. Отдельные секции короба обычно состыковывают с помощью фланцев и болтовых соединений, а стыки гермитизируют. Крышки и дно секций крепят к фланцам боковых стенок болтовыми соединениями и уплотняют. Например, фирма "Bühler" рекомендует прокладки из акрена сечением 40×8 мм приклеивать клеем "Гюзо-колле", а внутренние поверхности стенок короба покрывать составом "Гюзо-пласт". При транспортировании горячих материалов рекомендуются уплотняющие прокладки из асбеста, а при газонепроницаемом исполнении короба еще и установка болтовых соединений с шагом, уменьшенным до 200 мм. Для лучшего прохода стыков секций скребками холостой ветви верхние направляющие рекомендуется выполнять со скосами к центру по движению рабочего органа, что одновременно способствует центрированию боковых стенок. Ширина внутренней части секции короба должна быть на 5÷8 мм больше ширины скребков. Для лучшей фиксации днищ соседних секций их рекомендуется выполнять с направляющими пластинами или штифтами.

Иногда крышки секций короба выполняют легкосъемными с различными замками, которыми можно оборудовать дополнительные ленты, притягивающие крышку (см. рис.53е), или сами крышки короба. Крышки секций короба можно крепить к фланцам боковых стенок также с помощью различных зажимов. Например, на транспортерах фирмы Джи-э-Джи крышки крепят к фланцам боковых стенок секций короба с помощью зажимов, состоящих из скобы и зажимающего болта (аналогично струбцине). Эта же фирма применяет довольно простое крепление секций короба с помощью болтов и прижимных планок, которое позволяет периодически уточнять установку отдельных секций короба в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Иногда (например, на

транспортерах отечественного производства) для стыковки секций короба применяют специальные рамки с резиновым уплотнением. Сама рамка расположена в дополнительной регулировочной раме, которая крепится неподвижно к подконвейерным фермам, или фундаменту, и оборудована регулировочными винтами. С помощью регулировочных винтов можно производить корректировку точности установки секций короба в горизонтальной и вертикальной плоскостях как при монтаже, так и в процессе эксплуатации. Секции короба с крутонаклонными и вертикальными участками трассы могут быть состыкованы с помощью бандажей *2* (рис.54а).



а) стыковка бандажами; б) поворотными секциями.

Рисунок 54 – Короба вертикальных и крутонаклонных транспортеров.

При этом между фланцами секций *1* и *3* или непосредственно под бандаж укладывают уплотняющую полосу. Секции можно прикрепить в шахматном порядке прямо к среднему листу *4*, разделяющему грузовое и порожнее отделения короба, а торцы

секций (с фланцами или без фланцев) перекрыть вместо бандажей накладками или специальными обтекателями.

Переходы короба от горизонтального участка трассы к наклонному или вертикальному обычно выполняют с помощью специальных поворотных секций с плавным закруглением направляющего листа *1* (рис.54б) и сохранением того же рабочего сечения секции короба *2,* что и на горизонтальном участке. Таким образом, по всей трассе сечение короба на грузовой ветви строго постоянно. Направляющую холостой ветви обычно выполняют с несколько большим радиусом, чем направляющую грузовой ветви, или вообще заменяют плоским листом *7,* чтобы обратная ветвь в поворотной секции могла свободно провисать. Линейные и поворотную секции короба оборудуют смотровыми люками *6* и соединяют между собой с помощью бандажей *5* или иным способом. Короба грузовой и порожней ветвей конвейера можно выполнять как соединенными общим средним листом, так и совершенно раздельными двумя рукавами. При разделении коробов грузовой и холостой ветвей секции состыковывают аналогично состыковке секций горизонтальных транспортеров. Переход с вертикального или наклонного участка транспортирования к горизонтальному производится также в поворотных секциях, а листы, по которым происходит трение тяговой цепи, обычно значительно усиливают или изготавливают из износостойких материалов.

Для уменьшения сопротивления движению тяговой цепи на поворотных секциях обычно устанавливают отклоняющие блоки. При этом поворот холостой ветви *9* (рис.54в) на блоке *8* особых затруднений не вызывает, поворот грузовой ветви *10* связан с необходимостью уплотнения зазоров между секцией короба *11* и блоком *12.* Материал, просыпавшийся через уплотнение, по дополнительному рукаву *13* направляют в отделение холостой

ветви. При крутонаклонном и вертикальном транспортировании необходимо создавать некоторый подпор материала. Для этого загрузочное устройство *14* (рис.54г) устанавливают в петле короба *15* (или на горизонтальном участке трассы). Порожняя и грузовая ветви могут быть объединены в общем коробе.

Транспортер обычно загружают через загрузочные лотки, трубы и течки, которые в соответствии с конкретными условиями эксплуатации оборудуют предохранительной решеткой, задерживающей крупные посторонние включения. Материал может подаваться через верхнюю холостую ветвь, если он идет дозированным потоком, подаваться на верхнюю ветвь навалом и сначала дозироваться на ней, а затем поступать на нижнюю рабочую ветвь или поступать навалом (сбоку или сверху) и дозироваться рабочим органом, работающим непосредственно из-под навала, или заслонкой, расположенной над ним.

Разгрузка транспортеров может производиться в любом месте через проем в днище короба, по которому скребками перемещается транспортируемый материал. Проемы обычно перекрывают затворами шиберного или лоткового типа. При лотковом затворе часть днища, закрывающая разгрузочное отверстие, шарнирно закрепляется с одной стороны и поворотом в шарнире открывает или закрывает выпускное отверстие. Основным недостатком такой конструкции является значительный размер затвора (вниз), связанный с необходимостью опускания лотка, и неплотное закрывание затвора. Шиберные затворы лишены этих недостатков и выпускаются с поперечным и продольным движением шибера. Обычно предпочтение отдают поперечному затвору, так как при этом шибер входит в короб заподлицо с днищем. Продольный затвор хоть и не связан с увеличением ширины транспортера, но при закрытом шибере остается просвет между ним и рабочим органом, в

котором задерживается транспортируемый материал, что не только нежелательно, но в ряде случаев и недопустимо. Привод затворов может быть ручным или дистанционным с помощью электро-, пневмо- и гидропривода или комбинированным.

С включением затвора на открывание разгрузочного отверстия одновременно поворачиваются или опускаются сбрасыватель – пластина, армированная резиной или пластиком, и чистители (обычно щетки). Сбрасыватель сталкивает материал, задержавшийся на рабочем органе, а чистители сметают остатки транспортируемого материала, пронесенного на цепи или скребках за сбрасыватель.

5.5. Конструкции современных скребковых транспортеров

Скребковые цепные транспортеры типа ТСЦ предназначены в основном для транспортирования различных продуктов на элеваторах и предприятиях по производству комбикормов в пищевой и легкой промышленности, сельском хозяйстве и других отраслях.

Транспортер состоит из натяжной станции *1* (рис.55), короба с проходными секциями *2* (длиной по 1,5 м) прямоугольного сечения со стальными направляющими для тяговых цепей, загрузочных и разгрузочных секций *3* приводной станции *4* с редуктором *5,* жесткими муфтами *6* и *7* и асинхронным трехфазным двигателем *8.*

Редуктор типа РЦД, устанавливаемый с правой или левой стороны, рассчитан на скорость движения цепи 0,4 м/с при скорости вращения ротора электродвигателя 940÷960 об/мин. При производительности 35 т/ч тяговую звездочку монтируют прямо на цапфе тихоходного вала. Разгрузочные секции оборудуют шиберными затворами *9* с продольным или поперечным движением шибера и электроприводом. Рабочий орган транспортера состоит из

пластинчатых тяговых цепей *10* марок ИФ-125 и ИФ-160 с открытым шарниром и оборудуется консольными или балочными скребками. Приводная станция оборудована автоматической блокировкой для отключения двигателя при ослаблении тяговой цепи. При этом импульс на концевой выключатель поступает от двух тросов, проходящих под верхней и нижней ветвями двухцепного рабочего органа на транспортерах ТСЦ-100 и ТСЦ-175.

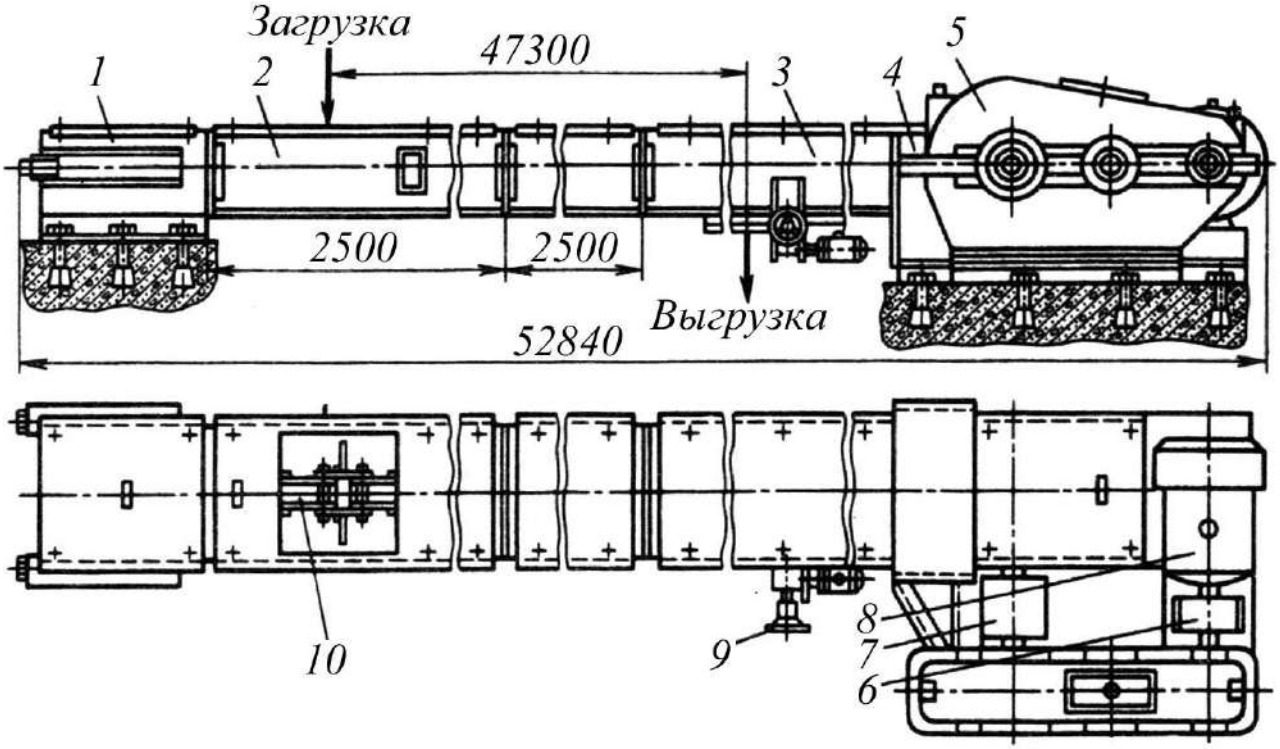


Рисунок 55 – Транспортер типа ТСЦ.

Результаты эксплуатации транспортеров ТСЦ послужили основанием для разработки унифицированного ряда транспортеров типа К4-УТФ и конвейера марки АЦ-9-400 со скоростью движения рабочего органа 0,6÷0,9 м/с. Транспортеры предназначены для горизонтального и пологонаклонного транспортирования зерна, отрубей, шрота, комбикормов и других сыпучих материалов на элеваторах, хлебоприемных пунктах, мельницах и других предприятиях по производству крупы, муки и комбикормов. Транспортеры типа УТФ отличаются от конвейеров типа ТСЦ применением штампованных секций короба, которые стыкуют в

специальных рамках, позволяющих корректировать установку их в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Натяжные станции выполнены с подрессоренными натяжными звездочками и групповым натяжным устройством. Приводные станции оборудованы тяговыми звездочками с усовершенствованным профилем зуба. Транспортер отличается улучшенной конструкцией, повышенной работоспособностью и ремонтопригодностью всех основных узлов. Управление транспортером автоматическое, дистанционное с диспетчерского пункта предприятия. Краткие технические характеристики транспортеров типа ТСЦ и УТФ приведены в табл. 22.

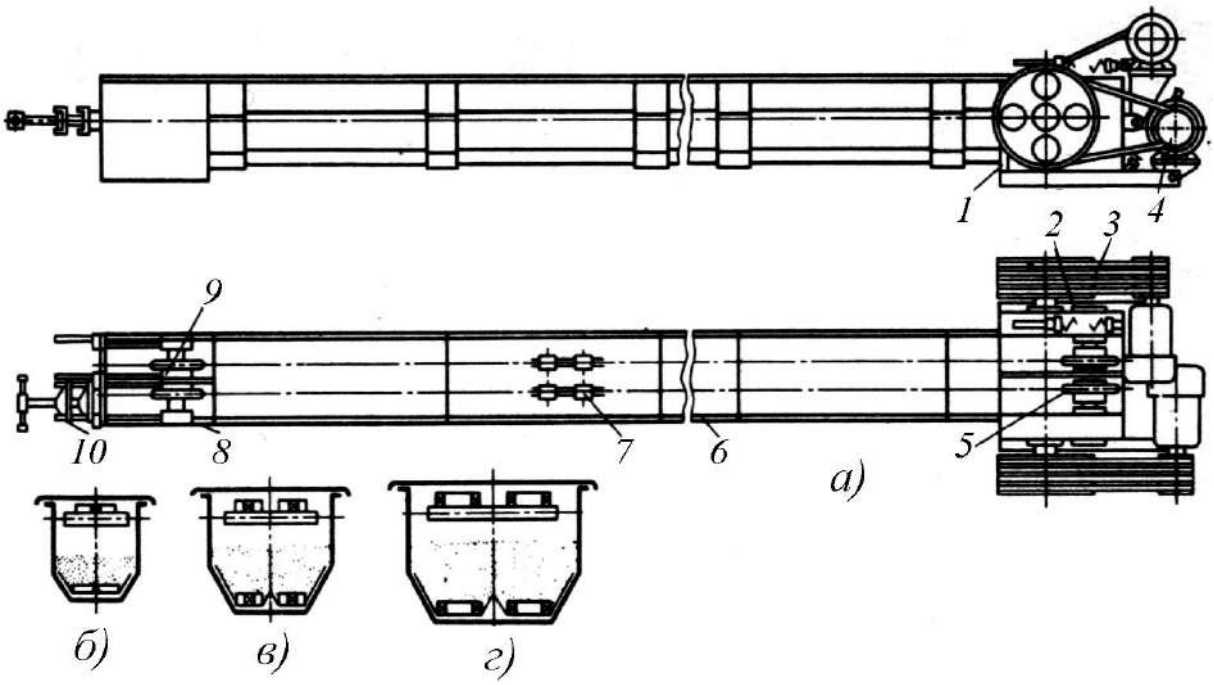
Таблица 22 – Характеристика транспортеров типа ТСЦ, УТФ и АЦ

Показатели	ТСЦ-25	ТСЦ-50	ТСЦ-100	ТСЦ-175	УТФ-200	УТФ-320	АЦ-9-400
Длина конвейера, м	25-50	25-50	25-50	75	50	50	60
Производительность (по зерну), т/ч	25	50	100	175	40	75	350
Размеры короба, мм: ширина высота	200 320	320 430	500 430	650 430	200 320	320 430	400 -
Мощность привода, кВт	3-4	4-7,5	7,5-22	13-40	7,5	11	75
Линейно распределенная масса, кг	53-46	100-78	124-110	165-140	110	152	-

Скребковые транспортеры Одесского завода продовольственного машиностроения изготовляют с одноцепным, двухцепным и четырехцепным рабочим органом на базе серийно выпускаемых тяговых цепей с открытым шарниром марок ИФ-125 и ИФ-160. Приводную станцию *1* (рис.56а) транспортера оборудуют одним или двумя редукторами *2* с клиноременными передачами *3* и

эластичными муфтами и соответственно одним или двумя асинхронными двигателями *4* и тяговыми звездочками *5*.

Короб транспортера (рис.56а) собирают из типовых секций *6*, выполненных с оптимальным профилем сечения, оснащают вставными дополнительными (сменными футерующими) секциями для рабочей ветви и поддерживающими роликами для холостой ветви.



а) двухцепной транспортер вид общий; б) одноцепной транспортер; в) двухцепной транспортер; г) четырехцепной транспортер.

Рисунок 56 – Скребковый транспортер с цепями ИФ.

Транспортер изготавливают с двумя независимыми контурами тяговых цепей *7*, оборудованных консольными или балочными скребками. Натяжная станция *8* с независимым натяжением каждого контура рабочего органа оборудуется подрессоренными блоками *9* и натяжным устройством *10* (рис.56).

Конструкции транспортеров, оборудованных цепями ИФ-125 и ИФ-160, в принципе аналогичны и различаются лишь габаритами и силовыми параметрами. Транспортеры, оборудованные одной тяговой целью ИФ-125 (рис.56б), рассчитаны на

производительность 38 т/ч при скорости движения цепи 0,4 м/с. При значениях скорости рабочего органа 0,8, 1,2 и 1,6 м/с производительность транспортирования составляет соответственно 75, 100 и 150 т/ч. Для двухцепного транспортера (рис.56в) при этих же скоростях движения тяговых цепей ИФ-160 производительность транспортирования составляет 150, 300 и 450 т/ч. Применение четырехцепного транспортера (рис.56г) с цепями ИФ-160 позволяет удвоить его производительность.

Транспортеры конструкции ВНИИПТМАШ, предназначенные для работы в любых условиях с пылящими, порошкообразными, зернистыми и малокусковыми грузами с температурой до 800ºС, успешно применяют в производстве строительных материалов и в сельском хозяйстве. Транспортеры КПС-125, КПС-200 и КПС-320 с одноцепным рабочим органом выпускают малой и средней производительностей, а также, большой производительности: транспортеры КПС-500 и КПС-650 с двухцепным рабочим органом.

Привод транспортера *1* (рис.57) и приводную станцию *2* крепят неподвижно на фундаменте, а линейные секции короба *3,* загрузочные секции *4* и натяжную станцию *5* монтируют без дополнительного крепления к фундаменту. Это позволяет компенсировать линейное удлинение транспортера при работе с горячими грузами.

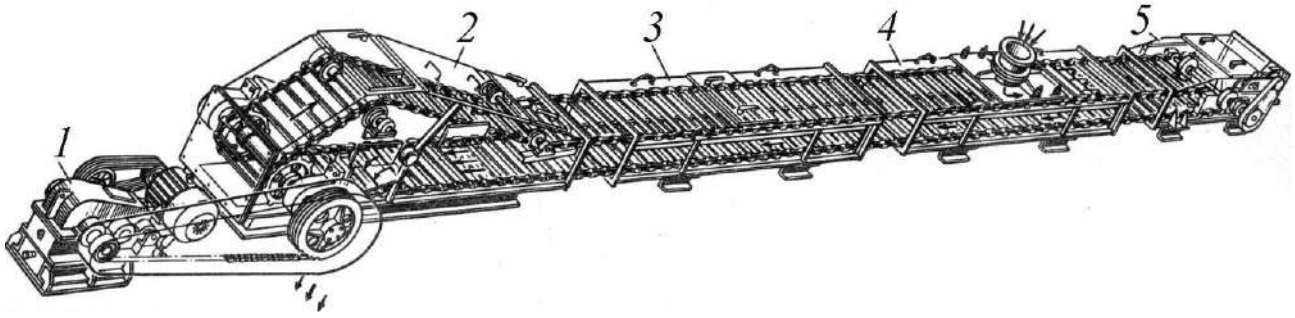


Рисунок 57 – Транспортер типа КПС.

Крутящий момент от привода к валу тяговых звездочек передается цепной передачей. На транспортерах типа КПС используют типовые приводы ВНИИПТМАШа и приводные станции с самонатяжением вильчатой тяговой цепи, выполненной из стали 30ХГСА.

Транспортеры типа КПС выпускают с рабочими шириной и высотой короба в свету: 125×90; 200×125; 320×200; 500×320 и 650×400 мм в горизонтальном, горизонтально-наклонном, вертикальном, *L*-образном и *Z*-образном исполнениях. Помимо этого, транспортеры изготовляют в обычном, термостойком и охлаждаемом исполнениях, что дает возможность не только транспортировать, но и охлаждать транспортируемые грузы.

Производительность транспортеров варьируется от 60 до 120 т/ч.

Транспортеры типа КПС, предназначенные для крутонаклонного (угол наклона 45, 60 и 75°) и вертикального транспортирования, оборудуют поворотными секциями *1* (рис.58) и рабочим органом с контурными скребками.

Приводная станция *2* транспортера (рис.58) благодаря цепной передаче допускает установку привода *3* в наиболее удобном месте. Пологонаклонное транспортирование (угол наклона до 30°) может осуществляться транспортером с прямолинейной трассой без дополнительных поворотных секций. Максимальная высота подъема груза транспортерами КПС-125ГHL, КПС-320L и КПС-650L составляет соответственно 20, 18 и 18 м. Минимальная длина горизонтального участка трассы для транспортеров КПС-650L, оборудованных двумя независимыми тяговыми цепями с контурными скребками, около 3,5 м.

При транспортировании зернистых и пылевидных грузов производительность уменьшается примерно на 25÷50%.

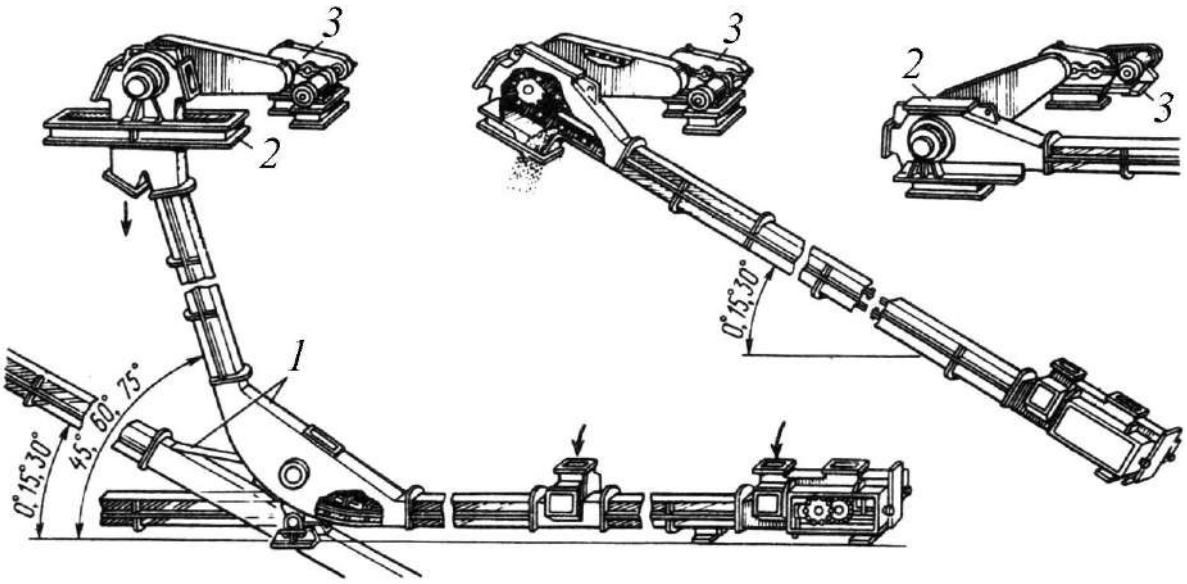


Рисунок 58 – Транспортеры КПС-125ГН и 125 ГН.

Интерес представляют транспортеры типа "Флоу" фирмы Тзубакимото Чейн Компани (Япония), выполняемые для различных трасс вплоть до *Z*-образных, вертикальных с петлевой загрузкой, циркуляционных вертикально или горизонтально замкнутых и т. п.

В мировой практике широко распространены горизонтальные и *L*-образные транспортеры, которые в конструктивном отношении аналогичны транспортерам КПС, однако имеют ряд особенностей. Так, при срезании штифта при предельном моменте звездочка цепной передачи смещается на ведомом валу и с помощью концевого выключателя отключает электродвигатель. На мощных транспортерах устанавливают турбомуфты. Приводные станции обычно выполняют с самонатяжением рабочего органа, термообработанными тяговыми звездочками с числом зубьев $z=8\div15$ и цепесъемниками. Однако это не исключает применения обычного натяжного устройства винтового типа. Транспортеры комплектуют тяговыми цепями в обычном исполнении, повышенных прочности и износостойкости, а также обычными и контурными скребками различной конфигурации. Короб транспортера собирают из типовых прямоугольных секций длиной 2, 4 и 3 м нормальной высоты и

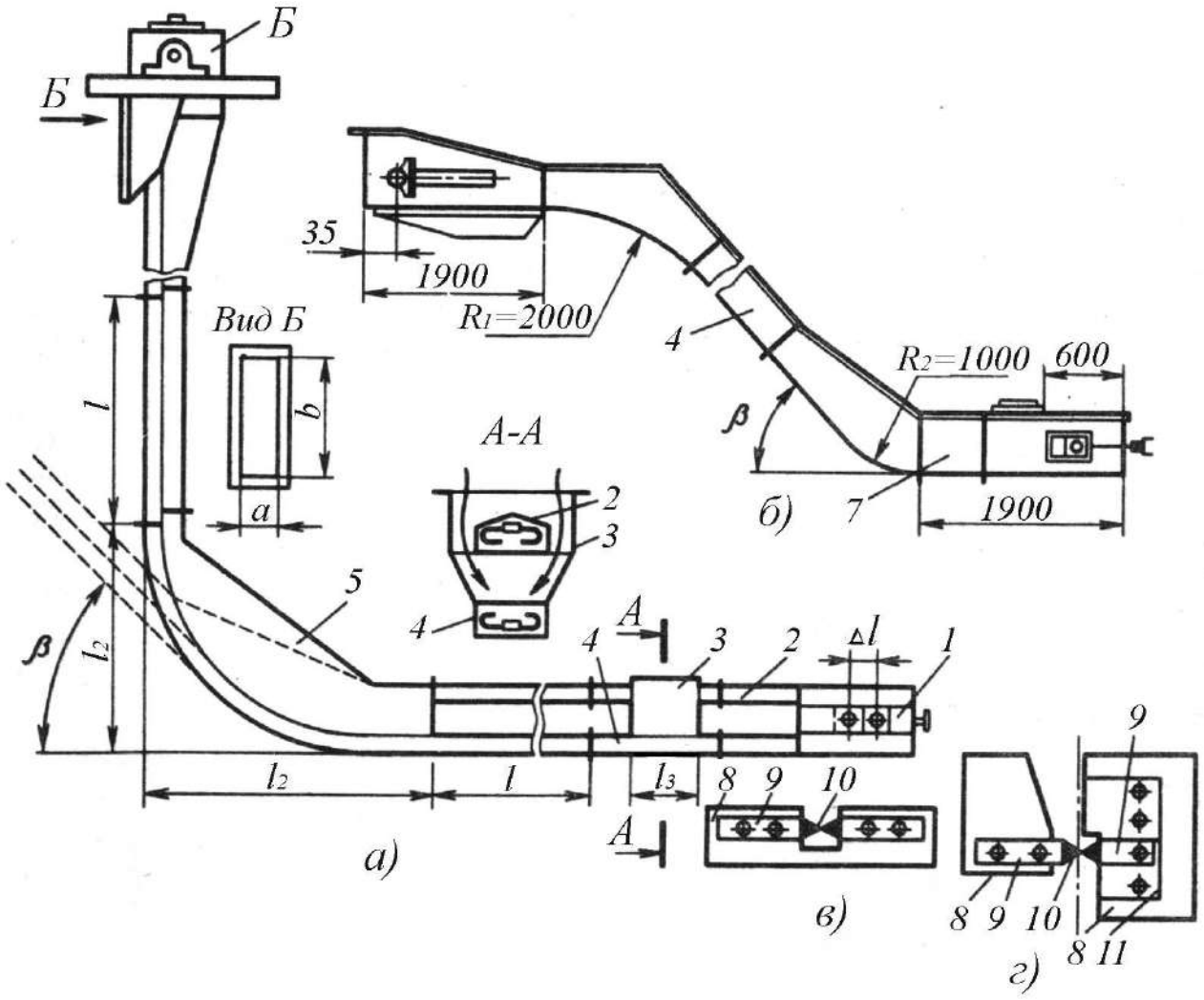
уменьшенной примерно на 15%, что уменьшает массу секции примерно на 10%. Короб загружается сверху (через обратную ветвь) и сбоку - с одной или с двух сторон. Основные параметры транспортеров типа "Флоу" приведены в табл. 23.

Таблица 23 – Основные параметры транспортеров типа "Флоу" фирмы Тзубакимото Чейн Компани (Япония)

Размеры секций, мм				Масса секции, кг	Масса станции, кг	
ширина рабочая	ширина габаритная	высота	длина		приводной	натяжной
150	240	369	2400	97	126	87
200	290	489	2400	124	217	153
270	390	461	3000	271	381	254
350	470	841	3000	337	649	450
440	530	841	3000	388	818	458
500	620	1099	3000	477	1392	819
600	720	1099	3000	509	1764	964

Транспортеры с горизонтально-наклонным транспортированием (*L*-образные) в горизонтальной части выполняют двухрукавными. Секции *4* транспортера типа КПС (рис.59а) рабочей ветви загружают через загрузочное устройство *3*, обтекающее секцию верхней ветви *2*. Секции короба выполняют длиной l = 3 м, и при транспортировании на рабочей ветви абразивных материалов их футеруют дополнительными стальными листами. Соответственно ширине рабочей части короба 160÷600 мм габаритная ширина его изменяется от 236 до 700 мм, высота от 125 до 325 мм.

Высота рабочей части короба для обратной ветви принимается на 10 мм больше рабочей. На поворотной секции *5* (рис.59а) нижняя ветвь свободно провисает и самонатягивается, однако транспортеры обязательно оборудуют специальным натяжным устройством *1* с ходом оси Δl = 200÷450 мм.



а) L-образная трасса; б) Z-образная трасса; в) полиэтиленовые скребки; г) полиэтиленовые пластины.

Рисунок 59 – Транспортеры с L-образной и Z-образной трассами.

Поворотную секцию соответственно ширине рабочей части короба выполняют длиной l_2 = 1300÷3400 мм и высотой l_1 = 1500÷1800 мм, при этом груз обычно перемещается по нижней секции с верхним расположением тяговой цепи. Однако выпускают транспортеры и с нижним расположением цепей. В последнем случае верхний рукав короба становится рабочим, и материал загружается прямо в него; просвета между рукавами короба не остается. Для загрузки нижнего рукава короба длина загрузочного отверстия l_3 =500÷1400 мм (соответственно ширине короба), а для загрузки верхнего рукава – l_3= 400÷800 мм. Размеры разгрузочного

отверстия $a \times b$ (рис.59а) изменяются от 400×1000 до 800×1600 мм. Масса основных узлов транспортеров приведена в табл. 24.

Таблица 24 – Масса основных узлов транспортеров типа КПС

Ширина рабочей части короба, мм	Масса станции, кг		Масса промежуточных секций, кг					
	приводной	натяжной	горизонтальной	наклонной	вертикальной	поворотной на угол		загрузочной с нижней загрузкой
						60°	90°	
160	308	111	221	134	114	305	240	149
240	549	208	286	203	178	446	330	260
320	753	279	408	283	287	722	539	355
410	1184	436	432	342	324	985	739	519
500	2119	813	613	459	425	1782	1400	643
600	2653	861	809	526	495	2158	1603	998

Приводная станция *6* выполнена с цепной передачей и смонтирована аналогично приводной станции транспортеров типа КПС. Аналогичные транспортеры типа KLT выпускает югославская фирма "Утва" с шириной рабочей части секции короба *7* (рис. 59б) 240, 290, 340 и 390 мм, длиной до 50 м и высотой подъема около 20 м. Транспортеры обеспечивают производительность транспортирования зерна (насыпная масса 0,75 т/м^3) 30÷200 т/ч при мощности привода 12÷30 кВт. Угол наклона β секций *4* средней части конвейера изменяется от 20 до 80° (через 5°), а длина участка от загрузочного люка до начала подъема – от 1,5 до 2,5 м.

Транспортеры фирмы "Трамко" (Швеция) имеют конструкцию, аналогичную конструкции транспортеров типа КПС, выпускают с размерами (ширина рабочей части × высота короба), изменяющимися от 127×178 до 300×915 мм, со скоростью движения рабочего органа до 1,6 м/с. Поворотную секцию выполняют без расширения и провисания холостой ветви с радиусом закругления R=l,5÷3 м (соответственно ширине короба). Основной особенностью транспортера является применение скребков *8* (рис.59в) из

высококачественного полиэтилена толщиной 10÷20 мм, которые болтами крепят к кронштейнам *9* траковой цепи *10*. Полиэтиленовые скребки скользят по днищу или направляющим на грузовой или холостой ветви и могут быть легко заменены при изнашивании. При этом достигается незначительное изнашивание короба, тяговых цепей и направляющих, уменьшение плотности, коэффициента сопротивления движению рабочего органа, бесшумность в работе и хорошая очистка короба. Для более плавного прохода стыков короба в них закладывают алюминиевые шины треугольного сечения и сборку ведут на направляющих штифтах со шпонками. Вместо контурных скребков применяют полиэтиленовые пластины *8* (рис.59г), увеличенные вверх и прикрепляемые к кронштейну *9* траковой цепи *10*. При больших сечениях короба полиэтиленовый скребок *8* (рис.59д) крепят к обоим кронштейнам *9* траковой цепи *10 с* помощью каркаса увеличенной жесткости *11*. Скребки устанавливают на каждом звене цепи или с небольшим шагом, близким к t_H. На особо мощных транспортерах применяют двухцепной рабочий орган с несвязанными между собой тяговыми цепями.

Транспортеры фирмы "Траскат" (Италия), отличающиеся особой простотой конструкции, выполняют с вмонтированным одноступенчатым редуктором *2* (рис.60) и клиноременной передачей *1* или только с клиноременной передачей. Секции *3* соединяют накладками *4,* приваренными к одной боковой стенке и притягиваемыми винтами ко второй стенке. Крышки *6* ставят на быстросъемных соединениях или зажимах. Верхнюю ветвь рабочего органа обычно поддерживают направляющими из твердых пород дерева. Секции короба выполняют для одностороннего и двустороннего транспортирования. Поперечные шиберные затворы *7* поставляют заказчику с ручным или механическим приводом.

Конвейеры выпускают с шириной рабочего органа 75, 90, 100, 140, 180, 200, 240, 300 и 400 мм с консольными U–образными и O–образными скребками.

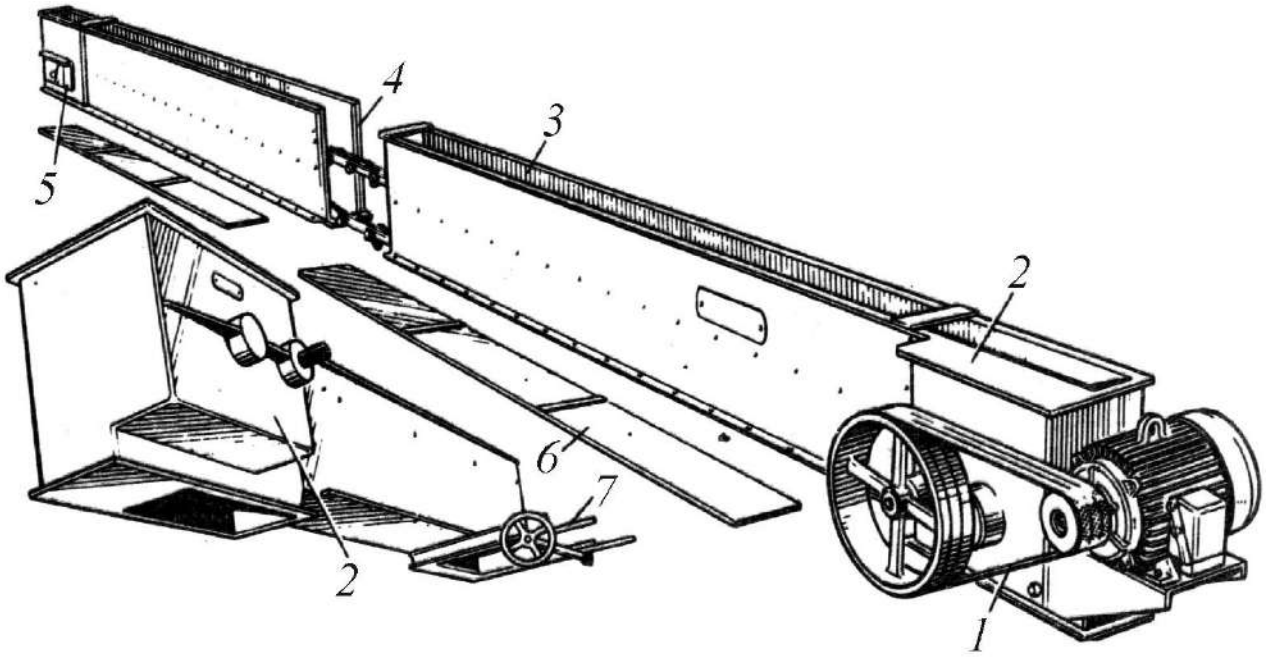


Рисунок 60 – Транспортер фирмы "Траскат" (Италия).

При этом размеры секций короба изменяются от 131×229 до 510×760 мм, производительность – от 9 до 200 т/ч и мощность привода – от 0,23 до 4,5 кВт на 10 м длины транспортирования. В то же время размеры привода (без клиноременной передачи) изменяются от 800×272×290 до 1300×860×850 мм, а размеры натяжной станции *5* – от 200×430 мм до 750×1300 мм. Скорость движения рабочего органа составляет 0,5 м/с. Длина транспортеров может составлять до 100 м.

Самые легкие транспортеры "Лаинхбур" и "Бенталл" (Великобритания) выпускают с коробом *5* (рис.61), выполненным из дерева и покрытым огнестойким лаком.

Транспортеры с реверсивным рабочим органом устанавливают на опорах или подвешивают. Приводная станция *4* (рис.61) оборудована электроприводом *3* с червячным редуктором *2* и цепной

передачей *1* на приводную звездочку, а натяжная станция *9* оборудована винтовым натяжным устройством *8.*

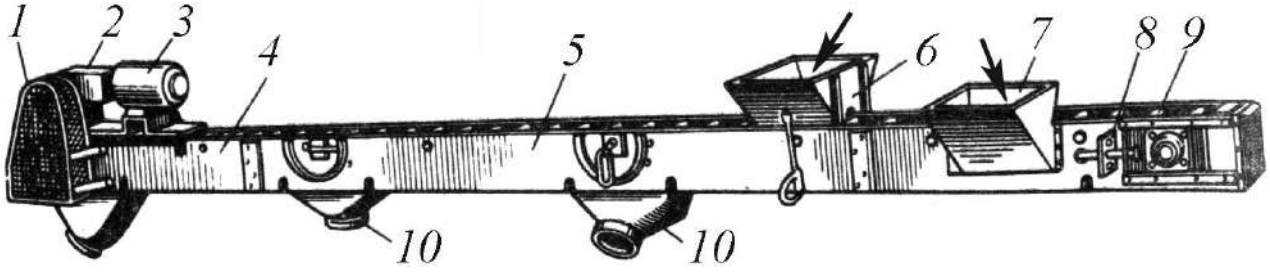


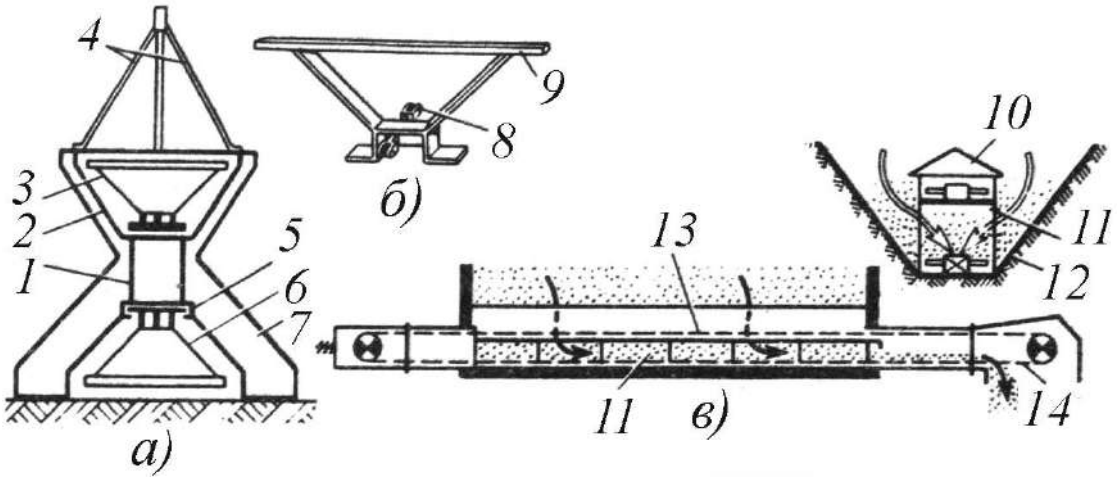
Рисунок 61 – Лёгкий транспортер фирмы "Лаинхбур" (Великобритания).

Данный тип транспортеров в основном предназначен для транспортирования зерна с верхней *6* или боковой *7* загрузкой и разгрузкой через разгрузочные люки *10.* Транспортеры выпускают с шириной короба 190, 240 и 280 мм, производительностью соответственно 8, 15 и 20 т/ч при длине 40, 34 и 30 м. Транспортеры "Бенталл" выпускают длиной до 40 м и производительностью 8, 12, 20 и 30 т/ч при мощности привода до 2,5 кВт.

Транспортеры "Супер-Флоу", также выполняемые небольшой производительности, отличаются применением сферического дна и направляющей полосы, удерживающей скребки от всплывания (рис.53е). Фирма "Симон-Баррон" выпускает аналогичные транспортеры, но с плоским днищем. При ширине рабочего органа примерно 152, 228, 305, 356, 407, 508 и 610 мм и скорости движения рабочего органа 0,5÷0,7 м/с транспортеры обеспечивают производительность 24,3÷438 $м^3$/ч.

Фирма "Нордон-Фрухиншольц-Диеболд" (Франция) выпускает ряд транспортеров специально для обслуживания складов зерна и зернохранилищ. Транспортеры подвесного типа оборудованы жестким коробом *1* (рис.62а), по верхней части которого, в желобе *2,* перемещается холостая ветвь *3* рабочего органа транспортера, а в

направляющих днища *5* перемещаются звенья *6* подвешенной в них рабочей ветви.



а) подвесной транспортер, вид общий; б) рабочий орган; в) транспортер для работы под навалом зерна.

Рисунок 62 – Транспортеры для зернохранилищ.

Короб (рис.62а) для увеличения продольной жесткости оборудуется по всей длине фермой *4* и при длине, большей 15 м, подвешивается на двух блоках, установленных вблизи приводной и натяжной станций, к лебедкам кран-балки или козлового крана. Короб может опираться также на две тележки, перемещающиеся по рельсам и оборудованные подъемными устройствами. При опускании короб становится на почву опорами *7*, выполняющими одновременно и роль ребер поперечной жесткости. Приводная станция транспортера оборудована мотор-редуктором и тяговыми звездочками со сменными зубьями или венцами. Рабочий орган транспортера комплектуют оригинальными тяговыми вильчатыми цепями, к звеньям *8* (рис.62б) к которым прикрепляют скребки *9*, выполненные в виде рамок. Транспортер, подвешиваемый над навалом зерна, опускаясь вниз или перемещаясь (боком) вдоль навала, подает зерно толстым слоем, разгружая навал. По данным фирмы, транспортер оставляет на поверхности неубранный слой

зерна толщиной не более 5 см. Подвесные транспортеры выпускают длиной до 26 м производительностью до 100 т/ч с автоматическим и дистанционным управлением.

Эта же фирма выпускает транспортеры для загрузки и разгрузки складов с работой непосредственно под штабелем груза. Загрузочные конвейеры оборудуют коробом прямоугольного сечения из стальных листов толщиной 2, 4 и 6 мм. Рабочий орган оборудуют консольными скребками для горизонтального и пологонаклонного транспортирования или контурными скребками для крутонаклонного транспортирования. При размерах короба 200×330, 250×455, 370×455 и 450×455 мм производительность горизонтальных транспортеров составляет соответственно 50, 100, 150 и 300 т/ч, а крутонаклонных – 35, 75, 100 и 200 т/ч. Транспортеры, предназначенные для работы в складах под навалом зерна, выполняют с более жесткой верхней частью *10* (рис.62в) секций короба и усиленными боковыми стенками, оборудованными проемами *11* для свободного поступления зерна с боков. Благодаря такой конструкции короба рабочий орган не воспринимает сопротивления движению от массы всего навала зерна, а взаимодействует лишь со слоем, находящимся на рабочем органе. Транспортер, устанавливаемый непосредственно на дне бункера с наклонными боковыми стенками *12* днища находится под полным слоем зерна, лежащего в бункере. При включении в работу верхняя ветвь *13* перемещается в закрытой части короба, а нижняя непрерывно взаимодействует с зерном, поступающим в короб через боковые проемы и транспортирует его непрерывным потоком к разгрузочному люку *14*.

Представляют интерес транспортеры типа СКТ (рис.63) фирмы "Bühler" (Швейцария), предназначенные для перегрузки хорошо сыпучих грузов: зерна, сахара-сырца, соли, соды, хлебных

продуктов, соевых бобов, угля и т. п. Отличительной особенностью этих транспортеров является самозагрузка из-под навала в петлевом устройстве и мощный несущий короб без дополнительных ферм или опор. Транспортер, подвешиваемый только за приводную или за приводную и натяжную станции, опускают непосредственно в сыпучий материал загрузочной частью. Рабочий орган транспортера захватывает материал в навале и перемещает его вплоть до разгрузки или перегрузки на другой транспортер.

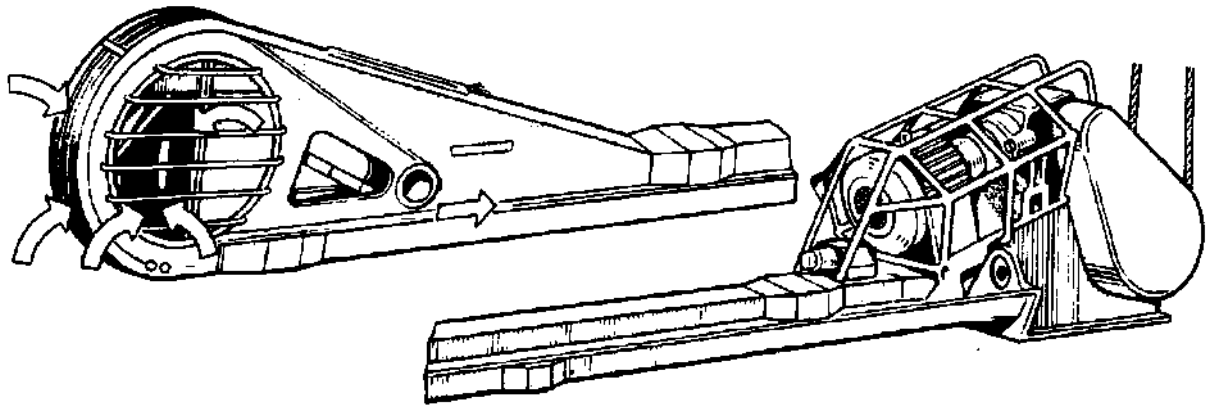


Рисунок 63 – Транспортер типа СКТ.

Для перемещения сыпучих грузов по сложным трассам в одной транспортной цепи можно использовать несколько транспортеров.

К основным преимуществам данного типа транспортеров (относительно кранов с грейферами) относят простоту конструкции, малые габариты при большой производительности, возможность перемещения груза по пространственным трассам в закрытом желобе, полное отсутствие пыления, непрерывность потока груза и полную автоматизацию работы. Основными недостатками являются значительное изнашивание секции короба и цепи, относительно большое потребление энергии, которое, однако, в 5-6 раз меньше потребления энергии при использовании пневмотранспорта, и непригодность этих транспортеров для перемещения крупнокусковых твердых материалов.

Транспортеры СКТ выпускают трех типов производительностью 75, 150 и 225 т/ч (по зерну) в 25-ти исполнениях. Транспортеры длиной 4,7÷16; 6÷16 и 9,2÷26 м, оборудуемые приводом мощностью соответственно 3,7÷14,5; 9,2÷26 и 18,5÷33 кВт, имеют массу 1,25÷2,47; 2,0÷3,4 и 3,5÷5,4 т. Годовая стоимость перегрузки 1 т груза на перевалочных пунктах с помощью транспортеров и кранов примерно одинакова. Однако значительное улучшение условий труда и возможность использования транспортеров типа СКТ в любых условия, обеспечили им широкое распространение.

Для самотечной перегрузки зерна фирма "Bühler" выпускает специальные гибкие трубы, собираемые из конических патрубков.

Специальные передвижные транспортеры на колесах с пневматическими шинами выпускает фирма "Андерслей Инжинирс Лимитед" (Англия) с шириной рабочего органа 4, 6, 8, 10 и 12 дюймов (102÷305 мм). Данные транспортеры в принципе аналогичны описанным и при размерах короба 170×200, 220×250, 275×300, 350×360 и 400×415 мм развивают производительность соответственно 10, 20, 35, 55 и 75 т/ч. При увеличении высоты короба от 290 до 720 мм транспортеры можно использовать для перемещения груза в двух направлениях. Часто в качестве передвижных используют обычные транспортеры, установленные на различные тележки или колеса. Угол наклона транспортера изменяют с помощью различных подъемных устройств.

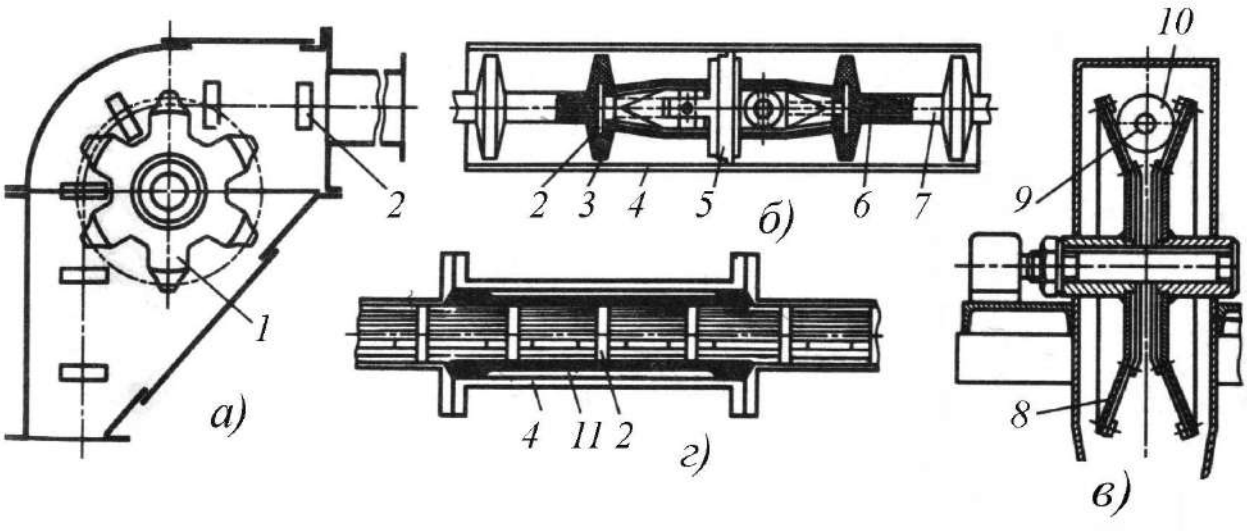
В ряде случаев в отечественной и зарубежной промышленности транспортеры с погруженным рабочим органом используют также на сортировке сыпучих материалов (для этого дно короба выполняют с соответствующими просеивающими элементами) в качестве питателей, бункероразгрузчиков или бункерозагрузчиков и т.п. Одной из разновидностей транспортеров с погруженным рабочим органом являются также циркуляционные транспортеры,

которые применяются с коробом прямоугольного или круглого (из труб) сечения.

Циркуляционный транспортер с прямоугольным сечением секций короба обычно выполняют с движением рабочего органа по контуру, замкнутому в горизонтальной, наклонной или вертикальной плоскости. Особенностью транспортера является загрузка и разгрузка его в любой точке контура и возможность перемещения материала (циркуляции) по всему контуру. В конструктивном отношении основные элементы этих транспортеров аналогичны элементам описанных ранее конвейеров.

Аналогично может работать и трубчатый транспортер, который оборудуют круглыми скребками, более просто обеспечивающими поворот рабочего органа на пространственных трассах. Скребки трубчатых транспортеров согласно рекомендациям ВНИИПТМАШа необходимо выполнять диаметром 94, 142 и 198 мм для труб с внутренним диаметром 100, 150 и 207 мм и устанавливать с шагом 320÷600 мм для горизонтальных транспортеров и 160÷400 мм для транспортеров с пространственной трассой. Такие транспортеры при скорости движения рабочего органа 0,16 м/с и массе 1 м 8,7÷17,6 кг развивают производительность до 4÷16 $м^3$/ч.

В качестве тягового органа можно использовать круглозвенные, пластинчатые и другие цепи (одно- или двухшарнирные в зависимости от поворота трассы в одной или двух плоскостях) и тяговые или отклоняющие звездочки *1* (рис.64а) со свободным проходом скребков *2*.



а) тяговая звездочка; б) конструкция скребка; в) отклоняющий ролик; г) герметичный участок.

Рисунок 64 – Основные узлы трубчатых транспортеров.

Для уменьшения изнашивания в шарнирах пластинчатой цепи между соседними пластинами или между пластиной и шайбой (снаружи) прокладывают уплотнительные кольца из эластичных материалов. Для уменьшения шума и увеличения долговечности конвейера скребки *2* (рис.64б) армируют упругими материалами *3*. Трубы *4* применяют с утолщенной стенкой и в процессе эксплуатации периодически поворачивают на 90°, а колена на поворотах трассы для упрощения замены делают разборными. В отдельных конструкциях в качестве тягового органа используют стальной трос *6*, защищенный резиновой или пластиковой обечайкой *7* (рис.64б). Для очистки внутренней поверхности от налипающего материала и восстановления рабочего диаметра труб рабочий орган оборудуют стальными очистными скребками *5* (рис.64б). При использовании в качестве тягового органа стального каната вместо отклоняющих и тяговых звездочек применяют отклоняющие ролики *8* (рис.64в) со сферическими или коническими желобами или тяговые блоки с фрикционным коническим ободом.

При этом тяговое или отклоняющее усилие передается к тяговому органу *9* через скребки *10.*

Для загрузки и разгрузки материала в полости, которую необходимо герметизировать (например, с вакуумом или повышенным давлением) относительно короба транспортера, устанавливают герметичные затворы, выполняемые в виде участка трубы *4* (рис.64г), армированного упругим материалом *11,* и имеющие вследствие этого уменьшенный диаметр.

Трубчатые транспортеры выполняют небольшой общей длиной трассы с невысокой производительностью. Так, конвейеры фирмы "Фишер и Лудлоу" при внутреннем диаметре трубопровода 76, 102, 127, 152 и 203 мм и максимальной скорости движения рабочего органа 0,45 м/с развивают производительность соответственно 5, 10, 16, 24 и 39 $м^3$/ч. Аналогичные транспортеры выпускают фирма "Хепмен Конвейерс" (США) и другие фирмы.

Основными преимуществами трубчатых транспортеров являются возможность доставки материалов по сложным трассам; высокая герметизация с учетом возможности загрузки и разгрузки на участках с повышенным или пониженным давлением. Наряду с этим следует отметить, сложность определения места аварии и обслуживания трубчатых транспортеров; ограничения при транспортировании горячих и абразивных материалов; ограниченную кусковатость транспортируемых материалов (обычно размер куска должен быть меньше 0,1 внутреннего диаметра трубопровода); увеличение массы и стоимости по сравнению с обычными транспортерами.

Вследствие этого трубчатые транспортеры рекомендуется применять при транспортировании по сложным пространственным замкнутым трассам пылевидных, порошкообразных и зернистых

негорячих и малоабразивных материалов при ограниченной длине и производительности транспортирования.

5.6. Установки для непрерывной разгрузки судов и барж

В настоящее время, одним из основных средств вертикальной транспортировки насыпных грузов в портовых перегружателях транспортерного типа большой производительности являются ковшовые элеваторы.

Фирма "Delattre Levivier" (Франция) после большого числа опытов, проведенных с использованием уменьшенных моделей, разработала установки производительностью от 500 до 5000 т/ч для непрерывной разгрузки судов до 200 тыс. т (рис.65). Установка содержит вертикальный цепной ковшовый элеватор, у верхней головки которого предусмотрен тарельчатый питатель для подачи груза на отводящий ленточный транспортер. Элеватор и транспортер с помощью опорно–поворотного устройства смонтированы на конце нижнего звена качающейся укосины параллелограммного типа; верхнее звено укосины снабжено уравновешивающим контргрузом.

Устройство имеет рельсовый портал, пути которого уложены вдоль причальной стенки. Портал несет опорно-поворотное устройство, поддерживающее укосину; может быть предусмотрено исполнение с установкой опорно-поворотного устройства на дополнительную каретку для смещения его в поперечном направлении относительно рельсовых путей. В центре портала предусмотрена течка для передачи поступающего по транспортеру укосины груза в буферные бункера. Из бункеров через управляемые затворы груз может быть передан на магистральный отводящий конвейер, расположенный вдоль внешней нитки пути. Груз может подаваться также непосредственно в вагоны.

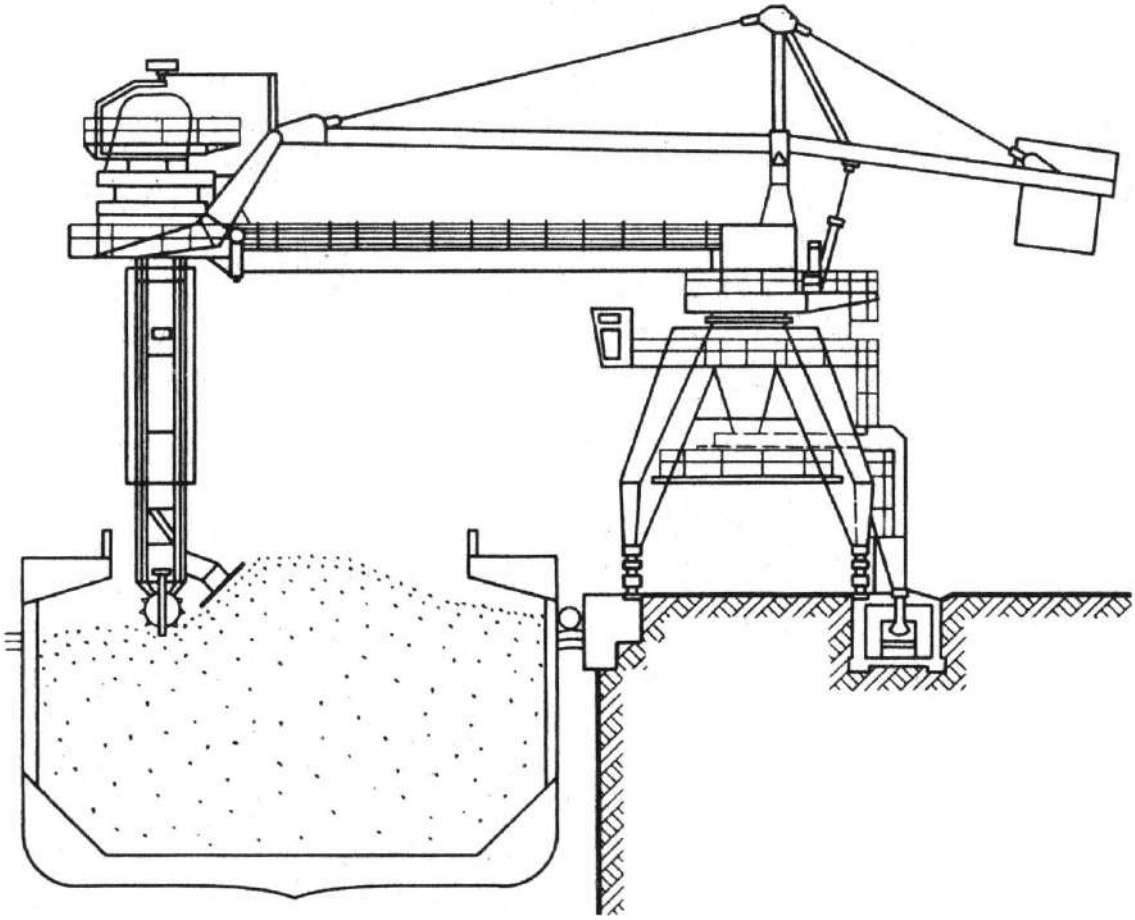


Рисунок 65 – Роторно–транспортерная установка "Delattre Levivier" для непрерывной разгрузки судов и барж.

Для регулирования подачи груза на головку захватывающего устройства элеватора последняя оборудована ножом, установленным с возможностью регулирования положения.

При продольном движении нож срезает слои материала, обрушивающиеся на головку. В сочетании с изменением скорости движения портала это позволяет в широких пределах регулировать количество поступающего на элеватор материала.

В свою очередь, поворот элеватора относительно вертикальной оси позволяет изменять угол взаимодействия кромки ковшей с грузом, что дает возможность эффективно захватывать материалы с различными механическими и гранулометрическими показателями.

За счет поворота элеватора повышается также маневренность установки, что обеспечивает улучшение очистки судовых трюмов.

В начале процесса разгрузки вертикальным движением укосины опускают элеватор, внедряя его головку в штабель груза на глубину слоя, подлежащего захвату. Затем поворачивают элеватор на 90° и начинают послойную выгрузку, осуществляя подачу груза на элеватор движением портала. Основные технические характеристики роторно–транспортерной установки для непрерывной разгрузки барж приведены в табл. 25.

Ковши элеватора имеют сварную конструкцию; их режущие кромки усилены сменными накладками. Управление ножом нижней головки осуществляется посредством гидроцилиндра. Предусмотрены датчики, сигнализирующие о приближении ковшей элеватора к борту судна. В механизме поворота укосины предусмотрен ограничитель крутящего момента. Кабина оператора установки снабжена системой кондиционирования воздуха.

Фирма PHB (Pohlig-Heckel-Bleichert) (ФРГ) создала разгрузчик, разработанный специально для разгрузки из судов сырого асбеста, который обладает весьма неприятным свойством - способностью сильно уплотняться, что сильно затрудняет выгрузку его с помощью грейферного разгрузчика: грейфер приходится сначала использовать для разбивания и рыхления асбеста, а только затем производить черпание.

Таблица 25 – Техническая характеристика роторно–транспортерной установки

Параметр	Значение
Производительность, т/ч	1000
Вылет, м	23
Транспортируемый груз	Фосфат
Насыпная плотность, т/м^3	1,3

Межосевое расстояние элеватора, м	19
Диаметр тарельчатого питателя, м	4,5
Ширина ленты конвейера укосины, мм	1200
Скорость движения ленты, м/с	2,4
Скорость поворота укосины, об/мин	0–0,19
Диаметр двухрядного опорно-поворотного устройства, м	3,4
Диаметр цилиндра двойного действия для наклона укосины, мм	250/160
Ход поршня, мм	2600
Колея портала, м	9
Количество ходовых колес: общее приводных	 16 8
Диаметр ходовых колес, мм.	630
Установленная мощность электродвигателей, кВт	370
Масса установки, т	370

Фирма "Norclströms" (Швеция), специализирующаяся в области создания оборудования для погрузочно-разгрузочных работ с насыпными грузами, преимущественно для загрузки и разгрузки судов и барж разработала береговой транспортерный разгрузчик судов и барж. Груз захватывается ковшовым колесом и подается на вертикальный винтовой элеватор, из которого через закрытый шарнир попадает на горизонтальный винтовой транспортер стрелы и через бункер, проходящий сквозь опорно-поворотное устройство стрелы – на береговой ленточный транспортер, идущий вдоль линии причала. Изменения углов наклона вертикального винтового элеватора и стрелы с горизонтальным транспортером осуществляются с помощью мощных гидроцилиндров.

Установка обеспечивает практически полную разгрузку судна или баржи, оставляя на дне лишь слой материала в 5 см, который удаляется вручную лопатой.

5.7. Снижение шума транспортирующих машин

Для улучшения условий и повышения производительности труда постоянно ведутся работы по улучшению шумовых характеристик транспортирующих машин. Фирма "Consolidation Coal Co" (США) в цепях снижения шума от транспортирующего и

технологического оборудования предприятий, перерабатывающих продукцию сельского хозяйства выполнила обширную экспериментально-исследовательскую программу по применению специального энергопоглощающего полимерного материала, прикрепляемого в виде эластичных листов и полос непосредственно к рамам виброгрохотов, концевым станциям ленточных транспортеров, разгрузочным желобам и другим устройствам.

Полимерный материал, получивший наименование EAR (Energy Absorbing Resin), обладает способностью поглощать механическую энергию, т. е. способностью демпфирования. Хотя все металлы в той или иной степени обладают способностью демпфирования, однако при ударе камней или кусков угля о сталь лишь небольшая часть энергии поглощается металлом. Большая часть ее в виде шума выделяется в окружающую среду. Сочетание: полимерный материал–сталь превращается в виброгасящую систему, в которой при ударе куска угля оба компонента вибрируют как одно целое. Значительная часть энергии удара рассеивается в материале в виде тепла, которое, однако, вызывает повышение температуры материала всего на 1-2°С. В конечном счете, энергия, обычно превращаемая в звуковые колебания, существенно уменьшается. С помощью данного полимерного материала шум, производимый механизмами, можно уменьшить более чем на 30 дБ!

В процессе испытаний качающийся грохот размером 3,05×1,22 м был покрыт диагональными полосами полимерного материала шириной 12,7 мм и толщиной 4,8 мм, которые крепились при помощи стальных шпилек. Было покрыто всего 22% доступной площади грохота, однако это позволило уменьшить уровень шума на 16 дБ.

В другом случае, полимерным материалом толщиной 4,8 мм были облицованы несколько желобов и последняя секция транспортера. При этом крепление материала и стальных накладок производилось при помощи вытяжных заклепок. Для повышения

эффекта демпфирования на заклепки надевались шайбы из того же полимерного материала.

Вместо указанного механического метода крепления возможно приклеивание материала при помощи эпоксидных и полиуретановых клеящих составов, что может повысить эффективность демпфирования. В результате указанных мер уровень шума желобов уменьшился на 3 дБ.

Хорошие результаты достигнуты также при облицовке данным материалом кожуха головки ленточного транспортера, транспортирующего крупнокусковой материал.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные отличия транспортеров, предназначенных для горячих грузов. 2. Опишите современную конструкцию привода транспортера. 3. Укажите область применения самотечных загрузочных рукавов. 4. Охарактеризуйте основные элементы конструкции самотечных загрузочных рукавов. 5. Чем руководствуются для определения величины натяжения рабочего органа скребковых транспортеров? 6. Рассказать, на чем основан выбор предпочтительной конструкции тяговой звездочки. 7. Перечислить наиболее распространенные конструкции современных скребковых транспортеров. 8. Дать понятие об установках для непрерывной разгрузки насыпных грузов. 9. Объяснить, с какой целью необходимо проводить мероприятия по снижению шума транспортирующих машин?

Заключение

В последнее время значительное внимание ученых было уделено созданию герметичных транспортеров, непылящих перегрузочных устройств, снижению уровня шума работающего транспортного оборудования, что ведет к улучшению санитарно-гигиенических условий труда и как следствие, повышению производительности.

Использование достижений современной химии позволило создать различные типы современных резинотросовых тяговых органов, пластмассовых ковшей и скребков, износостойких и шумопоглощающих покрытий и футеровок, специальных высоконагруженных пар трения.

В качестве приводов внутрицеховых транспортеров вместо массивных и громоздких приводов, установленных на отдельной раме и сочленяющихся с приводным валом транспортера с помощью соединительных муфт или цепных передач, повсеместное распространение получили компактные и малометаллоемкие мотор–барабаны, мотор–редукторы и навесные приводы. Такая замена позволила значительно снизить массу приводных устройств, уменьшить их габаритные размеры, упростить их монтаж, обслуживание и ремонт.

Значительно шире стала область использования круглозвенных калиброванных цепей, достоинствами которых (по сравнению с наиболее часто применявшимися ранее пластинчатыми тяговыми цепями) являются: пространственная гибкость, что позволяет применять их для изгибающихся транспортеров различных типов; высокая прочность; малые потери металла при изготовлении; сравнительно небольшая масса; технологичность изготовления. Эти цепи занимают доминирующее положение в скребковых, пластинчатых транспортерах и цепных элеваторах применяемых в сельском хозяйстве и перерабатывающей промышленности.

В настоящее время разрабатываются и все более широко применяются самые разнообразные (с точки зрения типа и сочетания транспортеров) разгрузочные системы, вытесняющие различные типы грейферных кранов и установок.

В последние годы, в АПК и ряде других отраслей широкое распространение получили высокомобильные погрузочно-

разгрузочные транспортные средства на базе многофункциональных, производительных и маневренных колесных и гусеничных шасси.

Большинство современных конструкций разгрузочных устройств и установок непрерывного действия обеспечивают производительность 1000-5000 т/ч. Создаются и вводятся в эксплуатацию установки производительностью свыше 10 тыс. т/ч. Данные высокопроизводительные установки позволили существенно сократить продолжительность разгрузки, например суда водоизмещением 20–40 тыс. т теперь возможно разгрузить не за несколько суток, а всего в течение нескольких часов. Помимо перспективности этих установок с точки зрения возможности повышения их производительности, они также позволяют значительно улучшить санитарно-гигиенические условия труда (уменьшить запыленность), а также создать на их базе автоматизированные перегрузочные комплексы.

Приложение

1. Вильчатые погрузчики отечественного и зарубежного производства

АВТОПОГРУЗЧИК 4085

Автопогрузчик 4085 предназначен для механизации погрузочно-разгрузочных работ, транспортировки и штабелирования штучных грузов, пакетированных и уложенных на поддоны, а также тяжеловесных грузов на складах, грузовых

дворах, железнодорожных станциях, промышленных предприятиях, в морских и речных портах. На рис. 1 представлен его общий вид.



Рисунок 1 – Автопогрузчик 4085, вид общий.

Продолжение

Автопогрузчик модели 4085 может эксплуатироваться в любых погодных условиях от -40 до +40°С.

На рис. 2 изображена схема автопогрузчика 4085.

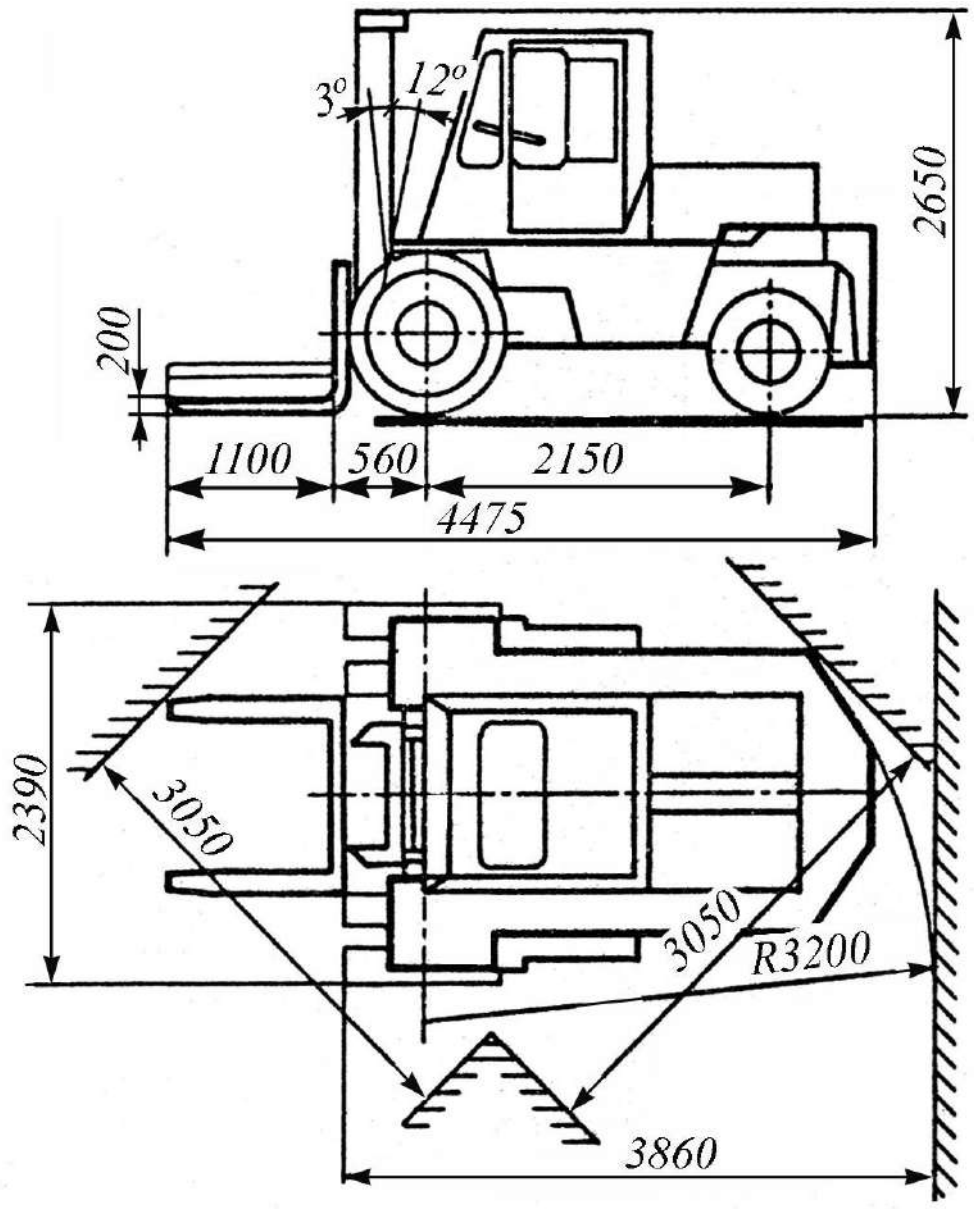


Рисунок 2 – Автопогрузчик 4085, схема.

Состоит из рамы, опирающейся на задние управляемые колеса и передний мост, двигателя с гидромеханической передачей, гидрообъемного рулевого управления, гидрогрузоподъемника, расположенного впереди, ведущего моста, гидравлической тормозной системы.

Продолжение

Гидроподъемник, выполнен в виде трех раздвижных металлических рам, отличается простотой в обслуживании, высокими надежностью и безопасностью в работе.

Кроме вил, автопогрузчик может быть использован со следующими быстросменными грузозахватными приспособлениями: безблочной стрелой для штучных и тарных грузов, клещевым захватом или грейфером для лесоматериалов, ковшовым захватом или грейфером для сыпучих и кусковых грузов, боковым захватом или грейфером для грузов в пакетах, кипах, бадьях и бочках и т.д.

Техническая характеристика:

Грузоподъемность, кг 5000;
Высота подъема, мм:
груза 3300, 4500;
свободная 200;
Строительная высота по грузоподъемнику, мм 2650;
Длина, включая спинку вил, мм 3375;
Ширина, мм 2390;
База, мм 2150;
Расстояние от оси передних колес до спинки вил, мм 560;
Внешний радиус поворота, мм 3200;
Скорость:
передвижения с грузом, км/ч 25;
подъема вил с грузом, м/с 0,4;
опускания вил без груза, м/с 0,36;
Двигатель:
тип, модель дизельный, Д-144;

Продолжение

мощность, кВт 44;
частота вращения, мин 2000;
Масса, кг 7030.

Изготовитель – ЗАО «Автопогрузчик» (г.Львов, Украина)

ЭЛЕКТРОПОГРУЗЧИК СПЕЦИАЛЬНЫЙ ЭП–1009

Электропогрузчик ЭП-1009 предназначен для трехсторонней переработки грузов, уложенных на поддоны размерами 800х1200 мм, при механизации подъемно-транспортных операций в стеллажных складах с твердым и ровным покрытием. На рис. 3 представлен его общий вид.



Рисунок 3 – Электропогрузчик ЭП-1009, вид общий.

Продолжение

Представляет собой двухосное шасси на пневматических шинах с передним ведущим и задним управляемыми мостами.

На рис. 4 изображена схема электропогрузчика ЭП-1009.

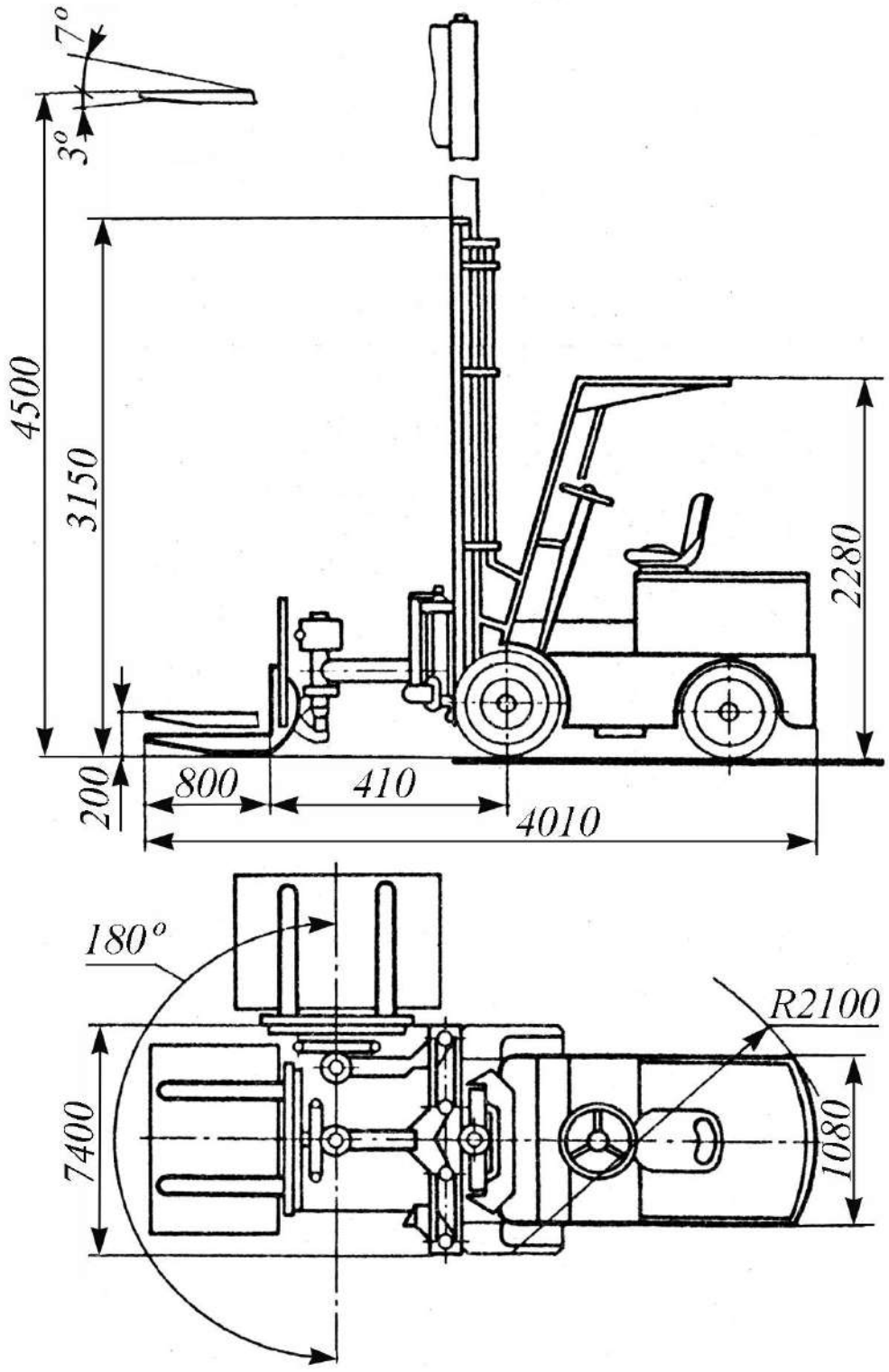


Рисунок 4 – Схема электропогрузчика ЭП-1009.

Продолжение

На шасси смонтированы грузоподъемник, приводные механизмы, устройства управления и аккумуляторная батарея. Грузоподъемник 3-ех рамной конструкции с цилиндром подъема,

оснащен кареткой смещения выполненной поворотной с возможностью наклона. Конструкция каретки обеспечивает смещение, разворот и наклон вил, что позволяет загружать и разгружать стеллажи как фронтально, так и с обеих сторон электропогрузчика.

Кроме того, вилы можно наклонять на 3° вниз и на 7° вверх, что расширяет возможности штабелирования груза.

Техническая характеристика:

Грузоподъемность, кг	1000;
Высота подъема, мм:	
груза	4500;
свободная	200;
Строительная высота по грузоподъемнику, мм	3150;
Длина с вилами, мм	4070;
Ширина, мм	1400;
Расстояние от оси передних колес до спинки вил, мм	410;
Внешний радиус поворота, мм	2100;
Минимальная ширина, мм:	
проезда при штабелировании	1600;
проездов, пересекающихся под углом 90°	2350;
Скорость с грузом:	
передвижения, км/ч	12;
подъема вил, м/с	0,22;
поперечного смещения каретки, м/с	0,15;

Продолжение

Скорость опускания вил, м/с:	
с грузом	0,4;
без груза	0,25;

Угол поворота вил вокруг вертикальной оси,°	180;
Угол наклона вил,°	
вниз	3;
вверх	7;
Аккумуляторная батарея:	
тип	40ТНЖ-450-У2;
напряжение, В	48;
энергия, кВт.ч	21,6;
Масса, кг	4650;

Изготовитель – ОАО «Канашский завод электропорузчиков» (Россия).

ПОГРУЗЧИК ВИЛЬЧАТЫЙ «Амкодор-451А»

Погрузчик «Амкодор-451А» предназначен для механизации погрузочно-разгрузочных работ, транспортировки и штабелирования штучных грузов, пакетированных и уложенных на поддоны, а также тяжеловесных грузов на складах, транспортных узлах автомобильного речного и железнодорожного транспорта, промышленных предприятиях. На рис. 5 представлен его общий вид.

Техническая характеристика:

Вид движителя	колесный;
Грузоподъемность, т	5;
Высота подъема, мм	3300;
Двигатель:	
модель	Д-245;
мощность, кВт (л.с.)	73,5(100);

Продолжение

рабочий объем, $см^3$	4750;
Конструкционная масса, кг	7400;
Конструктивная скорость, км/ч	20;

Габаритные размеры, мм 5080х2000х2630;
Категория самоходной машины «С».



Рисунок 5 – Погрузчик «Амкодор-451А».

Изготовитель – концерн «Амкодор».

ПОГРУЗЧИК ВИЛЬЧАТЫЙ ВП-1,6

Предназначен для механизации подъемно-транспортных операций на производственных и складских площадках с твердым и ровным покрытием.

Состоит из шасси на пневматических шинах, ведущего и управляемого мостов, двигателя, сцепления с коробкой передач, грузоподъемника и систем управления. Грузоподъемным устройством являются вилы, вместо них могут быть установлены различные грузоподъемные приспособления. Общий вид погрузчика ВП-1,6 представлен на рис. 6.

Продолжение



Рисунок 6 – Погрузчик ВП-1,6.

Техническая характеристика:

Вид движителя	колесный;
Грузоподъемность, т	1,6;
Высота подъема, мм	2800;
Двигатель:	
модель	«Perkins 404C-22»;
мощность, кВт (л.с.)	30(41);
рабочий объем, $см^3$	н.д;
Конструкционная масса, кг	2800;
Конструктивная скорость, км/ч	20;

Продолжение

Габаритные размеры, мм	2970x1100x2060;
Категория самоходной машины	«С».

Изготовитель – ОАО «Тверской экскаватор».

Продолжение

ПОГРУЗЧИК ВИЛЬЧАТЫЙ ХТЗ-25ПВ1

Предназначен для механизации погрузочно-разгрузочных работ в промышленности, сельском и коммунальном хозяйствах. Эксплуатируется на открытых грунтовых площадках, вентилируемых складских помещениях. Высокая производительность, хорошая обзорность и высокая маневренность, простота в обслуживании и ремонте.

Состоит из шасси на пневматических шинах, ведущего и управляемого мостов, двигателя, сцепления с коробкой передач, грузоподъемника и систем управления. Грузоподъемным устройством являются вилы, вместо них могут быть установлены различные грузоподъемные приспособления. Общий вид погрузчика ХТЗ-25ПВ1 представлен на рис. 7.



Рисунок 7 – Погрузчик ХТЗ-25ПВ1.

Продолжение

Техническая характеристика:

Вид движителя	колесный;
Грузоподъемность, т	1;
Высота подъема, мм	2800;
Двигатель:	
модель	Д-120;
мощность, кВт (л.с.)	21,4(29);
рабочий объем, $см^3$	2080;
Конструкционная масса, кг	2800;
Конструктивная скорость, км/ч	16;
Габаритные размеры, мм	3945х1420х2315;
Категория самоходной машины	«В».

Изготовитель – ОАО «Харьковский тракторный завод».

2. Мини-погрузчики фронтальные отечественного и зарубежного производства

Предназначены для механизации погрузочно-разгрузочных работ с грунтом, сыпучими и мелкокусковыми материалами, как в стесненных, так и обычных условиях, транспортно-складских работ со штучными грузами, специальных работ (очистки от снега дорог и тротуаров). Мини-погрузчики (рис.8-11) имеют грузоподъемность в среднем, до 1000 кг. Состоят из шасси на пневматических шинах с индивидуальным приводом на каждое из 4-ех ведущих колес, двигателя с гидрообъемной трансмиссией, грузоподъемника и систем управления. Рабочим органом является прямая лопата или ковш.

Продолжение

МИНИ-ПОГРУЗЧИК «Амкодор-208В»



Рисунок 8– Мини-погрузчик «Амкодор-208В».

Техническая характеристика:

Вид движителя	колесный;
Грузоподъемность, т	1,05;
Объем ковша, $м^3$	0,52;
Высота разгрузки, мм	2400;
Двигатель:	
модель	Д-242;
мощность, кВт (л.с.)	44,16(60);
рабочий объем, $см^3$	4750;
Конструкционная масса, кг	3700;
Конструктивная скорость, км/ч	10;
Габаритные размеры, мм	3479х 1800х2120;

Продолжение

Категория самоходной машины «С».

Изготовитель – концерн «Амкодор».

МИНИ-ПОГРУЗЧИК ПУМ-800/1000



Рисунок 9 – Мини-погрузчик ПУМ-800/1000.

Техническая характеристика:

Вид движителя	колесный;
Грузоподъемность, т	0,8/1,0;
Объем ковша, $м^3$	0,38;
Высота разгрузки, мм	2,15;
Двигатель:	
модель	Д-144-06;
мощность, кВт (л.с.)	44(60);
рабочий объем, $см^3$	4150;

Продолжение

Конструкционная масса, кг 3700;
Конструктивная скорость, км/ч 10;
Габаритные размеры, мм 3700х1600х2450;
Категория самоходной машины «С».

Изготовитель – ГУП ПО « Уралвагонзавод».

МИНИ-ПОГРУЗЧИК «Komatsu SK714-5»



Рисунок 10 – Мини-погрузчик «Komatsu SK714-5».

Техническая характеристика:

Вид движителя колесный;
Грузоподъемность, кг 650;
Высота подъема, мм 2850;
Двигатель:
модель 4D88E-1FD;

Продолжение

мощность, кВт (л.с.)	34,7 (47,2);
объем, $см^3$	2400;
Конструкционная масса, кг	2530;
Конструктивная скорость, км/ч	16;
Габаритные размеры, мм	3200x1550x1960;
Категория самоходной машины	«С».

Изготовитель – фирма «Komatsu» (Япония).

МИНИ-ПОГРУЗЧИК «Cat 232»



Рисунок 11 – Мини-погрузчик «Cat 232».

Техническая характеристика:

Вид движителя	колесный;
Грузоподъемность, кг	794;
Высота подъема, мм	3010;

Продолжение

Двигатель:	
модель	3024С;
мощность, кВт (л.с.)	36 (48);
объем, $см^3$	2200;
Конструкционная масса, кг	2998;
Габаритные размеры, мм	3437х1524х1953;
Категория самоходной машины	«С».

Изготовитель – фирма «Caterpillar» (США).

3. Погрузчики фронтальные отечественного и зарубежного производства

Одноковшовый колесный погрузчик представляет собой самоходную погрузочно-транспортирующую машину, оборудованную навесным рабочим оборудованием – шарнирно-закрепленным ковшом на стреле. Ковш разгружается через переднюю режущую кромку, отсюда и родилось название данного вида погрузчиков – фронтальные. Колесный или гусеничный фронтальный погрузчик способен развивать высокое напорное усилие при горизонтальном внедрении ковша за счет использования ходовой системы машины.

Фронтальные погрузчики (рис.12-31) предназначены для широкого спектра землеройных, погрузочно-разгрузочных, перевалочных, такелажных и транспортных работ, планировки площадок, перемещения щебня, гравия, песка и других материалов в строительстве, промышленности, заготовке леса (со сменными рабочими органами), коммунальном хозяйстве и других сферах.

Погрузчики в настоящее время почти полностью заменили экскаваторы на погрузочных работах на складах (на примере

Продолжение

минеральных удобрений, зерна, а также сыпучих строительных и дорожных материалов) благодаря следующим преимуществам:

– высокая скорость передвижения, мобильность, что позволяет обслуживать несколько площадок (забоев) на складах или карьерах одной машиной;

– высокая маневренность, что позволяет работать в относительно стесненных условиях (например, строительные площадки, склады);

– универсальность применения, способность к качественной зачистке площадки или подошвы забоя, возможность использования разнообразного сменного рабочего оборудования.

Эти преимущества позволяют колесным погрузчикам успешно конкурировать с карьерными экскаваторами при разработке сыпучих грунтов, в том числе хорошо взорванных скальных пород. Речь в первую очередь идет о машинах с ковшом вместимостью от 4 до 20 м^3 и более (рис.17,29-31). Погрузчики в отличие от других экскавационных машин применяют и в качестве основного погрузочного оборудования, и в качестве погрузочно-доставочного оборудования с эффективной дальностью транспортировки до 500 м. С каждым годом растет доля этих универсальных машин среди прочего карьерного транспорта. Конструкция рабочего оборудования фронтального погрузчика не приспособлена для разработки плотных и связных грунтов и не позволяет использовать данный вид погрузочных машин для замены карьерных экскаваторов непосредственно в тяжелых забоях.

В настоящее время разработаны погрузочные машины, совмещающие в себе преимущества колесных экскаваторов (как ковшовых, так и грейферных) и фронтальных погрузчиков (рис.21,22).

Базовые машины погрузчиков компонуются в основном по четырехколесной схеме со всеми ведущими колесами, рама

Продолжение

выполняется шарнирно-сочлененной и состоит из двух секций. Ломающаяся рама погрузчика позволяет добиться наилучшей маневренности машины. Более прогрессивным является применение бескамерных шин низкого давления, что повышает надежность и долговечность ходовой части. Трансмиссия может быть гидромеханической или гидростатической, существуют и дизель-электрические схемы. Все рабочее оборудование современных погрузчиков выполняется с гидравлическим приводом.

Кроме стандартного погрузочных ковша и ковшей различной вместимости (для сыпучих материалов небольшой удельной плотности типа угля и для снега), большинство производителей предлагает обилие (более 30 видов) дополнительного навесного оборудования, причем замена одного устройства другим происходит за считанные секунды, благодаря удобной конструкции крепежа с гидравлически приводом, управляемым из кабины. Таким образом, фронтальный погрузчик может быть оборудован грейферным захватом, челюстным ковшом, устройством для перемещения штучных грузов на поддонах, подъемными вилами, и даже грузоподъемной стрелой, гидромолотами и другим оборудованием в зависимости от модели.

В зависимости от того, как фронтальный погрузчик будет использован, применяют два типа механизмов поворота ковша: *Z*-образный, с повышенной силой отрыва (рис.19,23,30), и *H*-образный, с увеличенной высотой поднятия ковша (рис.12-17).

В конструкцию фронтальных погрузчиков последнего поколения внесен ряд новшеств, которые имеют своей целью повысить эксплуатационные качества. Большое внимание уделяется рабочему месту оператора – кабине. Кабина современного погрузчика напоминает кабину пилота: такое же удобное кресло, эргономичный салон, приборная доска.

Продолжение

Передачи переключаются автоматически, что освобождает оператора от бесконечных переключений и ошибок; управление рабочими органами осуществляется при помощи джойстиков. Подвеска кабины поглощает вибрацию от двигателя и агрегатов трансмиссии. Для обеспечения безопасности оператора кабина снабжена защитой при опрокидывании (ROPS – rollover protective structure) и защитой от падающих предметов (FOPS – falling protective structure).

Подавляющее большинство фронтальных погрузчиков оборудуются низкооборотными, экономичными и малошумными двигателями, которые показывают прекрасные тяговые показатели, а запас крутящего момента достигает 28%, что увеличивает срок службы агрегата. Электронный контроль работы двигателя, гидравлики и тормозной системы позволяет работать машине в оптимальном режиме, что положительно сказывается на экономии топлива и сроке службы погрузчика.

Кроме того, фронтальные погрузчики оснащаются системой централизованной смазки, автоматически подающей смазку прямо к узлам трения, для этой системы созданы специальные сорта

Продолжение

смазок для различных климатических условий. Одним словом, разработчики сделали все возможное для того, что бы увеличить эффективность машины, обеспечить максимальный комфорт работы оператора и свести временные затраты на обслуживание погрузчика к минимуму.

Современный погрузчик представляет собой дорогостоящую высокотехнологичную машину, в которой применены современные электронные системы управления приводами, системы диагностики, установлены сложные гидравлические агрегаты.

Электронная система контроля рабочих параметров позволяет добиваться оптимальных условий эксплуатации, не допуская

Продолжение

перегрузок оборудования. Автоматический контроль работы двигателя и главных гидронасосов способствует более экономичной работе, меньшему расходу топлива. В то же время применение данных новшеств снижает ремонтопригодность машин и требует периодического присутствия высококвалифицированных сервисных служб с соответствующим диагностическим оборудованием.

Для нужд сельского, и коммунального хозяйства разработаны следующие конструкции погрузчиков и самопогрузчиков (рис. 18-21) простых по конструкции и обладающих высокой ремонтопригодностью и дешевизной.

Погрузчики на гусеничном ходу приспособлены для работы на грунтах с низкой несущей способностью, помимо этого на слабосвязанных грунтах обеспечивают более высокое вырывное усилие (рис. 23-25). С целью устранения такого недостатка как невысокая скорость выполнения маневров по сравнению с колесными машинами с ломающейся рамой, создан гусеничный погрузчик с перекидным ковшом ПФП-1,2 (рис. 25).

Шасси с телескопической стрелой предназначено для выполнения погрузочно-разгрузочных работ с сыпучими и кусковыми материалами и штучными грузами, и грузами на поддонах, а также монтажных работ (рис.26-28).

К его достоинствам можно также отнести малые габариты и, как следствие, большую маневренность.

Область применения шасси значительно расширяется за счет применения сменных рабочих органов.

Шасси может эксплуатироваться в промышленном, гражданском и дорожном строительстве, а также в сельском и складском хозяйствах в диапазоне температур окружающего воздуха от -20 до +35 °С.

Продолжение

Тяжелые колесные погрузчики (рис. 17,29-31) используют для разработки небольших карьеров при погрузке породы в самосвал грузоподъемностью до 70 т.

ПОГРУЗЧИК «Амкодор-333А»



Рисунок 12 – Погрузчик «Амкодор-333А».

Техническая характеристика:

Вид движителя	колесный;
Грузоподъемность, кг	3400;
Объем ковша, $м^3$	1,9;
Высота разгрузки, мм	2800;
Двигатель:	
модель	А-01МКС;
мощность, кВт (л.с.)	95 (130);
рабочий объем, $см^3$	11150;
Конструкционная масса, кг	10700;
Конструктивная скорость, км/ч	40;
Габаритные размеры, мм	7100х2500х3400;
Категория самоходной машины	«D».

Изготовитель – концерн «Амкодор».

Продолжение

ПОГРУЗЧИК JCB 407 ZX



Рисунок 13 – Погрузчик «JCB 407 ZX».

Техническая характеристика:

Вид движителя	колесный;
Грузоподъемность, кг	2550;
Высота подъема, мм	3000;
Двигатель:	
модель	JCB 1004-42;
мощность, кВт (л.с.)	47 (63);
объем, $см^3$	4232;
Конструкционная масса, кг	4710;
Конструктивная скорость, км/ч	30;
Габаритные размеры, мм	4960x1750x2600;
Категория самоходной машины	«С».

Изготовитель - фирма «JCB» (Великобритания).

Продолжение

ПОГРУЗЧИК «Volvo L45B»



Рисунок 14 – Погрузчик «Volvo L45B».

Техническая характеристика:

Вид движителя	колесный;
Вместимость ковша, м^3	1,3-2,5;
Высота подъема, мм	3650;
Двигатель:	
модель	BF4M 1013E;
мощность, кВт (л.с.)	73 (99);
объем, см^3	4760;
Конструкционная масса, кг	8500;
Конструктивная скорость, км/ч	35;
Габаритные размеры, мм	6630x2250x2930;
Категория самоходной машины	«С».

Изготовитель – фирма «Volvo» (Швеция).

Продолжение

ПОГРУЗЧИК «Hitachi LX80»



Рисунок 15 – Погрузчик «Hitachi LX80».

Техническая характеристика:

Вид движителя	колесный;
Вместимость ковша, $м^3$	1,6;
Высота подъема, мм	3,61;
Двигатель:	
модель	ISUZUDD-4BG1T;
мощность, кВт (л.с.)	78 (106);
объем,$см^3$	4300;
Конструкционная масса, кг	8290;
Конструктивная скорость, км/ч	34,5;
Размеры, мм:	
длина	6420;
высота	3150;
Категория самоходной машины	«D».

Изготовитель – фирма «Hitachi» (Япония).

Продолжение

ПОГРУЗЧИК К-700Т-04-ПК-6



Рисунок 16 – Погрузчик К-700Т-04-ПК-6.

Техническая характеристика:

Вид движителя	колесный;
Грузоподъемность, т	6;
Объем ковша, м^3	3,4;
Высота разгрузки, мм	3260;
Двигатель:	
модель	ЯМЗ-238 НД5/ЯМЗ-238 НД4;
мощность, кВт (л.с.)	220 (300)/184(250);
рабочий объем, см^3	14860;
Конструкционная масса, кг	20000;
Конструктивная скорость, км/ч	35;
Габаритные размеры, мм	8860х2970х3740;
Категория самоходной машины	«D»;

Изготовитель ЗАО Тихвинский тракторный завод «ТИТРАН-ВЭПС».

Продолжение

ПОГРУЗЧИК «Volvo L70E»



Рисунок 17 – Погрузчик «Volvo L70E».

Техническая характеристика:

Вид движителя	колесный;
Вместимость ковша, $м^3$	2-6,4;
Высота подъема, мм	3870;
Двигатель:	
модель	Volvo D6D LB E2;
мощность, кВт (л.с.)	112(152);
объем, $см^3$	5700;
Конструкционная масса, кг	12700-14300;
Конструктивная скорость, км/ч	44;
Габаритные размеры, мм	8220x2750x3260;
Категория самоходной машины	«D».

Изготовитель – фирма «Volvo» (Швеция).

Продолжение

ПОГРУЗЧИК ПГТ-360 (55А)



Рисунок 18 – Погрузчик ПГТ-360 (55А).

Техническая характеристика:

Вид движителя	колесный;
Грузоподъемность, т	0,8;
Объем ковша, м^3	0,36/1,0;
Высота разгрузки, мм	3100;
Двигатель:	
модель	Д-144;
мощность, кВт (л.с.)	36,8 (50);
рабочий объем, см^3	4150;
Конструкционная масса, кг	3720;
Конструктивная скорость, км/ч	30;
Габаритные размеры, мм	3725х1710х2560;
Категория самоходной машины	«С».

Изготовитель – ОАО «Липецкий тракторный завод».

Продолжение

ПОГРУЗЧИК ПМФ-03



Рисунок 19 – Погрузчик ПМФ-03.

Техническая характеристика:

Вид движителя	колесный
Грузоподъемность, т	0,3;
Объем ковша, $м^3$	0,8;
Высота разгрузки, мм	2,4;
Двигатель:	
модель	Д-120;
мощность, кВт (л.с.)	23,5(32);
рабочий объем, $см^3$	2080;
Конструкционная масса, кг	2500;
Конструктивная скорость, км/ч	21,9;
Габаритные размеры, мм	3200х1500х2477;
Категория самоходной машины	«В».

Изготовитель – ОАО «Владимирский тракторный завод».

Продолжение

САМОПОГРУЗЧИК УНИВЕРСАЛЬНЫЙ НФМ-05



Рисунок 20 – Самопогрузчик НФМ-05.

Техническая характеристика:

Вид движителя	колесный;
Грузоподъемность, т	0,5;
Объем ковша, $м^3$	0,5;
Высота разгрузки, мм	2,85;
Двигатель:	
модель	Д-21А1;
мощность, кВт (л.с.)	18(25);
рабочий объем, $см^3$	2080;
Конструкционная масса, кг	2550;
Конструктивная скорость, км/ч	8,57;
Габаритные размеры, мм	4900х1800х2500;
Категория самоходной машины	«В».

Изготовитель — ОАО «Уманьферммаш».

Продолжение

ПОГРУЗЧИК-ЭКСКАВАТОР ПЭ-Ф-1Б



Рисунок 21 – Погрузчик-экскаватор ПЭ-Ф-1Б.

Техническая характеристика:

Вид движителя	колесный;
Грузоподъемность, т	0,8;
Объем ковша, м	0,32;
Высота разгрузки, мм	2600;
Двигатель:	
модель	Д-65Н;
мощность, кВт (л.с.)	45,6(62);
рабочий объем, $см^3$	4940;
Конструкционная масса, кг	5800;
Конструктивная скорость, км/ч	25;
Габаритные размеры, мм	5800х2500х3350;
Категория самоходной машины	«С».

Изготовитель – ПО «Завод транспортного машиностроения».

Продолжение

ПОГРУЗЧИК – ЭКСКАВАТОР «Cat 438C»



Рисунок 22 – Погрузчик «Cat 438C».

Техническая характеристика:

Вид движителя	колесный;
Вместимость ковша, $м^3$	1;
Высота подъема, мм	2670;
Двигатель:	
модель	3054 DIT;
мощность, кВт (л.с.)	66 (90);
объем, $см^3$	4000;
Конструкционная масса, кг	7560;
Конструктивная скорость, км/ч	32,3;
Габаритные размеры, мм	5740x2396x3765;
Категория самоходной машины	«С».

Изготовитель – фирма «Caterpillar» (США).

Продолжение

ПОГРУЗЧИК П 4.02.01



Рисунок 23 – Погрузчик П 4.02.01.

Техническая характеристика:

Вид движителя	гусеничный;
Грузоподъемность, т	4,5;
Объем ковша, $м^3$	2,25;
Высота подъема, мм	3,1;
Двигатель:	
модель	160;
мощность, кВт (л.с.)	132,4 (180);
рабочий объем, $см^3$	14480;
Конструкционная масса, кг	22500;
Конструктивная скорость, км/ч	10;
Габаритные размеры, мм	7600х2950х3150;
Категория самоходной машины	«Е».

Изготовитель – ОАО «Челябинский тракторный завод».

Продолжение

ПОГРУЗЧИК «Caterpillar 973C»



Рисунок 24 – Погрузчик «Caterpillar 973C».

Техническая характеристика:

Вид движителя	гусеничный;
Вместимость ковша, $м^3$	2,5-3,2;
Высота подъема, мм	3650;
Двигатель:	
модель	3306Т;
мощность, кВт (л.с.)	168 (228);
объем, $см^3$	10500;
Конструкционная масса, кг	27000;
Конструктивная скорость, км/ч	10,5;
Габаритные размеры, мм	2920х2580х3390;
Категория самоходной машины	«Е».

Изготовитель – фирма «Caterpillar» (США).

Продолжение

ПОГРУЗЧИК ПЕРЕКИДНОЙ ПФП-1,2



Рисунок 25 – Погрузчик ПФП-1,2.

Техническая характеристика:

Вид движителя	гусеничный;
Объем ковша, $м^3$	0,9;
Грузоподъемность, т	1,5;
Высота подъема, мм	2440;
Двигатель:	
модель	А-01М;
мощность, кВт (л.с.)	95,5 (130);
рабочий объем, $см^3$	11150;
Конструкционная масса, кг	12565;
Конструктивная скорость, км/ч	9;
Габаритные размеры, мм	5930х2340х2572;
Категория самоходной машины	«Е».

Изготовитель – АООТ «Алтайский трактор».

Продолжение

ПОГРУЗЧИК ФРОНТАЛЬНЫЙ С КОВШОМ
НА ТЕЛЕСКОПИЧЕСКОЙ СТРЕЛЕ «Амкодор-525»



Рисунок 26 – Погрузчик «Амкодор-525».

Техническая характеристика:

Вид движителя	колесный;
Грузоподъемность, т	3,0;
Высота подъема, мм	5000;
Двигатель:	
модель	Д-245.391;
мощность, кВт (л.с.)	73,5 (100);
рабочий объем, $см^3$	4750;
Конструкционная масса, кг	6700;
Конструктивная скорость, км/ч	20;
Габаритные размеры, мм	5675х2325х2950;
Категория самоходной машины	«С».

Изготовитель – концерн «Амкодор».

Продолжение

ПОГРУЗЧИК С ТЕЛЕСКОПИЧЕСКОЙ СТРЕЛОЙ

«Амкодор-535»



Рисунок 27 – Погрузчик «Амкодор-535».

Техническая характеристика:

Вид движителя	колесный;
Грузоподъемность, т	3,5/1,5;
Высота подъема, мм	5100/6600;
Двигатель:	
модель	Д-245;
мощность, кВт (л.с.)	70 (95,2);
рабочий объем, $см^3$	4750;
Конструкционная масса, кг	10400;
Конструктивная скорость, км/ч	24;
Габаритные размеры, мм	7040х2500х2790;
Категория самоходной машины	«С».

Изготовитель – концерн «Амкодор».

Продолжение

ПОГРУЗЧИК JCB 520-50

с телескопической стрелой



Рисунок 28 – Погрузчик «JCB 520-50».

Техническая характеристика:

Вид движителя	колесный;
Грузоподъемность, кг	2000;
Высота подъема, мм	5000;
Двигатель:	
мощность, кВт (л.с.)	52 (70);
объем, $см^3$	3990;
Конструкционная масса, кг	4870;
Конструктивная скорость, км/ч	32;
Габаритные размеры, мм	3590x1840x2120;
Категория самоходной машины	«С».

Изготовитель – фирма «JCB» (Великобритания).

Продолжение

ПОГРУЗЧИК БелАЗ-8722



Рисунок 29 – Погрузчик БелАЗ-8722.

Техническая характеристика:

Вид движителя	колесный;
Грузоподъемность, т	10;
Объем ковша, $м^3$	6;
Высота разгрузки, мм	3800;
Двигатель:	
модель	ЯМЗ-8424.10.06;
мощность, кВт (л.с.)	312 (425);
рабочий объем, см	17240;
Конструкционная масса, кг	53000;
Конструктивная скорость, км/ч	38,4;
Габаритные размеры, мм	11640х3900х4050;
Категория самоходной машины	«D».

Изготовитель — ПО «БелАЗ».

Продолжение

ПОГРУЗЧИК БелАЗ-7823



Рисунок 30 – Погрузчик БелАЗ-7823.

Техническая характеристика:

Вид движителя	колесный;
Грузоподъемность, т	10;
Объем ковша, $м^3$	6;
Высота разгрузки, мм	3800;
Двигатель:	
модель	ЯМЗ-8424.10.06;
мощность, кВт (л.с.)	312 (425);
рабочий объем, $см^3$	17240;
Конструкционная масса, кг	51000;
Конструктивная скорость, км/ч	38,4;
Габаритные размеры, мм	10500х4900х4150;
Категория самоходной машины	«D».

Изготовитель — ПО «БелАЗ».

Продолжение

ПОГРУЗЧИК «Volvo L330E»

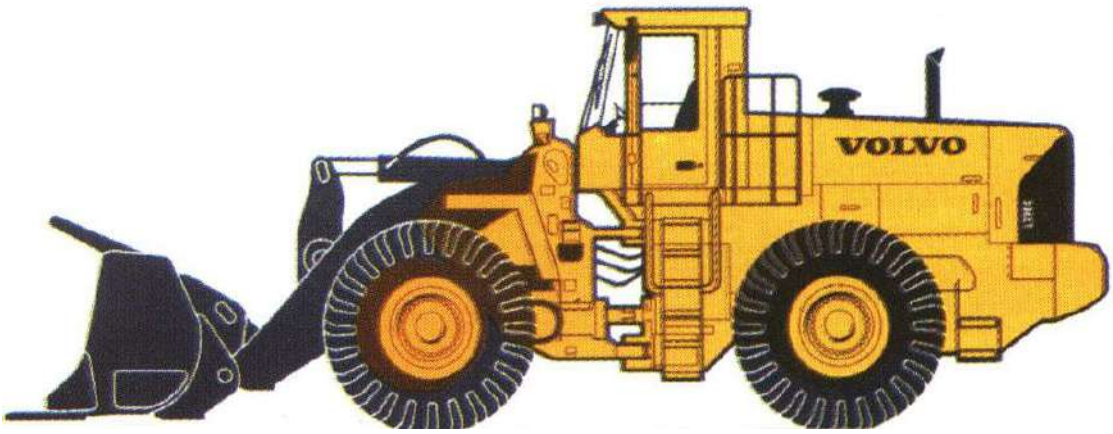


Рисунок 31 – Погрузчик «Volvo L330E».

Техническая характеристика:

Вид движителя	колесный;
Вместимость ковша, $м^3$	6,6-13,5;
Высота подъема, мм	5060;
Двигатель:	
модель	Volvo D16B LA E2;
мощность, кВт (л.с.)	369 (502);
объем, $см^3$	16120;
Конструкционная масса, кг	50000-52000;
Конструктивная скорость, км/ч	31,8;
Габаритные размеры, мм	10230-11080 х 3970 х 4200;
Категория самоходной машины	«D».

Изготовитель – фирма «Volvo» (Швеция).

Библиографический список

Основная литература:

1. Грузоподъемные механизмы. Сборник нормативных документов – М.: НЦ ЭНАС, 2006.

2. Котельников В.С., Шишков Н.А. Комментарии к правилам безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов – 2-е изд., перераб. и доп.– М.: МЦФЭР, 2009.

3. Машины и оборудование для грузообработки продукции производственно-технического назначения. Каталог – Рязань: ГНУ ВНИМС, 2005.

4. Шилкин В.И., Кузьмюк В.Р., Любченко В.Б. Зональная система технологий, машин и оборудования для механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ на предприятиях ресурсного обеспечения АПК. – Рязань: ГНУ ВНИМС, 2002.

5. Шилкин В.И. Ленточные транспортеры. Расчет. Основы проектирования. – Рязань: ГНУ ВНИМС, 2002.

6. Ерохин М.Н., Карп А.В., Выскребенцев Н.А. и др. Проектирование и расчет подъемно-транспортирующих машин сельскохозяйственного назначения. – М.: Колос, 1999.

Дополнительная литература:

1. Бойко Н.И., Чередниченко С.П. Транспортно-грузовые системы и склады: учебное пособие. – Ростод н/Д.: Феникс, 2007.

2. Сарафанова Е.В., Евсеева А.А., Кощеев Б.П., Грузовые автомобильные перевозки. – М.: ИКЦ «МарТ», 2006.

3. Майборода М.Е., Бернарский В.В. Грузовые автомобильные перевозки – 2-е изд., перераб. и доп. – Ростод н/Д.: Феникс, 2008.

4. Заднипренко Н.М., Костенко Е.М., Кулева Л.И. Погрузочно-разгрузочные работы: для стропальщика-такелажника. – М.: ЭНАС, 2008.

5. Александров М.П. Подъемно-транспортные машины. Учебник для вузов. – М.: Высш. школа, 1979.

6. Каталог подъемно-транспортное и складское оборудование, рекомендуемое для предприятий снабжения агропромышленного комплекса ч. 1 и ч. 2. – М.: ВНПО «АГРОПРОМСНАБ», 1989.

7. Израйлевич М.Л. Современное оборудование для транспортировки насыпных грузов. Подъемно-транспортное оборудование. – М.; ЦНИИТЭИтяжмаш, 1981, №32.

8. Израйлевич М.Л. Состояние и перспективы развития конвейерного транспорта дня насыпных грузов. – Подъемно-транспортное оборудование и механизация погрузочно-разгрузочных работ. – М.; НИИинформтяжмаш, 1976.

9. Израйлевич М.Л. Конвейерные машины для загрузки, и разгрузки судов и барж с насыпными грузами за рубежом. – Подъемно-транспортное оборудование. – М.; НИИинформтяжмаш, 1978.

10. Подъемно-транспортное и складское оборудование, рекомендуемое для предприятий снабжения агропромышленного комплекса. Каталог – М.; 1989.

11. Усов П.В. Подъемно-транспортные машины. – М.; Высшая школа, 1967.

12. Перелыгин В. Современный колесный погрузчик // Основные средства №7/2007, http://**www.os1.ru**.

13. Fördern und Heben, 1977, 27, №6; 1978, №5/6, 1979, №4 Materials handling news, June 1979.

14. Проспекты и каталоги фирм: "Bühler" (Швейцария), "AZA" (Италия), "Jeffrey Dresser" (США), "Techmatrons" (Польша), "Ammeriaal" (Нидерланды), "Möller" и "PHB" (Германия), и др.

Машины и оборудование для грузообработки и доставки грузов для АПК
(обзор, теория, расчет)
учебно-методическое пособие

Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать ризографическая.
Усл. печ. л. 12,6 Тираж 350 экз. Заказ № 134
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева
390044 г. Рязань, ул. Костычева, 1
Отпечатано в информационном редакционно-издательском центре
ФГБОУ ВО РГАТУ
390044 г. Рязань, ул. Костычева, 1

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

К.П. Андреев

Транспортно-складские комплексы

Методические указания и задания по выполнению практических работ

для студентов дневной и заочной форм обучения
по направлению подготовки
23.03.01 - Технология транспортных процессов
профиль «Организация перевозок и управление на транспорте»

Рязань, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РАБОТЫ 3

2. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ 5

2.1 Практическая работа №1 5

2.2 Практическая работа №2 8

2.3 Практическая работа №3 12

2.4 Практическая работа №4 14

2.5 Практическая работа №5 23

1. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РАБОТЫ

Практическая работы выполняется строго по варианту, который определяется по последним цифрам Вашей зачетной книжки.

Практическая работа выполняется на листах писчей бумаги формата А4 (297х210) одним из следующих способов:

- машинным способом, с применением печатающих и графических устройств персонального компьютера (размер шрифта 14). При этом используют гарнитуру шрифта Times New Roman, полуторный междустрочный интервал.
- рукописным, используется тушь (чернила) черного, синего или фиолетового цвета. Эти материалы используется при внесении исправлений.

Неправильный текст должен быть тщательно убран или закрашен белой краской. Повреждения листов текстовых документов, помарки и следы не полностью удаленного прежнего текста (графики) не допускаются.

Абзацы следует начинать с отступом в 15-17 мм. Записка выполняется на одной стороне листов формата А4.

Применение в проекте формулы, если их более одной, нумеруют арабскими цифрами. Номер указывается с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках. Номер формулы может состоять из номера раздела и порядкового номера формулы.

Значение символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны даваться непосредственно за формулой после запятой с новой строки после слова «где» без двоеточия после него. Символы и коэффициенты дают в последовательности, в какой они приведены в формуле. При последующем использовании формулы дается только ссылка на ее порядковый номер.

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц (ГОСТ 2.105-95). Таблицы, если их более одной, нумеруют арабскими цифрами. Над таблицей, с ее левой стороны, размещают слово «Таблица 1.» с ее порядковым номером. Если в проекте одна таблица, номер ей не присваивают, и слово «Таблица» не пишут. Таблица может иметь заголовок, который выполняется строчными буквами (кроме первой прописной) и помещается над таблицей посередине.

Графы таблицы могут иметь свои заголовки и подзаголовки. Заголовки граф начинаются с прописных букв, подзаголовки со строчных, если они составляют одно предложение с заголовком. Подзаголовки, имеющие самостоятельное значение, пишут с прописной буквы. Заголовки указывают в единственном числе. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм. При переносе таблицы на другую страницу заголовок помещают только над первой частью. Над последующими частями, с левой стороны пишут «Продолжение таблицы …». Для облегчения ссылок в тексте проекта допускается нумерация граф таблицы.

Если цифровые или иные данные в таблице не приводят, то в графе ставят прочерк. Если повторяющийся в графе таблицы текст состоит из одного слова, его допускается заменить кавычками (если строки не разделены линиями). Текст из двух и более слов заменяют словами «То же», а далее кавычками.

Нумерация страниц пояснительной записки проекта и приложений, входящий в ее состав, должна быть сквозной.

2. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

2.1 Практическая работа №1

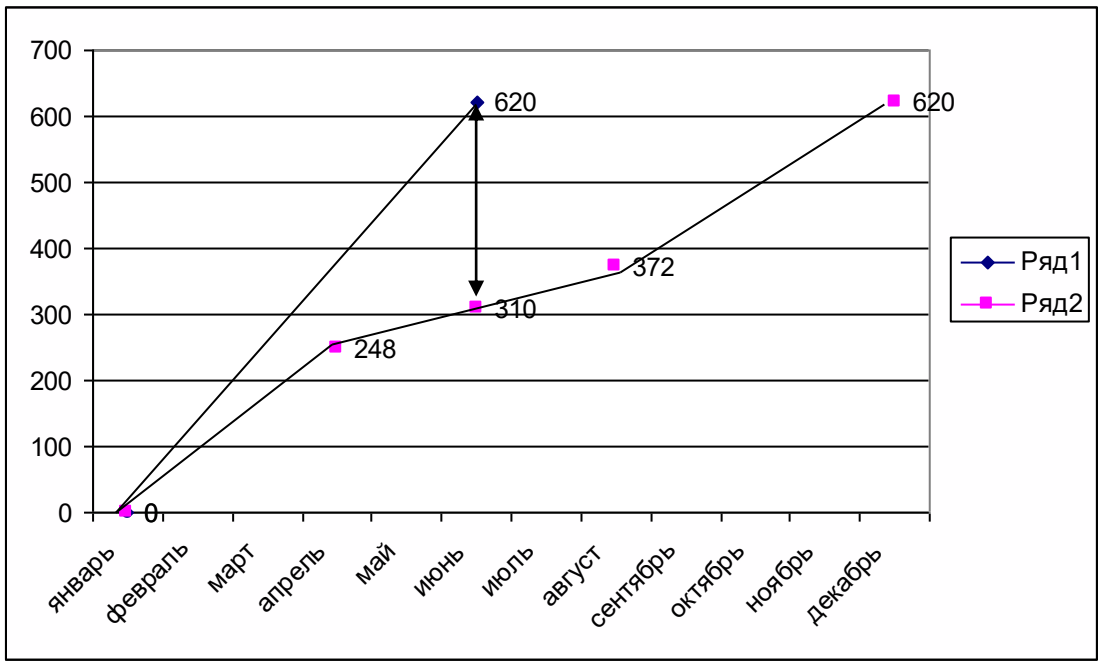
ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ПО ТОННАЖУ

Вариант	ТОННАЖ
1,16	400 тонн
2,17	420 тонн
3,18	450 тонн
4,19	480 тонн
5,20	500 тонн
6,21	530 тонн
7,22	560 тонн
8,23	600 тонн
9,24	650 тонн
10,25	670 тонн
11,26	620 тонн
12,27	590 тонн
13,28	550 тонн
14,29	700 тонн
15,30	720 тонн

Рассчитать необходимую площадь на складе в $м^2$, под ваш объем однотипного груза, учитывая , что ваш груз приходит равномерно в первые 6 месяцев, а расход груза со склада тоже равномерный до конца года кроме месяцев с мая по август, когда расход груза про исходит на 50% меньше остальных месяцев.

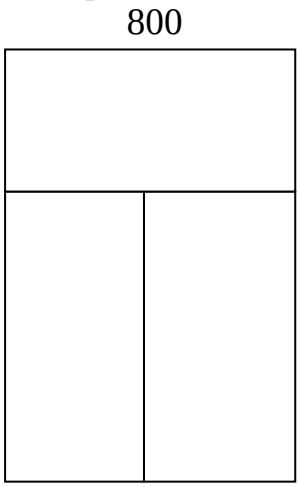
Груз: цемент в мешках (размеры мешка в метр. 0,8×0,4×0,2м), вес 50 кг. Размер поддона на ваше усмотрение, но высота укладки не более 1,5м без поддона.

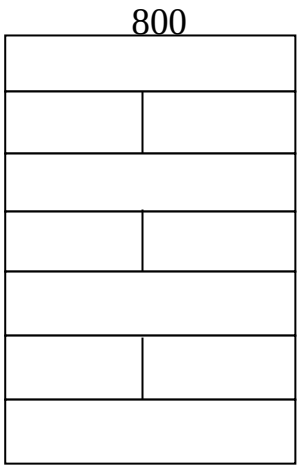
Зарисуйте способ укладки мешков цемента на выбранном вами поддоне (вид сверху и вид сбоку) и сделайте необходимые расчеты.



12 месяцев=620 тонн=100%
Январь-апрель=620/100%*10%*4=248 т
Май-Август=620/100%*5%*4+248т=124+248=372 т
Qmax=620-310(средний показатель между т.248 и 372) =310 т необходимо для полного расхода груза, полученного за полгода
N – количество поддонов = Qmax/количество тонн на 1-м поддоне

1 вариант





Вид сверху Вид сбоку

Рассчитать:
1) количество мешков на поддоне и сколько ярусов мешков будет содержать поддон?
2) высоту сформированного поддона с грузом (без учета высоты поддона, должна быть≤ 1500 мм)?

3) высоту сформированного поддона с грузом (с учетом высоты поддона, если h = 145 мм)?
4) количество тонн на 1-м поддоне
5) количество поддонов?
6) площадь поддона
7)необходимую площадь на складе для однотипного груза.

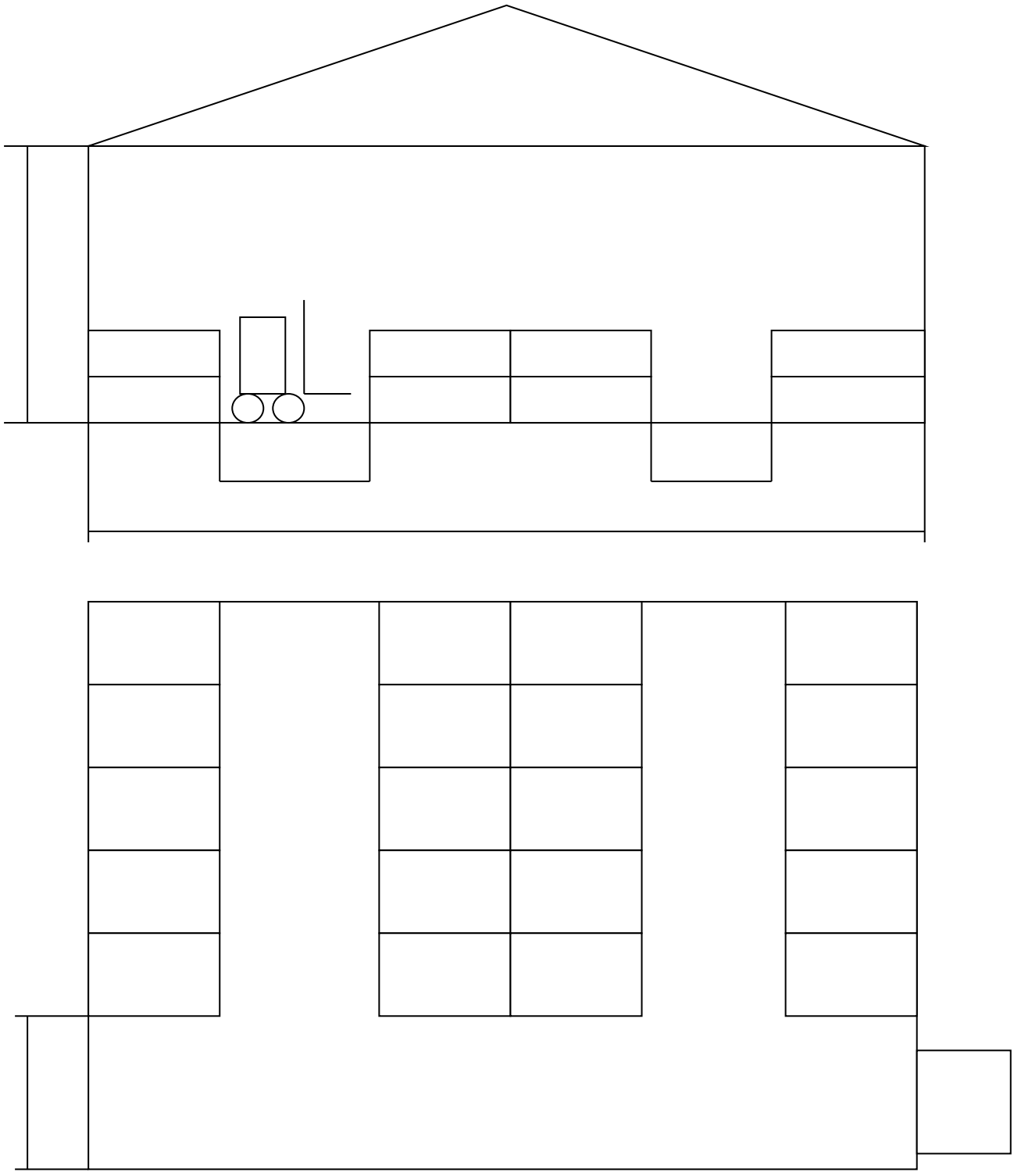
N – количество поддонов = Qmax/количество тонн на 1-м поддоне

$S_{пол}$ =n поддонов×S поддона

Ответ:

2.2 Практическая работа №2

1 вариант



Погрузчик: Высота подъёма 3 м

Стоимость погрузчика 250 000 руб.

1 м^2 площади = 1400 руб.

Расчеты:

1. Высота поддона с грузом на нём _____ м (исходя из данных 1 задания), а погрузчик поднимает на высоту 3 м, значит штабелируем груз в ____ яруса (количество).
2. Ширина склада 12 м, располагаем 4 ряда поддонов и по 3 м между рядами, причём 1 ряд сдвоенный.
3. Размеры поддонов (исходя из данных 1 задания)
4. Найдите количество мест по длине Q поддонов *(Q рядов*Q ярусов) = _____мест.

   Значит длина склада будет следующей: Q мест по длине*1,1м=____м.

   Нужно учесть проезд погрузчика 3м, итого: ___+3=____м.
5. Рассчитать стоимость площади склада:
6. Общая стоимость (склада и погрузочно-разгрузочной техники):

2 вариант



Погрузчик: Высота подъёма 3 м

Стоимость погрузчика 250 000 руб.

Кран балка: Высота подъёма 10 м.

Стоимость крана штабелера 800 000 руб.

1 м^2 площади = 1400 руб.×1.05(коэффициент от высоты здания)

Расчеты:

1. Высота поддона с грузом на нём ____ м, а кран - балка поднимает на высоту 10 м, значит штабелируем груз в_____ярусов.
2. Ширина склада 12 м, располагаем 6 рядов поддонов и по 1,4 м между рядами, причём 2 ряда сдвоенные.
3. Размеры поддонов (исходя из данных 1 задания)
4. Найдём количество мест по длине, Q поддонов *(Q рядов*Q ярусов) = ___мест.

   Значит, длина склада будет следующей: Q мест по длине*1,1м=____м.

   Нужно учесть проезд погрузчика 3м, итого: ____+3=_____ м.
5. Стоимость площади склада:
6. Общая стоимость:

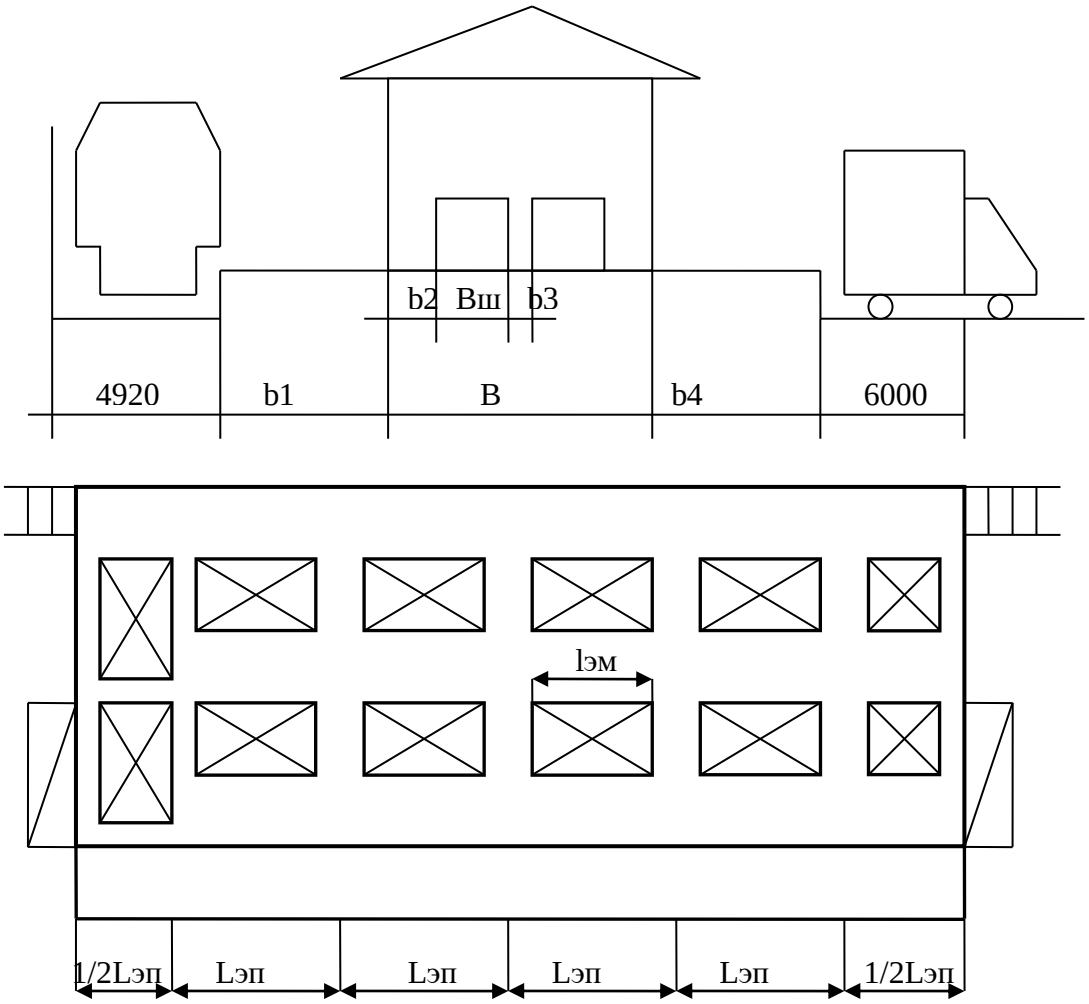
Вывод: Исходя из стоимость выгоднее ___ вариант склада.

2.3 Практическая работа №3

Проектирование ТСК методом элементарных площадок

Длина вагона

Lэп=14730 мм=14,7 м



B2=1м

B3 – длина погрузчика с грузом + 1,5 м (с учетом разворота)

Длина/ширина склада имеет соотношение =3/1

Длина и ширина склада кратная числу 6 (12,18,24,30 и т.д.)

Рассчитываем размеры элементарных площадок

Габариты погрузчика

Длина(L) - 3,5 м

Ширина (b) – ширина поддона, но не менее 1,5м

Габариты поддона (a×d) n-количество поддонов

Lэм=Lэп-(b погр+1,5 м)=14,7-(1,5+1,5) =11,7 м.

С учетом длины поддона $L_{ЭМ}$= (a×n) ≤ 11,7

Lэш=? м

Вш =

В – начинать с 12

$b_ш = (B-2\ b_2-b_3)/2$ и с учетом ширины поддона $(d \times n) \leq b_ш$

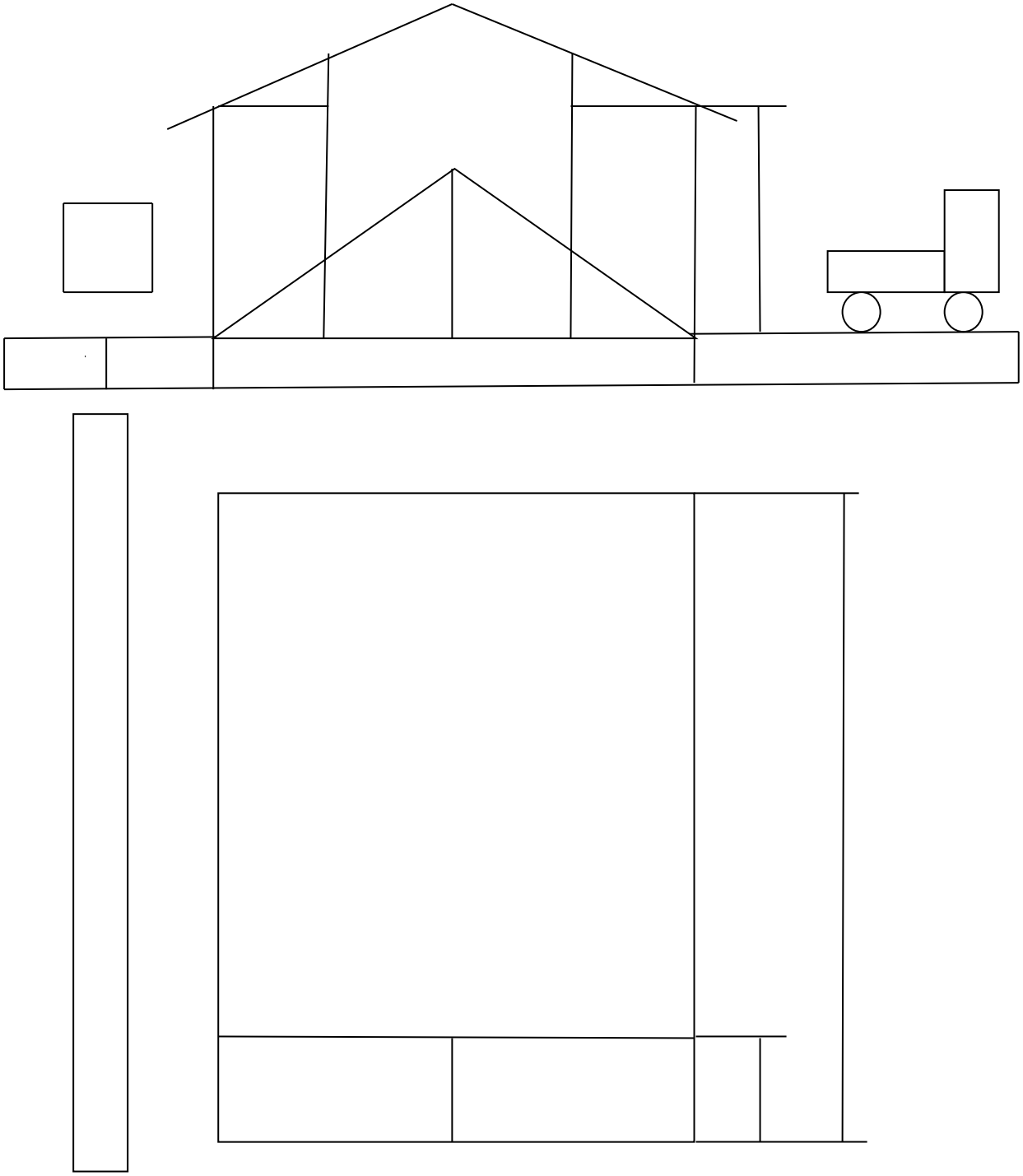
Длина склада - ? м.

Ширина – ?м

На площадке ? х ? размещаем ? поддонов

В n вагонах m поддона. Необходимо ? элементарных площадок.

2.4 Практическая работа №4



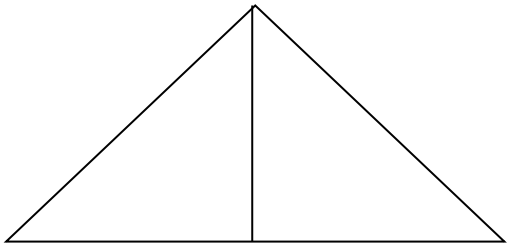
Объёмная масса груза – 0,8 т/м^3
Угол естественного откоса груза – а=25^0.
Определить размеры ТСК.

Решение:

1. Рассчитаем необходимый объём павильона, в который помещается 620 т зерна

$$V_н=620т/0,8т/\ м^3=775\ м^3$$

2. Рассчитаем длину павильона, приняв за ширину основания 12 м.



$tg\ 25^0 = H/6$ м

$H = 0{,}4663 * 6$ м $= 2{,}8$ м

$S = 0{,}5\ H * 12$ м

$S = 0{,}5*2{,}8$ м$*12$ м$= 16{,}8$ м^2

$V = S*L,\ L = V/S$

$L = 775$ м^3 $/16{,}8$ м^2 $= 46$ м

Для того что бы было возможным размещение 620 т зерна, с шириной склада 12 м, необходимо выполнение следующего условия

L<3B-4(4м-размер пневмоустановки для перекачки зерна)

46<3*12-4

46<32 не выполняется.

3. Рассчитаем длину павильона, приняв за ширину основания 18 м.

$H = 0{,}4663 * 9$ м $= 4{,}2$ м

$S = 0{,}5\ H * 18$ м $= 0{,}5*4{,}2$ м$*18$ м$= 38$ м^2

$V = S*L,\ L = V/S$

$L = 775$ м^3 $/38$ м^2 $= 20$ м

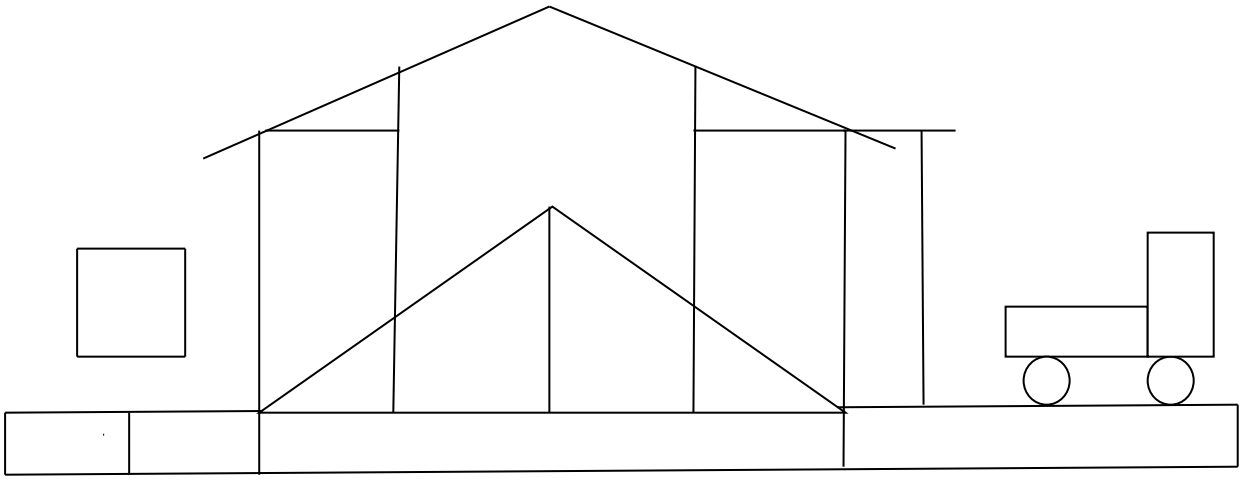
Для того что бы было возможным размещение 620 т зерна, с шириной склада 12 м, необходимо выполнение следующего условия:

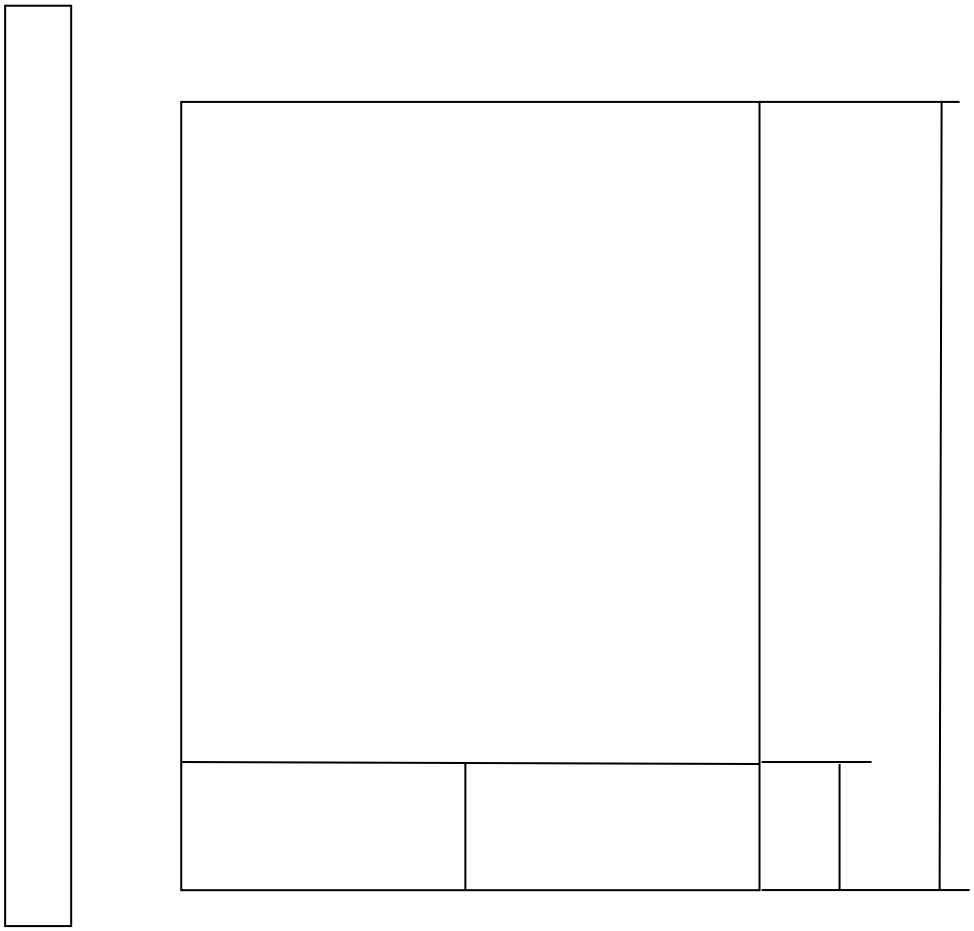
L<3B-4

20<3*18-4

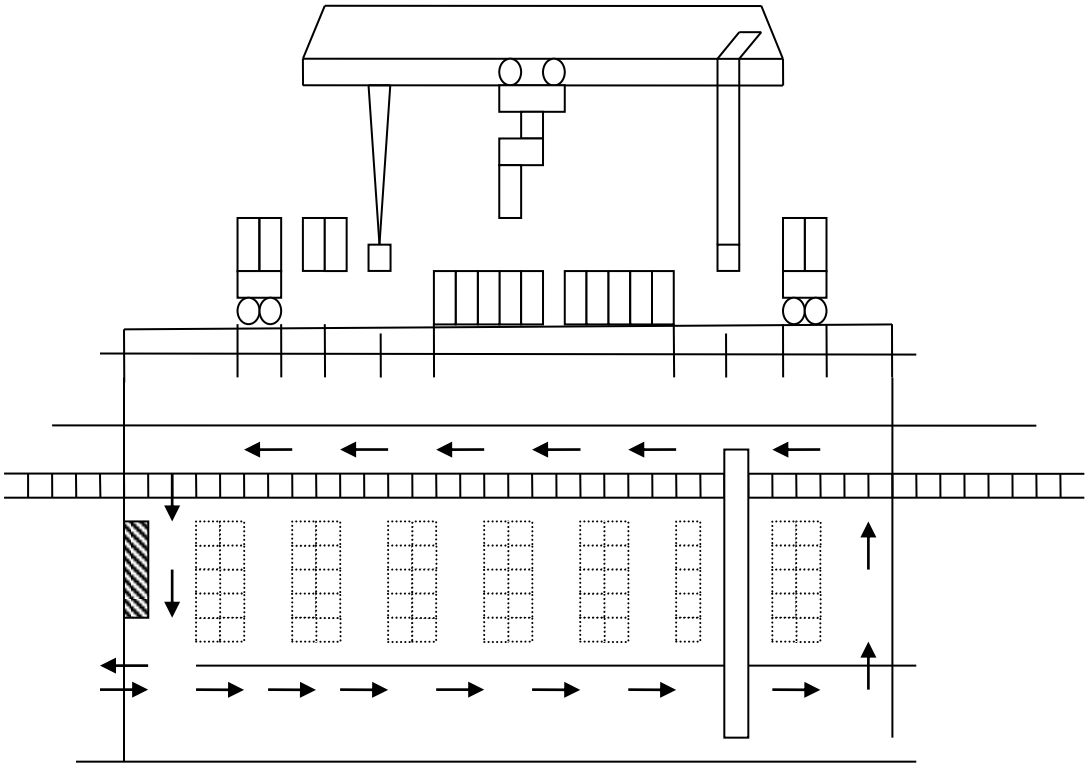
20<50 выполняется.

Следовательно ширина склада 18 м, длина 54 м, , высота склада 5 м.





ТСК для контейнерных грузов



x,y – количество контейнеров

→ движение автомобилей

Основными исходными данными для проектирования технологической части проекта контейнерного терминала являются:

1. годовой грузопоток по прибытию контейнера, с разбивкой по типу контейнеров и выбором транспорта прибытия (контейнер в год(иногда в тоннах))
2. Распределение грузопотока отправления по видам транспорта
3. размеры земельного участка для размещения терминала
4. основные направления транспортировки контейнеров на терминал, из терминала
5. Возможные данные по характеристике закономерностей и неравномерности контейнеров

Qгк= Qгт/ Qк

Qгк – годовой контейнерный поток (конт в год)

Qгт – годовой грузопоток в тоннах(т в год)

Qк – средняя масса груза в одном контейнере. Принимают:

1,6-1,8 тонн для трёхтонника

2,5-3 тонны для 5 тонника

12 тонн для 20 тонника

18 тонн для 30 тонника

Емкости контейнерного терминала

$$R = \frac{Qгк * \tau_{хр}}{365}$$

$\tau_{хр}$ - срок хранения на терминале в сутках

Расчёт ёмкости контейнерного терминала ведут отдельно по каждой группе контейнеров

Оборачиваемость контейнеров

$$\eta = \frac{Qгк}{R}$$

R=xyz

R – Общее число контейнеров

X,y,z – количество по ширине, длине, высоте контейнера соответственно.

Z чаще всего принимают равным 2. для порожних контейнеров 4-5

Ширина контейнерного терминала

$$x = \sum\left\{\frac{B - B_1 - B_2 - B_3 - B_0}{b + \lambda}\right\}$$

X – ширина контейнерного терминала

$\sum\{\ \}$ - обозначение целой части

B – ширина земельного участка, м

B_1 - общая ширина полос, занимаемая ж/д и автодорогами, м

B_2 - общая ширина продольных проходов для подъезда подъёмно-транспортных машин и работников терминала, м

B_3 - общая ширина газонов вдоль ограждения терминалов, 2-3 м

B_0 - ширина устройств и сооружений(водопроводы и т.п.), м

b – наружная ширина контейнера, м. (1,375 м-3тонник; 2,65-5т; 2,438 м - 20ти и 40 футовые контейнеры)

λ - зазор между контейнерами в штабеле, 0,1-0,15 м

Ширину полос для транспорта принимают:

- для ж/д – 5 м
- для автодороги с односторонним движением – 6 м
- для автодороги с двухсторонним движением – 8-12 м

Ширину продольных проходов для подъёмно-транспортных машин принимают:

- для автопогрузчиков с безблочной стрелкой – 6-8 м
- для каждой опоры козлового крана – 2,2-2,5 м
- для автопогрузчиков крупнотоннажных (вилочные, ричстакеры) – 12-15 м
- для мостового козлового крана на пневмоходу – 1,8-2,2
- для работников терминала – 1-1,5 м

$$Y = \sum\left\{\frac{L - L_1 - L_2 - L_3 - L_4 - L_0}{a + \lambda + nb_1}\right\}$$

L – общая длина участка

L_1 - контейнерный проезд автотранспорта(5-6 м при одностороннем кольцевом движении автомобилей; 30-40 м – для разворота автомобилей в конце площадки и двухстороннем движении вдоль одной из сторон площадки), м

L_2 - длина ремонтного хозяйства, 20-50 м

L_3 - административно бытовой корпус, 30-40 м при продольной компоновке терминала

L_4 - ширина газонов, 2-3 м

L_0 - длина прочих вспомогательных устройств, м

a – длина контейнера, м. (2,1 м - 3 и 5тонник; 6,058 - -20ти; 12,192 м - 40 футовые контейнеры)

n – число поперечных проходов между штабелями. Устанавливаются через 40-50 м.

b_1 – ширина поперечного прохода (0,6 – для 3 и 5 тонника, 8-10 м для автопогрузчиков)

n=(y/z)-1 Поскольку эти проходы делают через каждые 2 контейнера по длине

$$Y = \frac{1}{b_1}(a + \lambda - b_1) + \frac{1}{b_1}\sqrt{(a + \lambda - b_1) + b_1(L - A)}$$

,где A= $L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_0$

Предварительная оценка площади контейнерной площадки

S=Rs

s – удельный показатель площади контейнерной площадки:

6,8-7,2 м^2 – для трёхтонных с автопогрузчиком

6,4-6,7 м^2 – с козловым краном

40-45 м^2 – для 20-40 тутовых с козловым краном

50-60 м^2 – с крупнотоннажными автопогрузчиками

Число подъёмно-транспортных машин на терминале

$$r = \frac{tKн}{60T_г k_0}\sum_1^n \frac{Q_i}{T_i}$$

t – время цикла по перегрузке одного контейнера, мин. Ориентировочно 2,5-4 мин.

Кн – коэффициент неравномерности контейнеров 1,2-1,6

$T_г$ - число дней работы контейнерного терминала

k_0 - коэффициент использования оборудования. 0,8-0,9

Q_i - годовой контейнеропоток i-той группы

T_i - число часов работы в сутки по выполнению i-той группы операции

n – число групп

Особенности проектирования открытых складов.

Приёмные бункеры, закрома проектируют в соответствии со СНИПом 2.09.03-85, 2.05.07-91 и ГОСТом 22235-26

Эстакады можно устраивать как тупиковые так и проходные. Высоту принимать 1,8; 3; 6; 9 м.

Возможна и другая высота с учётом объёма разгружаемого

Эстакада высотой до 3х м проектирование железобетонным блоком. Более 3х метров сооружают балочные конструкции железобетонными или монолитными опорами с шагом 12 м и стальными сборочными железобетонными проёмами. Эстакады высокой до 3х метров должна быть оборудована передвижными обслуживающими площадками. Более 3х метров следует предусматривать стационарные площадки. Размеры приёмной площадки:

$$V_n = \frac{N_{mp} g_в}{Y}$$

Y – объёмная плотность груза(т*м^2)

N_{mp} - суточный вагоно или автомобилепоток ПС

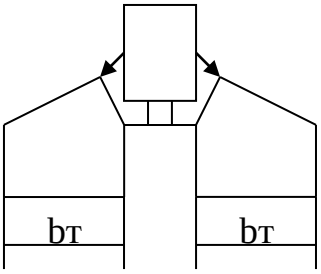
$g_в$ - масса груза в вагоне, автомобиле, судне

$V_n = F_n L_m$

Fn – площадь поперечного сечения груза в приёмном устройстве (м^2)

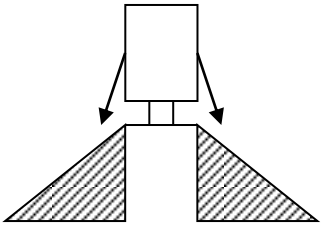
L_m - длина грузового фронта

Траншейного пути



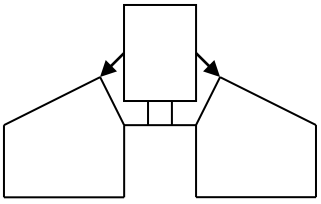
$F_n = 2bт * hr$

Приёмное устройство повышенного пути



$F_n = bш * hn$

Смешанный



$F_n = 2bт * hт + bт * hn$

Для первого рисунка ширину траншеи bт выбираем 2-3 метра

$$h_r = \frac{F_n}{2bт}$$

$$bш = \frac{h_n}{tg\rho}$$

$tg\rho$ - угол естественного откоса

Для третьего рисунка bт=3-4 м

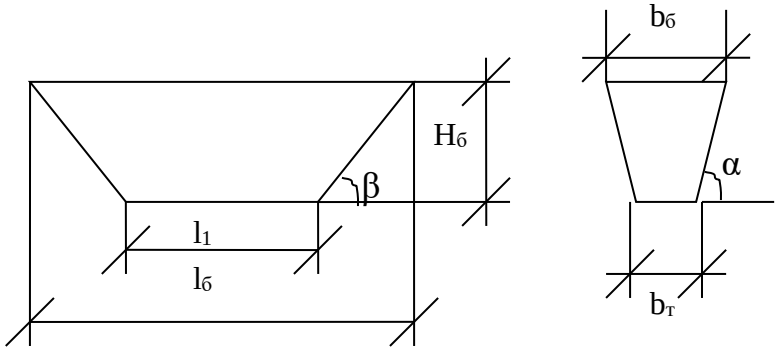
$h_n = \text{bт} * \ tg\rho$

$h_r = \dfrac{Fn - h_n * \text{bт}}{2 * \text{bт}}$

Объём бункера

$\text{Vб} \geq 1{,}2 \dfrac{gB}{Y}$

Vб просчитывается как дополнительные 20% на массу в вагоне или автомобиле делённую на плотность груза



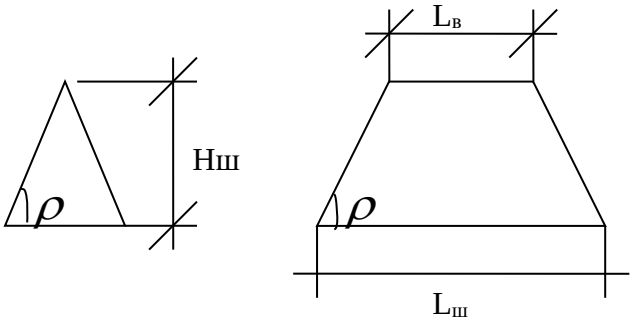
$$V_б = \frac{h_в}{b}(l_б h_б + (l_б + l_1)(b_б + b_1) + b_1 l_1)$$

Ширину разгрузочного устройства бункера b1 принимают 0,5-0,8 м.

Угол наклона α,β=50-55%

Длину бункера Lв=16 м с учётом длины полувагона

При проектировании зоны хранения происходит подбор размеров штабеля с учётом объёма груза



$$V = F(L_ш - \frac{H_ш}{tg\rho})$$

F – площадь поперечного сечения

Размеры ячеек закромов следует принимать 6х6, 6х9, 9х9 м

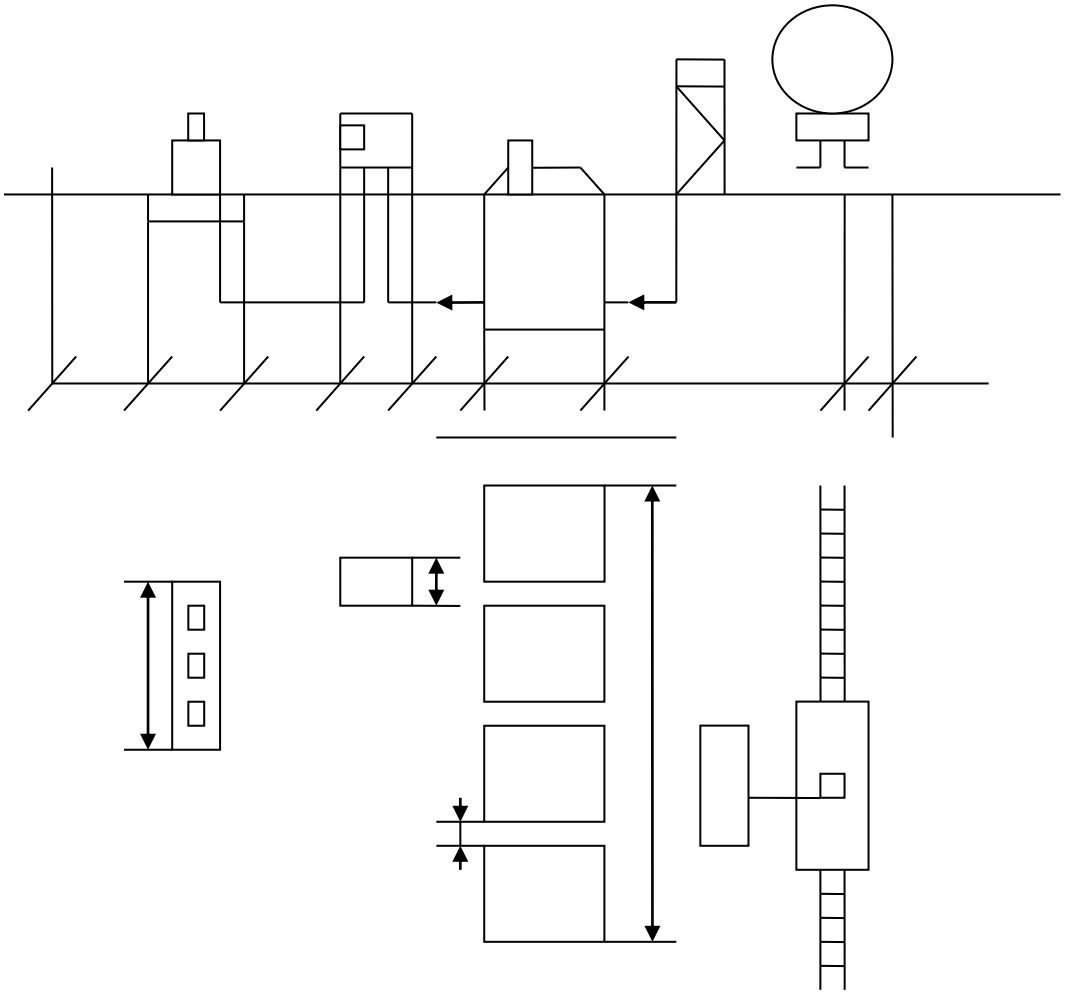
Допускается принимать большие размеры кратные 3 м

Минимальное заглубление стен закромов от уровня пола следует принимать 0,3 м

Минимальное превышение верха стен закромов от уровня пола следует принимать 1,2 м

2.5 Практическая работа №5

ТСК для наливных грузов



$$nV_1 = \frac{Q\tau}{365\gamma f}$$

,где n – число резервуаров в зоне хранения

V_1 - ёмкость одного резервуара

$$V_1 = \frac{\pi D^2 H}{4}$$

D, H - диаметр и высота резервуаров

Q – годовой грузопоток жидких грузов по прибытию.

τ - срок хранения груза на терминале

γ - плотность груза, 0.89 т*м^3

f – коэффициент заполнения резервуара, 0.95-0.98

$E = V_1 f \gamma n$

E – запас хранения жидких грузов на терминале

Необходимо рассчитать количество резервуаров.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

К.П. Андреев

Основы транспортно-экспедиционного обслуживания

Методические указания и задания по выполнению практических работ

для студентов дневной и заочной форм обучения
по направлению подготовки
23.03.01 - Технология транспортных процессов
профиль «Организация перевозок и управление на транспорте»

Рязань, 2023

Практические работы №1-5

Задания к практической работе

Цель работы «Основы экспедирования» – закрепить теоретические знания и приобрести практические навыки в области организации, создания и оптимизации систем по доставке грузов с соблюдением существующего в сфере транспорта законодательства применительно к деятельности специалиста в области управления транспортом.

Задача работы – формирование комплексного подхода к организации и осуществлению процесса транспортно-экспедиционного обслуживания.

Студенты выполняют работу, состоящую из задания по варианту.

Работа 1. Оформить: личную карточку водителя, карточку на транспортное средство, прайс-лист на оказание транспортных услуг, прайс-лист на оказание дополнительных операций (услуг) сопутствующих транспортировки груза, путевой лист.

Работа 2. Оформить договор экспедирования (агентирования) и договор перевозки на соответствующем виде транспорта.

Работа 3. Оформить необходимые товаросопроводительные документы (товаро-транспортные накладные, коносаменты, сертификаты: качества, количества, страны происхождения, спецификации и т.д.) на груз (выбрать самим из соответствующего вида) и описать особенности перевозки данного груза.

Работа 4. Оформить претензию и иск к соответствующему виду транспорта по поводу соответствующих действий с перечнем документов, необходимых для ее подтверждения и указанием сроков исковой давности

Работа 5. Оформить документы необходимые для выполнения дополнительных операций.

Вариант определяется по последней цифре зачетной книжки студента (табл. 1).

Таблица 1

Вариант	Вид транспорта (1)	Вид груза (2)	Вид транспорта (3)	Претензия (4)
1	Речной	Сырье животного или растительного происхождения	Автомобильный	Утрата, просрочка доставки
2	Автомобильный	Живые животные	Железнодорожный	Недостача, просрочка доставки
3	Автомобильный	Хлебный	Морской	Повреждение, просрочка доставки
4	Морской	Опасный	Автомобильный	Задержка выдачи, просрочка доставки

5	Автомобильный	Негабаритные	Речной	Невывоз, просрочка доставки
6	Железнодорожный	Скоропортящийся	Автомобильный	Порча, задержка выдачи
7	Воздушный	Особо ценные (парцельные)	Автомобильный	Недостача, задержка выдачи
8	Автомобильный	С объявленной ценностью	Морской	Невывоз, задержка выдачи
9	Железнодорожный	Тяжеловесные, громоздкие,	Автомобильный	Утрата, задержка выдачи
0	Железнодорожный	Пищевые животные продукты, растения	Автомобильный	Недостача, задержка выдачи

Вариант определяется по предпоследней цифре зачетной книжки студента (табл 2).

Варианты дополнительных операций Таблица 2

Вариант	Дополнительные операции
1	Расчеты по внешнеторговым сделкам
2	Оформление морского протеста. Общая авария.
3	Таможенное оформление
4	Выбор целесообразного варианта транспортировки резервирования места на транспортном средстве
5	Отправки и мониторинг за ходом грузовых операций
6	Страхование грузов и транспортных средств (КАСКО, КАРГО)
7	Слежение за движением груза или контейнера, перегрузочные операции
8	Прием груза, отслеживание его прибытия
9	Изготовление и доставка товарораспорядительной и транспортной документации
0	Хранение и складирование грузов.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ.

1. Перед началом выполнения комплекса лабораторных работ для студентов (курсантов) необходимо провести:

- вводный инструктаж по безопасности труда;

- первичный инструктаж по безопасности труда на рабочем месте.

Вводный и первичный инструктаж регистрируются в журнале вводного и первичного на рабочем месте инструктажей по безопасности труда.

2. Состояние учебных и рабочих мест, размещение, содержание и эксплуатация в учебных лабораториях приборов, установок, стендов, тренажеров, инструментов, лабораторного и другого оборудования должно соответствовать правилам и нормам техники безопасности и производственной санитарии.

3. Практические занятия должны проводиться при безусловной безопасности их выполнения и наличия оборудования, если оно необходимо для качественного выполнения работы, соответствующего требованиям охраны труда, технике безопасности и допущены преподавателем.

4. Студенты (курсанты) обязаны выполнять только ту работу, по которой проинструктированы по технике безопасности и допущены преподавателем.

5. За нарушение инструкции по охране труда и технике безопасности в лаборатории виновные лица несут административную, финансовую или уголовную ответственность в зависимости от характера и последствий нарушения.

Соблюдение правил безопасности является необходимым условием предупреждения производственных травм.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Пояснительную записку выполняют на бумаге форматом А4 на одной стороне листа.

Объем пояснительной записки в зависимости от объема лабораторной работы машинописного текста (шрифт Arial или Times New Roman через 1,5 интервала), возможно оформление пояснительной записки от руки.

Первым листом пояснительной записки является титульный лист (приложение 1). Далее следуют задание на выполнение лабораторной работы, введение, разделы пояснительной записки, заключение, литература и приложения.

Листы пояснительной записки выполняются на листах формата А-4 в рамке (приложение 2 и 3).

Приложение 4

ДОГОВОР № _____
транспортной экспедиции

г. Калининград «__» _____ 20 г.

ООО «», именуемое в дальнейшем **Экспедитор**, в лице генерального директора Смирнова Андрея Владимировича, действующего на основании Устава с одной стороны и _____ именуемое в дальнейшем **Клиент**, в лице _____, действующего на основании _____, с другой стороны, совместно именуемые Стороны, заключили настоящий ДОГОВОР о нижеследующем.

Термины, используемые в настоящем договоре:

Клиент - физическое или юридическое лицо либо индивидуальный предприниматель без образования юридического лица, которое по договору перевозки выступает от своего имени или от имени владельца груза и указано в перевозочном документе;
Экспедитор - юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, без образования юридического лица принявшие на себя по договору транспортной экспедиции обязанность доставить вверенный ему отправителем груз из пункта отправления в пункт назначения, а также выдать груз, управомоченному на его получение лицу (грузополучателю);
Грузополучатель - физическое или юридическое лицо, управомоченное на получение груза;
Груз - объект (в том числе продукты питания, полуфабрикаты, напитки, изделия, предметы, полезные ископаемые, материалы, сырье, отходы производства и потребления), принятый в установленном порядке для перевозки в Рефрижераторных секциях, вагонах термосах, ив-вагонах, крытых вагонах, и другом подвижном составе.
Перевозочный документ - транспортная железнодорожная накладная, является документом, подтверждающим фактическую отправку вагона и принятием его под охрану ОАО «РЖД».
Применяемые нормативные документы: Конституция РФ, Гражданский кодекс РФ, Устав Железнодорожного транспорта РФ, отраслевые нормы и правила.

1. Предмет договора

1.1. Клиент поручает, а Экспедитор принимает на себя обязательства по организации перевозки грузов и доставки такого груза Грузополучателю Клиента за вознаграждение и за счет Клиента железнодорожным транспортом на территории Российской Федерации в принадлежащем Экспедитору на праве собственности или ином законном основании, арендованном, предоставленном ОАО «РЖД» подвижном железнодорожном составе. Клиент обязуется оплатить причитающееся Экспедитору вознаграждение, возместить понесенные Экспедитором в интересах Клиента расходы по оплате железнодорожного тарифа в порядке и на условиях, предусмотренных настоящим договором.

2. Порядок выполнения работ

2.1 Для каждой конкретной перевозки в объеме вагона составляется бланк – заказ по одному экземпляру для каждой из сторон. В заказе указывается:

- вид подвижного состава;
- характер груза, его вес, объем;
- наименование груза;

- дата загрузки;
- станция назначения, грузополучатель, его адрес;
- дополнительные услуги (экспедирование, таможенные услуги, страхование).

2.2 На основании бланка – заказа Экспедитор выставляет Клиенту счет на оплату услуг, выполняемых собственными силами Экспедитора или с привлечением третьих лиц.

2.3 Услуги считаются оказанными после загрузки груза Клиента в подвижной состав предоставленный Экспедитором и передачи ему перевозочных документов, подтверждающих факт оформления данного подвижного состава.

3. Обязанности сторон

3.1 Экспедитор обязан:

- Своевременно подать исправное транспортное (собственное или привлеченное) средство под погрузку
- Организовать погрузо-разгрузочные работы на ст. отправления.
- Оформлять транспортные документы для перевозки грузов Клиента;
- Организовать по заявке отслеживание, сопровождение груза в пути следования

3.2 Клиент обязан:

- Предоставить груз для перевозки в назначенное время
- Предъявить Экспедитору до начала отгрузки:
  а) необходимые отгрузочные реквизиты;
  Произвести своевременную оплату услуг и возмещение железнодорожного тарифа
- Заявить все условия перевозки груза, и по согласованию с Экспедитором принять решение о перевозке.

4. Порядок взаиморасчетов

4.1. Оплата перевозок производится Клиентом в соответствии с согласованными между Сторонами ставками в следующем порядке:

- 100% от общей суммы счета Клиент оплачивает в течении 3 (трех) рабочих дней после предоставлению Клиенту копии перевозочных документов предоставленных в качестве подтверждения факта отправления подвижного состава.

Общая сумма счета включает в себя ж/д тариф с НДС и вознаграждение Экспедитора, которое определяется для каждой отдельной перевозки индивидуально как разница между общей суммой счета и суммой ж/д тарифа с НДС.

4.2. Порядок, сроки платежей и связанные с ними условия предоставления подвижного состава для перевозки могут изменяться для конкретных перевозок после взаимного письменного согласования уполномоченными лицами договаривающихся сторон.

5. Ответственность сторон

.

5.1 Ответственность за сохранность груза в пути следования несет Экспедитор. В случае повреждения (порчи) груза по вине Экспедитора, последний обязуется возместить сумму, на которую понизилась стоимость груза.

5.2 Экспедитор не будет нести ответственность за ущерб качества продукции (порчу, потерю товарного вида), который Клиент, или третьи лица, могут понести за время следования, если причиненные убытки произошли не по вине Экспедитора.

5.3 В случае заказа вагона и несвоевременного представления груза расходы по простою вагона несет Клиент.

5.4 В случае заказа части вагона и несвоевременного предоставления груза Клиентом Экспедитор не несет ответственности за соблюдение сроков перевозки.
5.5 . За несоблюдение назначенного срока выгрузки Клиент оплачивает:
- простой вагона в месте выгрузки;
- сумму арендной платы, арендованных у железной дороги вагонов.
5.6 . За задержку оплаты счетов Экспедитора на срок свыше 5 рабочих дней с Клиент взыскивается пеня, устанавливаемая Сторонами дополнительно.
5.7. Сторона договора, имущественные интересы (деловая репутация) которой нарушены в результате неисполнения или ненадлежащего исполнения обязательств по договору другой стороной, вправе требовать полного возмещения причиненных ей этой стороной убытков, под которыми понимаются расходы, которые сторона, чье право нарушено, произвела или произведет для восстановления своих прав и интересов; утрата, порча или повреждение товара (реальный ущерб), а также неполученные доходы, которые эта сторона получила бы при обычных условиях делового оборота, если бы ее права и интересы не были нарушены (упущенная выгода).
5.8. Любая из сторон настоящего договора, не исполнившая обязательства по договору или исполнившая их ненадлежащим образом, несет ответственность за упомянутое при наличии вины (умысла или неосторожности, небрежности, неосмотрительности).
5.9. Отсутствие вины за неисполнение или ненадлежащее исполнение обязательств по договору доказывается стороной, нарушившей обязательства.
5.10. Сторона, не исполнившая или ненадлежащим образом исполнившая свои обязательства по договору при выполнении его условий, несет ответственность, если не докажет, что надлежащее исполнение обязательств оказалось невозможным вследствие наступления обстоятельств непреодолимой силы, т.е. чрезвычайных и непредотвратимых обстоятельств при конкретных условиях конкретного периода времени. К обстоятельствам непреодолимой силы стороны настоящего договора отнесли такие: явления стихийного характера (землетрясение, наводнение, удар молнии, извержение вулкана, сель, оползень, цунами и т.п.), температуру, силу ветра и уровень осадков в месте исполнения обязательств по договору, исключающих для человека нормальную жизнедеятельность; мораторий органов власти и управления; забастовки, организованные в установленном законом порядке, и другие обстоятельства, которые могут быть определены сторонами договора как непреодолимая сила для надлежащего исполнения обязательств.

Положения настоящей статьи договора сторонами его применяются независимо от того, в чьей собственности в тот момент находился груз, предусмотренный предметом настоящего договора.
5.11. За неисполнение или ненадлежащее исполнение условий настоящего договора стороны его несут взаимную материальную ответственность. Порядок и размеры определяется действующим Российским законодательством.
5.12. Уплата неустойки (штрафа, пени) и возмещение убытков, причиненных ненадлежащим исполнением обязательств, не освобождает стороны договора от исполнения обязательств по договору в полном объеме.

6. Порядок разрешения споров

6.1. Споры, которые могут возникнуть при исполнении условий настоящего договора, стороны будут стремиться разрешать дружеским путем в порядке досудебного разбирательства: путем переговоров, обмена письмами, уточнением условий договора, составлением необходимых протоколов, дополнений и изменений, обмена телеграммами, факсами и др. При этом каждая из сторон вправе претендовать на наличие у нее в письменном виде результатов разрешения возникших вопросов.

6.2. В случае невозможности разрешения споров и разногласий посредством переговоров, их рассмотрение будет передано в Арбитражный Суд Калининграда. Применимое право –

действующее право Российской Федерации.

7. Защита интересов сторон

7.1. По всем вопросам, не нашедшим своего решения в тексте и условиях настоящего договора, но прямо или косвенно вытекающим из отношений сторон по нему, затрагивающих имущественные интересы и деловую репутацию сторон договора, имея в виду необходимость защиты их охраняемых законом прав и интересов, стороны настоящего договора будут руководствоваться нормами и положениями действующего законодательства Российской Федерации.

7.2. Стороны договорились о том, что все условия данного договора строго конфиденциальны.

7.3. Передача прав по настоящему договору третьим лицам без письменного согласия сторон не разрешается.

8. Изменение и/или дополнение договора

8.1. Настоящий договор может быть изменен и/или дополнен сторонами в период его действия на основе их взаимного согласия и наличия объективных причин, вызвавших такие действия сторон.

8.2. Если стороны договора не достигли согласия о приведении договора в соответствие с изменившимися обстоятельствами (изменение или дополнение условий договора), по требованию заинтересованной стороны, договор может быть изменен и/или дополнен по решению суда только при наличии условий, предусмотренных действующим законодательством.

8.3. Последствия изменения и/или дополнения настоящего договора определяются взаимным соглашением сторон или судом по требованию любой из сторон договора.

8.4. Все изменения и дополнения к настоящему Договору действительны лишь в случае, если они оформлены в письменном виде и подписаны уполномоченными представителями обеих Сторон

9. Расторжение договора

9.1. Настоящий договор, может быть расторгнут по взаимному соглашению сторон в любой момент.

9.2. Договор может быть расторгнуть по решению одной из сторон. В этом случае заинтересованная Сторона обязана предупредить другую Сторону в письменном виде за 60 (шестьдесят) календарных дней до предполагаемой даты расторжения.

9.3. Договор может быть расторгнут по решению суда.

9.4. В случаях расторжения договора по соглашению сторон, согласно п.9.1. договора договор прекращает свое действие по истечении 30 календарных дней со дня, когда стороны достигли соглашения о расторжении заключенного между ними договора. В данный срок проводятся окончательные взаиморасчеты между сторонами.

9.5. Последствия расторжения настоящего договора определяются взаимным соглашением сторон его или судом по требованию любой из сторон договора.

10. Действие договора во времени

10.1. Настоящий договор вступает в силу со дня подписания его сторонами, с которого и становится обязательным для сторон, заключивших его.

10.2. Настоящий договор вступает в силу с момента его подписания и действует до 31 декабря 20 г., а при отсутствии разногласий пролонгируется на следующий год.

10.3. Прекращение (окончание) срока действия настоящего договора влечет за собой прекращение обязательств сторон по нему, но не освобождает стороны договора от ответственности за его нарушения, если таковые имели место при исполнении условий настоящего договора.

11. Иные условия

11.1. Договор составлен и подписан в 2 экземплярах, имеющих одинаковую юридическую силу законными представителями сторон.

12. Адреса и реквизиты сторон

ЭКСПЕДИТОР: **КЛИЕНТ:**

ООО «»	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____

ЭКСПЕДИТОР: КЛИЕНТ:

_____ _____

(Смирнов А.В.) (_____)

Приложение 5

ДОГОВОР НА ПЕРЕВОЗКУ ГРУЗА № _____

г. Калининград « __ » _____ 20 г.

_____ действующий на основании свидетельства , с одной стороны, и _____, именуемое в дальнейшем «Отправитель», в лице _____,действующего на основании Устава с другой стороны, заключили настоящий Договор о нижеследующем:

1. Предмет договора

1.1. Перевозчик обязуется доставить предъявленный ему Отправителем груз, указанный в п. 1.2. настоящего Договора, в пункт назначения, указанный в п.1.3. настоящего Договора, и выдать его управомоченному на получение груза лицу, указанному в п.1.4. настоящего договора, а Отправитель обязуется уплатить за перевозку груза плату, указанную в п.3 настоящего Договора.

1.2. Под грузом в настоящем договоре понимается: _____на общую сумму _____ руб. (_____).

1.3. Пунктом назначения по настоящему договору является _____.

1.4. Лицом, уполномоченным получить груз, является: _____, в дальнейшем именуемый "Получатель". В случае отсутствия Получателя Перевозчик обязан связаться с Отправителем.

Полномочия Получателя подтверждаются предъявлением Перевозчику Получателем следующих документов: паспорта.

1.5.Местом передачи груза Перевозчику Отправителем является _____.

2. Права и обязанности сторон, сроки

2.1. Перевозчик обязан:

2.1.1. Подать Отправителю под погрузку на объекте, указанном в п.1.5. исправный автомобиль, пригодный для перевозки груза и отвечающий установленным требованиям, не позднее _____.

2.1.2. Принять груз от Отправителя в месте передачи в течение _____.

2.1.3. Доставить груз в пункт назначения и выдать его Получателю не позднее _____.

2.1.4. Доставить вверенный ему груз в том же состоянии, что и в момент приемки.

2.2. Отправитель обязан:

2.2.1. До прибытия автомобиля (п. 2.1.1.) в место передачи груза, подготовить груз к перевозке в т.ч. заготовить перевозочные документы, пропуска на право проезда к месту погрузки и выгрузки и т.п., а по прибытию передать эти документы Перевозчику.

2.2.2. Обеспечить принятие Получателем груза в срок, указанный в п. 2.1.3. настоящего договора.

2.2.3. Обеспечить Перевозчика всеми необходимыми документами на груз, необходимыми для его перевозки.

2.2.4. Отправитель обязан (или не обязан) застраховать свой груз в страховой компании.

3. Цена договора и порядок расчетов

3.1. Общая Цена Договора составляет _____ рублей.

Вся сумма оплачивается Отправителем путем перечисления средств на расчетный счет Перевозчика (или за наличный расчет).

4. Ответственность сторон

4.1. Ответственность у Перевозчика возникает:

- за неисправность или несвоевременную подачу транспортных средств;
- за не сохранность груза, после принятия его для перевозки;

4.2. Ответственность у Отправителя возникает:

- за не предъявление груза;
- за не использование транспортных средств;

4.3. Сторона договора, имущественные интересы или деловая репутация которой нарушены в результате неисполнения или ненадлежащего исполнения обязательств по договору другой стороной, вправе требовать полного возмещения причиненных ей этой стороной убытков, под которыми понимаются расходы, которые сторона, чье право нарушено, произвела или произведет для восстановления своих прав и интересов; утрата, порча или повреждение имущества (реальный ущерб), а также неполученные доходы, которые эта сторона получила бы при обычных условиях делового оборота, если бы ее права и интересы не были нарушены (упущенная выгода).

4.4. За сохранность груза, принятого к перевозке, перевозчик несет ответственность перед собственником груза, а за неисполнение или ненадлежащее исполнение обязательства, выразившегося в утрате или несвоевременной доставке груза – и перед отправителем.

5. Порядок разрешения споров

5.1. Все споры и разногласия, возникающие между сторонами в процессе исполнения настоящего Договора, стороны будут стараться решить путем переговоров. Если споры и разногласия останутся неурегулированными, то они будут подлежать рассмотрению в Арбитражном суде г. Москвы.

6. Особые условия

6.1. Любые соглашения сторон по изменению и/или дополнению условий настоящего договора имеют силу в том случае, если они оформлены в письменном виде, подписаны сторонами договора и скреплены печатями сторон.

6.2. Настоящий договор может быть расторгнут по соглашению сторон или судом по требованию одной из сторон только при существенном нарушении условий договора. Последствия расторжения настоящего договора определяются взаимным соглашением сторон или судом по требованию любой из сторон настоящего договора.

6.3. Настоящий договор вступает в силу с момента его подписания обеими сторонами и действует до момента окончания исполнения сторонами своих обязательств по нему

7. Юридические адреса и реквизиты сторон

Перевозчик Отправитель

" "_____20 года " "_____20 года

М.П. М.П

Приложение 6

Дополнительное соглашение

к договору № _____ от _____ г.

г. Калининград
«__» _____20 г.

ООО «», именуемое в дальнейшем **Исполнитель**, в лице генерального директора Смирнова Андрея Владимировича, действующего на основании Устава с одной стороны и _____ именуемое в дальнейшем **Заказчик**, в лице _____, действующего на основании _____ с другой стороны, совместно именуемые Стороны, заключили настоящее соглашение о нижеследующем:

Термины, используемые в настоящем соглашении:

Заказчик - физическое или юридическое лицо либо индивидуальный предприниматель без образования юридического лица, которое по договору перевозки выступает от своего имени или от имени владельца груза и указано в перевозочном документе;
Исполнитель - юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, без образования юридического лица принявшие на себя по договору перевозки железнодорожным транспортом общего пользования обязанность доставить вверенный им отправителем груз из пункта отправления в пункт назначения, а также выдать груз, уполномоченному на его получение лицу (получателю).

1. Предмет договора

1.1. Предметом настоящего Договора является регулирование отношений между Заказчиком и Исполнителем при выполнении последним сюрвейерского обслуживания (приемка груза), грузов Заказчика.
1.2. Заказчик поручает, а Исполнитель принимает на себя обязанности по проведению сюрвейерских работ в объеме определенном конкретными заявками Заказчика, возможны следующие варианты осуществления приемки груза:
А). Прием груза на станции отправления без сдачи груза на станции получения и без материальной ответственности. (Прием груза по количеству мест, по наименованию, с переписью контарок, (индивидуальная маркировка) коробки с доступом к содержимому, либо не принимаются к перевозке, либо фиксируется их целостность и ориентировочное количество фактически находящегося товара, в таре с доступом к содержимому, в штуках) - информация о том, что делать с поврежденными коробками (тарой), должна быть указана в заявке ЗАКАЗЧИКА на перевозку или в заявке на предоставление сюрвейерских услуг.
Б). Прием груза на станции отправления и сдача груза на станции получения с материальной ответственностью. (Прием и сдача получателю груза по количеству мест, по наименованию, с переписью контарок (индивидуальная маркировка), коробки с доступом к содержимому, либо не принимаются к перевозке, либо фиксируется их целостность и ориентировочное количество фактически находящегося товара, в таре с доступом к содержимому, в штуках) - информация о том, что делать с поврежденными коробками (тарой), должна быть указана в заявке ЗАКАЗЧИКА на перевозку или в заявке на предоставление сюрвейерских услуг.

2. Права и обязанности сторон

2.1. Заказчик обязуется:

2.1.1. Не позднее, чем за два рабочих дня до проведения инспекции (сюрвейерского осмотра, просчета груза или других работ по поручению Заказчика) подать Исполнителю письменную заявку электронными средствами связи с указанием:

- Места и времени проведения инспекции,
- Предмета инспекции, требования по ее проведению и документальному оформлению. (Образец заявки прилагается к данному доп. соглашению, требуется обязательное заполнение всех пунктов)
- В случае, когда груз принимается с материальной ответственностью то Заказчик обязан предупредить представителя Исполнителя, который будет осуществлять инспекцию на ст. выгрузки, о предстоящей выгрузки и договориться о времени проведения инспекции. (контактные телефоны представителя сообщаются Заказчику заранее

2.2. Исполнитель обязуется:

2.2.1. Производить инспекции (сюрвейерский осмотр, просчет груза или другие работы по поручению Заказчика) собственными силами или с привлечением третьих лиц, квалифицированным опытным персоналом в соответствии с международной практикой и обычаями, международными и российскими нормативными актами.

2.2.2. Оформлять по результатам инспекций отчеты (акты сюрвейерского осмотра, просчета и т.д.) в соответствии с международной практикой и обычаями, международными и российскими стандартами, требованиями Заказчика.

2.2.3. Предоставлять отчеты Заказчику не позднее чем через три рабочих дня по окончании инспекции.

2.2.4. Руководствоваться при проведении инспекций следующим:

- Принимать груз от поставщиков по количеству мест, по наименованиям, по стране производителю, по сорту, по соответствию маркировки, с визуальным осмотром качества груза (выявление следов дефростации).
- Не принимать груз с нарушением упаковки, либо фиксировать нарушение целостности упаковки (есть или нет доступа к содержимому), в случае доступа к содержимому, с ориентировочным определением количества фактически находящегося груза в коробке (таре)**. (Один из вариантов должен быть обязательно указан в заявке ЗАКАЗЧИКА)**
- После проведения инспекции копии товарно-транспортных накладных, взятых у поставщика с отметками о результатах инспекции с подписями ответственных лиц со стороны Поставщика, ответственных лиц принимающих груз, со стороны Исполнителя, в течение **трех** суток отправляется по факсу или электронной почтой Заказчику.
- В течение трех дней после проведения инспекции составляется подробный тальманский отчет и отправляется по факсу или электронной почтой Заказчику.

2.2.5. В случае если при проведении инспекции Исполнитель обнаружит какие-либо обстоятельства, которые могут существенно повлиять на интересы Заказчика (неисправность или несоответствие транспортного средства, нарушение пломбировки, пересортица груза, несоответствие маркировки, дефростации и т.д.), либо будет иметь обоснованные сомнения в наличии таких обстоятельств, Исполнитель немедленно информирует об этом Заказчика и документально оформляет вышеперечисленные факты.

2.2.6. В случае если Исполнитель не имеет возможности немедленно поставить в известность Заказчика или его полномочного представителя об обнаружении обстоятельств, перечисленных в п. 2.2.5., Исполнитель предпринимает в пределах своих полномочий все разумные меры по защите интересов Заказчика, о чём информирует Заказчика при первой возможности.

3. Стоимость работ и порядок расчетов

3.1. Расчет стоимости выполненных работ производится по действующим расценкам Исполнителя.

3.2. Заказчик оплачивает Исполнителю выполненные работы по каждой заявке в срок не позднее 5 (пяти) банковских дней с момента получения отчета об инспекции на основании выставленного счета.

3.3. Расчеты за оказываемые услуги осуществляются на основании отчетов об инспекции, и выставленных счетов.

3.4. Стоимость услуг.

приемка груза с а/м в ж/д. вагон.
без сдачи Заказчику. Без материальной ответственности.

Груз, вариант приемки:	Цена за 1 ж/д. вагон, руб.
В Калининграде: с рыбной (если не красная рыба с тарой с доступом к содержимому) и мясной продукцией по кол-ву мест	**1 500**
В Санкт-Петербурге: (красная рыба с тарой с доступом к содержимому с пересчетом товара в таре в шт.)	**2500**

приёмка груза по индивидуальной маркировке
грузовых мест без сдачи Заказчику. Без материальной ответственности.

Груз. вариант приемки:	Цена за 1 ж/д. вагон, руб.
В Калининграде: с рыбной и мясной продукцией по кол-ву мест и индивидуальной маркировке.	**3 000**

приёмка груза с а/м в ж/д. вагон.
и сдача Заказчику с материальной ответственностью.

Груз, вариант приемки:	Цена за 1 ж/д. вагон, руб.
мясная продукция, приемка и сдача по количеству мест	**8 000**
Мясная продукция, приемка и сдача, по количеству мест и индивидуальной маркировки	**12000**
Рыбная продукция (если не красная рыба с тарой с доступом к содержимому), приемка и сдача по количеству мест.	**6 000**
красная рыба с тарой с доступом к содержимому, с пересчетом товара в коробке (таре) в шт.	**8000**

приёмка груза на складах, далее в ж/д. вагон
и сдача Заказчику, с материальной ответственностью.

Груз, вариант приемки:	Цена за 1 ж/д. вагон, руб.
Мясная продукция (по количеству мест и индивидуальной маркировке)	**12 000**
рыбной продукция (если не красная рыба с тарой с доступом к содержимому), по кол-ву мест.	**9 000**
красная рыба с тарой с доступом к содержимому, с пересчетом товара в коробке (таре) в шт.	**12000**

приемка груза с просчетом кол-ва мест с а/м в контейнер,
без сдачи Заказчику. Без материальной ответственности.

Груз, вариант приемки:	Цена за 1 реф. контейнер, в руб.
Рыбная продукция (если не красная рыба с тарой с доступом к содержимому) и мясной продукция по кол-ву мест.	**1 000**
красная рыба с тарой с доступом к содержимому, с пересчетом товара в	**2000**

коробке (таре) в шт.	

приёмка груза по кол-ву мест и индивидуальной маркировке грузовых мест
без сдачи Заказчику. Без материальной ответственности

Груз, вариант приемки	Цена за 1.реф. конт, руб.
рыбная и мясная продукция (**по кол-ву мест и индивидуальной маркировке)**	**2 000**

приёмка груза с а/м в контейнер.
и сдача Заказчику, с материальной ответственностью.

Груз. вариант приемки:	Цена за 1 ж/д. вагон, руб.
мясная продукция по кол-ву мест	**5 000**
мясная продукция по кол-ву мест и по индивидуальной маркировке	**7000**
рыбной продукция (если не красная рыба с тарой с доступом к содержимому)	**5 000**
красная рыба с тарой с доступом к содержимому	**7000**

приёмка груза на складах, погрузка в контейнер
и сдача Заказчику, с материальной ответственностью.

Груз, вариант приемки	Цена за 1 конт. руб.
мясная продукция по кол-ву мест и по индивидуальной маркировке	**7 000**
рыбная продукция по кол-ву мест (коробки с доступом не принимаются)	**7 000**
Сыр (более 15 наименований)	**9000**

4.Примечания

А). Претензии на вагоны с **материальной ответственностью** принимаются в течение трех дней после
выгрузки, при наличии подписи представителя **ООО «».**

Б) В случае, когда заказчик не указал в Заявке, по какому из вышеперечисленных вариантов принимать груз, претензии не принимаются. Так же претензии не принимаются на возможную внутритарную недостачу, если в Заявке ЗАКАЗЧИКА не было указано, как поступать с корбками с доступом к содержимому
п. 1.2, п. 2.2.4.

В). Претензии принимаются только на несоответствие кол-ву мест, несоответствие индивидуальной Маркировке, (если была соотв- ая заявка), претензии по весу не принимаются.

Г). Претензии на вагоны без материальной ответственности рассматриваются, но материально не возмещаются.

Д). В случае, когда Заказчик заблаговременно не предупредил о времени проведения инспекции представителя Исполнителя и сорвал ЗПУ, с вагона (контейнера) открыл и выгрузил без него свой груз, возможные претензии приниматься не будут.

5. Адреса и реквизиты сторон

ИСПОЛНИТЕЛЬ: ЗАКАЗЧИК:

ИСПОЛНИТЕЛЬ: ЗАКАЗЧИК:

_____ _____

(Смирнов А.В.) (_____)

Приложение 7

Д О Г О В О Р № ___
об оказании сюрвейерский услуг

г. _____ «____»_____ 20_ года

Настоящий договор (далее - Договор) составили и подписали:

С одной стороны - _____, в дальнейшем по тексту Договора именуемое “Заказчик”, в лице _____ _____, действующего на основании Устава,
С другой стороны - _____, в дальнейшем по тексту Договора именуемое «Исполнитель», в лице _____ _____, действующего на основании устава, заключили настоящий Договор о нижеследующем:

1. ПРЕДМЕТ ДОГОВОРА.

Заказчик поручает, а Исполнитель принимает на себя обязательства по определению количества и качества (в дальнейшем – инспекции) нефтепродуктов. Место оказания услуг – Российская Федерация.

2. ОБЯЗАННОСТИ СТОРОН

2.1 Исполнитель обязуется:
2.1.1. Осуществлять измерения и расчет количества нефтепродуктов в соответствии с процедурами ГОСТ и/или ASTM.
2.1.2. Проводить отбор представительных проб, осуществлять транспортировку отобранных образцов в лаборатории Сейболт.
2.1.3. Проводить анализ качества нефтепродуктов в лабораториях Сейболт (или путем освидетельствования анализов в других лабораториях) в соответствии с письменными инструкциями Заказчика.
2.1.4. Исполнитель предоставляет услуги в соответствии с:
• специальными инструкциями Заказчика;
• методами ISO, ASTM, ГОСТ, ТУ;
• стандартными инструкциями Исполнителя и/или процедурами, принятыми в международной практике.
2.1.5. Оперативно информировать Заказчика о ходе выполняемых работ по каналам телекса, телефакса, электронной почты (по усмотрению Заказчика), а также в письменной форме, если Заказчик находится в местах оказания услуг. По окончании номинируемых услуг направлять Заказчику официальный отчет о проделанной работе
2.1.6. Исполнитель действует за счет и по поручению Заказчика, от которого поступили письменные инструкции на проведение работ, в пределах согласованной настоящим Договором цены услуг.
2.1.7. Исполнитель может оказывать услуги через своих представителей, и/или дочерние компании _____ и гарантирует их выполнение и выдачу соответствующих отчетов в согласованные с Заказчиком сроки.

2.2. Обязанности заказчика:
2.2.1. Заказчик обязуется оплатить услуги (работы) Исполнителя по согласованной цене, в порядке, сроке и объеме, определенным настоящим Договором.
2.2.2. Заказчик передает Исполнителю сведения о предстоящих отгрузках в специальных письменных инструкциях. В случае, если открывается новое направление работ, Заказчик своевременно (не позже, чем за 5 суток) информирует Исполнителя о них в письменном виде.
2.2.3. Заказчик информирует Исполнителя о предстоящих инспекциях и сообщает дату начала инспекции не позже, чем за 2 суток.
2.2.4. Заказчик обеспечивает Исполнителю доступ к местам проведения инспекции, получение допусков и разрешений на проведение работ в соответствии с существующими нормативами и правилами.
2.2.5. Заказчик гарантирует, что все необходимые меры приняты для безопасности работ, мест и установок во время выполнения работ.
2.2.6. Заказчик обязуется предпринимать все необходимые меры, чтобы предотвратить или устранить любые препятствия или задержки в выполнении требуемых им работ.

3. ПРИНЯТИЕ ИНСТРУКЦИЙ

Стороны пришли к соглашению, что настоящий Договор служит для установления основных сроков и условий выполнения заданий. Необходимы также отдельные письменные инструкции Заказчика Исполнителю к началу каждого задания. Никакая другая сторона не имеет права давать указания, особенно относительно содержания проводимой инспекции или выдачи документов без специального письменного указания от Заказчика.

4. ЦЕНА

Цена услуг, оказываемых Исполнителем, определяется текущим прейскурантом Исполнителя или в соответствии с дополнительными договоренностями, которые должны быть подтверждены надлежащим образом подписанными приложениями к настоящему Договору.
Исполнитель выставляет счета по предоплате на выполнение работ (услуг) в долларах США. Оплата суммы счета, выставленного в долларах США, производится в рублевом эквиваленте по курсу ЦБ РФ на день оплаты, Заказчиком.
Счет-фактура предоставляется Исполнителем Заказчику в сроки и в порядке установленные действующим законодательством РФ.

5. СРОКИ И УСЛОВИЯ ПЛАТЕЖА.

5.1. Оплата полной стоимости заказа производится в течении 5-ти дней с даты получения счета Заказчиком. Датой осуществления платежа считается дата поступления подлежащей оплате суммы на счет Исполнителя. Расходы по переводу относятся за счет Заказчика. Выполнение работ по Договору начинается после получения от Заказчика денежных средств в сумме, указанной в счете на предоплату, на расчетный счет исполнителя. По решению исполнителя, для ускорения проведения работ и повышения оперативности, выполнение работ может быть начато Исполнителем по предоставлению ему Заказчиком копии платежного поручения на оплату авансового счета Исполнителя, заверенную банком Заказчика.
5.2. Заказчик не имеет права удерживать, уменьшать или задерживать какие-либо суммы по настоящему Договору в счет каких-либо споров, исков или рекламаций, которые могут возникнуть с Исполнителем.

5.3. В случае если подтверждение банка о списании суммы платежа по счету Исполнителя с корреспондентского счета данного банка не поступает в распоряжение Исполнителя в течение указанного в данном Договоре срока, Исполнитель имеет право не приступать к выполнению своих обязательств по Договору.

6. АРБИТРАЖ. ПРИМЕНИМОЕ ПРАВО

6.1. Претензии предъявляются сторонами в письменной форме. Сторона, получившая претензию, обязана рассмотреть ее и письменно сообщить о результатах рассмотрения в течение 30 (тридцати) рабочих дней с даты получения претензии.
6.2. Все споры разногласия и вопросы любого характера, которые в любое время возникают между сторонами, участвующими в данном документе (Договоре), или же их соответствующими представителями, или их уполномоченными, или любые споры, касающиеся истолкования документа (Договора) и всего связанного с его содержанием или выводами, следующими из этого документа (Договора), или спорами в связи с правами, обязанностями или ответственностью соответствующих сторон или их соответствующих представителей, или их правопреемниками, должны направляться на рассмотрение в АРБИТРАЖНЫЙ СУД ГОРОДА МОСКВЫ.
6.3. Настоящая арбитражная оговорка, являющаяся частью Договора, трактуется как соглашение , не зависящее от других условий Договора.
6.4. Местом проведения слушаний является г. Москва.
6.5. Арбитражное дело должно производиться на русском языке в соответствии с российским арбитражно-процессуальным законодательством.
6.6. Окончательное решение Суда является обязательным для исполнения обеими Сторонами.

7. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ СТОРОН

7.1. Стороны несут ответственность в соответствии с настоящим Договором и действующим законодательством РФ.
7.2. Исполнитель обязан провести инспекцию и выдать соответствующие заключения в сроки оговоренные в инструкциях (заявках) Заказчика акцептованных Исполнителем. В случае если задержка в выдаче заключений по результатам инспекции привела к задержке отгрузки по вине Исполнителя, Заказчик вправе предъявить претензию Исполнителю на величину нанесенного в связи с этим реального ущерба, но не более _____. Настоящий пункт действует во всех случаях за исключением оговоренных в пп.7.3., 5.3. и 5.4.
7.3. Если по итогам инспекции будут получены данные, которые по каким-либо причинам не удовлетворят третьих лиц (владельцев или распорядителей хранилищ, портов, транспортных средств, путей сообщения), в результате чего эти третьи лица наложат какие-либо отягощения или запреты на продвижение продукции Заказчика, то эти отягощения или задержки в отправке, как и результаты инспекции по продукции, не будут являться основанием для возложение санкций на Исполнителя.

8. КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТЬ

Стороны обязуются хранить в тайне информацию, полученную в соответствии с настоящим Договором, которая не может передаваться третьим лицам без согласия сторон.

9. ПРОЧИЕ УСЛОВИЯ

9.1. В случае возникновения форс-мажорных обстоятельств, препятствующих исполнению сторонами обязательств по договору, исполнение таковых отодвигается соразмерно времени действия форс-мажора. Квалификация обстоятельств как форс-мажора производится ТПП РФ.
9.2. Договор может быть изменен, продлен, дополнен, расторгнут только по взаимному согласию сторон оформленному в письменном виде.
9.3. Односторонний отказ от исполнения обязательства по Договору и одностороннее изменение его условий не допускаются, за исключением случаев, предусмотренных законом.
9.4. Все изменения, дополнения и приложения к настоящему Договору, надлежащим образом оформленные и подписанные Сторонами, имеют юридическую силу и являются неотъемлемой частью данного Договора.
9.5. Настоящий Договор вступает в силу со дня его подписания и действует до 31 декабря 200_ года, а в части взаиморасчетов – до полного их завершения.
9.6. Договор составлен в двух экземплярах, имеющих одинаковую юридическую силу.

10. ЮРИДИЧЕСКИЕ АДРЕСА, ПЛАТЕЖНЫЕ РЕКВИЗИТЫ И ПОДПИСИ СТОРОН.

Исполнитель: Заказчик:

Приложение 8

Директору ООО «»
Смирнову А. В.

Заявка на ТЭО №_____

1. Пункт отправления _____
2. Пункт назначения _____
3. Грузоотправитель (наименование, адрес, тел/факс) _____
4. Грузополучатель (наименование, адрес, тел/факс
_____
5. Плательщик _____
6. Тип, кол-во контейнеров: _____
7. Наименование груза ЕТСНГ _____
8. Температурный режим: _____
9. Масса груза брутто, кг: _____
10. Место загрузки контейнера: _____
11. Дата и время загрузки: _____
12. Конт. лицо, тел. _____

Дата _____ Подпись _____/_____/

Приложение 9

Личная карточка водителя

Табельный № _____
Работает водителем с 19 г., в АТП с _____19 г.
Фамилия_____ Имя_____ Отчество_____
Год рождения _____ Образование _____Разрешено управление транспортным средством категории _____19 г.
№ удостоверения _____Кем выдано____ _____
Паспорт РФ № _____Кем выдан_____
Паспорт заграничный № _____Кем выдан_____
Домашний адрес _____
Телефон _____

Закрепление за автомобилем

№	Дата	Модель автомобиля	Государственный номерной знак	Примечания

Прохождение медосвидетельствования

№	Дата	Медицинское учреждение медосвидетельствования	Результат	Примечания

Повышение квалификации

Дата	Где проходил	По какой программе	Результат

Приложение 10

ЛИЧНАЯ РЕГИСТРАЦИОННАЯ КАРТОЧКА ВОДИТЕЛЯ

Фамилия Имя Отчество			Год рождения
№ водит.удост.	Каиегории		Стаж работы с
№ врем.талона	Дата приема	Закр.авто №прицепа	П/прицеп
№ виза до:			
Мед.страховка до:			
№ удост.по опасным грузам			
Дом.адрес,тел.	ФИО жены, дети		
Справка о мед.пригодности №	До:		

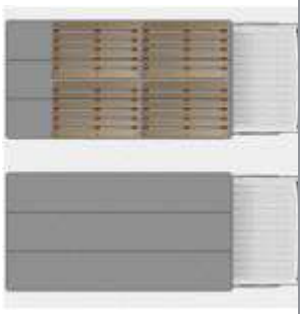
Дата	Сдача экзаменов, зачет (инструктаж)	Кто проводил	Роспись водителя

Приложение 11

Характеристики транспортных средств

ГАЗ 3302 "ГАЗЕЛЬ"





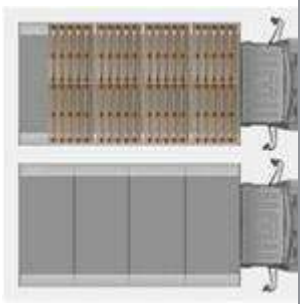
Автомашина марки ГАЗ-3302, или иномарка, аналогичная по параметрам.Предназначена для доставки грузов как в внутригородском сообщении, так и в междугороднем. Является наиболее распространным видом транспорта.

Варианты исполнения кузова: тент, открытый бортовой, цельнометаллический фургон, изотермический фургон, рефрижератор.

Грузоподъемность,	*1500 кг*
Полезный объем,	*11,5 м^3*
Длина кузова,	*3,2 м*
Ширина кузова,	*2 м*
Высота кузова,	*1,8 м*
Паллето-мест:	*4 шт*

ЗиЛ 5301 "БЫЧОК"





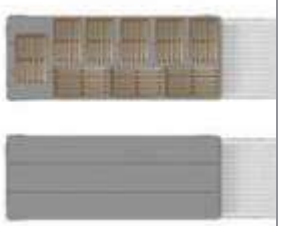
ЗИЛ Бычок предназначен для грузовых перевозок весом не более 3 тонн. Средняя грузоподъемность и достаточно большой объем кузова грузового автомобиля ЗИЛ Бычок позволяет его активно использовать при перевозке мебели, промышленных грузов, промтоварных грузов, легковесных объемных грузов, также ЗИЛ Бычок успешно используется при проведении квартирных переездов, офисных переездов, междугородних перевозок.

Варианты исполнения кузова: тент, открытый бортовой, цельнометаллический фургон, изотермический фургон, рефрижератор.

Грузоподъемность,	*3000 кг*
Полезный объем,	*17,5 м^3*
Длинна кузова,	*4 м*
Ширина кузова,	*2,1 м*
Высота кузова,	*2,1 м*
Паллето-мест,	*8 шт*

HYUNDAI HD





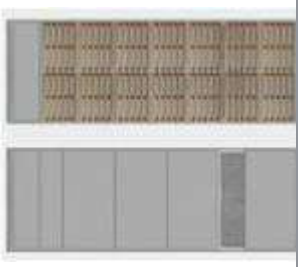
Серия автомобилей HD 65, HD 72 и HD 78 предназначена для ежедневных грузоперевозок на короткие и средние расстояния.

Варианты исполнения кузова: тент, открытый бортовой, цельнометаллический фургон, изотермический фургон, рефрижератор.

Грузоподъёмность,	*4000 кг*
Полезный объем,	*20 м^3*
Длина кузова,	*4,75 м*
Ширина кузова,	*2,20 м*
Высота кузова,	*2,20 м*
Паллето-мест,	*9 шт*

МАЗ 4370 "ЗУБРЕНОК"





Автомобиль «МАЗ-Зубрёнок» относится к классу среднетоннажных грузовиков, предназначен для городских, пригородных и региональных перевозок различных грузов. К этому классу автомобилей также относятся марки «ЗИЛ», «ГАЗ» с аналогичными техническими характеристиками.

Варианты исполнения кузова: тент, открытый бортовой, цельнометаллический фургон, изотермический фургон, рефрижератор.

Грузоподъемность,	*5000 кг*
Полезный объем,	*30 м³*
Длина кузова,	*6,0 м*
Ширина кузова,	*2,4 м*
Высота кузова,	*2,4 м*
Паллето-мест,	*14 шт*

Автомобили грузоподъёмностью от 10 до 15 тонн





К этому классу автомобилей можно отнести различные автомобили отечественного и импортного производства. Отечественные автомобили на базе «МАЗ», «Камаз» имеют различные варианты кузовов и фургонов объёмом до 35 м³. Грузовики импортного производства при такой же грузоподъёмности имеют полезный объём кузова до 50 м³, Грузовой отсек приспособлен к различным вариантам погрузки/разгрузки (верхняя, боковая, задняя). Совокупность перечисленных характеристик позволяет экономить время и средства при использовании автомобилей этого класса.

Варианты исполнения кузова: тент, открытый бортовой, цельнометаллический фургон, изотермический фургон, рефрижератор.

Грузоподъёмность,	*10 000 кг*
Полезный объем,	*36м³*
Длина кузова,	*8,2 м*
Ширина кузова,	*2,1 м*
Высота кузова,	*2,4 м*
Паллето-мест,	*20 шт*

Автомобили грузоподъёмностью до 25 тонн





Класс автомобилей «Евро» - условное понятие обозначающее грузовой автомобиль с полуприцепом имеющим габаритные размеры, близкие к указанным ниже характеристикам. Автомобили класса «Евро» используются для перевозки больших партий грузов на средние и дальние расстояния, что позволяет существенно снижать себестоимость продукции.

Варианты исполнения кузова: тент, открытый бортовой, цельнометаллический фургон, изотермический фургон, рефрижератор.

Грузоподъемность,	*20 000 кг*
Полезный объем,	*82 м³*
Длина,	*13,6 м*
Ширина,	*2,45 м*
Высота,	*2,5 м*
Паллето-мест,	*33 шт*

Автомобили грузоподъёмностью до 25 тонн





"Jumba"- так называют грузовые автомобили, позволяющие перевезти максимальный объем (120 кубов) груза по дорогам России общего назначения без специальных разрешений. Этот автопоезд (сцепка) состоит из автомобиля и прицепа одинаковых или разных по объему и грузоподъемности, это зависит от конструктивных особенностей конкретного транспортного средства. При этом суммарные характеристики остаются 120куб./20т.Это достигается за счет специального "Г"-образного пола и уменьшенного диаметра колес полуприцепа.

Грузоподъемность	*от 20 000 кг*
Полезный объем	*от 110 до 120 м^3*
Длина	*от 13.6 - 16.0 м*
Ширина	*от 2.43 - 2.45 м*
Высота	*от 2.60 - 3.00 м*
Паллето-мест,	*33 шт*

Автомобили грузоподъёмностью до 25 тонн





Этот тип кузова машины подойдет для перевозки грузов, не критичных к воздействию атмосферных осадков. Стоимость такой машины немного больше чем обычного , но если ваш груз требует исключительно верхней погрузки и при этом не боится дождя- закажите открытый автомобиль и сэкономите на растентовках.

Грузоподъемность,	*20 000 кг*
Длина,	*12,0 - 13,6 м*
Ширина,	*2,45 м*
Паллето-мест,	*33 шт*

РЕФРИЖЕРАТОР





Рефрижератором - является транспортное средство с изотермическим кузовом и холодильным агрегатом, который позволяет, при средней температуре окружающей среды +30С°, понизить и поддерживать температуру внутри кузова

Грузоподъемность	*12 000 - 22 000 кг*
Полезный объем	*от 60 до 92 м^3*
Длина	*13.36 м*
Ширина	*2.49 м*
Высота	*2.60 м*
Паллето-мест,	*24-33 шт*

ИЗОТЕРМИЧЕСКИЙ ПОЛУПРИЦЕП





Изотермический полуприцеп. Задняя загрузка.
Основной потребительской характеристикой данного полуприцепа является объём или кол-во паллет, которые можно загрузить. Отличительной особенностью грузового отсека типа "Термофургон", является способность сохранять в течении длительного времени (10-20 часов) температуру при которой производилась загрузка, при условии внешней температуры от -10С до +20С. Кроме того, на некоторых моделях, существует возможность подогрева грузового отсека, что позволяет на более длительное время и при более низких внешних температурах сохранять внутреннюю температуру.

Грузоподъемность	*20 000 кг*
Полезный объем	*от 76- 78 м^3*
Длина	*от 12,5-13,6 м*
Ширина	*2.45 м*
Высота	*от 2.50 - 2,70 м*
Паллето-мест,	*24-30 шт*

КОНТЕЙНЕРОВОЗ (ПЛОЩАДКА)





Контейнеровоз предназначен для перевозки контейнеров с установленным 40 футовым морским контейнером близок к 20 тонному автомобилю с тентованным или изотермическим кузовом (евротент). 40 футовый термоконтейнер (аналогичен изотермическому фургону). Все типы морских контейнеров, используются как правило для перевозки грузов в смешанном сообщении (с использованием различных видов транспорта). Все контейнера имеют унифицированные внешние г габаритные размеры. В России существует категория машин с установленными на рамную площадку контейнерами различных типов для постоянного использования в автомобильных перевозках.

	20’	40’	40’ "High Cube"
Вес контейнер *кг*		*3 750 кг*	*3 940 кг*
Нетто	*28 180 кг*	*28 750 кг*	*28 560 кг*
Брутто	*30 480 кг*	*32 500 кг*	*32 500 кг*
Внутренние размеры			
Длина	*5 898 мм*	*12 032 мм*	*12 032 мм*
Ширина	*2 352 мм*	*2 352 мм*	*2 352 мм*
Высота	*2 393 мм*	*2 393 мм*	*2 698 мм*
Размеры дверного проема			
Ширина	*2 340 мм*	*2 340 мм*	*2 340 мм*
Высота	*2 280 мм*	*2 280 мм*	*2 585 мм*
Внутренний объем	*,2 м^3*	*67,7 м3*	*76,4 м3*

НИЗКОРАМНЫЙ ПОЛУПРИЦЕП



Полуприцепы-тяжеловозы предназначены для перевозки дорожной и строительной техники. Важными параметрами тяжеловозов являются максимальная грузоподъемность, длина и ширина платформы, предельный угол въезда, погрузочная высота. Низкая погрузочная высота позволяет перевозить спецтехнику под мостами, контактной сетью и в тоннелях. Перевозка крупногабаритных грузов также осуществляется при помощи низкорамных тяжеловозов. Для перевозки спецтехники с большими габаритами по высоте используются полуприцепы с погрузочной высотой около 600 мм.

Согласно пункту 23.5 Правил дорожного движения РФ на автомобильном транспорте, "перевозка тяжеловесных и опасных грузов, движение транспортного средства, габаритные параметры которого с г рузом или без него превышают по ширине 2,55 м, по высоте 4 м от поверхности проезжей части, по длине 20 м, осуществляются в соответствии со специальными правилами". Однако на практике оказывается, что "специальные правила" для автомобильной перевозки грузов вырабатываются в каждом случае индивидуально, поскольку любая транспортировка негабарита является разовой, уникальной, в связи с чем и никакой универсальной тарифной сетки на перевозку негабаритов нет и быть не может.

Полуприцеп Nooteboom (высота 0,6 м, грузоподъемность до 60 т.)

Передний заезд перевозимой техники. Подъем с земли. Возможность перевозки техники "под брюхо". Гидроподвеска.

Марка платформы -	*Nooteboom*
Масса автопоезда -	*33.180 т*
Длина автопоезда -	*21.05 - 24.05 м*
Грузоподъемность -	60 тн
Длинна платформы -	*6-9 м*
Ширина платформы -	*3,25 м*

Погрузочная высота платформы - *0,6 м*

АВТОЦИСТЕРНА (АЦ)



Автоцистерна (АЦ) - это грузовой автомобиль, на котором имеется ёмкость для временного хранения и транспортировки жидких, полужидких и сыпучих грузов. Автоцистерны предназначены для перевозки нефтепродуктов (бензин, керосин), пищевых продуктов (молоко, вино, пиво, живая рыба), сжиженного газа (пропан, бутан), химически активных веществ (кислота и щелочь), сыпучих грузов (цемент, мука). Обычно корпус автоцистерны изготовляется из стали, пластмассы или алюминиевых сплавов.

ЛЕСОВОЗ



Лесовоз с технологическим оборудованием предназначен для перевозки леса в хлыстах, а также сортиментов длиной более 5 м.
Лесовоз состоит из базового шасси и спецоборудования:
надрамник лесовоза - является базой для размещения и крепления составных частей спецоборудования;
коник лесовоза - распашной, поворотный с откидными, замыкаемыми стойками;
ограждение лесовоза - предназначено для предохранения гидроманипулятора и кабины тягача от повреждений;
стойка лесовоза - предназначена для укладки и удержания от перемещений в транспортном положении рукояти гидроманипулятора

АВТОМОБИЛЬ-САМОСВАЛ "СЕЛЬХОЗНИК"



Автомобиль-самосвал с двухсторонней боковой разгрузкой предназначен для перевозки насыпных и наволочных грузов, в том числе сельскохозяйственных, по всем видам дорог и в полевых условиях. Автомобиль оборудован гидровыводами для самосвального прицепа.

Грузоподъемность	*от 10 000 -27 000 + 10 000 -27 000 кг*
Полезный объем	*от 30 - 60 м^3*
Длина	*от 12,5-13,6 м*
Высота	*от 2.50 - 2,70 м*

АВТОВОЗ



Автовоз (также Автомобилевоз, англ. car transporter) — специализированное транспортное средство, предназначенное для перевозки автомобилей. Состоит из тягача и специального прицепа (полуприцепа).
Существуют открытые и крытые автовозы (тентованные, с бортами).
Стандартный автовоз рассчитан на перевозку 7-8 автомобилей класса B (Renault Logan, Chevrolet Lanos), европейские прицепы могут перевозить до 9-10 автомобилей, в зависимости от их габаритов.
В зависимости от производителя прицепы бывают европейские (Lohr (Франция), Kassbohrer (Австрия), Rolfo (Италия)) и отечественные (произ-во ВЗТМ (Волгоградский завод транспортного машиностроения),Невинномысск, Канашский завод объединение Стройтехника, Таганрог (Трольза), Набережные Челны, Нижний Новгород («Смартэко» 941300, 941310).
Законодательство РФ разрешает максимальную высоту автовоза 4 м и длину 20 м.

САМОСВАЛ



Основное предназначение самосвалов - перемещение сыпучих грузов, работа в горнодобывающей отрасли, строительстве, при карьерных разработках. По конструктивному исполнению автосамосвалы *делятся на две основные группы:* **с жесткой и шарнирно-сочлененной рамой**. Кроме того, автосамосвалы классифицируются по грузоподъемности, по мощности двигателя и возможностям применяемых шин.

Грузоподъёмность	*15540 кг*
Собственный вес	*14460 кг*
Длина кузова	*5790 мм*
Ширина кузова	*2340 мм*
Высота кузова	*1450 мм*

АВТОБЕТОНОСМЕСИТЕЛЬ (АБС)



Автобетоносмесители (АБС) предназначены для доставки готовой бетонной смеси потребителям с сохранением её свойств в пути следования и выгрузки в место укладки или бетонотранспортные устройства, а также приготовления бетонной смеси из сухих компонентов на строительном объекте. Возможно транспортирование в автобетоносмесителе сухой бетонной смеси.
Автобетоносмесители имеют различные типы привода: механический и гидравлический. Отбор мощности производится от автономного двигателя или от двигателя шасси.
Механический привод обеспечивает реверсивное вращение смесительного барабана путем передачи крутящего момента от двигателя на редуктор через цепную передачу. Отличается надежностью в эксплуатации и простотой техобслуживания за счет доступности всех элементов привода.

Полная масса автомобиля	*16000 кг.*

	Вместимость бетона *от 4 - 12 куб.м.* Вместимость бака для воды *600 л.* Высота загрузки смесительного барабана *3500 мм* Длина *7500 мм* Ширина *2500 мм* Высота *3500 мм* Тип привода *от шасси*

МУКОВОЗ / ЦЕМЕНТОВОЗ



Цементовоз и Муковоз — само словосочетание говорит о предназначении данной автотехники. На самом деле цементовозы годятся не только для перевозки цемента. Они могут также перевозить гипс и минеральный порошок, муку и т.п.

Проще говоря, это та же автоцистерна, только изготовлена специально под перевозку строительных порошкообразных и пылевидных материалов.

Данные автомобили обычно являются полуприцепами и отличаются по грузоподъемности (от 14 до 35 тонн). Резервуары могут быть как горизонтальными, так и вертикальными. Чаще они оснащены компрессорными агрегатами для пневморазгрузки и пневмозагрузки с приводом от коробки мощности тягача. Также выгрузка перевозимого материала может осуществляться при помощи сжатого воздуха, подаваемого от компрессора, установленного на раме полуприцепа с приводом от электродвигателя.

Приложение 12

Прайс-лист тарифов по международным грузовым автомобильным перевозкам

(в тыс.рублях)

Направления	Тип подвижного составы							
	Тент 120м		Тент 110		Тент 100		Тент 86	
	из	в	из	в	из	в	из	в
1. Германия:								
Восток	180	48	175	44	170	40	140	40
Запад (пром зона)	200	55	195	50	190	48	160	50
Север	190	48	185	45	180	40	160	48
Юг	80	55	195	50	190	48	160	55
2. Италия: Север	250	70	250	68	240	65	200	70
3. Бельгия:	200	55	200	45	200	48	160	55
4. Голландия:	200	55	200	45	200	48	170	55
5. Франция:Север (район г.Париж)	210	65	210	60	205	155	200	65
6. Австрия: (район г.Вена)	220	65	210	60	210	55	200	65
7. Польша:								
Варшава	110	40	100	35	105	30	100	40
Юг,Север	125	45	120	35	120	30	110	40
8. Швейцария:	230	75	220	70	210	65	200	70

Примечание: Тарифы указаны приблизительно и могут варьироваться в зависимости от ситуации на рынке транспортно -экспедиторских услуг.

Приложение 13

ПРАЙС-ЛИСТ
Тарифы на автоперевозки грузов

Автомобиль	Цена в час	Цена в час *	Цена за км	Минимальный заказ
Газель - Тент	240 руб.	260 руб.	9 руб.	1200 руб.
Газель - Будка	240 руб.	260 руб.	9 руб.	1200 руб.
Газель - Тент с длинной базой	250 руб.	280 руб.	10 руб.	1250 руб.
Газель - Грузопассажирская	260 руб.	260 руб.	10 руб.	1300 руб.
Газель - Бортовая	260 руб.	280 руб.	10 руб.	1300 руб.
Газель -Фермер	240 руб.	250 руб.	10 руб.	1200 руб.
ЗИЛ-Бычок (будка)	350 руб.	370 руб.	11 руб.	2100 руб.
ЗИЛ (будка), 28 куб. метров	350 руб.	370 руб.	11 руб.	2100 руб.
Мерседес - 35 кубов	370 руб.	400 руб.	14 руб.	2960 руб.
Мерседес - 45 кубов, гидролифт	380 руб.	420 руб.	14 руб.	3040 руб.
Камаз, Маз (Будка, 10т)	380 руб.	Нет	15 руб.	3040 руб.
Бортовая а/м, длинна 3,7 м	320 руб.	350 руб.	13 руб.	1920 руб.
Бортовая а/м, длинна 4,8 м	350 руб.	Нет	13 руб.	2450 руб.
Бортовая а/м, длинна 6,1 м	380 руб.	Нет	14 руб.	3040 руб.
Бортовая а/м, длинна 9 м	400 руб.	Нет	15 руб.	3200 руб.
Бортовая а/м, длинна 12 м	470 руб.	Нет	16 руб.	3760 руб.
Еврофура	470 руб.	Нет	17 руб.	3760 руб.
Фура - Автопоезд (120 кубов)	550 руб.	Нет	20 руб.	4950 руб.
Фура - Изотерма	500 руб.	Нет	17 руб.	4500 руб.
Фура рефрижератор	550 руб.	Нет	16 руб.	4950 руб.
Самосвал 10 тонн, 12 кубов	450 руб.	Нет	16 руб.	3600 руб.
Низкорамная платформа, 5 тонн	500 руб.	Нет	16 руб.	4000 руб.
Манипулятор, 3 тонны	500 руб.	Нет	15 руб.	4000 руб.
Кран Ивановец	550 руб.	Нет	16 руб.	4950 руб.

* - Цена по г.Калининграду
** - Оплачивается при работе по г.Калининграду и за пределами г.Калининграда в оба конца (время не оплачивается)

Приложение 14

Грузоотправитель	**ПОРУЧЕНИЕ ЭКСПЕДИТОРУ** **№** | **РФ** Справочный номер грузополучателя	
Грузополучатель	Экспедитор	
Сторона, которой направляется уведомление	Страна происхождения товара	Документарный аккредитив
Товары, готовые к отправке место_____ дата _____	Условия продажи	
Вид транспорта ☐ авиа ☐ авто _____ ☐ ж/д ☐ море _____	Транспортное страхование ☐ застраховано нами ☐ застраховано грузополучателем ☐ должно быть застраховано	Условия страхования Валюта и застрахованная стоимость.
Пункт назначения		

Маркировка и номера	Количество мест вид упаковки	Описание товара	Товарный код	Вес брутто	Объем (кубатура)
				Вес нетто	Стоимость

Инструкция по транспортной обработке груза (опасных и других).

Размер и вес каждой упаковки.

Прилагаемые документы: Ориг. Коп.	Требуемые документы:	Условия поставки
		Место и дата выписки документа
		Удостоверение подлинности (подпись, печать)

См. Приказ *Минтранса РФ от 11 февраля 2008 г. N 23 Об утверждении порядка оформления и форм экспедиторских документов*

Приложение 15

Поставщик	СКЛАДСКАЯ РАСПИСКА № | РФ **ОРИГИНАЛ**
Грузоотправитель	Владелец склада Склад
	Страхование ☐ застраховано ☐ не застраховано ☐ застраховано от пожара ☐ застраховано от кражи ☐ застраховано от других рисков_____ Страховая сумма

Маркировка и номера мест	Количество мест и вид упаковки	Описание товара	Вес брутто

Получено в полной исправности и хорошем состоянии Описание товара (содержание) ☐ По заявлению грузоотправитель ☐ Как установлено владельцем склада	Вес брутто ☐ По заявлению грузоотправителя ☐ На основании проверки владельцем склада

Владелец склада обязуется выдать находящийся на складе товар только при представлении настоящего документа, а в случае передачи прав исключительно только владельцу этого документа при условии, что документ последовательно без перерыва законно и правильно передавался от владельца к владельцу.

Владелец склада может предъявить претензию только к законному владельцу этого документа и только в том случае, если эта претензия обоснована и относится к этому документу или проистекает из этого документа.

В случае частичной выдачи товара, складская расписка должна быть представлена для внесения записей по выданной партии товара.

	Дата и место выписки документов Печать и подпись

ПРИЛОЖЕНИЕ № 15

ВЫДАЧА ТОВАРОВ

Дата	Марки и номера; количество мест и вид упаковки; описание товара	Вес брутто	Подпись владельца клада

ПЕРЕДАЧА ПРАВ СОБСТВЕННОСТИ НА ТОВАР

Грузоотправитель_____

передает право собственности на товары, описанные и перечисленные в настоящей складской расписке, а также свои права к владельцу склада во всем, что касается выдачи товара

_____

Дата: Подпись:

УСТУПКА ПРАВ НА ПРЕТЕНЗИЮ НА ВЫДАЧУ ТОВАРА

Грузоотправитель _____

уступает право на предъявление претензии к владельцам склада на выдачу товара _____

_____

Дата: Подпись:

См. Приказ *Минтранса РФ от 11 февраля 2008 г. N 23 Об утверждении порядка оформления и форм экспедиторских документов*

Приложение 16

Грузоотправитель	МУЛЬТИМОДАЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ КОНОСАМЕНТ **№** **РФ**
Передать приказу	
Сообщить по адресу	
Место приема груза	
Наименование судна Порт погрузки	
Порт разгрузки Место доставки	

Маркировка и номера мест Размеры	Количество мест и вид упаковки	Описание груза	Вес брутто

заполняется в соответствии с заявлением грузоотправителя

Заявление о заинтересованности грузоотправителя в доставке товара в установленное время	Объявленная стоимость ставки фрахта по заявлению грузоотправителя

Товары приняты в месте приемки для перевозки и доставки как это указано выше по внешнему виду в полной исправности и в хорошем состоянии при условии, что иное не отмечено в настоящем документе.
Мультимодальный транспортный коносамент, надлежащим образом подписанный, должен быть передан в обмен на товары.

Сумма фрахта	Сумма оплачена в:	дата и место выписки документа
Страхование ☐ не покрыто ☐ покрыто	Количество оригиналов коносамента	Печать и подпись
По вопросам получения груза обращаться к:		

Приложение 17

Заказчики поставщиков или экспедиторов

ЭКСПЕДИТОРСКИЙ СЕРТИФИКАТ ПЕРЕВОЗКИ

№	РФ

ОРИГИНАЛ

Поставить (передать) по приказу

Известить, уведомить по адресу

От (место отправления) через (промежуточный пункт)

Место назначения

Маркировка и номера мест мест и отправки	Количество мест и вид упаковки	Описание груза	Вес брутто	Размеры

---

1. Экспедитор имеет право привлечь к исполнению договора транспортной экспедиции перевозчиков и других третьих лиц.
2. Экспедитор несет ответственность за выбор третьей стороны, за правильную передачу ей поручения, в соответствии с условиями пункта 3 этого документа.
3. Экспедитор отвечает за доставку товаров перед владельцем настоящего документа через посредство выбранной ими третьей стороны.
4. Экспедитор переуступают владельцу настоящего документа по просьбе грузоотправителя свои права и претензии к перевозчикам и третьей стороне, участнице доставки товара.
5. Страхование грузов производится по письменному поручению клиента, если это установлено договором транспортной экспедиции между клиентом и экспедитором.
6. Обстоятельства непреодолимой силы дают право ниже подписавшемуся организовать отклонение транспортного средства с предусмотренного маршрута и/или изменить вид перевозки, если это необходимо в интересах клиента.
7. Понесенные в результате наступления обстоятельств непреодолимой силы затраты относятся на счет товара.

Страхование через посредника или подписавшего документ экспедитора

☐ не произведено

☐ страхование осуществляется через посредника/подписавшего документ экспедитора/согласно прилагаемому полису/сертификату

Все споры и разногласия должны разрешаться по закону и исключительно под юрисдикцией судов места выдачи сертификата.

За получением груза, пожалуйста, обращайтесь к:

Фрахт и расходы оплачены:

Экспедитор в соответствии с поручениями клиентов принял вышепоименованные товары по внешнему виду в хорошем состоянии в_____ для отправки и поставки их грузополучателю. В подтверждение этого экспедитор подписали "Экспедиторский сертификат перевозки" настоящего содержания и указанной даты.

Место и дата выдачи

Печать и подпись

Место для штампа организации

ПУТЕВОЙ ЛИСТ

Приложение 18

Типовая межотраслевая форма № 4-С
Утверждена постановлением Госкомстата России от 28.11.97 № 78

серия

« » _____ 20

	Коды
Форма по ОКУД	0345004
по ОКПО	

Организация _____
наименование, адрес, номер телефона

	Код
Режим работы	
Колонна	
Бригада	
Гаражный номер	
Табельный номер	

Марка автомобиля _____
Государственный номерной знак _____
Водитель _____
фамилия, имя, отчество

Удостоверение № _____ Класс _____

Лицензионная карточка стандартная, ограниченная
ненужное зачеркнуть

Регистрационный № _____ Серия _____ № _____

Прицеп 1 _____ Государственный номерной знак _____ Гаражный номер _____
марка

Прицеп 2 _____ Государственный номерной знак _____ Гаражный номер _____
марка

Прицеп 3 _____ Государственный номерной знак _____ Гаражный номер _____
марка

Прицеп 4 _____ Государственный номерной знак _____ Гаражный номер _____
марка

Сопровождающие лица _____

Работа водителя и автомобиля							
операция	время по графику				нулевой пробег, км	показание спидометра, км	время фактическое, число, месяц, ч, мин.
	число	месяц	ч	мин			
1	2	3	4	5	6	7	8
выезд из гаража							
возвращение в гараж							

Движение горючего							Время работы, ч, мин.	
горючее		выдано,	остаток при		сдано, л	коэффициент изменения нормы	спецоборудования	двигателя
марка	код марки		выезде, л	возвращении, л				
9	10	11	12	13	14	15	16	17

подпись				
заправщика	механика	механика	заправщика	диспетчера

ЗАДАНИЕ ВОДИТЕЛЮ

В чье распоряжение (наименование и адрес заказчика)	время прибытия, ч, мин	адрес пункта		наименование груза	количество ездок	расстояние, км	перевезти тонн
		погрузки	разгрузки				
18	19	20	21	22	23	24	25
				Итого			

Водительское удостоверение проверил, задание выдал, выдать горючее _____ литров
прописью

Диспетчер _____ _____
подпись расшифровка подписи

Водитель по состоянию здоровья к управлению допущен _____ _____ _____
должность подпись расшифровка подписи

Место для штампа

Автомобиль технически исправен.
Выезд разрешен. Механик _____ _____
подпись расшифровка подписи

Автомобиль принял:
Водитель _____ _____
подпись расшифровка подписи

При возвращении автомобиль исправен / неисправен

Сдал водитель _____ _____
подпись расшифровка подписи

Принял механик _____ _____

Отметки организации-владельца автотранспорта _____

подпись _____ расшифровка подписи

Оборотная сторона формы № 4-С

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ													Наименование грузоотправителя (грузополучателя)	Подпись и печать грузоотправителя (грузополучателя)
пункт погрузки, разгрузки и перецепки прицепов	номер ездки	прибытие			убытие		номер прицепа			номер приложенных товаро-транспортных документов (ТТД)				
		число	ч	мин.	ч	мин.	прибыв-ших	убыв-ших	порожний пробег прицепа					
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	1													
	2													
	3													
	4													
	5													
	6													
	7													
	8													
Всего										ТТД в количестве			прописью	шт.

Таксировка Сдал водитель _____ подпись _____ расшифровка подписи Принял диспетчер _____ подпись _____ расшифровка подписи

Особые отметки _____

Простои на линии				
Причина		дата (число, месяц), время, ч, мин.		Подпись ответственного лица
наименование	код	начало	окончание	
41	42	43	44	45

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ПРИЦЕПОВ И АВТОМОБИЛЕЙ																			
расход горючего, л		время в наряде, ч, мин.							Количество		пробег, км				перевезено, т		выполнено, ткм		Зарплата	
		всего	в том числе автомобиля																код	сумма, руб.коп.
по норме	факти-чески	авто-мобиля	прицепа	в движе-нии	в простое				ездок	заездов	общий		в том числе с грузом		всего	в том числе на прицепах	всего	в том числе на прицепах	65	66
					всего	под погрузкой, разгрузкой		по техничес-ким неис-правностям			авто-мобиля	при-цепа	авто-мобиля	при-цепа						
						всего	сверх-нормат.													
46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64		

Коды марок: Автомобиля _____ Прицепов _____ Автомобиль, дни в работе _____

Таксировщик _____ подпись _____ расшифровка подписи

Типовая межотраслевая форма № 1-Т
Утверждена постановлением Госкомстата России
от 28.11.97 №78

	Коды
Форма по ОКУД	0345009
Дата составления	
по ОКПО	
по ОКПО	
по ОКПО	

ТОВАРНО-ТРАНСПОРТНАЯ НАКЛАДНАЯ _____ _____ №

серия

Грузоотправитель _____
полное наименование организации, адрес, номер телефона

Грузополучатель _____
полное наименование организации, адрес, номер телефона

Плательщик _____
полное наименование организации, адрес, банковские реквизиты

I. ТОВАРНЫЙ РАЗДЕЛ (заполняется грузоотправителем)

Код продукции (номенклатурный номер)	Номер прейскуранта и дополнения к нему	Артикул или номер по прейскуранту	Количество	Цена, руб. коп.	Наименование продукции, товара (груза), ТУ, марка, размер, сорт	Единица измерения	Вид упаковки	Количество мест	Масса, т.	Сумма, руб. коп.	Порядковый номер записи по складской картотеке (грузоотправителю, грузополучателю)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Товарная накладная имеет продолжение на _____ листах, на бланках за № _____
и содержит _____ порядковых номеров записей
прописью

Наценка, %	
Складские или транспортные расходы	
Всего к оплате	

Всего наименований _____ Масса груза (нетто) _____ Т
прописью прописью

Всего мест _____ Масса груза (брутто) _____ Т
прописью прописью

Приложение (паспорта, сертификаты и т.п.) _____ листах _____
прописью

Всего отпущено на сумму _____ руб. _____ коп.
прописью

Отпуск разрешил _____ _____ _____ Главный (старший) бухгалтер _____ _____
должность подпись расшифровка подписи подпись расшифровка подписи

Отпуск груза произвел _____ _____ _____
должность подпись расшифровка подписи

М.П. « » _____ 20 г.

По доверенности № _____ от « » _____ 20 г.
выданной _____

Груз к перевозке принял _____ _____ _____
должность подпись расшифровка подписи

(При личном приеме товара по количеству и ассортименту) _____

Груз получил грузополучатель _____ _____ _____
должность подпись расшифровка подписи

II. ТРАНСПОРТНЫЙ РАЗДЕЛ

Срок доставки груза « » _____ 20 г.

ТТН № | К путевому листу №

Организация _____ (наименование, адрес, номер телефона) _____ (банковские реквизиты) Автомобиль _____ (марка) Государственный номерной знак _____

Заказчик (плательщик) _____ (наименование, адрес, номер телефона) _____ (банковские реквизиты)

Водитель _____ (фамилия, имя, отчество) Удостоверение № _____

Лицензионная карточка стандартная, ограниченная (ненужное зачеркнуть) Вид перевозки _____ Код

Регистрационный № _____ серия _____ № _____

Пункт погрузки _____ (адрес, номер телефона) Пункт разгрузки _____ Маршрут

Переадресовка _____ (наименование и адрес нового грузополучателя) _____ (номер распоряжения) 1. Прицеп _____ (марка) Государственный номерной знак _____ Гаражный номер

_____ (подпись ответственного лица) 2. Прицеп _____ (марка) Государственный номерной знак _____ Гаражный номер

СВЕДЕНИЯ О ГРУЗЕ

Краткое наименование	С грузом следуют документы	Вид упаковки	Количество мест	Способ определения массы	Код груза	Номер контейнера	Класс груза	Масса брутто, т
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.								
2.								

Указанный груз с исправной пломбой, тарой и упаковкой _____ (оттиск) Количество мест _____ (прописью)

Массой брутто _____ (прописью) т к перевозке

Сдал _____ (должность) _____ (подпись) _____ (расшифровка подписи)

Принял водитель-экспедитор _____ (подпись) _____ (расшифровка подписи) место для штампа

Указанный груз с исправной пломбой, тарой и упаковкой _____ (оттиск) Количество мест _____ (прописью)

Массой брутто _____ (прописью) т сдал

Водитель-экспедитор _____ (подпись) _____ (расшифровка подписи)

Принял _____ (должность) _____ (подпись) _____ (расшифровка подписи) место для штампа

Количество ездок, заездов | Итого: масса брутто, т

Отметки о составленных актах _____

Транспортные услуги _____

Погрузочно-разгрузочные операции

операция	исполнитель (автовладелец, получатель, отправитель)	дополнительные операции (наименование, количество)	механизм, грузоподъемность, емкость ковша	способ: ручной, механизированный, наливом, самосвалом	способ: код	дата (число, месяц), время, ч, мин.: прибытия	дата (число, месяц), время, ч, мин.: убытия	время дополнительных операций, мин.	подпись ответственного лица
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
погрузка									
разгрузка									

прочие сведения (заполняется организацией, владельцев автотранспорта)

расстояние перевозки по группам дорог, км: всего	в гор.	I гр.	II гр.	III гр	код экспедирования груза	за транспортные услуги: с клиента	причитается водителю	сумма штрафа за неправильное оформление документов, руб. коп.	поправочный коэффициент: расценка водителю	основной тариф	время простоя, ч, мин.: под погрузкой	под разгрузкой
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32

Таксировка: _____

Расчет стоимости	за тонны	за тонны-км	Погрузочно-разгрузочные работы, тонн	Недогрузка автомобиля и прицепа	Экспедирование	Сверхнормативный простой, ч, мин. при: погрузке	Сверхнормативный простой, ч, мин. при: разгрузке	За срочность заказа	За специальный транспорт	Прочие доплаты	Всего
	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
Выполнено											
Расценка, руб. коп.											

Таксировщик _____ (подпись) _____ (расшифровка подписи)

К оплате, руб. коп.											

По данному образцу печатать все страницы журнала

№ п/п	Номер путевого листа	Дата выдачи путевого листа	Водитель (Ф., И., О.)	Государственный регистрационный номер автотранспортного средства	Дата выезда	Время возвращения	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8

Рисунок –Журнал регистрации путевых листов

1 Отправитель (наименование, адрес, страна)
Absender (Name, Anschrift, Land)

Международная товарно-транспортная накладная
Internationaler Frachtbrief

CMR

Данная перевозка, несмотря ни на какие прочие договоры осуществляется в соответствии с условиями Конвенции о договоре международной дорожной перевозки грузов (КДПГ)

Diese Beförderung unterliegt trotz einer gegenteiligen Abmachung den Beatimmungen des Übereinkommens über den Beförderungsvertrag im internat. Straßengüterverkehr (CMR)

2 Получатель (наименование, адрес, страна)
Empfänger (Name, Anschrift, Land)

16 Перевозчик (наименование, адрес, страна)
Frachtführer (Name, Anschrift, Land)

3 Место разгрузки груза
Auslieferungsort des Gutes

Место / Ort

Страна / Land

17 Последующий перевозчик (наименование, адрес, страна)
Nachfolgende Frachtführer (Name, Anschrift, Land)

4 Место и дата погрузки груза
Ort und Tag der Übernahme des Gutes

Место / Ort

Страна / Land

Дата / Datum

18 Оговорки и замечания перевозчика
Vorbehalte und Bemerkungeh der Frachtführer

5 Прилагаемые документы
Beigefügte Dokumente

Позиции, выделенные рамкой, заполняются перевозчиком.
Die mit fett gedruckten Linien eingerahmten Rubriken müssen vom Frachtführer ausgefüllt werden.

6 Знаки и номера / Kennzeichen und Nummern	**7** Количество мест / Anzahl der Packstücke	**8** Род упаковки / Art der Verpackung	**9** Наименование груза / Bezeichnung des Gutes	**10** Статист. № / Statistik - Nr.	**11** Вес брутто, кг / Bruttogew., kg	**12** Объем, м³ / Umfang in m3
Класс / Klasse	Цифра / Zifer	Буква / Buchstabe	ДОПОЛ. / ADR			

13 Указания отправителя (таможенная и прочая обработка)
Anweisungen des Absenders (Zoll-und sonstige amtliche Behandlung)

включая / einschließlich

Объявленная стоимость груза
Adgabe des Wertes des Gutes

(при превышении предела ответственности предусмотренного гл. IV, ст. 23, п. 3 указывается только после согласования дополнительной платы к фракту)

(wenn der Wert des Gutes den It. Kap. IV, Art. 23, Ab. 3 bestimmten Höchstbetrag ubersteigt, so wird er erst nach Vereinbarung des Zuschlages zur Fracht angewiesen)

19 Подлежит оплате: / Zu zahlen vom:	Отправитель / Absender		Валюта / Währung		Получатель / Empfänger	
Ставка / Fracht						
Скидки / Ermäßigungen –						
Разность / Zwischensumme						
Надбавки / Zuschläge						
Дополнительные сборы / Nebengebühren						
Прочие / Sonstiges +						
Итого к оплате / Zu zahlende Ges.-Su.						

14 Возврат
Rückerstattung

15 Условия оплаты
Frachtzahlungsanweisungen

франко
Frei

нефранко
Unfrei

20 Особые согласованные условия
Besondere Vereinbarungen

21 Составлена в / Ausgefertigt in — Дата / am

22 Заполняются отправителем / Auszufüllen unter der Verantwortung des Absenders

Прибытие под погрузку / Ankunft für Einladung _____ час. / Uhr _____ мин. / Min.

Убытие / Abfahrt _____ час. / Uhr _____ мин. / Min.

Подпись и штамп отправителя
Unterschrift und Stempel des Absenders

23

Путевой лист № _____ “ ____ ” _____ 19

Фамилии _____

водителей _____

Подпись и штамп перевозчика
Unterschrift und Stempel des Frachtführers

24 Груз получен / Gut empfangen — Дата / Datum

am “_____” _____ 19

Прибытие под разгрузку / Ankunft für Ausladung _____ час. / Uhr _____ мин. / Min.

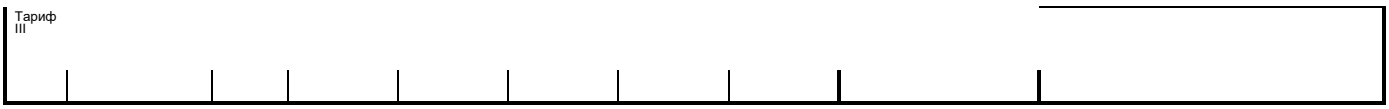
Убытие / Abfahrt _____ час. / Uhr _____ мин. / Min.

Подпись и штамп получателя
Unterschrift und Stempel des Empfängers

25 Регистрац. номер/Amtl. Kennzeichen Тягач/Kfz	Полуприцеп/Anhänger	**26** Марка/Тур Тягач/Kfz	Полуприцеп/Anhänger	**27** Тариф I за 1 км	Тарифное расстояние	% за испол. тягача/п/пр.	Поясной коэфф.	Прочие доплаты	Сумма

28 Тариф II	Тарифное расстояние, км	Схема		Тариф за 1 т	Надбавки	Скидки	Прочие доплаты	К оплате	Отчисления
									Оплачено заказчиком
									К оплате
29									Валюта / Код плательщика

При перевозке опасного груза указывать кроме возможного разрешения класс, цифру а также, в случае необходимости, букву опасного груза.
Bei gefährlichen Gütern ist, außer der eventuellen Bescheinigung auf der letzten Linie der Rubrik anzugeben: die Klasse, die Ziffer sowie gegebenenfalls der Buchstabe.



Типовая форма международной транспортной накладной (CMR)

Среди транспортников Конвенция больше известна под аббревиатурой CMR (Convention relative au contrat de transport international de marchandises par route, Convention on the contract for the international carriage of goods by road).

1. Порядок заполнения

Графа 1.	Указывается фирма – отправитель. Её полный адрес, страна, город, индекс, улица, номер дома. Если товар отправляется в Россию по поручению контрактодержателя третьей фирмой, то указывается название этой фирмы и делается приписка: "по поручению". Например: "фирма "В" (отправитель) по поручению "фирмы "А" (контрактодержатель)
Графа 2.	Указывается наименование фирмы-получателя, её полный адрес, страна, город, индекс, улица, номер дома.
Графа 3.	Адрес места окончательной разгрузки товара (склад фирмы - получателя).
Графа 4.	Адрес места погрузки товара и дата погрузки.
Графа 5.	Вписываются номера инвойсов(счетов - фактур, счетов - проформ), номер книжки МДП (TIR), если имеются номера сертификатов (ветеринарного, фитосанитарного, соответствия и т.д.)
Графа 6. 7. 8. 9.10. 11. 12.	Указываются количества мест, род упаковки, наименование товаров, коды ТН ВЭД, вес брутто.
Графа 13.	Важная графа. Указывается таможенный орган получателя (таможня, таможенный пост и код таможенного поста), склад временного хранения или таможенный склад, его адрес и номер лицензии (желательно с датой окончания срока действия лицензии)
Графа 15.	Указываются условия поставки по "Инкотермс - 2000"
Графа 21.	Дата заполнения CMR.
Графа 16, 17.	Указывается наименование перевозчика, его адрес. В этой графе перевозчик ставит свою печать.
Графа 24.	Для отметок получателя. Дата получения груза, его печать.
Графа 25, 26.	Регистрационные номера тягача и прицепа.

См. Конвенцию о договоре международной дорожной перевозки грузов (КДПГ). Женева 19 мая 1956 г.

2. Комментарий к заполнению

В пункте 1 - реквизиты грузоотправителя (наименование, адрес, страна). Кроме этих данных перевозчик обязан записать номер телефона и фамилию контактного лица грузоотправителя на случай, если возникнут какие-либо вопросы в процессе перевозки (на

таможне, у грузополучателя).

Пункт 2 - реквизиты грузополучателя (наименование, адрес, страна). Необходимо также иметь номер телефона грузополучателя для решения возникающих вопросов на таможне при въезде в страну, для поиска офиса получателя в случае плохого владения национальным языком получателя.

В пункте 3 - адрес места разгрузки. Если адрес места разгрузки совпадает с адресом грузополучателя, то у перевозчика не должно возникать особых вопросов. Но, как правило, у 50% отправителей адрес места разгрузки не совпадает с адресом грузополучателя. Это связано с тем, что груз направляется сразу на филиал, склад или магазин. В данном случае перевозчику необходимо иметь номер телефона места разгрузки, а если получатель и место разгрузки находятся в разных городах, то сразу же у грузоотправителя уточнить маршрут движения, выяснив, необходимо ли заезжать к грузополучателю или сразу ехать по адресу места разгрузки.

Пункт 4 - место и дата погрузки груза.

Пункт 5 - перечень прилагаемых документов. К ним относятся:

- счет-фактура (invoice);
- отгрузочная спецификация;
- сертификат качества, если грузы имеют промышленное происхождение;
- ветеринарный сертификат, если грузы имеют животное происхождение;
- карантинный сертификат, если грузы имеют растительное происхождение;
- сертификат о происхождении (certificate of origin);
- акт загрузки.

Описание этих документов приведено в параграфах 2 - 8.

Пункт 6 - знаки и номера, обозначающие класс, подкласс перевозимых опасных грузов, классифицируемых по Конвенции ДОПОГ. Особенности перевозки опасных грузов рассмотрены в параграфе 2.

Пункт 7 - количество мест груза. Как правило, до 90% всех грузов, перевозимых автомобилями, находятся на поддонах и для перевозчика наиболее приемлемым является, если в пункте 7 будет указано количество поддонов. Это число легко проверить, определив количество рядов поддонов и умножив на два (в грузовом отделении в ряд становится два поддона).

Пункт 8 - указывается род упаковки груза (коробки картонные, ящики деревянные, бочки металлические или пластмассовые, мешки холщовые или полиэтиленовые и т.д.).

Пункт 9 - наименование груза.

Пункт 10 - код груза по классификации.

Пункт 11- вес брутто в килограммах, т.е. вес груза с упаковкой.

Пункт 12 - объем, занимаемый грузом, в кубических метрах,

Пункт 13 - указания отправителя (таможенная и прочая обработка), в данном пункте содержатся реквизиты контракта купли-продажи груза (номер и дата заключения контракта) и, если на вывоз товара потребуется лицензия или разрешение, указываются реквизиты этих документов.

Пункт 13- изображен конверт. Дело в том, что по одному экземпляру контракта купли-продажи товара, лицензии или разрешения на вывоз товара из страны должно быть предоставлено на таможне, где будет происходить таможенное оформление груза. Изображение конверта должно напомнить грузоотправителю и перевозчику, что указанные документы должны быть на таможне, и если они почему-либо не отправлены, то грузоотправитель передаст их в конверте через перевозчика.

Пункт 13 в нижней части указана объявленная стоимость груза. В соответствии со статьей 23 (пункт 3) Конвенции КДПГ установлен предел ответственности перевозчика, ограничивающий сумму возмещения в пределах $12 за один килограмм недостающего веса брутто (8,33x1,46=$12,16). Однако пунктом 6 статьи 23 предусмотрено, что более значительное по своему размеру возмещение может быть потребовано с перевозчика в том

случае, если в соответствии со статьями 24 и 26 была объявлена стоимость груза. В случае объявления стоимости груза, превышающей предел, указанный в пункте 3 статьи 23, объявленная стоимость заменяет этот предел. Конвенцией предусмотрено, что при объявлении стоимости груза, превышающей предел ответственности, перевозчику полагается дополнительный фрахт на оплату конвоя сопровождения.

Пункт 14 - государственный номер полуприцепа или контейнера в случае вывоза их из-за границы после временного пребывания там.

Например, если по каким-то обстоятельствам полуприцеп был временно оставлен за границей (ремонт в связи с ДТП или после диагностического контроля), то при вывозе его в страну регистрации в пункте 14 CMR записывается государственный номер регистрации полуприцепа.

Пункт 15 - условия оплаты за товар по контракту купли-продажи. В этом пункте указывается международный термин, принятый по "Инкотермс-90".

Пункт 16 заполняется перевозчиком, как правило, с помощью штампа предприятия, содержащего реквизиты перевозчика (наименование, адрес, телефон, факс).

Пункт 17 заполняются реквизиты последующего перевозчика в случае осуществления перевозки несколькими перевозчиками.

По сравнению с условиями осуществления международных перевозок грузов в странах СНГ новым и обязательным предписанием является предоставление перевозчику права вносить в накладную оговорки, касающиеся внешнего состояния груза и его упаковки, Эти оговорки вносятся в пункт 18 накладной и, с целью единообразия, в виде рекомендации предлагаются следующие формулировки;

· по автотранспортному средству:

А) автомобиль без тента;

Б) по согласованию с отправителем;

· по упаковке:

А) груз без упаковки;

Б) упаковка повреждена;

В) упаковка не отвечает требованиям;

· по количеству, маркировке грузовых мест:

Проверить невозможно по причине:

А) погрузка выполнена отправителем;

В) большого количества мест;

С) опечатан контейнер;

· по принятым грузам:

А) груз явно в плохом состоянии;

Б) груз поврежден;

В) груз подмочен;

Г) груз подморожен;

Д) груз не защищен от погодных условий и перевозится в таком состоянии под ответственность отправителя;

- по обработке, погрузке, сохранности, разгрузке:

· Обработка, погрузка осуществляется:

· водителем при атмосферных условиях, способствующих повреждению груза;

· по требованию отправителя.

Разгрузка осуществилась:

- получателем;

- водителем при атмосферных условиях, способствующих повреждению груза;

- по требованию получателя.

Если накладная не содержит специальных оговорок перевозчика, то до доказательства иного предполагается, что груз и его упаковка были внешне в надлежащем состоянии в момент принятия груза перевозчиком и что число грузовых мест, а также их

маркировка и нумерация мест соответствовали указанному в накладной. В конвенции не указано, что оговорки перевозчика должны быть заверены грузоотправителем.

Оговорки перевозчика должны быть вписаны в первый экземпляр, остающийся у грузоотправителя, а так как страницы CMR изготовлены из самокопирующейся бумаги, то содержание оговорок отпечатается на всех страницах. Ни в коем случае нельзя вписывать оговорки в оставшиеся экземпляры, если перевозчик не сделал их в первом экземпляре, оставшемся у грузоотправителя. В случае возникновения претензий грузоотправитель легко докажет непорядочность перевозчика, предъявив первый экземпляр CMR с чистым *пунктом 18*.

Пункт 19 может быть заполнен только отделом расчетов после завершения перевозки. Однако, в настоящее время размер фрахта устанавливается на договорных началах и поэтому, как правило, пункт 19 не заполняется.

Пункт 20 - особые согласованные условия перевозки. В этом пункте указывается температура в камере рефрижератора, при которой должен доставляться скоропортящийся груз. В этой же графе может быть указана согласованная с перевозчиком дата доставки груза. Перевозчик обязан знать, что в случае просрочки в доставке, если заявитель требования докажет, что просрочка нанесла ущерб, перевозчик обязан возместить ущерб, который не может превышать провозных платежей (статья 23, пункт 5).

Пункт 20 может быть указано ограничение скорости движения при перевозке негабаритных, тяжеловесных и взрывоопасных грузов, а также запрещение перегрузки и мойки полуприцепа.

Пункт 21 указываются наименование населенного пункта, где составлялась CMR, и дата заполнения.

Пункт 22 Фактическое время прибытия под погрузку и убытие из-под погрузки указываются и заверяются штампом.

Пункт 23 номер путевого листа, фамилия водителя и штамп предприятия перевозчика. Ставя свою подпись в *пункте 23*, водитель должен знать, что он подписывает договор на перевозку, и обязан убедиться, что условия договора его устраивают.

Пункт 24 -Фактическое время и дата прибытия и убытия из-под разгрузки. Отметка о получении груза делается на третьем и четвертом экземплярах CMR.

Обнаруженная при сдаче груза и при проверке количества мест и веса недостача, порча или повреждение груза удостоверяются соответствующими отметками во втором, третьем и четвертом экземплярах CMR. При этом составляется акт получения (разгрузки), в котором указывается количество недостающего (испорченного) груза. Акт подписывается комиссией в составе представителя таможни или эксперта торговой палаты, грузополучателя и перевозчика.

Пункт 25 отмечаются государственные номера тягача и полуприцепа, загрузившего груз.

Пункт 26 - марка и модель тягача и полуприцепа.

Пункты 27, 28 и 29 оформляются при передаче CMR в отдел расчетов экспедитора

См. Конвенцию о договоре международной дорожной перевозки грузов (КДПГ). Женева 19 мая 1956 года

Приложение 21

НОРМАТИВНЫЕ АКТЫ

В разделе представлены основные документы, формирующие правовое пространство в

транспортной сфере.

- Закон «О транспортно-экспедиционной деятельности» N 87-ФЗ от 30 сентября 2003 года. На сегодняшний день закон является правовой основой транспортно-экспедиционная деятельность в России. В законе четко зафиксированы права, обязанности и ответственность основных участников транспортно-экспедиционной деятельности Клиента и Экспедитора. Можно скачать.
- «Правила транспортно-экспедиционной деятельности» разработаны в соответствии с главами 40 и 41 Гражданского кодекса российской Федерации и статьей 2 закона «О транспортно-экспедиционной деятельности». Правила устанавливают: перечень экспедиторских документов; порядок оказания транспортно-экспедиционных услуг; требования к качеству транспортно-экспедиционных услуг. Можно скачать.
- Устав автомобильного транспорта (с изменениями и дополнениями) с советских времен определяет и регламентирует деятельность транспортной отрасли. Можно скачать.
- Извлечения из Гражданского Кодекса РФ. ГК – один из основополагающих юридических гражданских документов государства. ГК – свод гражданских законов РФ, определяющий отношения физических лиц и предприятий всех форм собственности с государством и между собой. В извлечениях из ГК – пункты, регулирующие общественных отношения, связанные с перевозкой груза.
- Комментарий к закону «О транспортно-экспедиционной деятельности». В комментариях доходчиво излагаются основные положения и новации закона, анализируются права и обязанности участников договора транспортной экспедиции. Все вопросы освещаются в сопоставлении с гл. 41 ГК РФ «Транспортная экспедиция», что придает комментариям характер практической направленности.

ПРАВИЛА, ИНСТРУКЦИИ

В разделе представлен наиболее полный список регулирующих правил перевозки груза автомобильным транспортом

- Общие правила перевозки грузов (извлечения) разработаны в соответствии с ГК РФ, УАТ и определяют общий порядок организации и осуществления автомобильных перевозок грузов на территории Российской Федерации.
- Правила приемки грузов к перевозке включают обязанности грузоотправителей; случаи, при которых автопредприятие имеет право отказаться от приема груза к перевозке; случаи, при которых грузоотправитель не имеет права предъявлять, а автопредприятие принимать груз к перевозке. В качестве приложения форма описи на перевозку грузов с объявленной ценностью по товарно-транспортной накладной.
- Правила выдачи и переадресовки грузов регламентируют отношения грузоотправителя и автопредприятия при выдаче, приеме, переадресовке, а также в случаях отказа в приемке груза
- Правила перевозок скоропортящихся грузов автотранспортом включают требования к подвижному составу, скоропортящемуся грузу, упаковке, температурному режиму и сопроводительной документации
- Разрешение споров в транспортно-экспедиционной деятельности документ регламентирует разрешение споров между экспедитором и клиентом. Указывает сроки предъявления исков и уведомлений об утрате, размеры возмещения ущерба, случаи, при которых экспедитор освобождается от ответственности за груз и прочее.

ТРАНСПОРТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

В разделе: перечень необходимых сопроводительных документов для перевозки груза по России, правила заполнения товарно-транспортной накладной и путевого листа, формы ТТН и путевки.

- Перечень необходимых сопроводительных документов для перевозки груза по России. Перечислены основные и дополнительные документы.
- Товарно-транспортная накладная. Описание, порядок заполнения и пользования ТТН. (форма 1т).
- Путевой лист. Описание, порядок пользования и заполнения путевой документации. (форма N4-С).
- Путевая документация для индивидуальных предпринимателей. Описание, порядок пользования и заполнения путевой документации для индивидуальных предпринимателей

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

Перевозки могут осуществляться по маятниковым или кольцевым маршрутам.

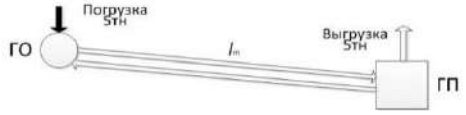
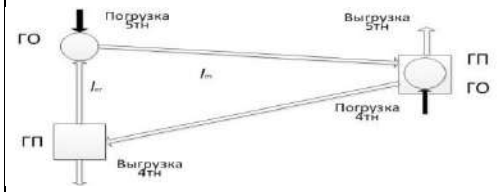
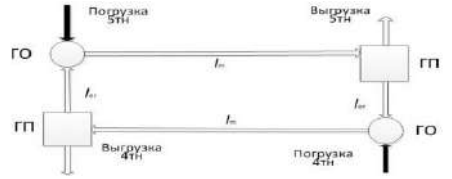
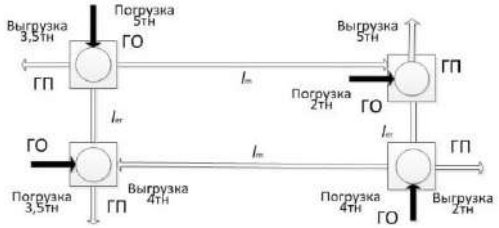
При перевозках по маятниковым маршрутам обратный пробег может быть порожним (холостой пробег), или с неполной загрузкой транспортного средства, или с частью маршрута с грузом, а последующая часть маршрута – холостой пробег.

Перевозка по кольцевому маршруту может включать несколько ездок, когда автомобиль неоднократно загружают и разгружают, либо после загрузки у грузоотправителя осуществляется развоз груза нескольким грузополучателям (развозочный маршрут). Может также осуществляться сбор мелких партий груза от нескольких грузоотправителей одному грузополучателю (сборочный маршрут).

Более эффективно можно использовать подвижной состав, осуществляя одновременно развоз партий груза и сбор груза, тары, то есть по развозочно-сборочным маршрутам.

Порядок расчета основных технико-эксплуатационных показателей использования подвижного состав при работе на разных маршрутах приведен в таблице 1.

Таблица 1- Основные ТЭН использования подвижного состава на маршрутах

Вид маршрута		Схема перевозок	Время оборота	Число ездок	Объем перевозок за оборот	Коэффициент использования пробега
Маятниковый	С обратным порожнем пробегом		$t\ \ об = \frac{2 \cdot ler}{V\ \ m} + t\ \ п\_р$	ne = no	Q = qн · γ	β = 0,5
	С обратным нруженым пробегом		$t\ \ об = \frac{2 \cdot ler}{V\ \ m} + \sum_{t\to 1}^{2} t\ \ п\_р$	ne = 2 · no	$Q = qн \cdot \sum_{\gamma\to 1}^{2} \gamma$	β = 1,0
	С обратным частично груженом пробегом		$t\ \ об = \frac{\sum_{ler\to 1}^{2} ler}{\beta \cdot V\ \ m} + \sum_{t\to 1}^{2} t\ \ п\_р$	ne = 2 · no	$Q = qн \cdot \sum_{\gamma\to 1}^{2} \gamma$	$\beta = \frac{\sum_{i\to 1}^{2} li}{lm}$
Кольцевой			$t\ \ об = \frac{lm}{V\ \ m} + \sum_{t\to 1}^{m} t\ \ п\_р$	ne =m · no	$Q = qн \cdot \sum_{\gamma\to 1}^{2} \gamma$	$\beta = \frac{\sum_{i\to 1}^{2} li}{lm}$
Развозочно-сборочный (ГО-грузоотправитель, ГП-грузополучатель)			$t\ \ об = \frac{2 \cdot ler}{V\ \ m} + t\ \ п\_р + (m+1) \cdot tд$	ne = no	$Q = qн \cdot (\gamma c + \gamma c)$ $\gamma р = \frac{\sum_{i\to 1}^{n} \gamma pi}{n}$ $\gamma c = \frac{\sum_{i\to 1}^{m} \gamma ci}{m}$	$\beta = \frac{\sum_{i\to 1}^{2} li}{lm}$

ЗАДАНИЕ

Выбрать рациональный вариант организации перевозок, если:

- объем заказов на перевозку составляет от грузоотправителя А грузоотправителю В 800 $м^3$, от грузоотправителя С грузополучателю D 1000 $м^3$;
- срок выполнения заказа 1 месяц;
- вид груза, техническая скорость Vт = 25 км/час и используемый для перевозок подвижной состав (по вариантам) в таблице 2;
- схема транспортных связей на рисунке 1;
- другие исходные данные в таблице 3.

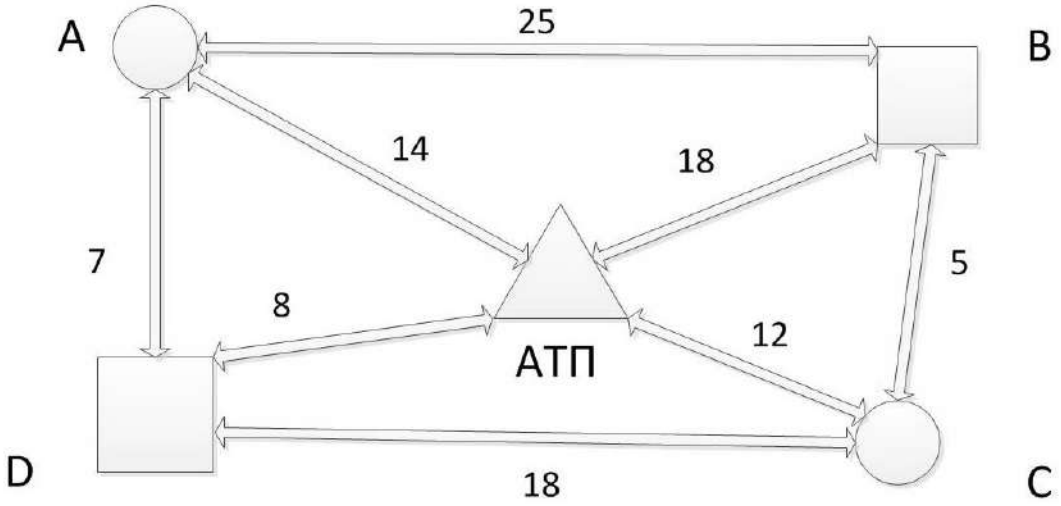


Рисунок 1 - Схема транспортных связей

Таблица 2 - Варианты задания

№ вариант	Марка автомобиля	Грузоподъ-емность qн,тн	Время tезагрузки авто.,мин	Техническая скорость Vт, км/час	Вид груза	
					А→В	С→D
1	КамАЗ-55111	10	11	25	уголь	щебень
2	Зил-ММЗ-4502	5,8	6	24	торф	гравий
3	МАЗ-5549	8	8	28	песок	щебень
4	КамАЗ-55102	7	7	32	зерно	глина сырая
5	КрАЗ-256 Б1	12	13	30	картофель	песок
6	Зил-ММЗ-4502	5,8	6	33	уголь	щебень
7	МАЗ-5549	8	8	25	торф	гравий
8	КамАЗ-55102	7	7	20	песок	щебень
9	КрАЗ-256 Б1	12	13	28	зерно	глина сырая
10	Зил-ММЗ-4502	5,8	6	32	картофель	песок
11	МАЗ-5549	8	8	30	зерно	глина сырая
12	КамАЗ-55102	7	7	33	картофель	песок
13	КамАЗ-55111	10	11	25	уголь	щебень

14	Зил-ММЗ-4502	5,8	6	25	торф	гравий
15	КрАЗ-256 Б1	12	13	20	зерно	глина сырая
16	КамАЗ-55102	7	8	28	уголь	щебень
17	КрАЗ-256 Б1	12	13	32	торф	гравий
18	Зил-ММЗ-4502	5,8	6	30	песок	щебень

Таблица 3 - Варианты задания

№ вариант	Расстояния, км								Объем перевозки, м³	
	A-B	A-АТП	A-D	B-C	B-АТП	C-D	C-АТП	D-АТП	A→ B	C → D
1	25	14	7	5	18	18	12	8	800	1000
2	7	4	3	2	6	12	9	7	1000	2000
3	9	5	4	3	6	8	7	6	1200	2500
4	12	7	3	3	7	8	4	4	1150	2200
5	5	3	3	2	7	17	10	9	1300	2200
6	6	3	3	2	7	9	7	6	900	1800
7	20	12	5	4	15	15	10	7	800	700
8	25	14	7	5	18	18	12	8	1150	1800
9	7	4	3	2	6	12	9	7	1300	2200
10	9	5	4	3	6	8	7	6	800	1000
11	12	7	3	3	7	8	4	4	1000	2000
12	25	14	7	5	18	18	12	8	1300	2100
13	20	12	5	4	15	15	10	7	1000	900
14	7	4	3	2	6	12	9	7	800	1000
15	9	5	4	3	6	8	7	6	1000	2000
16	12	7	3	3	7	8	4	4	1200	1500
17	5	3	3	2	7	17	10	9	1150	1600
18	6	3	3	2	7	9	7	6	1300	2200

Приложение: Варианты задания выбираем по сумме двух последних цифр зачетной книжки.

РЕШЕНИЕ

Перевозка может осуществляться по маятниковым маршрутам, (ее проще организовать, выделив на каждый маршрут необходимое количество подвижного состава) или по кольцевому. При этом потребуется согласовать работу подвижного состава и четырех погрузочно –разгрузочных пунктов, что, естественно, сложнее в организационном плане.

Работа подвижного состава по маятниковым маршрутам может быть выполнена по схемам:

Участок А –В, АТП→(А→В) · nе→АТП;

Участок C –D, АТП→(C→D) · ne→АТП.

На кольцевом маршруте перевозку целесообразно организовывать по схеме:

АТП→(A→B→C→D) · ne→АТП.

Очевидно, более рациональным будет такой вариант, при котором перевозка может быть выполнена меньшим количеством подвижного состава. Потребность в выделении подвижного состава для выполнения перевозок может быть определена по формуле:

АДэ = Q/Uсм,

В качестве примера рассматриваем вариант перевозки угля на участке АВ и щебня на участке CD автомобилем КамАЗ-55111.

Грузовместимость автомобиля составляет: по углю 7,5 м^3 , по щебню 6,84 м^3.

Производительность автомобиля за смену составит, м^3:

Uсм=GB· ne;

ne = (Tн – tн)/te ;

Рабочее время водителя составляет 8 часов 00 минут, в том числе водителям устанавливается подготовительно-заключительное время 18 минут в смену и до 5 минут в смену на проведение предрейсового медицинского осмотра, следовательно:

Тн = 8 ч 00 мин – 23 мин = 7 ч 37 мин = 7,62ч

Время отработанное водителем более 7,62ч считается сверх –норматив-ной переработкой и допускается не более 120 часов за год.

Время одной ездки, ч:

$$te = \frac{ler}{(\beta \cdot V\text{т})} + t\text{п\_р}$$

Время на загрузку автомобиля КамАЗ55111 составляет 11 минут (см.табл.2)

При выполнении перевозок угля на участке АВ:

te = 25/(0,5· 25) + 2·(11/60)·1,1 =2,4 ч,

ne = (7,62 –(14+18)/ 25)/2,4 =2,64 ,

Uсм= 2,64·7,5 =19,8 м^3 ,

АДэ = 800/19,8 =40 ед.авто.

Пробег общий

L=(14+18+25·2·2,64)· 40 =6560 км ;

Пробег с грузом

Lг =25·2,64· 40 = 2640 км ;

Коэффициент использования пробега

$$\beta = L / Lг = 2640 / 6560 = 0,41.$$

При выполнении перевозок щебня на участке CD:

$$te = 18/(0,5 \cdot 25) + 2 \cdot (11/60) \cdot 1,1 = 1,84 \text{ ч},$$
$$ne = (7,62 - (8+12)/25)/1,84 = 3,7,$$
$$Uсм = 3,7 \cdot 6,84 = 25,3 м^3,$$
$$АДэ = 1000/25,3 = 40 \text{ ед.авто}.$$

Пробег общий

$$L = (8+12+18 \cdot 2 \cdot 3,7) \cdot 40 = 6120 \text{ км};$$

Пробег с грузом

$$Lг = 8 \cdot 3,7 \cdot 40 = 2664 км;$$

Коэффициент использования пробега

$$\beta = L / Lг = 2664 / 6120 = 0,43.$$

При выполнении перевозок по кольцевому маршруту:

$$to = lm/ Vт + t п\_р = 55/25 + 4 \cdot 0,4 = 3,8 ч;$$
$$ne = (7,62 - (14+8)/25) = 1,8,$$
$$Uоб = G^{AB}вм + G^{CD}вм = 7,5 + 6,84 = 14,34 м^3,$$
$$Uсм = 14,34 \cdot 1,8 = 25,8 м^3,$$
$$АДэ = 1800/25,8 = 69 \text{ ед.авто}.$$
$$L = (14+8+55 \cdot 1,8) \cdot 69 = 8349 км;$$
$$Lг = 43 \cdot 1,8 \cdot 69 = 5341 км;$$
$$\beta = L / Lг = 5341 / 8349 = 0,64.$$

Для анализа технико- эксплуатационные показатели использования подвижного состава сведены в таблице 4.

Таблица 4 - Технико- эксплуатационные показатели

Маршрут	АДэ	Uсм, м^3	L, км	Lг, км	β
A→B	40	19,8	6560	2640	0,41
C→D	40	25,3	6120	2664	0,43
A→B+C→D	80	22,55	12680	5304	0,42
A→B→C→D	69	25,8	8349	5341	0,64
±Δ, %	-14%	+14%	-34%	-	+50%

Вывод: при объединении двух маятниковых маршрутов в один кольцевой потребность в подвижном составе уменьшилась на 11 автомобилей (14%), производительность подвижного состава возросла на 14%, пробег общий уменьшился на 34%, коэффициент использования пробега увеличился на 50%.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7
(презентация на 25-30 слайдов)
Варианты задания выбираем по сумме двух последних цифр
зачетной книжки.

1. Классификация транспортно-экспедиционных услуг.
2. Организационно-правовое положение агента перевозчика и экспедитора грузовладельца.
3. Система законодательства регулирующая транспортно-экспедиционную деятельность.
4. Сертификат о происхождении товара.
5. Претензионная работа при транспортно-экспедиционном обслуживании
6. Система законодательства регулирующая транспортно-экспедиционную деятельность. Международные транспортные конвенции.
7. Инкотермс. Назначение. Содержание.
8. Склады временного хранения (СВХ) грузов. Устройство и назначение.
9. Виды и основные понятия транспортно-экспедиционной деятельности.
10. Логистические центры, их роль и назначения.
11. Деятельность декларанта и таможенного брокера.
12. Терминал. Структура. Технология работы.
13. Расчет площади и емкости склада. Адресное хранение грузов на складе.
14. Документооборот при транспортно-экспедиционном обслуживании на различных видах транспорта.
15. Экспедиция отправления грузов. Экспедирование прибывающих грузов.
16. Экспедирование грузов в пути следования.
17. Мониторинг грузовых перевозок. Информационные технологии на транспорте.
18. Транспортно-экспедиционное обслуживание грузов перевозимых на особых условиях.

Практическая работа №8
СОСТАВЛЕНИЕ ВНЕШНЕТОРГОВОГО КОНТРАКТА

1.1 Цель работы:

Изучить структуру и основные положения составления внешнеторгового контракта, являющегося наиболее распространенным вариантом коммерческой сделки на поставку товара, применяемого в международной торговой практике.

1.2 Содержание работы

1. Определить обязанности экспедитора в процессе заключения внешнетор-гового контракта, ознакомиться с принципами составления и структурой типового внешнеторгового контракта.

2. Рассмотреть обязательства, принимаемые сторонами при заключении внешнеторгового контракта, в соответствии с международными терминами «Инкотермс-2010».

1.3 Теоретическая часть

Внешнеторговый контракт (или договор купли-продажи товара) является наиболее распространенным вариантом коммерческой сделки на поставку товара и, если необходимо, сопутствующих услуг, которые приравнены к товару. **Договор купли-продажи** (ст. 454 гл. 30 ГК РФ) является договором, согласно которому продавец обязуется передать товар в собственность покупателя, а последний, в свою очередь, обязуется принять товар и уплатить за него установленную цену.

Обычно договор готовит специалист, имеющий юридическое образование и практический опыт контрактной работы. Однако юрист может оформить лишь «оболочку» договора (общие условия, правовые особенности), а предметная часть договора, включающая в себя вопросы, определяемые видом международной перевозки, транспортно-технологической характеристикой груза, экономическими и коммерческими условиями в процессе и после реализации сделки, являются сферой специалистов различного профиля: экспедиторов, товароведов, перевозчиков. Их деятельность в проработке контракта не может быть формальной, они должны принять участие в редактировании всех условий договора, включая правовые.

Международный *договор купли-продажи* состоит из нескольких *разделов:* вводная часть (преамбула); предмет контракта; количество-качество товара; срок и дата поставки; базисные условия поставки; цена к общая стоимость контракта; сроки и порядок платежа; порядок сдачи-приемки; упаковка и маркировка; рекламации; гарантии; штрафные санкции и возмещение убытков; страхование; форс-мажорные обстоятельства; арбитраж; транспортные условия; прочие условия;

адреса сторон и их подписи.

Преамбула договора содержит дату и место подписания договора, полное наименование сторон, их местонахождение и реквизиты.

Предмет договора. Предметом купли-продажи является, прежде всего, сам товар, имеющий определенное наименование. Оно должно быть сверено с Товарной номенклатурой ЕЭС, которой пользуются во всем мире, Товарной номенклатурой внешнеэкономической деятельности (ТН ВЭД СНГ), цифровыми кодами товаров и т.д. Наименование товара полезно сопровождать его краткой характеристикой, ассортиментом (артикль, фирменное наименование, вид, сорт, марка, модель и т.д.). При наличии других особенностей надлежит подробно указывать все технические пара» метры в форме спецификации.

Количество товара. Для определения количества (массы) товара указывается единица измерения и определяется порядок его установления. Твердо фиксированное количество товара может быть выражено: *в мерах веса* со ссылкой на систему веса (метрическую, англо-американскую и др.); *в мерах длины и объема* (метрической, англо-американской, английской для лесоматериалов, баррелях для нефтепродуктов); *числом товарных единиц* (автомобилей, тракторов); *числом контейнеров; массой товара в определенной упаковке* (число бутылей, коробок, мешков); *указанием процентного содержания основного вещества* (для химикатов, концентратов, руд, солей и *яр.); употреблением термина парцель* (parcel) как мелкой партии однородного товара небольшого объема.

Качество товара. Могут применяться различные способы согласования качества товара: *по стандарту; техническим условиям; спецификации; предварительному осмотру; содержанию полезных (вредных) веществ.*

Цена и общая стоимость поставки. При указании цены товара в договоре указывается единица измерения (т, $м^3$, шт.). Цена товара фиксируется в договоре различными методами, а именно: *твердая цена; цена с последующей фиксацией; гибкая цена; скользящая цена.* Как отмечалось выше, цена товара устанавливается в валюте страны экспортера, импортера либо в одной из свободно конвертируемых валют. Выбор свободно конвертируемой валюты определяется обычаями торговли данным товаром.

Условия, сроки и порядок платежа (взаиморасчеты). В договоре стороны обязаны согласовать валюту платежа, способ платежа и форму взаиморасчетов. *Валюта платежа* не всегда совпадает с валютой цены. В этом случае в договоре стороны указывают, курс какого валютного рынка (страны экспортера, импортера или третьей страны) будет использован. *Срок платежа* в договоре купли-продажи определяют конкретной датой или через указанное количество дней после уведомления продавцом покупателя о поставке товара или его отгрузке (передача на транспортное средство перевозчика).

В мировой торговой практике применяют различные *формы наличных и безналичных расчетов,* однако взаиморасчеты между экспортером и импортером в соответствии с действующим в Российской Федерации законодательством допускаются только в безналичной форме и производятся: *по открытому счету; банковским переводом; чеком (именным, ордерным или на предьявителя); простым*

или переводным векселем; аккредитивом.

Срок и дата поставки. Под *сроком поставки* товара понимается момент, когда продавец обязан передать товар в собственность покупателю или его экспедитору. *Датой поставки* считается дата передачи товара в распоряжение покупателя (дата документа, выдаваемого транспортной организацией, принявшей товар для перевозки; дата расписки транспортно-экспедиционной организации в приеме груза для дальнейшей отправки по назначению; дата складского свидетельства о передаче товара на хранение за счет и на риск покупателя и т.д.).

Порядок сдачи-приемки товара. Товар считается сданным продавцом и принятым покупателем по качеству в соответствии с сертификатом о качестве, представленным продавцом, и по количеству мест согласно транспортным (отгрузочным) документам.

Базисные условия поставки определяют обязанности продавца и покупателя по доставке товара и устанавливают момент перехода права собственности, риска случайной гибели или повреждения товара от продавца к покупателю. Базисные условия определяют, кто (продавец или покупатель) организует перевозочные и экспедиционные работы, связанные с доставкой груза, кто несет связанные с этим процессом расходы, которые могут составлять до 50 % цены товара.

Основные условия, выделенные международными правилами толкования базисных условий «Инкотермс» (International Commercial Terms), сгруппированы в четыре основные категории (табл. I).

Условия каждого термина сформулированы в десяти пунктах-обязательствах (точно поименованных). Каждое обязательство (А) продавца отражает адекватное обязательство (В) покупателя, как это приведено в табл. 2.

Следует отметить, что правила «Инкотермс» определяют только торговые условия, используемые в договоре купли-продажи, и не распространяются на условия договора перевозки. При несовпадении толкования базисных условий в договоре купли-продажи и «Инкотермс» приоритет имеют условия договора. Приняв толкование термина по «Инкотермс» в качестве обшей основы договора купли-продажи, стороны вместе с тем могут внести в договор изменения или дополнения. Содержание этих изменений должно быть детально определено в договоре, поскольку они могут существенным образом повлиять на уровень цены товара.

Транспортные условия договора купли-продажи. Транспортные условия запродажного договора (после заключения договора) определяют обязанности сторон по организации перевозки груза.

Вся сопроводительная документация по договору купли-продажи (упаковочные листы, спецификации, техническая документация и маркировка груза) составляется на русском и английском языках или только на английском языке при экспорте из Российской Федерации.

Таблица 1 - Термины «Инкотермс - 2010»

Группа	Термин	Условие
E	**EXW**	Франко-завод (название места, где товары были изготовлены или находятся)
F	**FCA**	Франко-перевозчик (название места назначения)
	FAS	Франко вдоль борта судна (название порта отгрузки)
	FOB	Франко-борт (название порта отгрузки)
C	**CFR**	Стоимость и фрахт (название порта назначения)
	CIF	Стоимость, страхование и фрахт (название порта назначения)
	CPT	Фрахт/перевозка оплачены до (название места назначения)
	CIP	Фрахт/перевозка и страхование оплачены до (название места назначения)
D	**DAF**	Доставлено до границы (название места доставки на границе)
	DES	Доставлено с судна (название порта назначения)
	DEQ	Доставлено до причала (название порта назначения)
	DDU	Доставлено без оплаты пошлины (название места назначения)
	DDP	Доставлено с оплатой пошлины (название места назначения в стране ввоза)

Таблица 2 - Пункты-обязательства продавца и покупателя

Для продавца	Для покупателя
A1 - поставка товаров в соответствии с договором	B1 - платежи
A2 - лицензии, разрешения, формальности	B2 - лицензии, разрешения, формальности
A3 - договор перевозки и страхования	B3 - договор перевозки
A4 - доставка	B4 - прием товаров
A5 - переход риска	B5 - переход опека
A6 - деление расходов	B6 - деление расходов
A7 - извещение покупателя	B7 - уведомление продавца
A8 - доказательства поставки, транспортные документы или эквивалентная электронная почта	B8 - доказательства поставки, транспортные документы или эквивалентная электронная почта
A9 - проверка, упаковка, маркировка	B9 - проверка, упаковка, маркировка
A10 - другие обязательства	B10 - другие обязательства

1.4 Задания на практическую работу и методика ее выполнения

Исходные данные для выполнения практической работы студент выбирает из табл. 3, согласно порядковому номеру в списке группы. Для заданных условий студенту необходимо определить страну экспорта, страну импорта, схему доставки товара, согласовать эти условия с преподавателем. Составить внешнеторговый контракт, руководствуясь изложенной теорией, Приложением 1 настоящих методических указаний, правилами «Инкотермс-2010» и другой литературой, рекомендованной для использования по данному вопросу.

1.5 Контрольные вопросы к практической работе

1 Дайте определение внешнеторгового контракта (договора купли-прода-жи).

2 Кто из специалистов должен участвовать в разработке внешнеторгового контракта? Какие вопросы обязательно должны быть проработаны?

3 Какие особенности возникают в международной практике оформления договора купли-продажи?

4 Опишите структуру международного договора купли-продажи.

5 Перечислите единицы измерения и порядок установления количества товара по внешнеторговому контракту.

6 Опишите способы согласования качества товара по внешнеторговому контракту.

7 Какие виды цен на товары используются при заключении внешнеторгового контракта?

8 Перечислите формы взаиморасчетов, осуществляемых по договору купли-продажи. Раскройте содержание инкассовой и аккредитивной формы расчетов.

9 Определение срока и даты поставки по внешнеторговому контракту.

10 Опишите порядок сдачи-приемки товара.

11 Перечислите основные категории базисных условий поставки. Раскройте содержание каждого термина.

12 Что включают в себя транспортные условия договора купли-продажи?

Таблица 3 - Исходные данные для выполнения работы

№№п/п	Вид товара (груза)	Базисные условия поставки
1.	Бумага	FOB
2.	Зерновые культуры	FCA
3.	Автомобили	FAS
4.	Растительное масло	DES
5.	Лесоматериалы	DEQ
6.	Химикаты	DDU
7.	Нефтепродукты (светлые)	DDP
8.	Металлопрокат	DAF
9.	Шерсть	CPT
10.	Фармацевтические товары	CIP
11.	Текстильное сырье	C1F
12.	Колесная техника	EXW
13.	Цветы	FCA
14.	Стальной лист	FAS
15.	Электроника	FOB
16.	Бытовая техника	CFR
17.	Пиломатериалы	CPT
I8.	Минеральные удобрения	CIP
19.	Сахар	DAF
20.	Каучук	DES
21.	Кофе	DEQ
22.	Нефтепродукты (темные)	DDU
23.	Продукты питания	DDP
24.	Алюминий	EXW
25.	Оборудование	DDU

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

1. Перед началом выполнения комплекса практических работ для студентов (курсантов) необходимо провести:
   - вводный инструктаж по безопасности труда;
   - первичный инструктаж по безопасности труда на рабочем месте.
2. Вводный и первичный инструктаж регистрируются в журнале вводного и первичного на рабочем месте инструктажей по безопасности труда.
3. Состояние учебных и рабочих мест, размещение, содержание и эксплуатация в учебных лабораториях приборов, установок, стендов, тренажеров, инструментов, лабораторного и другого оборудования должно соответствовать правилам и нормам техники безопасности и производственной санитарии.
4. Лабораторные занятия должны проводиться при безусловной безопасности их выполнения и наличия оборудования, если оно необходимо для качественного выполнения работы, соответствующего требованиям охраны труда, технике безопасности и допущены преподавателем.
5. Студенты (курсанты) обязаны выполнять только ту работу, по которой проинструктированы по технике безопасности и допущены преподавателем.
6. За нарушение инструкции по охране труда и технике безопасности в лаборатории виновные лица несут административную, финансовую или уголовную ответственность в зависимости от характера и последствий нарушения.
7. Соблюдение правил безопасности является необходимым условием предупреждения производственных травм.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Пояснительную записку выполняют на бумаге форматом А4 на одной стороне листа.

Объем пояснительной записки в зависимости от объема лабораторной работы машинописного текста (шрифт Arial или Times New Roman через 1,5 интервала), возможно оформление пояснительной записки от руки.

Первым листом пояснительной записки является титульный лист (приложение 1). Далее следуют задание на выполнение лабораторной работы, введение, разделы пояснительной записки, заключение, литература и приложения.

Листы пояснительной записки выполняются на листах формата А-4 в рамке (приложение 2 и 3).

Список используемых источников

1. Автоперевозчик. Эксплуатационные нормативы. Справочник.-М.: АСТ-Артель. 2004. 559с.
2. Бабков В.Ф. Автомобильные дороги. М., Транспорт, 1983.
3. Батищев А.И. Организация и механизация погрузочно-разгрузочных работ на автомобильном транспорте. М., Транспорт, 1988.
4. Беляев В.М. Терминальные системы перевозок грузов автомобильным транспортом.М., Транспорт, 1987.
5. Геронимус Б.Л. Экономико-математические методы в планировании на автомобильном транспорте. М., Транспорт, 1990.
6. Гаранина Л.И., Савульчик Б.В., и др. Организация транспортно-экспедиционного обслуживания населения. М., Транспорт, 1978.
7. Кокин А.С., Левиков Г.А.. Международная транспортная экспедиция .М.,Дело, 2005,448с.
8. Правила перевозки грузов автомобильным транспортом. М., Транспорт, 1990.
9. Палий А.И. Половинщиков З.В. Автомобильные перевозки (задачник). М., Транспорт, 1982.
10. Савин В.И..Перевозки грузов автомобильным транспортом. М.:Дело и Сервис. 2004. 544с.
11. Тростянецкий Б.Д. Автомобильные перевозки (задачник). М., Транспорт, 1988.
12. Устав автомобильного транспорта РФ. М., Транспорт, 1989.
13. Ходош М.С. Грузовые автомобильные перевозки. М., Транспорт, 1986.
14. Шишков В.И., ПиньковецкийС.У., Калашников Ю.В., Экспедиционное обслуживание предприятий и организаций автомобильным транспортом. М., Транспорт, 1982.
15. Ходош М.С. Грузовые автомобильные перевозки. М., Транспорт, 1986.
16. Шишков В.И., ПиньковецкийС.У., Калашников Ю.В., Экспедиционное обслуживание предприятий и организаций автомобильным транспортом. М., Транспорт, 1982.
17. Батищев А.И. Организация и механизация погрузочно-разгрузочных работ на автомобильном транспорте. М., Транспорт, 1988.
18. Гаранина Л.И., Савульчик Б.В., и др. Организация транспортно-экспедиционного обслуживания населения. М., Транспорт, 1978.
19. А. С. Кокин, Г. А. Левиков. Международная транспортная экспедиция .М.,Дело.2005,448с.
20. Тростянецкий Б.Д. Автомобильные перевозки (задачник). М., Транспорт, 1988.
21. Устав автомобильного транспорта РФ. М., Транспорт, 1989.
22. Правила перевозки грузов автомобильным транспортом. М., Транспорт, 1990.
23. Геронимус Б.Л. Экономико-математические методы в планировании на автомобильном транспорте. М., Транспорт, 1990.
24. Беляев В.М. Терминальные системы перевозок грузов автомобильным транспортом.М., Транспорт, 1987.
25. Палий А.И. Половинщиков З.В. Автомобильные перевозки (задачник). М.,

Транспорт, 1982.
26.Бабков В.Ф. Автомобильные дороги. М., Транспорт, 1983.

Селюков Валерий Михайлович

ОСНОВЫ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИЦИОННОГО ОБСЛУЖМВАНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Для студентов по дисциплине
«Организация и управление перевозками»
(автомобильный транспорт)

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

К.П. Андреев

Международные перевозки

Учебное пособие

для студентов дневной и заочной форм обучения
по направлению подготовки
23.03.01 - Технология транспортных процессов
профиль «Организация перевозок и управление на транспорте»

Рязань, 2024

Международные перевозки

Понятие международных перевозок, их характеристика

Понятие международных перевозок, их классификация

Рассмотрение и анализ важнейших вопросов о международных перевозках связаны в первую очередь с необходимостью исследования международных правовых актов (конвенций, соглашений, протоколов), регулирующих международные сообщения, соотношения международных источников с внутренним (национальным) законодательством, посвященным международным перевозкам.

В международных правовых источниках, регулирующих международные перевозки, а также во внутренних законодательных актах определяются понятие международной перевозки, ее особенности, порядок организации и осуществления, регулируются правоотношения участников перевозочного процесса, вопросы их ответственности, закрепляется претензионный и исковой порядок разрешения споров.

Международные конвенции и соглашения, российское транспортное законодательство содержат разные формулировки определения международной перевозки. Так, в конвенциях об автомобильных перевозках (Конвенция о договоре международной дорожной перевозки грузов (КДПГ) 1956 г. и Конвенция о договоре международной автомобильной перевозки пассажиров и багажа (КАПП) 1973 г.) международная перевозка определяется как перевозка, осуществляемая по территории по крайней мере двух государств.

Устав автомобильного транспорта РСФСР относит к международным автомобильным перевозкам перевозки, осуществляемые за пределы или из-за пределов территории Российской Федерации.

В трактовке Международной конвенции об унификации некоторых правил о перевозке пассажиров морем 1961 г. международная перевозка – это перевозка, при которой место отправления и место назначения расположены

в двух государствах, либо в одном государстве, если промежуточный порт захода находится в другом государстве.

Близко к этой трактовке определение международной перевозки, данное в Конвенции для унификации некоторых правил международных воздушных перевозок 1999 г. Оно сформулировано следующим образом: это перевозка, при которой место отправления и место назначения расположены либо на территории двух государств, либо на территории одного государства, если согласованная остановка предусмотрена на территории другого государства.

Такая же дефиниция содержится и в п. 2 ст. 101 Воздушного кодекса РФ.

Приведенные определения позволяют выделить основные **признаки международной перевозки**. Первый признак – пересечение государственной границы. Второй – осуществление перевозки как правило на условиях, закрепленных международными конвенциями и соглашениями. Третий признак международной перевозки заключается в наличии иностранного элемента.

Следует признать справедливым замечание О.Н. Садикова о том, что с точки зрения теории и практики осуществления международных перевозок определение этого понятия связано не с фактическим осуществлением перевозки по территории двух или нескольких стран, а с фактом ее начала. По его мнению «достаточно начать такую перевозку, фактического поступления груза (пассажира) на территорию иностранного государства (пересечения границы) может и не быть (например, при утрате груза или гибели пассажира в стране отправления)»[1].

Действительно, такая перевозка оформлена как международная и на нее распространяют действия международные конвенции и соглашения. Следовательно **международная перевозка** – перевозка, которая оформлена и начата для провоза пассажиров, багажа, грузов по территории двух и более стран.

Международные перевозки могут быть классифицированы по различным основаниям. В зависимости от того, осуществляются ли эти перевозки на

основании одного или нескольких договоров перевозки, они подразделяются на международные перевозки прямого или непрямого сообщения.

На существование таких перевозок указывают международные правовые источники и, в частности, Конвенция для унификации некоторых правил, касающихся международных воздушных перевозок 1929 г. В п. 3 ст. 1 Конвенции указывается: «перевозка, подлежащая осуществлению посредством нескольких последовательных перевозчиков, считается образующей единую перевозку, если она рассматривается сторонами как одна операция, вне зависимости от того, была ли она заключена в виде одного договора или ряда договоров». Это положение воспроизведено в Конвенции для унификации некоторых правил международной воздушной перевозки 1999 г. (п. 3 ст. 1)

По сути приведенная формулировка содержит деление международных перевозок грузов на перевозки прямого и непрямого сообщения. **Перевозка прямого международного сообщения** – международная перевозка, осуществляемая по одному договору. Их преимущество состоит в том, что они оформляются одним транспортным документом. Кроме того эти перевозки осуществляются на единых условиях. **Перевозка непрямого международного сообщения –** между-народная перевозка, осуществляемая по двум и более договорам, условия которых могут иметь определенные различия. Это безусловно осложняет организацию и осуществление перевозочного процесса. Он сопряжен с заключением нескольких транспортных договоров, согласованием и уточнением условий по каждому из них, оформлению соответствующих документов.

По характеру участвующих в перевозке видов транспорта международные перевозки делятся на перевозки одним видом транспорта и перевозки несколькими видами транспорта или перевозки в смешанном сообщении. Эта классификация имеет важное значение для практики организации и осуществления международных перевозок. Перевозки в смешанном сообщении характеризуются существенным усложнением перевозочного

процесса, применением различных международных источников, регулирующих перевозки соответствующими видами транспорта.

В центре правоотношений, возникающих в связи с перевозками в смешанном сообщении, находятся вопросы согласования действий перевозчиков различными видами транспорта, регулирования перевалки грузов с одного вида транспорта на другой, разграничения ответственности перевозчиков. Все эти и ряд других вопросов смешанной международной перевозки нашли регламентацию в Конвенции о международных смешанных перевозках грузов 1980 г.

В целях координации действий перевозчиков различными видами транспорта Конвенцией введен специальный участник перевозочного процесса – оператор международной перевозки и урегулирован его правовой статус. Вопросы об ответственности оператора международной пере-возки, а также о применяемых документах смешанных перевозок урегулированы разработанными по поручению Комитета по морским перевозкам ЮНКТАД Секретариатом ЮНКТАД Правилами ЮНКТАД/МТП.

Кроме специальных международных нормативных источников, регулирующих смешанные перевозки, вопросы их осуществления нашли отражение и в конвенциях, посвященных регулированию международных перевозок соответствующими видами транспорта. Смысл их положений сводится к тому, что к части перевозки, осуществляемой определенным видом транспорта, применяются конвенции, регулирующие перевозки этим транспортом. Примером может служить ст. 2 Конвенции о договоре международной автомобильной перевозки пассажиров и багажа 1973 г.

В зависимости от регулярности осуществления международные перевозки делятся на регулярные и нерегулярные. Ряд правовых источников, придавая особое значение этой классификации, содержат определения регулярных и нерегулярных перевозок и закрепляют некоторые их особенности. Так, Федеральный закон «О государственном контроле за осуществлением

между-народных автомобильных перевозок и об ответственности за нарушение порядка их выполнения» 1998г. среди **признаков регулярных пассажирских перевозок** выделяют такие, как, во-первых, закрепление заранее согласованных маршрутов, во-вторых, указание начального и конечного пункта перевозки, а также остановочных пунктов и, в-третьих, наличие расписания движения.

Практическое значение деления международных перевозок на регулярные и нерегулярные заключается прежде всего в том, что на перевозчика регулярных перевозок возлагаются обязанности строго соблюдать расписание движения, а также иные заранее установленные условия сообщения. Это чрезвычайно важно и для второй стороны договора, например, пассажира. Регулярные перевозки являются для пассажиров гарантией реального планирования не только деловых встреч, но и отдыха.

Следующая классификация международных перевозок связана с местом их начала и окончания. Исходя из этого критерия они подразделяются на: 1) перевозки, начатые в Российской Федерации, 2) перевозки, начатые в другой стране и 3) транзитные перевозки. Для российской стороны договора международной перевозки значение этой классификации заключается прежде всего в решении вопросов, связанных с получением иностранного разрешения на перевозку и оформления других необходимых документов или выдачей компетентными органами российского разрешения иностранным перевозчикам, а также осуществления контроля за выполнением таких перевозок на территории Российской Федерации. Указанные вопросы регулируются Федеральным законом «О государственном контроле за осуществлением международных автомобильных перевозок и об ответственности за нарушение порядка их выполнения» 1998 г.

Что касается транзитных перевозок, то их организация и осуществление связаны с закреплением и реализацией принципов свободы транзита и освобождения транзитных товаров от каких-либо особых пошлин и сборов,

установлением таможенного контроля за их перемещением, перевозкой транзитных товаров по транзитным и транспортным коридорам.

Транзитные перевозки нашли регламентацию как в международных правовых источниках, так и во внутреннем законодательстве. К основным международным источникам относятся Конвенция о транзитной торговле внутриконтинентальных государств 1965 г., Таможенная конвенция о международной перевозке грузов с применением книжек МДП 1975 г. Внутреннее законодательство представляет Таможенный кодекс РФ и Федеральный закон «О государственном контроле за осуществлением международных автомобильных перевозок и об ответственности за нарушение порядка их выполнения» 1998 г.

В зависимости от смены при международных перевозках подвижного состава они делятся на бесперегрузочные (беспересадочные) и перегрузочные (пересадочные). Данная классификация касается главным образом железнодорожных перевозок и связана с разностью ширины железнодорожного полотна бывшего СССР и европейских стран. Она нашла закрепление в международных правовых источниках, регулирующих железнодорожные перевозки между бывшими социалистическими странами. Так, в Соглашении о международном железнодорожном сообщении 1951 г. указывается, что перевозки грузов производятся между станциями: 1) без перегрузки на пограничных станциях железных дорог, имеющих одинаковую ширину колеи и2) с перегрузкой или с перестановкой вагонов на тележки другой ширины колеи.

Порядок перевозки грузов с перегрузкой или перестановкой вагонов на тележки другой ширины колеи или с применением раздвижных тележек определяется на основании соглашений между железными дорогами граничащих стран, имеющих разную ширину колеи.

Деление международных перевозок на бесперегрузочные и перегрузочные распространяется и на воздушные перевозки. Так, о перевозке с перегрузкой

упоминается в п. 2 ст. 1 Конвенции для унификации некоторых правил воздушной перевозки 1999 г.

В целом международные перевозки с перегрузкой требуют дополнительной регламентации комплекса вопросов технико-юридического характера и, в частности, таких как: распределение обязанностей между перевозчиками при перегрузке груза, документационное оформление этих операций, ответственность перевозчиков, моменты ее начала и окончания для каждого, претензионные сроки и сроки исковой давности и другие.

Еще одна классификация международных перевозок базируется на использовании в качестве критерия объектов перевозок. С учетом этого критерия можно выделить перевозки грузов, перевозки пассажиров, перевозки багажа и перевозки почты. Вполне понятно, что перевозки каждой из перечисленных групп имеют существенные отличия. Поэтому каждая классификационная группа регулируется соответствующими международными конвенциями и соглашениями.

Правовая регламентация международных перевозок

Особенности международных перевозок требуют их специального нормативного урегулирования. В настоящее время сложилась **система законодательной базы международных пере-возок**, включающая международные нормативные источники, а также внутреннее (национальное) законодательство. Основными среди указанных источников являются международные нормативные акты.

Внутренние (национальные) источники права применяются только в тех случаях, когда отдельные вопросы международных перевозок не находят регулирования в международных нормативных актах.

Внутренние источники, регулирующие международные перевозки подразделяются на две группы: нормативные акты, специально предназначенные для регулирования международных транспортных правоотношений, и нормативные акты, относящиеся к общему

законодательству, принципы и положения которого могут применяться к международным перевозкам.

Что касается международных нормативных транспортных источников, то их представляют также две группы. К первой **группе международных нормативных транспортных источников** относятся международные источники, регламентирующие перевозки всеми или несколькими видами транспорта. Вторую, более многочисленную группу, составляют международные правовые акты, регламентирующие осуществление перевозок отдельными видами транспорта (железнодорожным, автомобильным, морским, воздушным, речным).

Следует иметь в виду, что международные акты, регулируя перевозки, затрагивают области отношений, смежные с международными транспортными правоотношениями. В частности, они регламентируют отношения между государствами, касающиеся их прав и обязанностей в связи с использованием международных транспортных путей. Здесь важное значение имеет установление разрешительной системы передвижения по территории иностранного государства, закрепление единообразного порядка пересечения государственных границ, действий таможенных, пограничных и санитарных служб.

Международные акты регулируют также деятельность государств в различных между-народных транспортных организациях. Как видно, это сфера международного публичного права. Она регламентируется международными договорами.

При международных перевозках требуют регулирования административно-технические вопросы организации и осуществления перевозочных процессов. Речь идет, например, о строительстве и эксплуатации транспортной инфраструктуры, ее обслуживании, организации режима работы и решении других вопросов. Важным моментом является организация движения по транспортным артериям, в том числе осуществление контроля и т.п. Здесь речь идет о складывающихся отношениях транспортно-технического характера. Они регулируются как

международными договорами, так и нормами внутреннего административного права.

Что касается основных правоотношений, сердцевины отношений в международной перевозке, которые складываются в связи с непосредственной организацией и осуществлением перевозки пассажиров, грузов, багажа, то это отношения международного частного права. Нормативными источниками, регулирующими эти отношения, являются международные договоры, а также нормы внутреннего гражданского и транспортного права.

Характеризуя международные источники транспортного права, следует обратить внимание на то, что они могут быть классифицированы в зависимости от видов. В соответствии с данным критерием выделяют международные конвенции и протоколы к ним, межгосударственные соглашения, межправительственные соглашения, соглашения органов исполнительной власти государств в области транспорта (министерств транспорта, министерств путей сообщения и др.), соглашения между транспортными структурами государств.

Безусловно, нормы международных транспортных конвенций подлежат обязательному исполнению транспортными организациями государств, заключивших соответствующие конвенции. Такой вывод базируется на положениях п. 4 ст. 15 Конституции РФ, согласно которому "общепризнанные принципы и нормы международного права и международные договоры Российской Федерации являются составной частью ее правовой системы".

Наибольшую сложность представляет определение юридической силы актов международных межгосударственных транспортных организаций. Большинство юристов склонно рассматривать акты таких транспортных организаций не в качестве норм международного права, а как акты рекомендательного характера[1].

Что касается актов международных неправительственных транспортных организаций, то наиболее близки к истине мнения, согласно которым закрепленные в этих актах правила применяются только при наличии на них ссылки в транспортных документах.

Представляет законный интерес вопрос о принципах соотношения и применения между-народных нормативных актов и внутреннего (национального) законодательства. **Общий принцип применения международных нормативных транспортных актов и внутреннего (национального) законодательства РФ** гласит: если Российская Федерация участвует в соответствующем международном соглашении, то применяются нормы этого соглашения.

Из данного принципа логично вытекает второй принцип: если международным соглашением установлены положения, отличающиеся от положений национального законодательства, применяются положения международного соглашения. Он находит закрепление в п. 2 ст. 7 Гражданского кодекса РФ.

Сущность же третьего принципа состоит в следующем: если международным законодательством не урегулирован какой-либо вопрос перевозки, применяется нормативный источник национального законодательства, в котором этот вопрос нашел четкую регламентацию.

Международные транспортные организации

Понятие и классификация международных транспортных организаций

В организации правовой регламентации международных перевозок большую роль играют международные транспортные организации. Их полномочия в правовой области достаточно разнообразны. В **компетенцию международных транспортных организаций** входит разработка проектов международных договоров, подготовка транспортных и технико-регламентационных правил перевозки грузов, пассажиров и багажа, проформ транспортных договоров. Они дают заключения и рекомендации по

применению международных норм. В их компетенцию входит также толкование действующих соглашений, урегулирование споров путем посредничества и арбитража.

Особенно значительна роль международных транспортных организаций в правовой области, связанной с подготовкой и принятием международных транспортных конвенций. Обычно эти правовые акты подписываются на дипломатических и иных конференциях. Однако этому акту предшествует кропотливая работа по согласованию ряда позиций участников, выработке компромиссных формулировок, устранению противоречий. Она проводится в рабочих группах и юридических комитетах международных транспортных организаций. Такая работа, по сути, предопределяет качество международных конвенций и полноту охвата ими регулируемых вопросов.

Процесс создания международных транспортных организаций начался в конце XIX века, развивался он достаточно активно. В настоящее время создана и действует весьма разветвленная система этих организаций. Так, только в области воздушного транспорта действует около 30 международных транспортных организаций[1].

Организационные основы, характер и объем полномочий международных транспортных организаций имеют существенные различия, что позволяет дать их классификацию.

Так, в зависимости от организационной формы можно выделить межправительственные и неправительственные транспортные организации. **Главные задачи межправительственных транспортных организаций** заключаются в выработке стратегии международных транспортных связей, их оптимизации, а также в обеспечении надлежащего исполнения международных конвенций. К таким межправительственным транспортным организациям относятся, например, Межправительственная морская консультативная организация (ИМКО), Международная морская организация (ИМО), Международная организация гражданской авиации (ИКАО), Центральное бюро международных железнодорожных сообщений.

Компетенция неправительственных международных транспортных организаций - рассмотрение главным образом организационных, а также технико-юридических вопросов транспортной деятельности на международном рынке транспортных услуг. Среди неправительственных транспортных организаций заметную роль играют на морском транспорте – Балтийская и международная морская организация (БИМКО), Международная ассоциация независимых владельцев танкеров (ИНТЕРТАНКО); на железнодорожном транспорте – Международный комитет железнодорожного транспорта в Берне; на автомобильном транспорте – Международный союз автомобильного транспорта (ИРУ); на воздушном транспорте – Международная ассоциация воздушного транспорта (ИАТА).

В зависимости от характера рассматриваемых вопросов можно выделить международные организации, компетентные рассматривать наряду с различными аспектами международной деятельности, связанные с ними общие проблемы функционирования международного транспорта и международные транспортные организации, полномочные решать только вопросы деятельности международного транспорта, осуществления им транспортных услуг. К первой группе относится Комиссия ООН по праву международной торговли (ЮНСИТРАЛ). Ее основная задача заключается в обеспечении прогрессивной гармонизации и унификации права как в области международной торговли, так и в области международного транспорта. Эту группу составляют также Международный институт по унификации частного права, Комитет по внутреннему транспорту Европейской комиссии ООН и некоторые другие.

Вторую группу представляет значительное количество международных транспортных организаций. Весьма авторитетной международной транспортной организацией этой группы является Международная организация гражданской авиации (ИКАО), которая, являясь специализированным учреждением ООН, призвана решать проблемы,

связанные с неразумной конкуренцией на воздушном транспорте, а также разрабатывать международные конвенции по регулированию воздушных перевозок. Вторая группа включает также Международный союз автомобильного транспорта (ИРУ), одной из целей деятельности которого является рассмотрение вопросов об использовании в международных автомобильных перевозках международных транспортных документов и выработка рекомендаций по их применению. На железнодорожном транспорте действует Центральное бюро международных железнодорожных сообщений в Берне, главной задачей которого является ведение дел участников Международной конвенции о железнодорожных перевозках грузов (МГК) и Международной конвенции о железнодорожных перевозках пассажиров и багажа (МПК). На морском транспорте - это Международный морской комитет (ММК), созданный специально для изучения правовых проблем торгового мореплавания и выработки необходимых рекомендаций.

Международные транспортные организации могут быть классифицированы по территориальному признаку. В первые десятилетия начала процесса создания международных транспортных организаций они не ограничивались определенными территориальными рамками. К таким организациям относятся, например, Международная организация гражданской авиации (ИКАО) – 1944 г., Международная автодорожная федерация – 1948 г., Международная морская организация (ИМО) – 1949 г., Международный союз водителей грузовиков дальнего следования и соответствующих транспортных средств – 1957 г. и другие.

В начале 60-х годов XX века начался активный процесс создания региональных между-народных транспортных организаций. В качестве примера можно назвать такие организации, как Ассоциация дальневосточных авиакомпаний – 1966 г., Арабский совет гражданской авиации – 1967 г., Восточно-Африканская железнодорожная корпорация – 1969 г., Европейская конференция по пассажирским тарифам (ЕПК) – 1975 г., Ассоциация авиакомпаний Европейского сообщества – 1980 г. и многие другие. Вполне

понятно, что их деятельность ограничивается рамками соответствующих регионов.

Возможна классификация международных транспортных организаций в зависимости от видов транспорта, функционирование которых является объектом их деятельности. В рамках этого критерия следует выделит пять классификационных групп. К ним относятся группы международных транспортных организаций, представляющие следующие виды транспорта:

1) автомобильный,

2) железнодорожный,

3) воздушный,

4) морской,

5) речной.

Международные транспортные организации видов транспорта

Значительное количество международных транспортных организаций создано по видам транспорта. Среди них имеются как межправительственные, так и внеправительственные организации, организации, решающие общие вопросы и специальные вопросы, внерегиональные и региональные организации. Существенно отличаются международные организации, представляющие раз-личные виды транспорта по количественному составу. Наименее малочисленными являются между-народные организации в области наземного транспорта.

Международные организации по автомобильному транспорту и автомобильным дорогам представлены Международным союзом автомобильного транспорта (ИРУ), Международной автодорожной федерацией, Международным союзом водителей грузовиков дальнего следования и соответствующих транспортных средств и некоторыми другими. Круг их полномочий связан с решением вопросов об унификации правил дорожного движения, разработки и внедрения единых форм автотранспортных документов, единообразном регулировании ответственности сторон при перевозках пассажиров, багажа, грузов.

К международным организациям по железнодорожному транспорту относятся, прежде всего, Центральное бюро международных железнодорожных сообщений в Берне и Международный комитет железнодорожного транспорта в Берне. Их отличия в первую очередь касаются организационной формы и выполняемых задач. Центральное бюро международных железнодорожных сообщений в Берне относится к межправительственным организациям. Главная задача этой организации состоит в обеспечении исполнения международных конвенций о железнодорожных перевозках грузов, пассажиров и багажа (МГК и МПК). Неправительственной организацией является Международный комитет железнодорожного транспорта в Берне. Он разрабатывает правовые вопросы международных железнодорожных перевозок. Так, в дополнение к Бернским международным грузовым конвенциям, именуемым CIM-COTIF, Комитетом разработан ряд соглашений, правил, инструкций и постановлений. Это, например, Соглашение о перевозке грузов курьерской скоростью, Правила международных грузовых сообщений, Правила перевозки опасных грузов и другие.

Для обеспечения исполнения положений Бернских конвенций CIM-COTIF была создана Организация международного железнодорожного транспорта (OTIF).

Среди других международных организация в области железнодорожного транспорта следует выделить группу региональных организаций. Она включает, например, Европейский союз по железнодорожным перевозкам западноевропейских стран. Он был создан для представления и защиты интересов европейских железнодорожных структур во взаимоотношениях с другими международными транспортными организациями, а также национальных транспортных организаций по вопросам организации и осуществления перевозок грузов, пассажиров и багажа.

Аналогичную функцию в своем регионе выполняет такая международная организация, как Восточно-Африканская железнодорожная корпорация.

Наиболее многочисленными международными организациями представлены водные и воздушный виды транспорта. Так, только в области морского транспорта действует свыше 100 организаций[1]. Их влияние на развитие международного морского транспорта и использование его в торговом мореплавании весьма существенно. Они также воздействуют на развитие морского права, в том числе, путем разработки различных проектов международных договоров и соглашений, подготовки морских регламентов, положений, руководств, правил перевозки пассажиров, багажа, грузов, разработки проформ транспортных перевозочных документов.

Международные морские организации призваны давать заключения по применению норм международно-правовых источников, толкования действующих договоров и соглашений. Важной их функцией является урегулирование споров путем посредничества и арбитража.

К международным морским организациям относится, прежде всего, функционирующий в рамках Конференции ООН по торговле и развитию (ЮНКТАД) Комитет по морским перевозкам, который активно занимается проблемами организации и осуществления внешнеторгового море-плавания. Именно ему принадлежит авторство введения международной регламентации конференциальной системы, завершившейся принятием Кодекса поведения линейных конференция, который вступил в силу в 1953 году.

Комитет закрепил в Кодексе концепцию открытых линейных конференций с преимущественным правом участия национальных судоходных линий стран, торговля которых обслуживается конференцией. Кроме того, в нем отражены принципы распределения перевозок и фрахта, функционирование механизма консультаций конференций с грузоотправителями и их организациями.

Активное воздействие на формирование и совершенствование нормативной базы, регулирующей деятельность морского транспорта, оказывают Межправительственная консультативная организация (ИМКО), а также две

неправительственные организации – Балтийский и между-народный морской совет (в прошлом конференция), именуемый сокращенно БИМКО, и Между-народный морской комитет (ММК).

ИМКО подготовила Конвенцию по облегчению международного морского судоходства от 9 апреля 1965 гола. В рамках ИМКО разработана Афинская конвенция, посвященная морским перевозкам пассажиров, багажа и ручной клади. Она была подписана 13 декабря 1974 года.

Весьма активно действует БИМКО. Занимаясь вопросами фрахтования морских судов, эта организация подготовила и издала ряд документов, регулирующих порядок фрахтования. Например, БИМКО выработал достаточно простые формы фрахтования судов на основе проформ чартера. Их разработано более 60. Этой неправительственной организацией подготовлен и издан ряд проформ линейных коносаментов, которые активно используются на практике.[2]

БИМКО публикует используемые в чартере оговорки, а также дает их толкование. Юридическая сила рекомендованных БИМКО проформ имеет ту особенность, что они обязательны для членов этой организации и не могут считаться обязательными для тех перевозчиков, кто в ней не состоит.

Что касается Международного морского комитета, то он специально создан для изучения правовых проблем торгового мореплавания и разработки наиболее значимых договоров и соглашений. Так, в середине 60-х годов XX века ММК был подготовлен проект соглашения о коносаменте (Висбийские правила). Этот документ стал основой Брюссельского протокола, принятого 23 февраля 1968 года. Кроме того, ММК принял Йорк-Антверпенские правила об общей аварии.

В области речного транспорта наиболее активно работают такие международные организации, как Дунайская комиссия и Центральная комиссия судоходства по Рейну. Они занимаются вопросами разработки проектов соглашений по упрощению правил перевозки пассажиров, багажа,

грузов, установления единообразных норм, связанных с осуществлением таможенных, санитарных, фитосанитарных и других административных процедур.

В области воздушного транспорта действует Международная организация гражданской авиации (ИКАО). Эта одна из наиболее крупных межправительственных организаций, в компетенцию которой входит охват всех сторон деятельности гражданской авиации. Другой важной организацией, относящейся к разряду неправительственных, является Международная ассоциация воздушного транспорта (ИАТА).

Договоры международной перевозки

Понятия и виды договора международной перевозки

Международные перевозки осуществляются на основе договоров. Существуют международные договоры перевозки груза и пассажира. В свою очередь каждый из них подразделяется на договоры перевозки соответствующим видом транспорта: автомобильным, железнодорожным, воздушным, морским, речным. В конвенциях и соглашениях, регулирующих перевозки различными видами транспорта, отсутствуют определения указанных договоров перевозки.

Исключение составляет Конвенция о морской перевозке грузов 1978 г., в которой договор перевозки груза определяется как договор, в соответствии с которым перевозчик за уплату фрахта обязуется перевезти груз морем из одного порта в другой.

Брюссельская конвенция об унификации некоторых правил о коносаменте 1921 г., Афинская конвенция о перевозке морем пассажиров и багажа 1974 г., Конвенция о договоре международной перевозки грузов автомобильным транспортом 1956 г. и Конвенция о договоре международной автомобильной перевозке пассажиров и багажа 1973 г. содержат лишь общие положения о применении договора перевозки.

Так, в Афинской конвенции о перевозке морем пассажиров и их багажа 1974 г. дается следующее определение договора перевозки пассажира – это «заключенный перевозчиком или от его имени договор о перевозке пассажира или, в соответствующем случае, пассажира и его багажа». Здесь не раскрывается ни содержание, ни основные условия договора.

Что касается других транспортных международных источников, то в них, как правило, косвенно указывается на то обстоятельство, что перевозки осуществляются на основании договоров.

Исходя из положений международных источников, **договор международной перевозки** можно определить как соглашение, по которому перевозчик берет на себя обязанность доставить груз или пассажира по маршруту, связанному с пересечением государственной границы, в пункт назначения, а грузоотправитель или пассажир обязуется уплатить провозную плату.

В конвенциях и соглашениях содержатся важные положения, характеризующие роль договора международной перевозки в перевозочном процессе. Прежде всего договор является правовым основанием возникновения обязательств между перевозчиком с одной стороны и грузоотправителем (пассажиром) с другой стороны. На это обращается внимание, в частности, в Конвенции о договоре международной перевозки грузов автомобильным транспортом 1956 г. и Конвенции для унификации некоторых правил, касающихся международных воздушных перевозок 1929 г.

В соответствии с международными источниками договор призван также конкретизировать условия перевозки, которые в общем виде закреплены в конвенциях и соглашениях, а также в национальных транспортных законодательных актах.

Кроме того договор международной перевозки служит правовой основой имущественной ответственности сторон при неисполнении или ненадлежащем исполнении обязательств, связанных с перевозкой. Это положение закреплено практически во всех конвенциях и соглашениях,

регулирующих перевозки пассажиров, багажа и грузов различными видами транспорта. Такова общая характеристика договора международной перевозки. Рассмотрим отдельные его виды.

Договор международной перевозки груза

Договор международной перевозки груза и договор перевозки груза во внутреннем сообщении не имеют принципиальных отличий и относятся к договорам одного типа. В своей основе характеристики и структурные элементы этих договоров совпадают. Это относится, прежде всего, к их предмету, юридическим признакам, сторонам, содержанию.

Вместе с тем между ними имеются и определенные различия. В отличие от договора перевозки груза во внутреннем сообщении договор международной перевозки груза регламентируется в первую очередь международно-правовыми источниками, а при их отсутствии или неурегулированности ими отдельных вопросов – нормами внутреннего (национального) законодательства.

Существенная особенность данного вида международного договора касается круга его участников. Как правило, одной из сторон в договоре выступает иностранное физическое или юридическое лицо.

Следующая особенность связана с отдельными параметрами договора международной перевозки груза. Имеются в виду, прежде всего, такие условия договора, как провозные платежи, сроки доставки, ответственность сторон. Некоторые из них существенно отличаются от условий договора во внутренней перевозке, например, применяемые при неисполнении или ненадлежащим исполнении сторонами своих обязательств санкций и их размеры. Отличия имеют и вопросы о спорах в связи с перевозкой, в том числе аспекты, связанные с претензией и иском, сроками их предъявления, юрисдикцией.

Еще одна особенность касается транспортной документации, оформляемой при между-народных перевозках. Договор международной перевозки грузов

отличается от аналогичного договора во внутренних перевозках формой и прилагаемым к договору комплектом обязательных товарно-транспортных документов. Эти документы выполняют различные функции. Во-первых, они закрепляют права и обязанности сторон. Во-вторых, документы определяют условия перевозки.
В-третьих, они содержат указания перевозчику. И, наконец, в-четвертых, они позволяют выполнить необходимые формальности, связанные с пересечением государственной границы.

Сам договор международной перевозки груза подтверждается специальным документом. Транспортные конвенции и соглашения относят к ним такие, как накладная, коносамент, транспортный документ, перевозочный документ, средство, сохраняющее запись о предстоящей перевозке.

На практике исторически сложилось так, что существуют две **основные системы транспортных документов, подтверждающих заключение договора международной перевозки груза**:

- накладная, применяемая при осуществлении автомобильных, железнодорожных и воздушных перевозок, а также перевозок речным транспортам;
- коносамент, применяемый при морских перевозках и перевозках речным транспортом.

Не затрагивая общих черт, присущих обеим системам транспортной документации, отметим лишь отличия между ними.

Накладной присущи урегулированные в международных актах определенная форма, четкий набор реквизитов и точное содержание. Что касается коносамента, то в отношении этого договора имеется лишь указание на минимальный перечень реквизитов.

Отличие коносамента от накладной - коносамент составляется перевозчиком (капитаном корабля), только им подписывается и вручается грузоотправителю, а накладная составляется, как правило, грузоотправителем, и только отдельные сведения вносятся в нее

перевозчиком, и подписывается обеими сторонами. Данные, на первый взгляд, формальные отличия влияют, прежде всего, на правовую оценку коносамента, а также на его доказательственное значение.

Заключается это в том, что коносамент является товарораспорядительным документом с вытекающими из этого соответствующими правовыми последствиями. Накладной это качество не присуще. Она относится к товаросопроводительным документам.

Существенной отличительной особенностью транспортных документов, подтверждающих заключение договора международной перевозки груза, является закрепление в конвенциях положения о том, что их отсутствие, неправильность или потеря не отражается ни на существовании, ни на действительности договора перевозки (ст. 4 Конвенции о договоре международной (дорожной) перевозки грузов (КДПГ) 1956 г., п. 2 ст. 5 Конвенции для унификации некоторых правил, касающихся международных воздушных перевозок 1929 г.).

В перевозках отдельными видами транспорта (морским, воздушным) применяются типовые формы этих документов, которые именуются проформами.

При международной перевозке грузов в отличие от внутренней перевозки к документу, подтверждающему договор перевозки, прилагается комплект дополнительных документов, необходимых для пересечения границы. Это документы, предъявляемые пограничным, таможенным, санитарным и другим официальным органом, осуществляющим административные функции. К таким документам относятся, в частности, разрешение на проезд по территории иностранного государства, документы, оформляемые в соответствии с таможенными правилами (счет-фактура на перевозимый товар, гарантийное обязательство получателя товара об оплате таможенной пошлины, сборов НДС и акцизов), документы, необходимые для прохождения санитарного и фитосанитарного контроля и другие. Оформление таких документов осуществляет, как правило,

грузоотправитель, а разрешает все вопросы, связанные с пересечением границы, перевозчик.

Имеются некоторые отличия и в порядке заключения договора международной перевозки груза. При международных перевозках достаточно широко используются генеральные соглашения, которые заключаются между сторонами, строящими свои взаимоотношения на долго-срочной основе. В этих соглашениях детально прописываются условия выполнения сторонами обязательств при осуществлении перевозок. Наряду с основными обязанностями по подготовке и предъявлению грузов к перевозке, их доставке в сохранности в пункт назначения в генеральных соглашениях определяются порядок подачи заявок на перевозки грузов, возложение таможенного оформления на перевозчика, порядок расчетов, форс-мажорные обстоятельства, ответственность перевозчика и грузоотправителя, претензии и арбитраж.

На основе генеральных соглашений для осуществления конкретных перевозок грузов обычно применяется подача заявок на календарную неделю. В заявке содержатся все необходимые данные: количество необходимых транспортных средств, наименование и количество груза, которое необходимо перевезти за неделю, график подачи транспортных средств и их конкретной диспозиции по пунктам погрузки и таможенного оформления грузов.

При осуществлении разовых перевозок грузов действует система подачи заявки (оферты). Она может акцептироваться двумя способами: официальным ответом перевозчика в письменной форме с использованием телеграфа, телекса, факса и т.п. или конклюдентными действиями перевозчика, заключающимися в подаче транспорта в указанное в заявке время и в обусловленное место погрузки. Последний способ не получил в России достаточно широкого распространения.

Договор международной перевозки пассажира

Второй вид договора международной перевозки – это договор перевозки пассажира. Как и в случае с договором международной перевозки груза договор международной перевозки пассажира также не имеет существенных отличий от договора внутренней перевозки пассажира. Это касается в первую очередь его принципиальных параметров. И договор международной перевозки пассажира и договор внутренней перевозки пассажира характеризуются как консенсуальные, взаимные и возмездные. Структурные элементы и того и другого договора – предмет, стороны, содержание, форма, сроки – за некоторым исключением практически совпадают.

Вместе с тем договор международной перевозки пассажира все же обладает некоторыми особенностями. Первая из них – наличие иностранного элемента. Суть этой особенности в том, что основу нормативной базы, регулирующую данный договор, составляют международные правовые источники. Практически в каждом виде транспорта имеется международная конвенция, регулирующая перевозки пассажиров. Кроме того, одна из сторон договора – пассажир – представляет иностранное государство. Это обстоятельство влечет определенные дополнительные правовые последствия. Они связаны с вопросами получения пассажиром визы и ее предъявления на границе, а также наличия заграничного паспорта. Без этих документов осуществление перевозки пассажира невозможно.

Как и при внутренней перевозке в процессе осуществления международной перевозки пассажир вправе изменить условия договора, а именно: при наличии возможности воспользоваться более ранним рейсам, повысить класс пассажирского места, прервать следование по маршруту с остановкой в промежуточном пункте. Однако при международной перевозке такие решения не должны противоречить действию визового режима. В случае необходимости следует решать вопрос о его продлении. В этом заключается еще одна особенность действия договора международной перевозки пассажира.

Следующая особенность договора морской перевозки пассажира заключается в документационном его оформлении. Как уже отмечалось для осуществления такой перевозки одного билета пассажира недостаточно. Необходимо наличие визы и заграничного паспорта. Документом, подтверждающим заключение договора перевозки является билет пассажира. В конвенциях он именуется индивидуальным.

Как и во внутренних перевозках билет пассажира может быть предъявительским или именным. Последний применяется на воздушном транспорте (п. «е» ст. 29 Соглашения о между-народном воздушном транспорте 1944 г.). На автомобильном и внутреннем водном транспорте могут применяться и предъявительские, и именные билеты (ст. 7 Конвенции о договоре международной автомобильной перевозки пассажиров и багажа (КАПП) 1973 г., п. 5 ст. 3 Конвенции о договоре международной перевозки пассажиров и багажа по внутренним водным путям (КППВ) 1976 г.). Этого нет на внутренних перевозках автомобильным транспортом, где применяются только предъявительские билеты пассажира и, как правило, на внутреннем водном транспорте, практикующем продажу именных билетов лишь в редких случаях.

В международных перевозках пассажиров получила распространение такая форма договора, как коллективный пассажирский билет. Так он именуется в конвенциях, регулирующих перевозки пассажиров автомобильным и речным транспортом. Конвенция для унификации некоторых правил международных воздушных перевозок 1999 г. называет его «групповым перевозочным документом» (п. 1 ст. 3). На международных железнодорожных перевозках действует система купонной книжки на группу пассажиров и контрольного купона для каждого пассажира (СМПС). Во внутренних перевозках коллективный билет предусмотрен только на внутреннем водном транспорте и только при перевозках по экскурсионно-прогулочным и туристическим маршрутам (п. 4 ст. 97 КВВТ РФ).

Важный момент, урегулированный международными конвенциями, которого нет в российском транспортном законодательстве, это положение о том, что отсутствие, неправильное оформление или потеря билета пассажира не затрагивает существования или действительности договора перевозки.

Имеются также отличия, связанные с пределами ответственности перевозчика по договору перевозки пассажира. В международных правовых источниках они конкретизированы с указанием предельных сумм возмещения в случае причинения ущерба, связанного со смертью, телесными повреждениями или нанесением другого вреда физическому здоровью пассажира. Исключение составляет только Соглашение о международном пассажирском сообщении (СМПС) 1951 г., в котором регулируются лишь пределы возмещения при полной или частичной утрате багажа или товаробагажа (ст. 33).

Что касается транспортных кодексов и уставов России, то в них не нашли закрепления абсолютные цифры пределов ответственности перевозчика за причинение вреда жизни или здоровью пассажира. Как правило, они содержат нормы, отсылающие к соответствующему законодательству Российской Федерации. Исключение составляет Кодекс торгового мореплавания РФ. В ст. 190 установлен предел ответственности перевозчика за вред, причиненный жизни или здоровью пассажира в 175 тыс. расчетных единиц.[1]

Нередко международные перевозки пассажиров сопряжены с перевозкой багажа. Такая перевозка характеризуется более сложной системой правоотношений сторон. Предъявление багажа перевозчику обусловлено наличием билета пассажира. При его отсутствии багаж к перевозке не принимается.

Таким образом договор перевозки багажа является дополнительным по отношению к договору перевозки пассажира. Он оформляется багажной квитанцией. При этом на билете пассажира ставится отметка о приеме к перевозке багажа.

Перевозка багажа характеризуется некоторыми параметрами, присущими перевозке груза. Речь идет, например, об особых условиях перевозки в качестве багажа вещей, ограниченных в обращении, о порядке определения веса багажа, его габаритов и т.п.

Вместе с тем, имеются и принципиальные отличия между перевозкой багажа и перевозкой груза. В частности, существуют ограничения веса перевозимого багажа, чего нет в перевозке груза. Второе отличие связано с жесткой привязкой маршрута следования багажа к маршруту следования пассажира, более того, обычно багаж перевозится тем же транспортом, что и пассажир. Следующее отличие касается порядка и сроков выдачи багажа.

Международные конвенции и соглашения причисляют к багажу любые предметы вплоть до автомашины, а также живых животных (Конвенция о договоре международной перевозки пассажиров и багажа по внутренним водным путям (КППВ) 1976 г., Афинская конвенция о перевозке морем пассажиров и их багажа 1974 г.). В морских перевозках наряду с понятием «багаж» употребляется понятие «каютный багаж», под которым понимается багаж, который находится в каюте пассажира или иным образом находится в его владении, под его охраной или его контролем. Это определение дается в п. 6 ст. 1 Афинской конвенции о перевозке морем пассажиров и их багажа 1974 г.

Ответственность по договору международной перевозки

Ответственность при международной перевозке груза

Общее положение об ответственности по договору международной перевозки сформулированное в транспортных конвенциях и соглашениях, заключается в следующем: в случае неисполнения или ненадлежащего исполнения сторонами договорных обязательств они несут установленную ответственность. Эта формулировка содержит по сути указание на основании ответственности, однако следует оговориться что дана она в самом общем виде.

Основания ответственности. В международных транспортных конвенциях и соглашениях нет системного изложения перечней случаев, при которых наступает ответственность сторон. Тем не менее, исходя из участников правоотношений по перевозке, можно выделить следующие две группы нарушений сторонами договора перевозки груза: нарушения договорных обязательств отправителем груза и нарушения договорных обязательств перевозчиком. Рассмотрим каждую группу.

К нарушениям, допускаемым отправителем груза, относятся прежде всего те, которые связаны с неправильностью оформления транспортных документов, несоблюдением требований, предъявляемых к упаковке грузов, повреждением транспортных средств. Практически все международные правовые источники, регулирующие перевозки грузов, указывают на неточность или недостаточность сведений о грузе, повлекшие убытки перевозчика, как основание ответственности отправителя. Наиболее полный перечень данных транспортной накладной, неполнота или искажение которых влечет ответственность отправителя, дается в Конвенции о договоре международной дорожной перевозки грузов (КДПТ) 1956 г.

Вместе с тем, Соглашение о международном железнодорожном грузовом сообщении 1951 г. дополнительно указывает на такое основание

ответственности отправителя, как внесение необходимых сведений не в ту графу накладной (§1 ст. 12).

Иной подход в определении нарушений обязательств отправителем обнаруживается в Конвенции ООН о морской перевозке грузов 1978 г. В этом международном правовом источнике отсутствует их конкретизация. Смысл общей формулировки, данной в ст. 12, сводится к тому, что отправитель несет ответственность за виновное причинение им ущерба, понесенного перевозчиком. По сути она воспроизвела положение, закрепленное в Международной конвенции об унификации некоторых правил о коносаменте 1924 г. в следующей редакции: «Отправитель не отвечает за понесенные перевозчиком или судном потери, убытки, возникшие вследствие или явившиеся результатом любой причины, если при этом не имели место действия, вина или небрежность отправителя». Отдельно указывается на ответственность отправителя за повреждение судна, происшедшее по его вине.

Таковы основные нарушения обязательств отправителя груза по договору международной перевозки, влекущие его ответственность.

Вторая группа оснований ответственности по договору международной перевозки груза, связанная с нарушениями обязательств перевозчиком, представлена такими, как неправильное использование транспортных документов, неисполнение распоряжений отправителя относительно груза, несохранность перевозимого груза, несвоевременная его доставка в пункт назначения.

Ответственность перевозчика за последствия потери или неправильное использование документов, прилагаемых к накладной, установлена только Конвенций о договоре международной дорожной перевозки грузов (КДПТ) 1956 г. На нем не лежит обязанность по проверке правильности и полноты этих документов, но, получив от отправителя, перевозчик должен использовать их строго по назначению и обеспечить полную сохранность.

Дело в том, что потеря какого-либо из транспортных документов или неправильное их использование могут причинить ущерб грузовладельцу.

В этой же Конвенции указано еще одно основание ответственности перевозчика – это неисполнение инструкций отправителя относительно изменения условий договора перевозки груза. Отправитель имеет право распоряжаться грузом в процессе перевозки и, в частности, требовать от перевозчика перерыва перевозки, изменения места, предусмотренного для сдачи груза, или сдачу груза не тому получателю, который указан в накладной. Такие требования отправителя являются обязательными для перевозчика. Если последний не может их выполнить по причинам, указанным в Конвенции, он должен сообщить об этом отправителю.

Во всех конвенциях и соглашениях, регулирующих грузовые перевозки, закреплено такое наиболее распространенное на практике нарушение перевозчиком обязательства, как несохранность груза. Разновидностями этого основания ответственности является потеря груза, а также его повреждение.

Конвенция о договоре международной дорожной перевозки грузов (КДПТ) 1956 г. конкретизирует понятие “потери груза”, выделяя полную и частичную его потерю. В Конвенции для унификации некоторых правил, касающихся международных воздушных перевозок 1929 г. указывается еще одна форма несохранности груза – это его уничтожение (п. 1 ст. 18).

Наиболее полный перечень разновидностей несохранности груза дается в Соглашении о международном железнодорожном грузовом сообщении 1951 г. Среди них перечисляются полная и частичная утрата, недостача массы, повреждение, порча груза. Наряду с несохранностью груза Соглашение называет и такое основание ответственности перевозчика, как снижение качества груза.

Следующее основание ответственности перевозчика по договору международной перевозки груза является просрочка его доставки в пункт назначения. Этому основанию в литературе дается неоднозначная оценка.

Встречаются высказывания, отрицающие ответственность перевозчика за нарушение сроков перевозки. Так, О.Н. Садиков утверждает, что ответственность транспортной организации при несоблюдении сроков перевозки в международном сообщении не наступает.[1] Это мнение не соответствует положениям конвенций и соглашений, регулирующих перевозки грузов различными видами транспорта.

Прямое указание о возложении на перевозчика ответственности за просрочку доставки груза содержится в Конвенции о договоре международной дорожной перевозки грузов (КДПТ) 1956 г. (п. 1 ст. 17). Так же этот вопрос урегулирован в Соглашении о международном железнодорожном грузовом сообщении 1951 г. (§ 3 ст. 23).

Несколько иной подход в решении данной проблемы обнаруживается в Конвенции для унификации некоторых правил, касающихся международных воздушных перевозок 1929 г. В соответствии со ст. 19 перевозчик несет ответственность за вред (подчеркнуто мной – *В.Г.*), происшедший вследствие опоздания при воздушной перевозке пассажиров, багажа или товаров. Аналогичное положение закреплено в Конвенции ООН о морской перевозке грузов 1978 г. В п. 1 ст. 5 указывается, что перевозчик несет ответственность за ущерб, являющийся результатом задержки в сдаче груза. Помимо приведенных общих положений в отдельных международных правовых источниках определены размеры санкций за нарушение сроков перевозки груза. Так, Конвенция о договоре международной дорожной перевозки грузов (КДПГ) 1956 г. содержит ограничение возмещения, которое не может превышать платы за перевозку (п. 5 ст. 23). В Конвенции ООН о морской перевозке грузов 1978 г. указывается, что ответственность перевозчика за задержку сдачи груза «ограничивается суммой, в 2,5 раза кратной фрахту, подлежащему уплате за задержанный сдачей груз, но не превышающей размеры фрахта, подлежащего уплате на основании договора морской перевозки» (п.п. «в» п. 1 ст. 6).

Условия ответственности. Для решения вопроса об ответственности перевозчика недостаточно конкретного основания, необходимы еще и соответствующие условия. В работах, посвященных международным перевозкам, отмечается, что большинство международных правовых источников возлагают ответственность на перевозчика только при наличии его вины.[2] В подтверждение этого мнения приводятся положения ряда конвенций и соглашений, содержащих перечень случаев освобождения перевозчика от ответственности. Наиболее сжатый их перечень дается в Конвенции для унификации некоторых правил, касающихся международных воздушных перевозок 1929 г. Этот источник закрепил по сути концептуальное положение, продублированное впоследствии в той или иной редакции другими транспортными конвенциями и соглашениями, согласно которому перевозчик не несет ответственности, если докажет, что, во-первых, им были приняты все необходимые меры к тому, чтобы избежать вреда или, во-вторых, такие меры невозможно было принять.

Большинство же конвенций и соглашений включают помимо указанного положения развернутый перечень случаев освобождения перевозчика от ответственности при причинении вреда. Типовыми среди них является следующие:

- вина второй стороны договора (отправителя, получателя);
- ненадлежащее качество груза, тары и упаковки;
- убыль массы груза вследствие его особых свойств;
- акты органа государственной власти;
- действие непреодолимой силы;
- военные действия.

Данный перечень содержится в Конвенции о договоре международной дорожной перевозки грузов (КДПГ) 1956 г., а также в Конвенции для унификации некоторых правил международных воздушных перевозок 1999 г.

В дополнение к типовому перечню случаев освобождения перевозчиков от ответственности Международная конвенция об унификации некоторых правил о коносаменте 1924 г. включает также такие, как:

1) спасение или попытка спасения жизней либо имущества на море;

2) риски, опасности или случайности на море или в других судоходных водах;

3) арест или задержание властями судна;

4) карантинные ограничения;

5) пожар, возникший не по вине перевозчика.

Дополнительные случаи освобождения перевозчика от ответственности содержатся и в Соглашении о международном железнодорожном грузовом сообщении 1951 г. Это следующие:

- перевозка груза на открытом подвижном составе, повлекшая несохранность груза, его порчу или снижение качества;
- сдача к перевозке предметов, не допускаемых к ней, под неправильным, неточным или неполным наименованием;
- неисполнение или ненадлежащее исполнение отправителем, получателем таможенных и других административных правил.

Опираясь на приведенные перечни оснований освобождения перевозчика от ответственности, некоторые конвенции и соглашения увязывают его ответственность с категорией его вины (например, Конвенция ООН о морской перевозке грузов 1978 г. – п. 7 ст. 5).

Следует отметить, что здесь не все так однозначно. Не случайно на страницах юридической печати высказываются и другие взгляды по вопросу об условиях ответственности перевозчика, например, о возложении на него ответственности независимо от вины. По мнению некоторых ученых-юристов перечисленные в международных конвенциях и соглашениях, а также в национальных транспортных источниках случаи освобождения перевозчика от ответственности как раз об этом и свидетельствуют[1]. Более того в некоторых международных источниках, например, в Монреальском

протоколе № 4 об изменении Варшавской конвенции 1975 г. предусмотрена ответственность воздушного перевозчика независимо от его вины.

Любопытен закрепленный в этом Протоколе перечень случаев, при наличии которых перевозчик не несет ответственности. Это дефект груза, неправильная упаковка, акт органа государственной власти. По сути они составляют перечень типовых случаев, освобождающих перевозчика от ответственности, которые закреплены в конвенциях и соглашениях, рассматривающих их, как уже отмечалось, в качестве признаков, указывающих на виновный характер ответственности перевозчика.

Впрочем, как справедливо отмечает О.Н. Садиков в практическом плане различие между ответственностью за вину и объективной ответственностью, т.е. ответственностью независимо от вины не является в настоящее время значительным.[2] По его мнению, в современных условиях быстрого роста технического прогресса и развития средств безопасности к действиям транспортных организаций предъявляются достаточно строгие требования. В связи с этим случайные обстоятельства, которые приводили бы к освобождению перевозчиков от ответственности перед отправителями и получателями грузов, становятся редким явлением[1].

Рамки ответственности перевозчика при международной перевозке груза - временной параметр, в течение которого перевозчик несет ответственность при международной перевозке груза, т.е. момент, с которого начинается ответственность, и момент, которым она прекращается**.** При решении вопроса об ответственности перевозчика нельзя обойти стороной проблему временного параметра, в течение которого перевозчик несет ответственность. Другими словами, важно определить, с какого момента перевозочного процесса при наличии оснований и условий начинается его ответственность и каким моментом она прекращается. В конвенциях и соглашениях рамки ответственности перевозчика установлены с учетом особенностей видов транспорта. Так, Конвенция о договоре международной дорожной перевозки грузов (КДПГ) 1956 г. закрепила положение, согласно

которому перевозчик несет ответственность за полную или частичную потерю груза или за его повреждение, происшедшие в промежуток времени между принятием груза к перевозке и его сдачей (п. 2 ст. 17). Такие же временные рамки установлены Соглашением о международном железнодорожном грузовом сообщении (§ 1 ст. 23).

Для воздушных перевозок срок ответственности перевозчика определяется по-другому. В соответствии с Конвенцией для унификации некоторых правил международных воздушных перевозок 1999 г. перевозчик несет ответственность за причинение вреда при условии, что событие, ставшее причиной такого вреда, произошло во время воздушной перевозки. Это время охватывает период, в течение которого груз находится под охраной перевозчика.

Близко к данной трактовке рамок ответственности перевозчика их определение в Конвенции ООН о морской перевозке грузов 1978 г. Статья 4 Конвенции закрепляет положение, согласно которому ответственность перевозчика за груз охватывает период, в течение которого груз находится в ведении перевозчика в порту погрузки, во время перевозки и в порту разгрузки.

Пределы ответственности. Важное практическое значение имеет вопрос **предела ответственности перевозчика при международной перевозке груза**, т.е. о максимуме возмещения вреда, причиненного грузовладельцу. Единообразия в регулировании этого вопроса нет. В частности, Конвенция о договоре международной дорожной перевозки грузов (КДПГ) 1956 г. установлен предел возмещения в 25 франков за килограмм недостающего веса брутто.

Соглашение о международном железнодорожном грузовом сообщении 1951 г. не фиксирует предельную сумму возмещения, а закрепляет положение, согласно которому его размер определяется на основании стоимости груза либо в сумме объявленной ценности (§ 1, 2 ст. 25). В отношении домашних вещей, перевозимых с отметкой в накладной “без объявления ценности”

железная дорога выплачивает возмещение из расчета 6 швейцарских франков за килограмм массы утраченного груза.

Что касается конвенций, регулирующих перевозки грузов воздушным и морским транспортом, то их анализ свидетельствует, во-первых, о тенденции роста пределов ответственности перевозчика, а во-вторых, об отказе от фиксации пределов ответственности суммами, начисляемыми франками, и пере-ходе на так называемые специальные права заимствования – расчетные единицы Международного валютного фонда. Оперирование ими позволяет учитывать колебания курсов валют и процесс инфляции.

Так, в соответствии с Конвенцией для унификации некоторых правил, касающихся между-народных воздушных перевозок 1929 г. при перевозке товаров ответственность перевозчика ограничивается суммой в 250 франков за килограмм. А уже в Конвенции для унификации некоторых правил международных воздушных перевозок 1999 г. такая сумма определяется исходя из расчета 17 специальных прав заимствования за килограмм веса груза.

На морском транспорте картина такая. Пределы ответственности перевозчика также исчисляются в расчетных единицах. Например, Международная конвенция об унификации некоторых правил о коносаменте 1924 г. установила этот предел в 666,67 расчетных единиц за место либо 2 расчетные единицы за килограмм веса. Более поздний международный правовой источник – Конвенция ООН о морской перевозке грузов 1978 г. – повысил предел ответственности перевозчика соответственно до 835 расчетных единиц за место и 2,5 расчетные единицы за килограмм веса.

Ответственность перевозчика по договору международной перевозки пассажиров

Основания ответственности. Вопросы ответственности перевозчика по договору международной перевозки пассажира регулируется конвенциями и соглашениями, посвященными этим перевозкам различными видами

транспорта. В них достаточно определенно сформулировано такое основание его ответственности, как ущерб, причиненный, в результате смерти пассажира или нанесения ему телесных повреждений. Данная формулировка зафиксирована в Афинской конвенции о перевозке морем пассажиров и их багажа 1974 г., а также в Конвенции для унификаций некоторых правил международных воздушных перевозок 1999 г.

Более развернутый перечень основания содержится в Конвенции о договоре международной автомобильной перевозки пассажиров и багажа (КАПП) 1973 г. В ней указано, что перевозчик несет ответственность за ущерб, связанный со смертью, телесными повреждениями или нанесением любого другого вреда физическому или психическому здоровью пассажира в результате происшествия (п. 1 ст. 11). Этот перечень оснований дается и в Конвенции о договоре международной перевозки пассажиров и багажа по внутренним водным путям (КППВ) 1976 г. Обращает на себя внимание выделение такого основания, как причинение ущерба, повлекшего вред психического здоровья пассажира. Только в указанных двух международных источниках закреплено данное основание.

Следующее основание касается ответственности перевозчика в связи с ущербом, причиненным несвоевременной доставкой пассажира в пункт назначения. Такое нарушение обязательства перевозчика и ответственность за него закреплены только на воздушном транспорте. В Конвенции для унификации некоторых правил международных воздушных перевозок 1999 г. имеется специальная статья – “Задержка”, возлагающая на перевозчика ответственность за вред, причиненный вследствие задержки при воздушной перевозке пассажира. Более того, Конвенция конкретизирует предельную сумму ответственности, которая составляет 4150 специальных прав заимствования.

Основаниями ответственности при перевозке багажа являются его уничтожение, утеря или повреждение. Они закреплены практически во всех конвенциях и соглашениях, регулирующих перевозку пассажиров и багажа.

Так, Конвенция о договоре международной автомобильной перевозки пассажиров и багажа (КАПП) 1973 г., Конвенция о договоре международной перевозки пассажиров и багажа по внутренним водным путям (КППВ) 1976 г. и Соглашение о международном пассажирском сообщении (СМПС) 1951 г. определяют в качестве нарушения обязательства перевозчиком полную или частичную утрату багажа. Вместе с тем в них не упоминается уничтожение багажа как основание ответственности перевозчика.

В некоторых транспортных международных правовых источниках выделяется такое основание ответственности перевозчика, как просрочка доставки багажа. Данное основание закреплено в ст. 19 Конвенции для унификации некоторых правил международных воздушных перевозок 1999 г. и в п. 1 ст. 32 Соглашения о международном пассажирском сообщении (СМПС) 1951 г. При этом в обоих источниках указаны санкции за это нарушение обязательства.

Условия ответственности. Рассматривая вопрос об условиях ответственности перевозчика по договору международной перевозки пассажира, следует отметить, что принципиальных отличий в их оценке от тех, которые уже раскрыты применительно к международной перевозке груза, нет. В дополнение к уже изложенному по этому вопросу относительно условий ответственности перевозчика при грузовых перевозках необходимо подчеркнуть, что вопрос о его ответственности независимо от вины нашел закрепление в ряде транспортных международных правовых источниках, регулирующих перевозки пассажиров. Так, в Дополнительном соглашении к Международной конвенции о железнодорожных перевозках пассажиров и багажа 1970 г. указано, что перевозчик освобождается от ответственности перед пассажиром в случаях, наступления внешних обстоятельств и действий третьих лиц, которые он не мог предотвратить, а также при наличии вины потерпевшего.

Гватемальский протокол 1971 г. также закрепил положение, согласно которому авиакомпания освобождается от ответственности за вред здоровью

пассажира, причиненный, во-первых, состоянием его здоровья, а во-вторых, в результате вины самого пассажира.

Наконец, Конвенция для унификации некоторых правил международных воздушных перевозок 1999 г. содержит положение о том, что перевозчик освобождается от ответственности, если вред был причинен небрежностью, неправильным действием или бездействием самого пассажира (ст. 20).

Рамки ответственности. Рамки ответственности перевозчика по договору международной перевозки пассажира устанавливаются, во-первых, за ущерб, связанный со смертью или телесными повреждениями пассажира и, во-вторых, за, ущерб, связанный с полной или частичной утерей багажа или его повреждением. Что касается самого пассажира, то наиболее обще рамки ответственности определены на морском транспорте. Афинская конвенция о перевозке морем пассажи-ров и их багажа 1974 г. закрепила положение о том, что перевозчик отвечает за ущерб, причиненный в результате смерти пассажира или нанесения ему телесных повреждений, если происшествие произошло во время перевозки.

Более конкретно они определены Конвенцией для унификации некоторых правил международных воздушных перевозок 1999 г. В соответствии с п. 1 ст. 17 перевозчик отвечает за причиненный вред вследствие смерти или телесного повреждения пассажира, если происшествие произошло на борту воздушного судна или во время любых операций по посадке или высадке пассажира.

Такая же трактовка рамок ответственности дается и в Конвенции о договоре международной автомобильной перевозки пассажиров и багажа (КАПП) 1973 г.

Относительно багажа вопрос о рамках ответственности урегулирован следующим образом. Она наступает с момента принятия багажа для перевозки и заканчивается моментом его выдачи. Такие рамки ответственности установлены Соглашением о международном пассажирском сообщении (СМПС) 1951 г. На автомобильном и внутреннем водном

транспорте они в своей основе совпадают с закрепленными в Соглашении. Однако Конвенция о договоре международной авто-мобильной перевозки пассажиров и багажа (КАПП) 1973 г. (п. 1 ст. 14) и Конвенция о договоре международной перевозки пассажиров и багажа по внутренним водным путям (КППВ) 1976 г. (п. 1 ст. 8) несколько расширили эти рамки, включив в них и время сдачи багажа на хранение.

Конвенция для унификации некоторых правил международных воздушных перевозок 1999 г. решает этот вопрос несколько иначе. В соответствии с п. 2 ст. 17 перевозчик отвечает за вред, происшедший в случае уничтожения, утери или повреждения багажа, если это произошло на борту воздушного судна или во время нахождения багажа под охраной перевозчика.

Характеризуя вопрос о *пределах ответственности* перевозчика по договору международной перевозки пассажира, необходимо иметь в виду, что как и в конвенциях и соглашениях, посвященных перевозкам грузов, так и в международных правовых источниках, регулирующих перевозки пассажиров, установлены пределы ответственности, которые выражаются либо в специальных правах заимствования, либо во франках. Специальными правами заимствования оперируют, например, Афинская конвенция о перевозке морем пассажиров и их багажа 1974 г. и Конвенция для унификации некоторых правил международных воздушных перевозок 1999 г. Большинство конвенций при определении пределов ответственности перевозчика использует франки, более того, некоторые из них конкретизируют стоимость (франка). Например, в Афинской конвенции о перевозке морем пассажиров и их багажа 1974 г. определено, что франк – это единица, содержащая 65,5 миллиграмм золота 900-й пробы.

Следует отметить, что пределы ответственности перевозчика, закрепленные в международных правовых источниках, неодинаковы. Так, в соответствии с Конвенцией для унификации некоторых правил международных воздушных перевозок 1999 г. – это 100 тыс. специальных прав заимствования. По

Афинской конвенции о перевозке морем пассажиров и их багажа 1974 г. это предел составляет 700 тыс. специальных прав заимствования. Конвенция о договоре международной автомобильной перевозки пассажиров и багажа (КАПП) 1973 г. установила сумму в 250 тыс. франков. А Конвенция о договоре международной перевозки пассажиров и багажа по внутренним водным путям (КППВ) 1976 г. – 200 тыс. франков.

Особенности международных перевозок автомобильным транспортом и их регламентация

Общая характеристика международных автомобильных перевозок

Автомобильные перевозки активно развиваются на международном рынке. Примерно поло-вина перевозок внешнеторговых грузов, осуществляемых между странами Евросоюза, приходится на долю автомобильного транспорта [1].

Международные автомобильные перевозки имеют ряд существенных особенностей. Они касаются организации международных автомобильных сообщений, обеспечения безопасности перевозок, получения разрешения на пересечение государственных границ, оказания технической помощи иностранным автотранспортным средствам, установления правовых гарантий возмещения ущерба в случаях причинения гражданам и юридическим лицам вреда на территории иностранного государства.

Принципиальное значение имеет вопрос безопасности осуществления международных перевозок. Система мер по ее обеспечению включает использование транспортных артерий, отвечающих международным стандартам, установление единообразных правил дорожного движения, дорожных знаков и сигналов, осуществление контроля за их соблюдением, установление ответственности за нарушение правил дорожного движения.

Источники, регулирующие международные автомобильные перевозки

Перечисленные особенности нашли отражение в международно-правовой регламентации перевозок автомобильным транспортом и сопутствующей ей системе действующих институтов организационно-технического характера.

Исходя из целей международные правовые акты об автомобильных перевозках, автотранспорте и транспортных артериях могут быть классифицированы на пять групп. **Классификационные группы международных правовых актов, регулирующих автомобильные перевозки, автотранспорт и транспортные артерии, закрепляют**:

1) установление автомобильных сообщений;

2) организацию регулярных международных автомобильных линий;

3) использование автотранспортных артерий, требования к водителям и транспортным средствам;

4) осуществление перевозок грузов;

5) перевозки пассажиров.

К первой группе относятся соглашения о международных автомобильных сообщениях. В последние десятилетия между европейскими странами активизировался процесс заключения двусторонних соглашений об установлении автомобильных сообщений. Это, как правило, межправительственные соглашения. В качестве примера можно сослаться на такие соглашения: «Соглашение между правительством СССР и правительством Королевства Испании о международном автомобильном сообщении» 1986 г., «Соглашение между правительством СССР и правительством Итальянской Республики о международном пассажирском и грузовом сообщении» 1984 г. и другие. Всего в настоящее время с участием Российской Федерации и других государств действует свыше 35 соглашений. Все они носят типовой характер и структурно состоят из трех разделов: общие положения, пассажирское сообщение и грузовое сообщение.

В общих положениях дается понятие международной автомобильной перевозки, определяются автомобильные трассы, открытые для

международного автомобильного сообщения, их правовой режим, устанавливаются конкретные маршруты автомобильного движения. Кроме того, в них закрепляются порядок выдачи разрешения на перевозки и распределение их объемов между странами в равных долях, требования к техническим характеристикам автотранспорта, процедура осуществления технического контроля.

В двусторонних соглашениях находит закрепление принцип разрешительной системы между-народных автомобильных перевозок грузов. В соответствии с этим принципом на каждую между-народную перевозку партии груза должно быть получено разрешение компетентного государственного органа. Такое разрешение дает право на совершение одного рейса туда и обратно, с грузом или без него, если иное не оговорено в самом разрешении.

Данный разрешительный принцип имеет исключения. Так, он не распространяется на перевозки тел и праха умерших; транспортных средств; животных; различного инвентаря и имущества, предназначенных для проведения спортивных мероприятий; театральных декораций и реквизита; музыкальных инструментов; оборудования и принадлежностей для киносъемки, радио- и телевизионных передач; экспонатов, оборудования и материалов, предназначенных для ярмарок и выставок; почты; поврежденных автотранспортных средств. Исключение составляет также проезд автомобилей технической помощи.

В общих положениях двусторонних соглашений регулируются технико-организационные вопросы, касающиеся документов водителя, а также условий снабжения автотранспорта горюче-смазочными материалами и запчастями.

Соглашения закрепляют ряд требований к международной автомобильной перевозке. В частности, такие перевозки могут выполняться только перевозчиками, допущенными к ним внутренним законодательством. Другое требование касается запрета при международных перевозках осуществлять внутренние перевозки в другом государстве.

Устанавливается также обязательное страхование ответственности перевозчика на случай причинения ущерба.

В разделе о пассажирском сообщении обычно выделяются регулярные и нерегулярные перевозки и определяется порядок их осуществления.

Раздел, посвященный грузовому сообщению, как правило, устанавливает требования к транспорту, его оборудованию и к транспортным документам; особенности перевозки скоропортящихся и опасных грузов; порядок перевозок грузов в обратном направлении.

Вторая группа международно-правовых источников, регулирующих организацию регулярных международных автомобильных линий, представлена специальными межправительственными соглашениями и соглашениями между автотранспортными организациями.

В них, помимо определения регулярных автомобильных линий, предназначенных для международных перевозок, устанавливаются маршруты, расписания движения, применяемые тарифы, обязанности сторон по обеспечению перевозок, ответственность сторон.

Важность решения вопроса об обязательном функционировании регулярных линий при перевозках, как пассажиров, так и грузов заставила ряд европейских государств принять Европейское соглашение о важнейших линиях международных перевозок (СЛКП). Этот документ закрепил практическую целесообразность эксплуатации международных автомобильных линий на определенных направлениях, характеризующихся значительными постоянными сезонными объемами перевозок пассажиров и грузов.

Третью группу международно-правовых источников, регулирующих вопросы использования автотранспортных артерий, применения правил дорожного движения, дорожных знаков и сигналов, составляют Конвенция о дорожном движении 1968 г. и Европейское соглашение 1971 г., дополняющее эту Конвенцию, а также Конвенция о дорожных знаках и сигналах 1978 г.

Конвенция 1968 г. установила единообразные правила дорожного движения, закрепила требования к водителям, требования к автотранспортным средствам и регистрационным номерам. Ею утверждены образцы международных водительских удостоверений, определен порядок лишения водителей права пользоваться удостоверением при нарушении правил дорожного движения.

Что касается Конвенции о дорожных знаках и сигналах, то она ввела единообразную систему дорожных знаков и сигналов и закрепила требования к их оформлению и расположению, а также порядок соблюдения. В Конвенции дается подробная характеристика каждого знака, сигнала.

Ведущее место в классификации международно-правовых актов, регулирующих автомобильные перевозки, принадлежит источникам, составляющим четвертую и пятую классификационные группы. Они регламентируют перевозки соответственно грузов и пассажиров. Особая роль этих источников обусловлена тем обстоятельством, что нормативно-правовые акты всех остальных групп выполняют по отношению к ним служебную роль. Четвертая классификационная группа включает Конвенцию о договоре международной дорожной перевозки грузов 1961 г., Европейское соглашение о международной перевозке опасных грузов 1969 г. и Соглашение о международных перевозках скоропортящихся пищевых продуктов и специальных транспортных средств, предназначенных для этих грузов 1976 г. Пятая группа представлена помимо двухсторонних соглашений Конвенцией о договоре международной автомобильной перевозки пассажиров и багажа 1973 г.

Конвенция о договоре международной дорожной перевозки грузов (ЦМР)

Основные положения Конвенции ЦМР

Среди источников, регулирующих международную перевозку грузов, выделяется Конвенция о договоре международной дорожной перевозки

грузов, сокращенно CMR, российская версия – ЦМР. В литературе встречается еще один вариант ее сокращенного обозначения по начальным буквам русского наименования - КДПГ.

Это один из основополагающих нормативно-правовых актов, оказывающих заметное влияние на источники, регулирующие отношения в области международного транспорта.

Принятие Конвенции было инициировано Комитетом по внутреннему транспорту Европейской комиссии ООН. Заключенная в Женеве, она вступила в силу 2 июля 1961 года. СССР присоединился к Конвенции 1 августа 1983 года, поэтому Россия, как правопреемница СССР является ее участницей.

Сфера действия Конвенции – международные автомобильные перевозки грузов. Ее положения применяются, если хотя бы одно из двух мест - принятия и доставки груза находится в стране, являющейся участницей Конвенции. При неурегулированности этим правовым документом отдельных условий договора перевозки груза применяются нормы национального законодательства одной из сторон договора.

Императивный характер Конвенции ЦМР заключается в обязательности ее норм для сторон договора перевозки груза**.** Это означает, что любые положения договора перевозки груза, противоречащие Конвенции, признаются недействительными.

Основные положения Конвенции касаются оформления перевозки, приема груза к перевозке, сроков доставки груза, выдачи его, ответственности, претензий и исков.

В соответствие с Конвенцией при перевозке груза оформляется накладная. Этот документ не является договором перевозки груза, а лишь подтверждает факт заключения договора перевозки.

Конвенция не содержит форму накладной, однако в ней определены обязательные и дополнительные реквизиты этого документа. К обязательным относятся:

- дата и место составления накладной;
- наименование и адрес отправителя;
- наименование и адрес перевозчика;
- дата и место принятия груза к перевозке;
- место сдачи груза;
- наименование и адрес получателя;
- обозначение характера груза и род его упаковки;
- число грузовых мест, их маркировка, нумерация мест;
- масса груза брутто или количество груза, выраженное в других единицах измерения;
- платежи, связанные с перевозкой (провозные и дополнительные платежи, таможенные пошлины и сборы), а также другие платежи, взимаемые с момента заключения договора перевозки и до сдачи груза;
- инструкции перевозчику, требуемые для выполнения таможенных и других формальностей;
- указание, что перевозка осуществляется в соответствии с положениями Конвенции, независимо от содержания любых оговорок.

Дополнительными реквизитами могут быть:
- указание отправителя, что перегрузка не разрешается;
- виды и суммы платежей, оплаченных отправителем;
- виды и суммы платежей, подлежащих оплате получателем;
- объявленная отправителем стоимость груза;
- согласованный интерес, в течение которого перевозка должна быть осуществлена;
- сумма, представляющая специальный интерес отправителя или получателя в доставке груза в согласованный срок;
- перечень документов, переданных перевозчику;
- инструкция перевозчику относительно страхования груза.

Форма накладной разработана Международным союзом автомобильного транспорта (ИРУ). Она носит рекомендательный характер. Поэтому стороны

могут использовать свою форму накладной. Но такая накладная должна содержать обязательные и дополнительные реквизиты, указанные в Конвенции. Приведенный их перечень показывает, что он достаточно полно отражает условия перевозки груза в международном сообщении. Не случайно на практике стороны весьма редко прибегают к включению в накладную каких-либо реквизитов помимо перечисленных.

Накладная составляется в трех экземплярах, имеющих одинаковую юридическую силу. На практике используются копии накладных по числу пересекаемых при перевозке груза границ для вручения компетентным органом при выполнении таможенных и иных процедур.

Регламентация порядка перевозки груза и его выдачи грузополучателю

В Конвенции нашла регламентацию процедура приема груза к перевозке, его перевозки и выдачи получателю. В частности, определены обязанности перевозчика по приему груза к перевозке, заключающиеся в проверке правильности содержащихся в накладной сведений о количестве грузовых мест, их маркировки и нумерации. Проверке подлежат также внешнее состояние груза и его упаковки. Отправитель вправе потребовать от перевозчика проверки количества груза и содержимого грузовых мест. При обнаружении нарушений перевозчик фиксирует в накладной соответствующие оговорки. Презюмируется, что отсутствие таких оговорок свидетельствует о том, что груз и упаковка отвечают условиям перевозки, а сведения о них верны.

Отправитель несет ответственность перед перевозчиком за ущерб, причиненный ему неполнотой или недостоверностью сведений о грузе.

В процессе перевозки отправитель вправе потребовать прекращения перевозки, изменения места доставки груза, выдачи его другому получателю. Это право действует до момента вручения получателю второго экземпляра накладной.

Особенностью завершающего этапа перевозки – выдачи груза – является то, что по Конвенции получатель вправе, но не обязан принять груз. При его отказе принять груз перевозчик извещает отправителя об этом и ждет от него указаний, как этим грузом следует распорядиться. Не получив указаний в разумный срок, он вправе выгрузить груз и осуществить его хранение или передать на хранение третьему лицу.

При обнаружении во время приема груза факта его утраты или повреждения получатель должен сделать в накладной соответствующую запись об этом. В случае скрытых недостатков груза заявление в письменной форме должно быть направлено перевозчику не позднее 7 дней со дня принятия груза. Что касается просрочки доставки груза, то срок подачи заявления ограничивается 21 днем с момента приема груза.

В Конвенции урегулирован вопрос об ответственности перевозчика. Так, при несохранности доставки груза перевозчик обязан возместить грузовладельцу причиненный ущерб, исходя из стоимости груза. Она определяется по котировкам сырьевых и товарных бирж и аукционов или по сложившимся текущим ценам в месте погрузки груза на дату приема его к перевозке.

Вместе с тем установлен предел ответственности в размере 8,33 единицы специального права заимствования (СДР), определяемый Международным валютным фондом, за 1 кг недостающей массы брутто.

В случае просрочки доставки груза перевозчик обязан возместить понесенные убытки в пределах, не превышающих провозные платежи.

Конвенцией урегулирован претензионно-исковой порядок разрешения споров между сторонами договора перевозки груза. Установлена возможность применения претензионной процедуры до обращения в суд. Сам претензионный порядок не является обязательным, поэтому непредъявление претензии перевозчику не лишает лицо, понесшее убытки, права на иск.

Срок исковой давности согласно Конвенции составляет один год, а в случае умысла в неправомерных действиях перевозчика – три года. Иск подается в

суд страны, на территории которой ответчик имеет обычное местожительство или имеет местонахождение своего основного коммерческого предприятия либо в суд страны, в которой находится место принятия груза к перевозке или место, предназначенное для его сдачи.

Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов. Соглашение о международных перевозках скоропортящихся пищевых продуктов и специальных транспортных средств, предназначенных для этих перевозок

Существенную специфику имеют перевозки особых видов грузов, к числу которых относятся опасные грузы, скоропортящиеся продукты и некоторые другие грузы. Поэтому международные автомобильные перевозки грузов регулируются не только Конвенцией о договоре международной дорожной перевозки грузов. Кроме нее принято два соглашения, предметом регулирования которых стали условия перевозки отдельных видов грузов. Это Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов и Соглашение о международных перевозках скоропортящихся пищевых продуктов и специальных транспортных средств, предназначенных для этих перевозок.

Характеристика Европейского соглашения о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ)

Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ) было принято 30 сентября 1957 года, а вступило в полном объеме в действие 29 января 1969 года. **Европейское соглашение о международной перевозке опасных грузов (ДОПОГ)** – международный источник, закрепляющий положения, которые относятся к водителям, осуществляющим перевозки этих грузов, к характеристике опасных грузов и требованиям к их упаковке, а также к транспортным средствам, перевозящим эти грузы.

В Соглашении дается полный перечень опасных веществ и предметов, а также содержится классификация опасных грузов. Важное практическое значение имеет выделение в нем особенностей подготовки опасных грузов к перевозке, их транспортировки и оформления перевозочных документов. В частности, закреплены требования к материалам тары и упаковки груза, к маркировке грузовых мест, к возможности совместной перевозки различных опасных грузов. Установлены предельные массы отдельных грузовых мест различных грузов, правила их погрузки и выгрузки, специфика содержания перевозочных документов.

По Соглашению перевозка опасных грузов оформляется специальной накладной ДОПОГ. Она составляется на языке отправителя и должна содержать перевод на одном из следующих языков: английский, французский или немецкий.

Что касается требований к водителям и транспортным средствам, то они сформулированы в Соглашении достаточно четко и конкретно. Водители, осуществляющие перевозку опасных грузов, должны пройти специальный курс подготовки, подтвержденный выдачей свидетельства.

Для перевозки опасных грузов используется приспособленный для соответствующего вида груза автотранспорт, оборудованный специальными знаками и сигналами.

Установление повышенных требований к организации и осуществлению перевозок опасных грузов, закрепление специальных правил преследуют главную цель – обеспечение безопасности таких перевозок.

Соглашение о международных перевозках скоропортящихся пищевых продуктов
и специальных транспортных средств, предназначенных для этих перевозок (СПС)

Соглашение о международных перевозках скоропортящихся пищевых продуктов и специальных транспортных средствах, предназначенных для

этих перевозок (СПС), было принято 1 сентября 1970 года. Вступил в силу этот нормативный акт 21 ноября 1976 года.

В нем даются перечни пищевых продуктов, относящихся к скоропортящимся, определены температурные режимы их перевозки, выделены группы продуктов, подвергающихся заморозке и глубокой заморозке.

Отдельно изложены положения относительно требований, предъявляемых к транспортным средствам, которые используются для перевозки скоропортящихся пищевых продуктов. Соглашение содержит характеристики специальных рефрижераторных транспортных средств. В нем зафиксированы параметры, которым должны отвечать рефрижераторы. Важное значение имеет закрепление методов контроля за соответствием специальных транспортных средств установленным характеристикам и требованиям.

Все это в комплексе направлено на обеспечение сохранения качества перевозимых в международном сообщении скоропортящихся пищевых продуктов.

Международные автомобильные перевозки пассажиров и багажа

Регулирование международных автомобильных перевозок пассажиров и багажа в двусторонних соглашениях

Перевозка пассажиров нашла регламентацию в различных международных источниках. Отдельные вопросы этого вида перевозок урегулированы соглашениями о международных автомобильных сообщениях, а также об организации регулярных международных автомобильных линий.

Как уже отмечалось, в двусторонних соглашениях об установлении автомобильных сообщений обычно имеется раздел о пассажирском сообщении. В нем находят регламентацию некоторые вопросы пассажирских перевозок. Выделяя регулярные и нерегулярные (туристические) перевозки

пассажиров, раздел содержит определение и особенности каждого вида. Регулярные осуществляются по установленным маршрутам и расписаниям, для них определяются согласованные тарифы.

На регулярные перевозки пассажиров распространяется разрешительный принцип. В соответствии с ним устанавливается определенный порядок выдачи разрешений, их форма, срок действия, возможность передачи разрешения другому перевозчику.

Для нерегулярных перевозок пассажиров, как правило, не устанавливается разрешительная система.

В двусторонних соглашениях обычно конкретизируются отдельные положения, касающиеся порядка выполнения пассажирских перевозок, в том числе условия продажи пассажирских билетов, предоставления льгот отдельным категориям пассажиров, тарифы.

Закрепляется важное положение о страховании иностранным перевозчиком гражданской ответственности на случай причинения вреда пассажирам.

В соглашениях об организации регулярных автомобильных линий обычно закрепляются: требования к перевозчикам; об опубликовании условий перевозки на автобусных линиях; о применяемых тарифах, а также требования к расписанию движения. Как правило в них конкретизируются обязанности перевозчика по обслуживанию пассажиров.

Как видно, в указанных соглашениях находят регламентацию лишь некоторые вопросы пассажирских перевозок.

Конвенция о договоре международной автомобильной перевозки пассажиров и багажа (КАПП)

Наиболее полное регулирование они нашли в специальном источнике – Конвенции о договоре международной автомобильной перевозки пассажиров и багажа (КАПП). Этот международный нормативный документ был разработан в рамках Комитета по внутреннему транспорту Европейской экономической комиссии ООН и 1 марта 1973 года открыт для подписания.

Основные положения Конвенции касаются документационного оформления пассажирских перевозок, ответственности при неисполнении договорных обязательств, порядка предъявления претензий и исков. К сожалению, в ней не нашли регламентации существенные вопросы, связанные с правами и обязанностями пассажиров, а также установлением норм провоза ручной клади и багажа.

По Конвенции договор перевозки пассажира оформляется билетом, причем может быть выдан индивидуальный или коллективный пассажирский билет. В ней закреплено важное положение о том, что отсутствие или утрата билета не влияет на действительность договора международной перевозки пассажира.

При сдаче пассажиром багажа ему выдается багажная квитанция. По этому документу пассажир получает багаж в пункте назначения.

Достаточно подробно в Конвенции урегулированы вопросы ответственности перевозчика. В ней закреплено принципиальное положение о том, что условием наступления ответственности перевозчика является его вина. Исходя из этого, перевозчик освобождается от ответственности, если причинение вреда пассажиру обусловлено обстоятельствами, которые перевозчик, несмотря на принятые меры, не мог предотвратить.

Вторым основанием освобождения перевозчика от ответственности является причинение вреда по вине самого пассажира.

Особое внимание в Конвенции уделяется ответственности, связанной с причинением вреда здоровью пассажира. В ней указано, что круг лиц, имеющих право на возмещение, определяется национальным законодательством суда, рассматривающего дело.

Определены предельные суммы возмещения при повреждении здоровья пассажира, при несохранности багажа, а также личных вещей и предметов, которые пассажир имеет с собой.

Что касается регулирования порядка предъявления претензий и исков, то Конвенцией установлен срок подачи претензий при несохранности багажа, он составляет 7 дней с момента, когда багаж должен быть получен. Кроме того, определен годичный срок давности, а в случае причинения вреда здоровью пассажира этот срок составляет три года.

Контроль Российской Федерации за выполнением международных автомобильных перевозок

Роль Российской Федерации в организации выполнения с международных автомобильных перевозок

В осуществлении международных автомобильных перевозок важную роль играет государство. На него возложены контрольные функции, которые

регулируются специально принятым Федеральным законом от 24.07.1998 г. № 127-ФЗ «О государственном контроле за осуществлением международных автомобильных перевозок и об ответственности за нарушение порядка их выполнения».

В Законе основное внимание уделено регламентации порядка действия разрешительной системы в процессе международной перевозки по территории Российской Федерации, а также осуществления государственного контроля за соблюдением условий выполнения международных автомобильных перевозок.

Вместе с тем, Закон закрепляет основополагающие понятия, связанные с международными автомобильными перевозками. В частности в ст. 1 международная автомобильная перевозка определяется как перевозка транспортным средством грузов или пассажиров за пределы территории Российской Федерации или на территорию Российской Федерации, а также перевозка транспортным средством грузов или пассажиров транзитом через территорию Российской Федерации.

Здесь же содержится перечисление вариантов видов этих перевозок с учетом принадлежности транспортного средства российскому или иностранному перевозчику, а также места начала и окончания перевозки. Для российского перевозчика – это проезд с территории Российской Федерации на территорию иностранного государства либо с территории одного иностранного государства на территорию другого иностранного государства через территорию Российской Федерации.

Что касается перевозки, осуществляемой иностранным перевозчиком, то ею является проезд на территорию Российской Федерации и обратно либо транзитом через территорию Российской Федерации.

Закон конкретизирует такие понятия, как регулярная и нерегулярная пассажирские автомобильные перевозки. Регулярной считается перевозка пассажиров автобусом по заранее согласованному маршруту следования с

указанием начального и конечного пунктов перевозки, остановочных пунктов движения автобуса и расписания его движения.

Формулируя понятие нерегулярной пассажирской международной автомобильной перевозки, законодатель отталкивается от противного. Поэтому в ст. 1 она определяется как перевозка, не являющаяся регулярной пассажирской международной автомобильной перевозкой.

Отдельно закреплены положения, относящиеся к видам перевозимых грузов, и, в частности, такие понятия как «крупногабаритные грузы», «тяжеловесные грузы», «опасные грузы». Сформулированные в Законе определения позволяют избежать различных толкований указанных понятий при заключении договоров перевозки груза, правильно решать вопросы ответственности сторон при неисполнении или ненадлежащем исполнении обязательств.

Возвращаясь к вопросу регламентации действия разрешительной системы при международной перевозке автомобильным транспортом, необходимо отметить закрепление в законе различных видов разрешений в зависимости от территории, по которой осуществляется перевозка, вида и характера груза, а также от срока действия разрешения.

Как документ, предоставляющий право на проезд транспортного средства по территории иностранного государства, он может быть российским и иностранным, разовым и многократным. Кроме того, выделяются специальные, а также многосторонние разрешения.

Российское разрешение выдается на проезд конкретного транспортного средства, принадлежащего иностранному перевозчику, по территории Российской Федерации. Что касается иностранного разрешения, то оно выдается на проезд конкретного транспортного средства, принадлежащего российскому перевозчику, по территории иностранного государства.

Как уже отмечалось, российские и иностранные разрешения могут быть разовыми и многократными. Разовые разрешения выдаются на одну поездку,

а многократные – на несколько поездок, при этом они действуют в течение указанного времени.

Отдельного рассмотрения требуют специальные и многосторонние разрешения. Выдача специальных разрешений необходима в первую очередь при перевозке специфических грузов, к которым относятся крупногабаритные, тяжеловесные и опасные грузы. Такое разрешение является, во-первых, разовым дополнительным разрешением на проезд конкретного транспор-тного средства с крупногабаритным или тяжеловесным либо опасным грузом по территории государства. Во-вторых, это разовое разрешение на проезд конкретного транспортного средства, принадлежащего перевозчику одного из договаривающихся государств, по территориям таких государств в третьи государства или из третьих государств.

И, наконец, последний из видов разрешений на проезд по территории иностранного государства – это многостороннее разрешение. Оно обладает универсальным характером, так как действует в течение указанного времени без ограничения числа проездов, распространяется на любое автотранспортное средство и действует на территории любого государства. Единственное ограничение касается территорий государств, по которым осуществляются поездки. Многосто-роннее разрешение действует только на территории государств, являющихся членами Европейской конвенции министров транспорта.

Осуществление государственного контроля за международными автомобильными перевозками проявляется, прежде всего, в государственном регулировании некоторых, главным образом, технико-юридических вопросов, относящихся к этим перевозкам, а, кроме того, в непосредственном участии государственных органов в организации их осуществления на территории Российской Федерации.

Регулирование касается как общих вопросов организации и контроля за осуществлением международных автомобильных перевозок на территории

Российской Федерации, так и конкретных аспектов, связанных с закреплением разрешительной системы этих перевозок, порядка их осуществления, установления ответственности за его нарушение.

Общие вопросы нашли регламентацию в законе «О государственном контроле за осуществлением международных автомобильных перевозок и об ответственности за нарушение порядка их выполнения». Что касается конкретных аспектов допуска российских перевозчиков на мировой рынок автотранспортных услуг, действия разрешительной системы, пропуска автотранспортных средств через Государственную границу, то они урегулированы постановлениями Правительства Российской Федерации, приказами федеральных органов исполнительной власти в области транспорта.

В качестве примера можно привести постановление Правительства Российской Федерации № 730 от 16 октября 2001г. «Об утверждении Положения о допуске российских перевозчиков к осуществлению международных автомобильных перевозок», № 60 от 19 января 1998 г., «Об утверждении Положения о пунктах пропуска через государственную границу Российской Федерации» (с изменениями на 2 февраля 2000 г.).

Среди приказов федеральных органов исполнительной власти в области транспорта особо следует выделить приказ Министерства транспорта РФ от 13 мая 1997 г. «О порядке организации работы по обеспечению российских юридических и физических лиц (перевозчиков), осуществляющих перевозки грузов и пассажиров в международном автомобильном сообщении, иностранными разрешениями на эти перевозки», а также совместный приказ Министерства транспорта РФ, Государственного таможенного комитета РФ и Федеральной пограничной службы РФ от 9 января 1997 г., утвердивших «Правила режима в пунктах пропуска автотранспортных средств через Государственную границу Российской Федерации».

Основные направления осуществления государственного контроля за соблюдением системы международных автомобильных перевозок

В действии государства по осуществлению контрольных функций можно выделить пять основных направлений. Первое касается порядка выдачи российских разрешений на международную перевозку автомобильным транспортом иностранным перевозчикам. Второе направление связано с организацией работы по обеспечению российских перевозчиков иностранными разрешениями на осуществление международной автомобильной перевозки. Третье направление заключается в осуществлении допуска российских перевозчиков на международный рынок автотранспортных услуг. Четвертое направление выражается в контроле за соблюдением владельцами удостоверений на допуск к международным автомобильным перевозкам требований законодательства Российской Федераций и международных договоров Российской Федерации, регулирующих международные автомобильные перевозки. Пятое направление связано с обеспечением соблюдения правил пропуска автотранспортных средств через Государственную границу Российской Федерации.

Рассмотрим каждое из перечисленных направлений.

Первое направление государство реализует через Министерство транспорта. Вопросами организации выдачи российских разрешений на международную перевозку автомобильным транспортом иностранным перевозчикам занимается Федеральное дорожное агентство. Для определения количества выдаваемых разрешений Агентство ведет предварительные переговоры с компетентными органами иностранных государств. Основной принцип, которого стараются придерживаться стороны, - это паритет участия перевозчиков сторон в перевозках между Россией и соответствующим государством.

В технических вопросах обеспечения перевозчиков разрешительными документами участвует Ассоциация международных автомобильных

перевозчиков (АСМАП). Она занимается изготовлением российских разрешений. К 1 ноября предшествующего года АСМАП передает изготовленные документы в Федеральное дорожное агентство. Однако только техническими вопросами АСМАП не ограничивается. Ассоциация участвует в переговорах с компетентными органами соответствующих государств по вопросам определения контингента перевозчиков, которым будет выдано российское разрешение.

После получения Агентством изготовленных АСМАП российских разрешений оно осуществляет обмен разрешениями с компетентными органами иностранных государств. Полученные в результате обмена иностранные разрешения Агентство передает АСМАП.

Если первое направление в реализации государством контрольных функций за осуществлением международных автомобильных перевозок касается установления и реализации порядка выдачи российских разрешений иностранным перевозчикам, то *второе направление* наоборот связано с организацией работы по обеспечению российских перевозчиков иностранными разрешениями на осуществление международных автомобильных перевозок.

Эту работу выполняет также Федеральное дорожное агентство, которое утверждает разнарядку на распределение иностранных разрешений между российскими перевозчиками.

Однако такому решению предшествует установленная процедура последовательных действий заинтересованных лиц. Все начинается с подачи перевозчиками заявок на получение иностранных разрешений. Заявки подаются не позднее 1 октября года, предшествующего году их реализации, в Ассоциацию международных автомобильных перевозчиков. Ассоциация составляет общую заявку и не позднее 1 ноября текущего года представляет ее в Агентство.

Главная задача Агентства заключается в решении вопроса о правильном распределении иностранных разрешений между российскими перевозчиками.

Определение контингента российских перевозчиков, претендующих на иностранные разрешения, осуществляется на переговорах с компетентными органами соответствующих стран. В этих переговорах участвуют также представители Ассоциации.

Вполне понятно, что иностранные разрешения распределяются между российскими перевозчиками в пределах квоты, выделенной компетентными органами иностранных государств.

Нередко на практике возникает потребность в получении дополнительного количества иностранных разрешений. В этих случаях Ассоциация направляет Агентству соответствующие предложения. Агентство рассматривает эти предложения и при их достаточной обоснованности проводит дополнительные переговоры по этому вопросу с компетентными органами соответствующих государств.

Таким образом непосредственную выдачу иностранных разрешений на перевозки автомобильным транспортом осуществляет Ассоциация. При этом она разъясняет условия выполнения международных перевозок, которые урегулированы соответствующими международными конвенциями, а также двусторонними соглашениями об автомобильных перевозках. Речь идет о соблюдении специальных требований при перевозке негабаритных, тяжеловесных, опасных грузов, об обязательном страховании гражданской ответственности, о порядке беспошлинного провоза горюче-смазочных материалов, о режиме работы экипажей, о порядке пересечения границы и др.

Следует иметь в виду, что выполнение Ассоциацией действий, связанных с выдачей иностранных разрешений на перевозки автомобильным автотранспортом, осуществляется на основании самоокупаемости, т.е. Ассоциация за оказываемые услуги взимает плату.

Ассоциация ведет учет и анализ информации об использовании иностранных разрешений. Результат проводимого анализа ежемесячно представляется Агентству.

Агентство осуществляет контроль за соблюдением российскими перевозчиками правил международной перевозки. В случае обнаружения нарушений указанных правил оно принимает к нарушителям действенные меры вплоть до постановки вопроса перед Министерством транспорта РФ о лишении нарушителей права на пользование иностранными разрешениями. Решение о лишении такого права может быть ограничено определенным сроком. Перевозчик имеет право обжаловать в судебные органы принятое Министерством транспорта РФ решение.

Третье направление реализации государством контрольных функций за осуществлением международных автомобильных перевозок состоит в допуске российских перевозчиков на международный рынок автотранспортных услуг. Вопросы допуска реализуются постановлением Правительства Российской Федерации № 730 от 16 октября 2001 г. «Об утверждении Положения о допуске российских перевозчиков к осуществлению международных автомобильных перевозок». В соответствии с этим нормативным документом к международным автомобильным перевозкам допускаются юридические лица независимо от организационно-правовой формы, а также индивидуальные предприниматели, осуществляющие коммерческие и некоммерческие перевозки грузов.

К некоммерческим перевозкам относятся перевозки российскими перевозчиками собственных грузов для производственных нужд за свой счет на принадлежащих им транспортных средствах на праве собственности или на ином законном основании.

В Постановлении определены условия допуска российских перевозчиков к международным автомобильным перевозкам. К ним относятся:

- наличие лицензии на перевозку грузов автомобильным транспортом, выданной в порядке, установленном законодательством Российской Федерации в области лицензирования;
- наличие транспортных средств, принадлежащих на праве собственности или на ином законном основании и соответствующих международным

техническим стандартам, а также международным конвенциям и соглашениям, регламентирующим международные автомобильные перевозки;

- соответствие назначенных российским перевозчиком лиц, ответственных за осуществление международных автомобильных перевозок, квалификационным требованиям по организации перевозок автомобильным транспортом в международном сообщении;

- устойчивое финансовое положение российского перевозчика, что выражается в наличии собственного имущества, стоимость которого в расчете на 1 транспортное средство, осуществляющее международные автомобильные перевозки, составляет не менее 50 тысяч рублей или в расчете на 1 тонну разрешенной максимальной массы указанного транспортного средства – не менее 2,5 тысяч рублей;

- обязательное страхование гражданской ответственности владельцев автотранспортных средств.

Допуск российских перевозчиков к осуществлению международной автомобильной перевозки оформляется специальным удостоверением, которое выдается Российской транспортной инспекцией.

Порядок получения удостоверения следующий. Российский перевозчик подает в орган Российской транспортной инспекции заявление, в котором указывает вид перевозки (пассажирская или грузовая), срок, на который испрашивается удостоверение, а также все свои реквизиты (наименование, организационно-правовая форма, местонахождение, наименование банковского учреждения и номер расчетного счета).

К заявлению прилагаются следующие документы:

- копии учредительных документов и копия свидетельства о государственной регистрации заявителя в качестве юридического лица – для юридического лица; копия свидетельства о государственной регистрации гражданина в

качестве индивидуального предпринимателя – для индивидуального предпринимателя;

- справка о постановке заявителя на учет в налоговом органе с указанием идентификационного номера налогоплательщика;
- копия лицензии на перевозку пассажиров и грузов автомобильным транспортом;
- документ, содержащий сведения о количестве и типе транспортных средств, а также доку-менты, подтверждающие их соответствие международным техническим стандартам, международным конвенциям и соглашениям, регламентирующим международные автомобильные перевозки;
- копия документа, подтверждающего профессиональную компетентность ответственного специалиста;
- балансовый отчет (формы № 1 и 2 по Общероссийскому классификатору управленческой деятельности) за последний отчетный период;
- копия генеральной и разовой лицензии на осуществление подлежащих лицензированию экспортных и импортных операций в отношении своих товаров, если они будут перевозиться за собственный счет на транспортных средствах, принадлежащих заявителю;
- документ, подтверждающий опыт работы по осуществлению международных автомобильных перевозок – для российских перевозчиков, подавших заявление о допуске к международным автомобильным перевозкам сроком на 5 лет;
- копия полиса страхования гражданской ответственности владельца автотранспортных средств.

По заявлению компетентный орган Российской транспортной инспекции в течение 30 дней с даты его получения принимает решение, которое оформляется приказом.

О принятом решении заявитель уведомляется в письменной форме в трехдневный срок с даты издания приказа. При положительном решении заявителю выдается удостоверение на допуск к международным

автомобильным перевозкам, а также карточка допуска на каждое транспортное средство, на котором будут осуществляться эти перевозки.

Существуют удостоверения двух видов – на 1 год и на 5 лет. Удостоверение на 1 год выдается российским перевозчикам, которые впервые подали заявление и не имеют опыта осуществления международных автомобильных перевозок. Его срок действия не продлевается. Что касается удостоверений на 5 лет, то они выдаются российским перевозчикам, которые на протяжении последних 4 лет, предшествующих подаче заявления, осуществляли международные автомобильные перевозки как минимум не менее 1 года. Срок действия этого удостоверения может быть продлен по заявлению его владельца, но не более двух раз.

На основании удостоверения компетентный орган иностранного государство выдается российскому перевозчику разрешение на проезд конкретных транспортных средств по территории этого иностранного государства.

Необходимо отметить, что удостоверение относится к обязательным документам для допуска к процедуре международной автомобильной перевозки в соответствии с Таможенной конвенцией о международной перевозке грузов с применением книжки МДП. Дело в том, что компетентный орган Российской транспортной инспекции при рассмотрении заявления о допуске к международным автомобильным перевозкам обязан направить копии представленных российским перевозчиком документов в Государственный таможенный комитет Российской Федерации для подготовки заключения и представления его в Инспекцию.

Компетентный орган Российской транспортной инспекции может отказать заявителю в выдаче удостоверения на допуск к международным автомобильным перевозкам или в продлении срока действия удостоверения. Основанием для принятия такого решения может быть:

- наличие в документах, представленных российским перевозчиком, недостоверной или искаженной информации;

- несоответствие российского перевозчика условиям допуска к международным автомобильным перевозкам;
- получение обоснованного отрицательного заключения Государственного таможенного комитета Российской Федерации по результатам рассмотрения представленных российским перевозчиком документов;
- аннулирование удостоверения, с момента выдачи которого прошло менее 1 году.

Принятое решение об отказе в выдаче удостоверения или в продлении срока его действия доводится до российского перевозчика в письменной форме в трехдневный срок с момента его принятия.

На российского перевозчика, получившего удостоверение на допуск к международным автомобильным перевозкам, возлагается ряд обязанностей. Он должен строго соблюдать законодательство Российской Федерации, международные договоры Российской Федерации и Положение о допуске российских перевозчиков к осуществлению международных автомобильных перевозок. Важной его обязанностью является обеспечение водителей автотранспортных средств, осуществляющих международные перевозки, карточками допуска.

В случае преобразования перевозчика – юридического лица, изменения его наименования или местонахождения либо изменения имени или местонахождения перевозчика – индивидуального предпринимателя он обязан не позднее 15 дней подать заявление о переоформлении удостоверения и карточек допуска. К заявлению прилагаются документы, подтверждающие указанные изменения.

И, наконец, последняя обязанность российского перевозчика заключается в возврате удостоверения и карточки допуска в орган Российской транспортной инспекции в случае приостановления действия удостоверения или его аннулирования.

Четвертое направление осуществления государством контрольных функций за соблюдением международной автомобильной перевозки реализуется

путем непосредственного контроля за строгим соблюдением российскими перевозчиками и иностранными перевозчиками законодательства Российской Федерации, а также международных договоров Российской Федерации, регулирующих этот вид перевозки, при их нахождении на территории Российской Федерации.

Контроль осуществляют компетентные государственные органы и, в частности, таможенные, пограничные, а также органы транспортной инспекции. Так, органы Российской транспортной инспекции контролируют выполнение закрепленных нормативными правовыми актами обязанностей российскими перевозчиками, получившими удостоверение на допуск к международным автомобильным перевозкам.

При их неисполнении или ненадлежащем исполнении Российская транспортная инспекция может вынести одно из следующих решений:

- вынести предупреждение;
- приостановить действие удостоверения на срок не более шести месяцев;
- аннулировать удостоверение.

При решении о приостановлении действия удостоверения его владелец обязан уведомить в письменном виде Российскую транспортную инспекцию об устранении нарушений, повлекших за собой приостановление действия этого документа. Обычно компетентный орган Российской транспортной инспекции проверяет устранение владельцем нарушений, повлекших за собой приостановление действий удостоверения, и только после этого принимает решение о возобновлении его действия и о возврате удостоверения и карточек допуска владельцу.

В Положении о допуске российских перевозчиков к осуществлению международных автомобильных перевозок содержится запрет передачи владельцем удостоверения, а также карточек допуска другому российскому перевозчику.

В тех случаях, когда перевозчик – юридическое лицо – ликвидируется либо прекращает действие свидетельство о государственной регистрации

гражданина в качестве перевозчика - индивидуального предпринимателя, удостоверение и карточки допуска теряют юридическую силу и считаются аннулированными.

Пятое направление осуществления Российской Федерацией контрольных функций за международными автомобильными перевозками заключается в обеспечении соблюдения правил пропуска автотранспортных средств через Государственную границу.

Основным нормативным правовым актом, устанавливающим порядок пропуска, являются «Правила режима в пунктах пропуска автотранспортных средств через Государственную границу Российской Федерации». Они определяют порядок проверки документов лиц, пересекающих Государственную границу (въезд и выезд), документов на транспортное средство, а также на груз; регулируют прохождение санитарно-карантинного, пограничного, таможенного и автотранспортного контроля, действия водителя при их осуществлении. Поскольку процедура пере-численных видов контроля носит комплексный характер и осуществляется различными ведомствами, их деятельность координируется «Инструкцией о порядке взаимодействия органов транс-портной инспекции, органов пограничного контроля и таможенного контроля в пунктах пропуска автотранспортных средств через Государственную границу Российской Федерации».

Пересечение Государственной границы и процедура контроля пропуска людей, транспортных средств и грузов осуществляется в строго определенных для этой цели пунктах. Они именуются пунктами пропуска через Государственную границу Российской Федерации (ППГ). Правовой статус ППГ, а также порядок осуществления автотранспортного контроля в этих пунктах урегулирован постановлением Правительства Российской Федерации «Об утверждении Положения о пунктах пропуска автотранспортных средств через Государственную границу Российской Федерации».

В соответствии с Положением на пунктах пропуска через Государственную границу Российской Федерации осуществляется документационный учет автотранспортных средств иностранных и российских перевозчиков, ведется журнал учета и журнал контроля автотранспортных средств, осуществляется проверка необходимых документов, а также транспортных средств.

Что касается проверки документационного обеспечения пересечения границы, то в первую очередь выясняется наличие у иностранных перевозчиков российских разрешений на перевозку пассажиров и грузов на территории Российской Федерации, а у российских перевозчиков – иностранных разрешений на перевозку пассажиров и грузов по территории иностранных государств.

В необходимых случаях на пунктах проверки по поручению Министерства транспорта РФ могут оформлять и выдавать российские и иностранные разрешения.

У водителей автотранспортных средств проверяются водительские удостоверения, регистрационные документы на автотранспортное средство, товаротранспортные и другие документы, предусмотренные международными договорами Российской Федерации в области автомобильных сообщений. Кроме того, проверяется наличие лицензионных карточек установленного образца на автотранспортные средства российских перевозчиков. Если осуществляется перевозка опасных, крупногабаритных или тяжеловесных грузов, проверяется наличие специальных разрешений на перевозку этих видов грузов по территории Российской Федерации.

Что касается автотранспортных средств, то проверке подлежит в установленных пределах их техническое состояние с целью недопущения дальнейшего проезда автотранспортных средств при наличии неисправностей, создающих угрозу безопасности движения.

Кроме того, проверяется наличие на автотранспортных средствах отличительных знаков государственной регистрации, регистрационных

номеров, контрольных устройств, контролирующих режим труда и отдыха водителя (тахографов).

И, наконец, осуществляется контроль за весовыми и габаритными параметрами автотранспортных средств.

Таковы основные действия, связанные с транспортным контролем на пунктах пропуска через Государственную границу Российской Федерации, которые осуществляют органы Российской транспортной инспекции.

При соблюдении всех установленных требований орган Российской транспортной инспекции выдает водителю автотранспортного средства талон контроля.

В порядке координации действий пограничные и таможенные органы информируют органы Российской транспортной инспекции о нарушениях при пересечении границы. Они обязаны сообщать об отсутствии у водителя автотранспортного средства и пассажиров документов на право пересечения Государственной границы Российской Федерации. В их обязанности входит также информирование о выявленных обстоятельствах, которые препятствуют принятию решения о пропуске автотранспортного средства или перевозимых им грузов. В обязательном порядке органы Российской транспортной инспекции должны быть проинформированы о всех случаях превышения водителями иностранных транспортных средств срока пребывания на территории Российской Федерации.

Таким образом, роль государственного контроля в осуществлении международных автомобильных перевозок достаточно активна. Она обеспечивает не только последовательное развитие международных автомобильных сообщений, но и их безопасность.

Организация международных железнодорожных сообщений

Особенности организации международных железнодорожных сообщений

Международные железнодорожные перевозки характеризуются впечатляющими масштабами перемещения пассажиров и грузов на значительные расстояния, особенностями деятельности транспорта, передачей перевозочных средств во временное пользование перевозчикам иностранных государств. Они имеют ряд особенностей, которые касаются как организации международных железнодорожных сообщений, так и процедуры осуществления перевозок, а также системы международных источников, которые их регулируют.

Специфика организации международных железнодорожных сообщений заключается в следующем. Во-первых, при международных железнодорожных перевозках используется железная дорога не одного государства. Это требует скоординированных действий железных дорог сопредельных государств, учета несовпадающих параметров железнодорожной колеи западных и восточных стран Европы, разработки нормативной базы, регулирующей взаимоотношения железных дорог разных стран.

Во-вторых, в таких перевозках пересечение границы связано с передачей пассажиров, а также грузов иностранным железным дорогам. Процесс передачи может осуществляться двумя способами:

а) вместе с транспортом (вагонами и иными перевозочными приспособлениями);

б) без транспорта.

В зависимости от способа передачи объектов международной железнодорожной перевозки приграничным станциям осуществляется путем либо пересадки пассажиров или перегрузки грузов, либо перестановки колесных пар вагонов.

Обе процедуры достаточно сложны. Они требуют четкого взаимодействия железных дорог, нормативной регламентации комплекса организационно-технических вопросов.

В-третьих, применение наиболее оптимального способа передачи на пограничных станциях пассажиров и грузов вместе с транспортом связано с переходом вагонов железной дороги одного государства во временное пользование железной дорогой другого государства.

Реализация этого способа связана с необходимостью регламентации ряда чрезвычайно важных вопросов, без решения которых невозможно осуществление передачи. Это вопросы, касающиеся порядка и условий передачи вагонов, их рационального использования, своевременного возврата в сохранности.

Анализ основных особенностей организации международных железнодорожных сообщений показывает, что они тесно переплетаются с установленным порядком осуществления перевозок пассажиров и грузов железнодорожным транспортом. Это проявляется, в частности, в системе взаимосвязанных нормативных положений о порядке пересечения перевозчиком границ и передачи пассажиров, а также грузов на пограничных станциях железным дорогам иностранных государств.

В рамках организационных моментов пересечения границы на первое место выходит определение железнодорожных линий, используемых для международных перевозок, а также вопросы контроля компетентных органов порядка пересечения границы и наличия необходимых документов.

Относительно порядка осуществления международной перевозки грузов следует отметить, что помимо существующей обязательной их передачи на границе железной дороге иностранного государства и применения при этом одного из двух способов такой передачи важное значение имеет вопрос организации перевозки отдельных видов грузов. Речь идет о перевозках железнодорожным транспортом грузов мелкими отправками и повагонными отправками. Для каждого вида перевозки установлен свой правовой режим. Проявляется это в определенных ограничениях перевозки отдельных видов грузов, в разных сроках их доставки, в неодинаковых ставках провозных платежей.

Что касается ограничений перевозки, то не могут, например, перевозиться мелкими отправками опасные грузы, взрывчатые вещества, животные и некоторые другие грузы.

Перевозки мелкими и повагонными отправками осуществляются в разных скоростных режимах. Для них установлены разные сроки доставки грузов.

По-разному решается вопрос о выполнении погрузочных работ. Погрузка груза, перевозимого мелкими отправками, как правило, возлагается на перевозчика, а повагонными – на отправителя.

И, наконец, устанавливаются разные провозные платежи. Ставки при перевозках мелкими отправками более высокие по сравнению со ставками при перевозках повагонными отправками.

Нормативные источники, регулирующие международные железнодорожные перевозки

Свои особенности имеет нормативно-правовая база, регулирующая международные железнодорожные перевозки, а также организацию международных железнодорожных сообщений.

Действующие нормативные источники классифицируются на 3 группы. К *первой* относятся источники, регулирующие вопросы организации международных железнодорожных сообщений и осуществления перевозок в странах Западной Европы. Она представлена главным образом Бернскими грузовыми конвенциями о перевозке грузов, Бернской конвенцией о железнодорожных перевозках пассажиров и багажа (МПК), а также отдельными соглашениями.

Первая из них – Бернская конвенция о международных перевозках грузов (МГК) - была принята девятью европейскими странами в 1890 году.

Она неоднократно подвергалась изменениям и дополнениям. Был подготовлен и принят вариант в редакции от 7 февраля 1970 г., который вступил в силу 1 января 1975г.

В последующем страны-участницы Бернской конвенции подготовили Единые правовые предписания для договора о международной перевозке грузов по железным дорогам (CIM).

На конференции в мае 1980 г. МГК и другие соглашения были подвергнуты очередным существенным изменениям, результатом которых стало принятие нового Соглашения о международных железнодорожных перевозках (COTIF). Оно вступила в силу 9 мая 1985 года.

Структурно Соглашение включает основной текст, а также несколько постановлений, правил и соглашений, которые были приняты в рамках Международного комитета железнодорожного транспорта (МКЖТ). Среди них следует выделить Соглашение о международном грузовом сообщении, Соглашение о перевозке грузов курьерской скоростью, Правила международного грузового сообщения, Правила перевозок опасных грузов. С момента вступления в силу объединенное Соглашение именуется – «Бернские международные грузовые конвенции» и обозначается сокращенно – CIM-COTIF.

Участниками объединенного Соглашения «Бернские международные грузовые конвенции» являются все страны Западной Европы, страны Ближнего и Среднего Востока. Последние применяют процедуры CIM-COTIF с некоторыми изъятиями. Кроме того к объединенному Соглашению присоединились Индия, Пакистан, а также страны Северной Африки.

Международная нормативная регламентация перевозки пассажиров железнодорожным транспортом нашла отражение в принятой в 1923 году в Берне Конвенции о железнодорожных перевозках пассажиров и багажа – МПК. Как и Конвенция МГК она неоднократно изменялась и дополнялась. Наиболее существенной переработке Конвенция МПК была подвергнута в конце

60-х годов XX века. После обсуждений она была принята в редакции от 7 февраля 1970 года, а вступила в силу 1 января 1975 г.

Последующие ее изменения связаны с принятием уже упоминавшегося Соглашения о международных железнодорожных перевозках 1980 г., которым были пересмотрены положения не только МГК, но и МПК. Относительно перевозки пассажиров Соглашение содержит в качестве приложения Правила перевозки пассажиров.

Вторую группу источников, регулирующих организацию международных железнодорожных сообщений и осуществление перевозок железнодорожным транспортом, составляют соглашения, участниками которых являются бывшие социалистические страны. Это, в частности, Соглашение о международном железнодорожном грузовом сообщении (СМГС) и Соглашение о международном пассажирском сообщении (СМПС). Оба соглашения подготовлены в рамках действовавшего ранее Совета экономической взаимопомощи (СЭВ).

Соглашение СМГС было разработано 1 ноября 1951 года. Его участниками являются страны СНГ, Прибалтики, Албания, Польша, Китай, КНДР, Монголия, Вьетнам, Болгария, Иран – всего 22 страны. В этот международный документ неоднократно вносились изменения и дополнения. Последние изменения внесены 1 апреля 2001 года.

Соглашение СМПС было принято 6 декабря 1950 года, последние изменения внесены

30 мая 1999 года.

Содержание соглашений дополняются и конкретизируются служебными инструкциями, тарифами, правилами, в которых регулируются порядок передачи грузов железной дороги одной страны железной дороге другой, перегрузки и досылки грузов, определены виды тары и упаковки, даются формы документов, составляемых при перевозке.

Источники первой и второй групп относятся к разным правовым системам. В них закреплены различные условия организации и осуществления перевозок пассажиров и грузов. Однако между странами, в которых действуют разные системы источников права, осуществляется активный обмен товарами.

Процедура, установленная Международным транспортным тарифом (МТТ) для осуществления сторонами железнодорожной перевозки стран, применяющих разные правовые системы - переоформление транспортной накладной, составленной на базе одной правовой системы, с учетом требований другой правовой системы, регулирующих железнодорожные перевозки.

В самой накладной грузоотправитель должен указать, что эту накладную, оформленную по источнику одной правовой системы (CIM-COTIF или СМГС) необходимо переоформить на накладную по источнику другой.

К *третьей группе* источников, регулирующих организацию международных железнодорожных сообщений и осуществление перевозок железнодорожным транспортом относятся двусторонние соглашения, инструкции и правила, которые обладают различной юридической силой. Соглашения обычно заключаются между правительствами государств или транспортными ведомствами, либо заинтересованными железными дорогами.

Для этой группы источников характерно установление порядка взаимодействия приграничных железных дорог, режима работы пограничных станций, регулирование процедуры передачи и приемки грузов, закрепление порядка пользования вагонами и другими транспортными средствами, а также осуществления взаимных расчетов между железными дорогами. По характеру регулируемых источниками этой группы вопросов их можно подразделить на четыре подгруппы.

Бернские конвенции о железнодорожных перевозках

Соглашение «Бернские международные грузовые конвенции»

Основными международными источниками, регулирующими железнодорожные перевозки в странах Западной Европы являются Соглашение «Бернские международные грузовые конвенции»с(CIM-COTIF) и Бернская конвенция о железнодорожных перевозках пассажиров и багажа

(МПК). Кроме указанных конвенций в целях конкретизации их положений были приняты дополнительно нормативные акты: постановления, правила, инструкции и другие.

В конвенциях предусматривается возможность принятия необходимых специальных соглашений государствами-участниками конвенций, а также железными дорогами. Кроме того, в принятии такого рода нормативных актов участвует Международный комитет железнодорожного транспорта (МКЖТ). Этой международной организацией разработан ряд дополнительных постановлений к конвенциям. Они регулируют особенности перевозки скоропортящихся грузов, а также опасных грузов, перевозки грузов в контейнерах, курьерской скоростью и т.п.

Важная роль в обеспечении исполнения положений конвенций принадлежит Центральному бюро международных железнодорожных сообщений (г. Берн). Бюро обладает широкими полномочиями. В частности, оно вправе давать заключения о толковании норм конвенций, разрешать споры по их применению.

Соглашение «Бернские международные грузовые конвенции» определяет форму перевозочного документа, устанавливает требования к перевозимым грузам, порядок его взвешивания, погрузки и выгрузки, объявления ценности груза, его доставки и выдачи, устанавливает ответственность за нарушения обязательств по перевозке.

В соответствии с Соглашением перевозка груза оформляется накладной. Ее форма разработана в рамках МКЖТ. Отправитель груза отвечает за правильность внесенных в нее данных. В частности, при неправильном указании наименования груза предусмотрена ответственность в виде штрафа.

Провозные платежи определяются по национальным и транзитным тарифам. Вместе с тем национальные железные дороги могут заключать между собой соглашения о снижении тарифов, а также об установлении дополнительных преимуществ и льгот.

Отправитель, приняв решение самостоятельно выполнять таможенные формальности, делает об этом отметку в накладной.

Оплата перевозки базируется на действии института свободы франкировки, в соответствии с которым отправитель и получатель груза определяют, кто и какие платежи будет оплачивать.

Соглашение «Бернские грузовые конвенции» содержит требования к таре и упаковке. Они направлены на обеспечение сохранности груза при его перевозке. В случае несоблюдения отправителем этих требований перевозчик вправе отказать в приеме груза к перевозке. Вместе с тем он может принять его к перевозке, сделав в накладной отметку о недостатках тары и упаковки.

Однако не все действия подготовительного этапа перевозочного процесса нашли в Соглашении регламентацию. Так, вопросы, связанные с порядком определения веса груза и осуществления его погрузки регулируются внутренним законодательством страны отправления.

Соглашение регулирует не только общие положения организации и осуществления перевозок. В нем также закреплены специфические условия перевозки отдельных видов грузов. Особое внимание уделяется опасным грузам, закреплению требований к условиям их перевозки, к затариванию, упаковке и маркировке таких грузов.

При перевозке груза одной из важнейших обязанностей перевозчика является своевременная доставка его в пункт назначения. Срок перевозки грузов рассчитывается исходя из скорости перевозки. Установлены два скоростных режима: перевозка малой скоростью - 300 км в сутки и перевозка большой скоростью - 400 км в сутки. Вместе с тем национальные железные дороги вправе устанавливать для отдельных железнодорожных сообщений специальные сроки доставки грузов. В случае приостановления движения не по вине железной дороги течение сроков доставки груза также приостанавливается.

В пункте назначения груз вручается получателю. Вопрос о принятии доставленного груза решен в Соглашении таким образом. На получателя не

возложена обязанность принять поступивший в его адрес груз. По сути, это его право. Но в случае реализации данного права он обязан оплатить перевозчику все причитающиеся ему платежи.

Важным моментом на завершающем этапе перевозки является процедура передачи железной дорогой груза получателю. Основное внимание на этом этапе уделяется проверке сохранности прибывшего груза, состояния тары, упаковки, пломб.

Если обнаружена несохранность груза, железная дорога обязана составит акт, в котором фиксируются обнаруженные нарушения тары и упаковки, а также фактическое количество груза. Он составляется при выдаче груза получателю. Этот документ играет важную роль в решении вопроса об ответственности перевозчика. В случае его несоставления грузовладелец теряет право требовать возмещение причиненного ущерба.

При скрытых признаках несохранности груза заявление о составлении акта может быть подано получателем не позднее 7-дневного срока со дня его выдачи.

Для установления причин и размеров причиненного ущерба может быть проведена независимая экспертиза. В процессе разрешения споров, касающихся оценки груза, допускается использование свидетельских показаний. Размер причиненного ущерба определяется рыночной ценой груза по месту его приема к перевозке на день передачи перевозчику.

Вопрос ответственности железных дорог при перевозках грузов решается в Соглашении «Бернские грузовые конвенции» следующим образом. Установлена ответственность перевозчика за несохранность груза и несоблюдение сроков его доставки. Кроме того, он несет ответственность за утрату транзитных и сопроводительных документов, а также за их ненадлежащее использование. Железная дорога отвечает также за последствия невыполнения указаний отправителя, касающихся изменений условий договора перевозки груза, в частности, изменения пункта его доставки или получателя.

Установлена солидарная ответственность железных дорог-участниц перевозки за несохранность груза и за несоблюдение сроков его доставки.

В Соглашении «Бернские грузовые конвенции» закреплена презумпция вины перевозчика за несохранность груза и несвоевременную его доставку. Он освобождается от ответственности, если неисполнение обязательств по доставке груза в целости и сохранности в установленные сроки было вызвано обстоятельствами, которые железная дорога не могла избежать и последствия которых не могла устранить. Доказывание этих обстоятельств возлагается на перевозчика.

Дополнительным основанием освобождения железной дороги от ответственности за несохранность груза являются так называемые опасности для груза. Это недостатки тары, погрузка и выгрузка груза отправителем или получателем, естественные свойства груза, внесение неправильных сведений в накладную и некоторые другие. Бремя доказывания наличия таких оснований несет отправитель.

Установлена ответственность и грузовладельца. Так, он отвечает за простой вагонов. Кроме того, на него возложена ответственность за препятствия для продвижения грузов, такие, например, как нарушение условий перевозки, неправильное оформление перевозочных документов и другие.

Что касается пределов ответственности, то они носят ограниченный характер. За повреждение, порчу, полную или частичную утрату груза взыскивается его стоимость, составляющая 16,67 единицы специальных прав заимствования (СДР) за 1 кг массы брутто.

Отдельно устанавливаются пределы ответственности железной дороги при перевозке сопровождаемых автомобилей. Так, за несохранность автомобиля она ограничивается 4000 СДР, а за несохранность находящихся в нем деталей - 700 СДР.

Ответственность за несвоевременную доставку груза регулируется следующим образом. При просрочке доставки свыше двух суток железная

дорога обязана выплатить получателю штраф в размере 0,1% провозных платежей.

Однако если получатель докажет, что несвоевременная доставка груза повлекла за собой б?льшие убытки, чем выплаченный штраф, вступает в действие правило, согласно которому получателю возмещаются убытки в пределах троекратных провозных платежей.

Ограниченный характер ответственности действует не во всех случаях. Железная дорога теряет право на применение этого института, если несвоевременная доставка груза или его несохранность вызваны ее умышленными действиями или грубой виной.

В Соглашении «Бернские грузовые конвенции» определяется процедура рассмотрения споров между грузовладельцем и перевозчиком. Установлено, что претензионный порядок рассмотрения споров является факультативным. Вместе с тем судебная практика придерживается правила, в соответствии с которым претензионный порядок при международных перевозках должен соблюдаться, если он обязателен в стране суда, в котором будет рассматриваться иск.

Срок исковой давности составляет 1 год. В случае умышленных действий со стороны перевозчика этот срок увеличивается до 2 лет. Давностный срок приостанавливается на время рассмотрения претензий и в некоторых других случаях, предусмотренных законодательством страны суда, рассматривающего спор.

Международная Конвенция о железнодорожных перевозках пассажиров и багажа

Порядок и условия международной перевозки пассажиров железнодорожным транспортом регулируется Международной конвенцией о железнодорожных перевозках пассажиров и багажа (МПК), подписанной в Берне 7 февраля 1970яг. В соответствии с Конвенцией регламентация ряда положений,

касающихся организации и осуществления этого вида перевозок отнесена к компетенции железных дорог.

В самой Конвенции урегулированы наиболее важные вопросы перевозки. Речь идет об условиях перевозки детей, провоза багажа и ручной клади, ответственности перевозчика, сроков давности и некоторых других.

В Конвенции закреплено требование к билету пассажира, по которому осуществляется перевозка, указаны обязательные его реквизиты. Однако форма билета устанавливается соглашениями железных дорог. Ими же определяется срок годности билета. Пассажир в пределах этого срока вправе прервать перевозку на закрепленных нормативно условиях. Он наделен правом отказаться от поездки полностью или же на определенном участке. При этом ему возвращается стоимость проезда или ее часть.

Согласно Конвенции перевозка ребенка в возрасте до 5 лет без предоставления отдельного места производится бесплатно. Дети в возрасте от 5 до 10 лет провозятся по льготным тарифам.

Установлен бесплатный провоз ручной клади. Под ручной кладью подразумеваются легко переносимые предметы, которые могут быть размещены под или над местом, которое занимает пассажир.

Перевозка багажа осуществляется по фиксированным тарифам. Она оформляется багажной квитанцией установленной формы. В случае ненадлежащей упаковки багажа в квитанции делается соответствующая отметка.

Вопросы ответственности железной дороги при перевозке пассажиров урегулированы следующим образом. Установлена ответственность железной дороги за несохранность и просрочку доставки багажа. Ее условия и основания аналогичны условиям и основаниям ответственности перевозчика по договору перевозки груза. Предел ответственности в случае несохранности багажа зависит от доказанности или недоказанности причиненных убытков. В первом случае он в два раза выше, чем во втором.

Что касается ручной клади, то ответственность за ее несохранность перевозчик несет лишь в случае, если будет доказана его вина.

Закреплены порядок и сроки подачи исков к железной дороге, которые должны строго соблюдаться. Порядок заявления иска по поводу несохранности багажа такой же, как и при несохранности груза. Срок исковой давности установлен в 1 год. При просрочке доставки багажа пассажир должен заявить свои требования в течение 21 дня с момента его получения.

Вопросы ответственности железной дороги за смерть или причинение вреда здоровью пассажиров, условий ответственности за сохранность личных вещей пассажиров нашли регламентацию в специально принятом в Берне Дополнительном соглашении к МПК, вступившим в силу 1 января 1973 года.

По этому соглашению ответственность железной дороги наступает при наличии вины. Перевозчик освобождается от ответственности, если смерть или повреждение здоровья пассажира наступили вследствие внешних обстоятельств или действий третьих лиц, которые он, перевозчик, несмотря на проявление надлежащей заботливости, не мог избежать, а негативные результаты не мог предотвратить.

Кроме того, ответственность перевозчика исключается при наличии вины потерпевшего.

Соглашением устанавливается предел ответственности перевозчика за вред, причиненный здоровью пассажира, а также за несохранность личных вещей и ручной клади пассажира. Он составляет 200 тыс. франков, если внутренним правом не установлен более низкий предел ответственности. При несохранности личных вещей и ручной клади предел ответственности ограничен суммой в 2 тыс. франков в отношении одного пассажира. Вместе с тем, условия о пределах ответственности перевозчика не применяется, если в его действиях установлены умысел и грубая вина.

Определены сроки подачи претензий и исков. Для претензий это три месяца, для исков, подаваемых потерпевшими - 3 года, а подаваемых иждивенцами - 5 лет.

Соглашения о международных железнодорожных перевозках в грузовом и пассажирском сообщениях

Заключение договора перевозки груза

Железнодорожные перевозки грузов между бывшими социалистическими странами регулируются Соглашением о международном железнодорожном грузовом сообщении (СМГС). Этот нормативный акт распространяет действие на перевозки грузов в прямом железнодорожном сообщении, осуществляемые железными дорогами стран-участниц Соглашения.

СМГС не применяется к перевозкам грузов, если станции отправления и назначения находятся в одной стране и перевозки производятся по территории другой страны транзитом железной дорогой страны отправления и назначения. Кроме того, Соглашение не применяется к перевозкам грузов между станциями двух стран транзитом по территории третьей страны, осуществляемых железной дорогой страны отправления или назначения. И, наконец, оно не применяется к перевозкам грузов между станциями, расположенными в соседних странах, если перевозки производятся железной дорогой одной из этих стран по внутренним ее правилам. В указанных случаях перевозки осуществляются на основании особых договоров, заключаемых между заинтересованными железными дорогами.

Соглашение регулирует вопросы заключения договора перевозки груза, порядок его выполнения, ответственность перевозчика, расчеты между железными дорогами.

В его разделе «Заключение договора перевозки» содержатся требования к накладной, которой оформляется перевозка груза, порядок приема груза к

перевозке и его погрузки, требования к таре, упаковке и маркировке, объявление ценности груза, срок его доставки.

Договор перевозки оформляется накладной единого образца. Этот документ состоит из следующих листов:

- оригинал накладной;
- дорожная ведомость;
- дубликат накладной;
- лист выдачи груза;
- лист уведомления о прибытии груза.

Все перечисленные листы кроме дубликата накладной сопровождают груз до станции назначения. Дубликат же накладной после заключения договора остается у отправителя.

Накладная заполняется на языке страны отправления с переводом на русский язык. Кроме данных о грузе, пункте отправления и назначения в накладной отправитель должен указать выходные пограничные станции страны отправления и транзитные страны, через которые должен проследовать груз.

В случае недостатка в накладной места для записей данных о грузе, контейнерах, перевозочных приспособленных, вагонах к ней прилагаются дополнительные листы, в которые эти данные заносятся.

Подробно урегулированы требования к оформлению накладной. Данные, вносимые в накладную, должны быть написаны разборчиво чернилами, шариковой ручкой, на пишущей машинке, компьютере или нанесены штемпелем. Сокращения при заполнении накладной возможны лишь в случаях, указанных в Соглашении. Не допускаются исправления. В исключительных случаях отправитель может сделать исправление в накладной не более чем в одной графе или в двух, если они взаимосвязаны.

Договор перевозки груза может быть оформлен электронной накладной. Порядок внесения данных в электронную накладную согласовывается между железной дорогой и отправителем.

В разделе закреплены требования к таре, упаковке, маркировке груза, определению его массы и количества мест. Груз, требующий затаривания и упаковки, должен быть предъявлен в надлежащей таре и упаковке. При нарушении этого требования железная дорога должна отказать отправителю в приеме груза к перевозке. В этом случае по требованию последнего она должна составить акт, один экземпляр которого обязана вручить отправителю. Ответственность за все последствия отсутствия или неудовлетворительного состояния тары и упаковки несет отправитель.

Что касается маркировки груза, то в мелких отправках маркируется каждое грузовое место, а в повагонных отправках - не менее 10 грузовых мест на вагон, которые размещаются у двери. Отправитель должен нанести на грузовые места нестирающиеся четкие надписи или прикрепить наклейки или бирки с указанием в них следующих данных:

- Знаки (марки) грузовых мест и их номера;
- Станция и дорога отправления;
- Станция и дорога назначения;
- Отправитель и получатель;
- Количество грузовых мест при мелких отправках.

Отправитель несет ответственность за все последствия неправильности, неполноты и неточностей указанных сведений.

СМГС установило правила объявления ценности груза. Подлежат обязательному объявлению ценности следующие грузы: золото, серебро и платина, а также изделия из них; драгоценные камни; ценные меха; заснятые фильмы; картины; статуи; художественные изделия; антикварные вещи; домашние вещи.

Объявление ценности других грузов допускается по желанию отправителя.

Железная дорога вправе проверить, соответствует ли размер объявленной ценности груза реальной его стоимости. При возникновении спора его разрешает начальник станции отправления, а в случае несогласия с этим решением отправитель может пригласить эксперта из органа

государственной торговли или промышленности. Его решение обязательно для обеих сторон.

Определение массы груза и количества мест осуществляется на основе внутренних правил железной дороги отправления.

Погрузка груза на станции отправления производится в соответствии с внутренними правилами, действующими на железной дороге отправления, при перевозках в открытых вагонах, изометрических вагонах или вагонах-цистернах. При перевозках грузов на открытом подвижном составе погрузка производится на основании Правил погрузки и крепления грузов на открытом подвижном составе, прилагаемых к Соглашению.

Если погрузка осуществляется отправителем, он несет ответственность за все последствия неудовлетворительной погрузки.

Выполнение договора перевозки груза

В разделе «Выполнение договора перевозки» определен прежде всего порядок уплаты провозных платежей. Провозные платежи включают плату за перевозку груза, проезд проводника, дополнительные сборы и другие расходы, возникшие в период перевозки. Они исчисляются по установленным тарифам. Порядок уплаты провозных платежей следующий. За перевозку по железным дорогам отправления они взимаются с отправителя на станции отправления, за перевозку по железным дорогам назначения – с получателя на станции назначения, за перевозку по транзитным железным дорогам – с отправителя или получателя через плательщика (экспедиторскую организацию, фрахтового агента и др.), имеющего договор с каждой транзитной железной дорогой на оплату провозных платежей.

Выполнение договора перевозки включает соблюдение сроков доставки груза. Определение сроков неразрывно связано с характером отправок и скоростью перевозки.

В соответствии с Соглашением перевозки грузов осуществляются мелкими, повагонными отправками и отправками в крупнотоннажных контейнерах.

Мелкой отправкой считается предъявляемый по одной накладной груз, общая масса брутто которого не должна превышать 5000 кг и под перевозку которого по его объему или роду груза не требуется отдельного вагона. В отличие от мелкой отправки для *повагонной* характерным является предъявление по одной накладной груза, для перевозки которого требуется отдельный вагон. Что касается отправки крупнотоннажного контейнера, то это предъявляемый по одной накладной груз для перевозки в крупнотоннажном контейнере. Отправитель в накладной в графе «Род отправки» обязан указать, к какой из перечисленных отправок предъявляется груз.

Выделение родов отправок имеет важное практическое значение. В частности, Соглашение содержит некоторые ограничения на международные перевозки грузов мелкими отправками.

Закреплены разные скоростные режимы перевозки грузов мелкими и повагонными отправками. Перевозка грузов может осуществляться малой и большой скоростью. При перевозке грузов мелкими отправками малая скорость равна 150 км в сутки, а большая – 200 км В сутки. Скоростные режимы перевозки грузов повагонными отправками и отправками в крупнотоннажных контейнерах следующие: малая скорость таких перевозок составляет 200 км в сутки, а большая – 320 км в сутки.

Срок доставки груза определяется главным образом скоростным режимом перевозки на всем пути следования, а также дополнительными временными затратами, связанными с пересечением границ. Этот срок состоит из срока на отправление груза, срока перевозки, срока перегрузки груза в вагоны другой ширины колеи или перестановки вагонов на тележки другой ширины колеи, срока, вызванного задержками для выполнения таможенных и других формальностей, для, проверки, соблюдены ли меры предосторожности по грузам, перевозимым на особых условиях, с задержками, происшедшими по вине отправителя или получателя.

Из перечисленных сроков два вида являются фиксированными. Это срок на отправление груза, который равен одним суткам и срок на перегрузку груза в вагоны другой ширины колеи, на перестановку вагонов на тележки другой ширины колеи, составляющий двое суток.

Выполнение договора перевозки завершается выдачей груза. Доставленный на станцию назначения груз выдается железной дорогой вместе с оригиналом накладной и листом уведомления получателю после уплаты им всех причитающихся платежей. В обеспечении всех платежей железная дорога имеет залоговое право на груз. Оно остается в силе до тех пор, пока груз находится в ведении железной дороги. Получатель может отказаться от приема груза лишь в тех случаях, когда качество груза вследствие повреждения, порчи или по другим причинам изменилось настолько, что исключается возможность частичного или полного использования его по первоначальному назначению.

При невыдаче груза в течение 30 дней по истечении срока его доставки получатель или отправитель имеет право подать железной дороге заявление о розыске груза.

На железную дорогу возлагается обязанность по составлению коммерческого акта в связи с установлением ею при перевозке или выдаче груза нарушений, перечень которых дан в Соглашении. Это:

1). полная или частичная утрата груза, недостача массы, его повреждение, порча или снижение качества груза по другим причинам;

2) несоответствие между сведениями, указанными в накладной, и грузом в натуре о наименовании, массе, количестве мест груза, знаках и номерах мест груза, наименовании получателя и станции назначения;

3) отсутствие накладной или отдельных ее листов по данному грузу или груза по данной накладной;

4) отсутствие или недостача отправительских перевозочных приспособлений, указанных в накладной.

В процессе перевозки отправитель и получатель могут изменить условия договора. Отправитель вправе изъять груз со станции отправления, изменить станцию назначения, изменить получателя груза, возвратить груз на станцию отправления.

Получатель может произвести следующие изменения условий договора: изменить станцию назначения груза в пределах страны назначения, изменить получателя груза.

Изменение договора перевозки груза производится на основании письменного заявления отправителя или получателя. Изменение условий договора перевозки может быть произведено сторонами по одному разу.

Ответственность железных дорог

Вопросы ответственности железных дорог урегулированы Соглашением следующим образом. Железные дороги, осуществляющие международную перевозку груза, несут солидарную ответственность. Установлена ответственность перевозчика за просрочку доставки груза, а также за ущерб, возникший вследствие полной или частичной утраты, недостачи массы, повреждения, порчи или снижения качества груза по другим причинам. Железная дорога отвечает за последствия утраты по ее вине сопроводительных документов, приложенных к накладной и за последствия невыполнения по ее вине заявлений об изменении договора перевозки.

Ответственность железной дороги строится на вине. В Соглашении перечислены основания освобождения ее от ответственности. Это, прежде всего, обстоятельства, которые железная дорога не могла предотвратить и устранение которых от нее не зависело. Это также виновные действия отправителя или получателя, отсутствие у груза тары или упаковки, необходимой для перевозки, убыль массы груза по причине его особых свойств, если она превышает установленные нормы и другие.

Ответственность железной дороги носит ограниченный характер. При полной или частичной утрате груза, перевозимого с объявленной ценностью,

она выплачивает возмещение в сумме объявленной ценности или долю объявленной ценности, соответствующую утраченной части груза.

Если груз перевозился без объявления ценности, то размер возмещения исчисляется по цене, указанной в счете иностранного поставщика. В том случае, когда стоимость груза не может быть определена указанным способом, она устанавливается государственной экспертизой.

Такой же порядок возмещения установлен при повреждении, порче или снижении качества груза по другим причинам.

Размер возмещения в виде штрафа за просрочку доставки груза зависит от провозной платы и от того, насколько задержана доставка и определяется как отношение просрочки (в сутках) к общему сроку доставки и составляет:

- 6% от провозной платы при просрочке не свыше одной десятой общего срока доставки;
- 12% провозной платы при просрочке более одной десятой, но не свыше двух десятых общего срока доставки;
- 18% провозной платы при просрочке более двух десятых, но не свыше трех десятых общего срока доставки;
- 24% провозной платы при просрочке более трех десятых, но не свыше четырех десятых общего срока доставки;
- 30% провозной платы при просрочке более четырех десятых общего срока доставки.

Получатель лишается права на получение штрафа за просрочку доставки груза, если груз не был им принят в течение одних суток после уведомления железной дороги о его прибытии.

Соглашением установлен обязательный претензионный порядок разрешения споров между сторонами договора перевозки. Право предъявления претензии принадлежит отправителю и получателю. Она предъявляется в письменном виде с соответствующим обоснованием и указанием суммы возмещения.

Железная дорога обязана в течение 180 дней рассмотреть претензию, дать ответ и при полном или частичном признании ее уплатить причитающуюся сумму.

Иск может быть предъявлен после завершения претензионного порядка рассмотрения спора только в надлежащем суде той страны, железной дороге которой была предъявлена претензия.

Претензии и иски о возмещении ущерба могут быть заявлены в течение 9 месяцев. Срок подачи претензий и исков в связи с просрочкой доставки груза составляет 2 месяца.

Перевозка пассажиров

Международная перевозка пассажиров регулируется Соглашением о международном пассажирском сообщении (СМПС). Этот нормативный акт распространяет действие на перевозки пассажиров, багажа и товаробагажа между странами, железные дороги которых в нем участвуют.

В Соглашении закреплены обязанности железных дорог, регулируется порядок перевозки пассажиров, перевозка багажа и товаробагажа, устанавливается ответственность железных дорог.

Среди обязанностей железных дорог существенную группу составляют те, которые связаны с решением организационных вопросов общего характера. Это обязанности по организации перевозок с наибольшими удобствами для пассажиров, по обеспечению их культурного обслуживания в пути и на станциях, по организации справочно-информационной работы для предоставления пассажирам возможности получать информацию о поездах и вагонах, курсирующих в нужных направлениях. Перечень справочно-информационных услуг и порядок их предоставления определяется правилами, которые действуют на железных дорогах.

Железные дороги обязаны осуществлять перевозки пассажиров в прямом международном сообщении поездами или вагонами, указанными в расписании или специальными поездами и вагонами.

Перевозка пассажиров, багажа и товаробагажа производится только между станциями, указанными в применяемых тарифах и только через пограничные станции, перечисленные в этих тарифах.

Багаж и товаробагаж при переходе на дороги другой ширины колеи и при отсутствии поездов и вагонов прямого сообщения перегружаются на пограничных станциях силами и средствами железных дорог и за их счет (п. 6 ст. 3 СМПС).

В Соглашении выделяется специальный раздел, посвященный организации и осуществлению пассажирских перевозок, - «Перевозка пассажиров». Раздел содержит нормы, подробно регулирующие вопросы о пассажирских билетах, условиях их годности и контроле билетов, о предоставлении мест в поезде, об условиях проезда детей, о перерыве поездки, отказе в поездке и прекращении договора перевозки.

Перевозка пассажира оформляется пассажирским билетом. Его форма и основные данные установлены Соглашением. Билет имеет вид купонной книжки, состоящей из обложки и билета-купона. Предъявленный билет-купон без обложки и обложка купонной книжки без билета-купона считаются недействительными и отбираются работниками железной дороги.

Для поездки организованных групп пассажиров может быть выдана одна купонная книжка с бланковым билетом-купоном на группу не менее 10 взрослых пассажиров. Каждому пассажиру выдается отдельный контрольный купон, действительный при наличии купонной книжки.

В рамках срока годности билета пассажир имеет право прерывать поездку на попутных станциях любое число раз и на любой срок. Остановка пассажира в пути следования не удлиняет срока годности билета.

Условия проезда детей таковы: пассажир имеет право провезти бесплатно одного ребенка не старше 5 лет, если он не занимает отдельного места. Дети в возрасте от 5 лет до 12 лет провозятся по детским билетам.

Пассажир в начале поездки сдает билет проводнику. При непредъявлении билета, имеющего силу для проезда в данном поезде и вагоне, пассажир обязан уплатить штраф и стоимость проезда за проследованное расстояние.

К ручной клади Соглашение относит легкопереносимые предметы. Они перевозятся пассажи-ром бесплатно. Общая масса ручной клади, провозимой бесплатно, не должна превышать 35 кг на взрослого пассажира и 15 кг на ребенка до 12 лет. Излишнюю ручную кладь пассажир обязан сдать в багаж.

В виде ручной клади сверх установленной нормы допускается перевозка складных детских и инвалидных колясок, если ребенок или инвалид, для которых они предназначены, следуют в поезде. В счет нормы ручной клади могут перевозиться радиоприемники, телевизоры и другие приборы, требующие особой осторожности при перевозке.

Пассажир вправе перевозить комнатных животных (собак, кошек, птиц и др.).

Соглашение содержит перечень предметов, запрещенных для перевозки в виде ручной клади.

К ним относятся огнеопасные, взрывчатые, радиоактивные, отравляющие вещества, заряженное оружие, крупногабаритные предметы и др. В разделе «Перевозка багажа» дается перечень предметов, допускаемых к перевозке, а также предметов, запрещенных к перевозке. Багаж принимается к перевозке по предъявлении проездного билета. В подтверждение приема багажа к перевозке пассажиру выдается багажная квитанция.

Общая масса багажа не должна превышать 100 кг Он выдается на станции назначения предъявителю багажной квитанции.

В Соглашении наряду с порядком перевозки багажа регулируется перевозка товаробагажа. Товаробагаж – это так называемые мелкие грузы, которые перевозятся в багажном вагоне при наличии свободных мест и при условии ненанесения ущерба багажу и которые могут быть легко и быстро погружены.

К этим мелким грузам отнесены холодильники, стиральные машины, бытовые приборы, мебель, принадлежащая пассажиру, предметы искусства (картины, скульптуры и др.), радиоактив-ные вещества (согласно правилам их перевозки). Кроме того, это некоторые предметы, которые могут провозиться как багаж и, в частности, переносные кресла, коляски для инвалидов, детские коляски, переносные музыкальные инструменты в футлярах, сундуки, ящики, тюки, предметы театральных постановок и т.п.

К перевозке могу быть допущены продукты питания, не требующие охлаждения, вентиляции, отопления и обслуживания.

Установлены ограничения массы отдельного места товаробагажа, она не должна быть менее
5 кг и более 165 кг

Товаробагаж принимается к перевозке без предъявления билета. Для сдачи к отправке товаробагажом допущенных к перевозке предметов их владелец должен подать начальнику станции письменное заявление с приложением к нему разрешения на вывоз этих предметов.

Кроме того к заявлению прилагаются документы, необходимые для выполнения таможенных и других правил.

При сдаче товаробагажа отправитель должен объявить его ценность.

В подтверждении приема товаробагажа к перевозке отправителю выдается товаробагажная квитанция.

Срок доставки товаробагажа определяется, во-первых, исходя из скорости перевозки, которая составляет 300 км в сутки. Во-вторых, к расчетному сроку приплюсовываются 1 сутки на отправку товаробагажа.

Товаробагаж выдается на станции назначения получателю, указанному в дорожной товаробагажной ведомости, без предъявления им товаробагажной квитанции. Получатель в случае надобности может получить от станции назначения заверенную выписку из дорожной товаробагажной ведомости с необходимыми сведениями.

Если получатель не явился в течение 5 суток за получением товаробагажа, последний считается невостребованным и реализуется в порядке, установленном внутренними правилами, действующими на железной дороге назначения.

В соответствии с Соглашением железные дороги, осуществляющие перевозки багажа и товаробагажа, несут солидарную ответственность. Ответственность перевозчика наступает за просрочку доставки багажа, товаробагажа и за ущерб, возникший вследствие полной или частичной утраты или вследствие повреждения их с момента принятия к перевозке до выдачи. При повреждении багажа, сданного без объявления ценности, железная дорога обязана уплатить сумму, на которую понизилась стоимость багажа.

В случае повреждения багажа или товаробагажа с объявленной ценностью она уплачивает возмещение в сумме, составляющей часть объявленной ценности, на которую понизилась стоимость багажа и товаробагажа. При полной или частичной утрате багажа, сданного к перевозке без объявления ценности, железная дорога уплачивает пассажиру действительную стоимость утраченного. Однако она не должна превышать 2 швейцарских франка за каждый недостающий килограмм массы брутто.

Что касается просрочки доставки багажа и товаробагажа, то за каждые сутки просрочки железная дорога обязана уплатить штраф:

- багажа – в размере 5% провозной платы, но всего не более 50% провозной платы;
- товаробагажа – в размере 1,5% провозной платы, но всего не более 30% провозной платы.

Соглашением установлен обязательный претензионный порядок рассмотрения споров в связи с перевозкой пассажиров. Право на предъявление претензий принадлежит пассажиру, отправителю или получателю товаробагажа. Оно ограничено заявленной суммой. Если в претензии указа-на сумма, эквивалентная менее 1,5 швейцарским франкам по

одному проездному билету или по одной отправке багажа или товаробагажа, она не подлежит предъявлению.

К претензии должны быть приложены оригиналы проездных и перевозочных документов, а также коммерческого акта, выданных железной дорогой.

Железная дорога обязана не позднее 180 дней с момента заявления претензии, подтвержден-ного почтовым штемпелем или датой расписки в ее получении, рассмотреть требования и дать ответ. При полном или частичном признании претензии железная дорога должна уплатить соответствующую сумму.

Право на предъявление иска возникает только после рассмотрения претензии. Иск может быть предъявлен лишь в случае, если железной дорогой не был соблюден срок рассмотрения претензии либо она была отклонена полностью или частично. Исковое заявление предъявляется только в надлежащем суде той страны, железной дороге которой была предъявлена претензия.

Железная дорога также может предъявлять требования и иски к пассажирам и отправителям или получателям товаробагажа о штрафах или возмещении ущерба.

Претензии, иски и требования могут быть заявлены в течение 10 месяцев. Для претензий о просрочке доставки багажа или товарбагажа установлен 30-дневный срок давности.

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО РГАТУ

_____ А.В. Шемякин

«20» марта 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ВОСПИТАНИЯ

в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А. Костычева на период 2024 - 2025 гг.

2024 год

Содержание

Пояснительная записка

1. **Общие положения**

Концептуально-ценностные основания и принципы организации воспитательного процесса в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А. Костычева (далее Университет)

1.1. Методологические подходы к организации воспитательной деятельности в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А.Костычева

1.2. Цель и задачи воспитательной работы в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А. Костычева Содержание и условия реализации воспитательной работы в образовательной организации высшего образования

1.3. Воспитывающая (воспитательная) среда Университета

1.4. Направления воспитательной деятельности и воспитательной работы

1.5. Приоритетные виды деятельности обучающихся в воспитательной системе Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева

1.6. Формы и методы воспитательной работы в Университете

1.7. Ресурсное обеспечение реализации воспитательной деятельности в Университете

1.8. Инфраструктура Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, обеспечивающая реализацию рабочей программы воспитания

1.9. Социокультурное пространство. Сетевое взаимодействие с организациями, социальными институтами и субъектами воспитания

2. **Управление системой воспитательной работы в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А. Костычева**

2.1. Воспитательная система и управление системой воспитательной работой в Университете

2.2. Студенческое самоуправление (со-управление) в Университете

2.3. Мониторинг качества воспитательной работы и условий реализации содержания воспитательной деятельности

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Рабочая программа воспитания в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А. Костычева представляет собой ценностно-нормативную, методологическую, методическую и технологическую основу организации воспитательной деятельности в вузе.

Областью применения рабочей программы воспитания (далее – Программа) в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А. Костычева (далее – университет) являются образовательное и социокультурное пространство, образовательная и воспитывающая среды в их единстве и взаимосвязи.

Программа ориентирована на организацию воспитательной деятельности субъектов образовательного и воспитательного процессов.

Основным средством осуществления воспитательной деятельности является воспитательная система и соответствующая ей Рабочая программа воспитания и План воспитательной работы.

Рабочая программа выстраивает свою воспитательную систему в соответствии со спецификой профессиональной подготовки в Университете.

При выстраивании воспитательной системы следует исходить из следующих положений:

1. Воспитательная работа – это деятельность, направленная на организацию воспитывающей среды и управление разными видами деятельности воспитанников с целью создания условий для их приобщения к социокультурным и духовно-нравственным ценностям народов Российской Федерации, полноценного развития, саморазвития и самореализации личности при активном участии самих обучающихся.

2. Программа призвана оказать содействие и помощь субъектам образовательных отношений в разработке структуры и содержания Рабочей программы воспитания и Плана воспитательной работы образовательной организации высшего образования.

3. Рабочая программа воспитания в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А.Костычева разработана в соответствии с нормами и положениями:

– Конституции Российской Федерации;

− Федерального закона от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации;

− Федерального закона от 31.07.2020 № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»;

− Федерального закона от 05.02.2018 г. № 15-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам добровольчества (волонтерства)»;

− Указа Президента Российской Федерации от 19.12.2012 г. № 1666 «О Стратегии государственной национальной политики Российской Федерации на период до 2025 года»;

− Указа Президента Российской Федерации от 24.12.2014 г. № 808 «Об утверждении Основ государственной культурной политики»;

− Указа Президента Российской Федерации от 31.12.2015 № 683 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» (с изменениями от 06.03.2018 г.);

− Указа Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»;

− Указа Президента Российской Федерации от 09.05.2017 г. № 203 «Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 гг.»;

− Распоряжения Правительства от 29.05.2015 г. № 996-р «Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года»;

− Распоряжения Правительства от 29.11.2014 г. № 2403-р «Основы государственной молодежной политики Российской Федерации на период до 2025 года»;

− Плана мероприятий по реализации Основ государственной молодежной политики Российской Федерации на период до 2025 года, утвержденных распоряжением Правительства Российской Федерации от 29.11.2014 г. № 2403-р;

− Распоряжения Правительства Российской Федерации от 29.12.2014 г. № 2765-р «Концепция Федеральной целевой программы развития образования на 2016-2020 годы»;

− Постановления Правительства Российской Федерации от 26.12.2017 г. № 1642 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования»;

− письма Министерства образования и науки Российской Федерации от 14.02.2014 № ВК-262/09 «Методические рекомендации о создании и деятельности советов обучающихся в образовательных организациях»;

− Приказа Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки (Рособрнадзор) от 14.08.2020 №831 «Об утверждении Требований к структуре официального сайта образовательной организации

в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и формату предоставления информации»;

− Посланий Президента России Федеральному Собранию Российской Федерации.

− Государственной программы «Комплексное развитие сельских территорий»;

- Основ государственной молодежной политики Российской Федерации на период до 2025 года;

- Стратегии развития молодежи Российской Федерации на период до 2025 года;

- Программы Гражданско-патриотического воспитания студентов аграрных вузов России на 2021-2025 годы;

− Устава Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А.Костычева;

−Локальных нормативных актов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А.Костычева и др.

4. Рабочая программа воспитания в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А.Костычева разработана в традициях отечественной педагогики и образовательной практики и базируется на принципе преемственности и согласованности с целями и содержанием Программы воспитания в системе СПО.

5. Программа воспитания является частью ОПОП, разрабатываемой и реализуемой в соответствии с действующим с действующим федеральным государственным образовательным стандартом (далее – ФГОС).

Во исполнение положений Федерального закона от 31 июля 2020 г. № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся» в университете разработаны:

− ***Рабочая программа воспитания*** в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А. Костычева (определяет комплекс основных характеристик осуществляемой в университете воспитательной деятельности);

− ***Рабочие программы воспитания*** как часть ОПОП, реализуемых Рязанским государственным агротехнологическим университетом имени П.А. Костычева (разрабатывается на период реализации образовательной программы и определяет комплекс ключевых характеристик системы воспитательной работы университета (принципы, методологические подходы, цель, задачи, направления, формы, средства и методы воспитания, планируемые результаты и др.));

– ***Календарный план воспитательной работы*** Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, конкретизирующий перечень событий и мероприятий воспитательной направленности, которые организуются и проводятся университетом и (или) в которых субъекты воспитательного процесса принимают участие.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Концептуально-ценностные основания и принципы организации воспитательного процесса в университете

Концептуально-ценностные основания.

Приоритетной задачей государственной политики в Российской Федерации является формирование стройной системы национальных ценностей, пронизывающей все уровни образования.

При разработке рабочей программы воспитания, календарного плана воспитательной работы и содержания воспитательного процесса использовались положения Стратегии национальной безопасности Российской Федерации**,** в которой определены следующие **традиционные духовно-нравственные ценности**:

– приоритет духовного над материальным;

– защита человеческой жизни, прав и свобод человека;

– семья, созидательный труд, служение Отечеству;

– нормы морали и нравственности, гуманизм, милосердие, справедливость, взаимопомощь, коллективизм;

– историческое единство народов России, преемственность истории нашей Родины.

Принципы организации воспитательного процесса в университете:

– системности и целостности, учета единства и взаимодействия составных частей воспитательной системы университета (содержательной, процессуальной и организационной);

– природосообразности (как учета в образовательном процессе индивидуальных особенностей личности и зоны ближайшего развития), приоритета ценности зоровья участников образовательных отношений, социально-психологической поддержки личности и обеспечения благоприятного социально-психологического климата в коллективе;

– культуросообразности образовательной среды, ценностно-смыслового наполнения содержания воспитательной системы и организационной культуры университета, гуманизации воспитательного процесса;

– субъект-субъектного взаимодействия в системах «обучающийся – обучающийся», «обучающийся – академическая группа», «обучающийся – преподаватель», «преподаватель – академическая группа»;

– приоритета инициативности, самостоятельности, самореализации обучающихся в учебной и внеучебной деятельности, социального партнерства в совместной деятельности участников образовательного и воспитательного процессов;
– со-управления как сочетания административного управления и студенческого самоуправления, самостоятельности выбора вариантов направлений воспитательной деятельности (в зависимости от традиций университета, его специфики, отраслевой принадлежности и др.);
– соответствия целей совершенствования воспитательной деятельности наличествующим и необходимым ресурсам;
– информированности, полноты информации, информационного обмена, учета единства и взаимодействия прямой и обратной связи.

Приведенные выше принципы организации воспитательной деятельности согласуются с методологическими подходами к организации воспитательной деятельности в университете.

1.2. Методологические подходы к организации воспитательного процесса в университете

В основу рабочей программы воспитания положен комплекс методологических подходов, включающий подходы:

- ценностно-ориентированный,
- системный,
- системно-деятельностный,
- культурологический,
- проблемно-функциональный,
- научно-исследовательский,
- проектный,
- ресурсный,
- здоровьесберегающий,
- информационный.

Ценностно-ориентированный подход - в основе управления воспитательным процессом лежит созидательная, социально-направленная деятельность.

Системный подход - предполагает рассмотрение воспитательного процесса как открытой социально-психологической, динамической, развивающейся системы, состоящей из двух взаимосвязанных подсистем: управляющей (руководство вуза, проректор по воспитательной работе, заместитель декана по воспитательной работе, куратор учебной группы, преподаватель) и управляемой (студенческое сообщество вуза, студенческий актив, студенческие коллективы, студенческие группы и др.).

Системно-деятельностный подход - позволяет установить уровень целостности воспитательной системы вуза, а также степень взаимосвязи ее подсистем в образовательном процессе.

Культурологический подход - способствует реализации культурной направленности образования и воспитания и направлен на создание в вузе

культуросообразной среды и организационной культуры, а также на повышение общей культуры обучающихся, формирование их профессиональной культуры и культуры труда.

Проблемно-функциональный подход - позволяет осуществлять целеполагание с учетом выявленных воспитательных проблем и рассматривать управление системой воспитательной работы вуза как непрерывную серию взаимосвязанных, выполняемых одновременно или в некоторой последовательности управленческих функций (анализ, планирование, организация, регулирование, контроль), сориентированных на достижение определенных целей).

Научно-исследовательский подход – воспитательную работу в ООВО как деятельность, имеющую исследовательскую основу и включающую вариативный комплекс методов теоретического и эмпирического характера.

Проектный подход - разрешение имеющихся социальных и иных проблем посредством индивидуальной или совместной проектной или проектно-исследовательской деятельности обучающихся под руководством преподавателя. Проектная технология имеет социальную, творческую, научно-исследовательскую, мотивационную и практико-ориентированную направленность.

Ресурсный подход - нормативно-правовое, кадровое, финансовое, информационное, научно-методическое, учебно-методическое и материально-техническое обеспечение реализации воспитательного процесса.

Здоровьесберегающий подход – направлен на повышение культуры здоровья и сбережение здоровья субъектов образовательных отношений, создание здоровьеформирующей и здоровьесберегающей образовательной среды, актуализацию и реализацию здорового образа жизни.

Информационный подход - позволяет определять актуальный уровень состояния воспитательной системы вуза и иметь ясное представление о том, как скорректировать ситуацию.

1.3. Цель и задачи воспитательной работы в университете

Воспитание студентов является приоритетным направлением деятельности университета, имеет системный характер, осуществляется в тесной взаимосвязи учебной и внеучебной работы, строится в соответствии с действующими нормативными документами и требованиями.

Цель воспитательной работы – создание условий для активной жизнедеятельности обучающихся, их гражданского самоопределения, профессионального становления и индивидуально-личностной самореализации в созидательной деятельности для удовлетворения потребностей в нравственном, культурном, интеллектуальном, социальном и профессиональном развитии.

Задачи воспитательной работы в университете:

– развитие мировоззрения и актуализация системы базовых ценностей личности;

– приобщение студенчества к общечеловеческим нормам морали, национальным устоям и академическим традициям;

– воспитание уважения к закону, нормам коллективной жизни, развитие гражданской и социальной ответственности;

– воспитание положительного отношения к труду, воспитание социально значимой целеустремленности и ответственности в деловых отношениях;

– содействие росту престижа аграрных специальностей;

– обеспечение развития личности и ее социально-психологической поддержки, формирование личностных качеств, необходимых для эффективной профессиональной деятельности;

– выявление и поддержка талантливой обучающихся, формирование организаторских навыков, творческого потенциала, вовлечение обучающихся в процессы саморазвития и самореализации;

– формирование культуры и этики профессионального общения;

– воспитание внутренней потребности личности в здоровом образе жизни, ответственного отношения к природной и социокультурной среде;

– повышение уровня культуры безопасного поведения;

– развитие личностных качеств и установок, социальных навыков и управленческими способностями.

В системе воспитания в рамках воспитательного процесса университет ориентируется на формирование следующих компетенций:

социально-культурная компетенция: предполагает понимание закономерностей исторического развития человечества; знание мировой истории и истории Отечества, уважительное отношение к отечественной истории; сознательное и ответственное отношение к духовно-нравственным ценностям и моральным нормам, сформированность мировоззренческих понятий и идеалов, нравственного поведения; эстетических вкусов, выбор честного жизненного пути; понимание безусловной ценности семьи, забота о старшем и младшем поколениях.

Формирование данной компетенции основывается на ценностях: человек, отечество, семья, культура, добро и красота через включение студентов в следующие виды социальных практик: успешное освоение учебного плана направления подготовки, социокультурные проекты, историко-краеведческая работа, деятельность творческих, волонтерских объединений, дискуссионных клубов и др.

Гражданско-патриотическая компетенция: проявляется в социальных чувствах, содержанием которых является любовь к Отечеству, готовность подчинить его интересам свои частные интересы, гордость достижениями и культурой своей Родины, желание сохранять её культурные особенности, стремление защищать интересы Родины и своего народа, уважение к другим народам и странам, к их национальным обычаям и традициям; способность принимать на себя ответственность, участвовать в выработке совместных

решений, совершать выбор, в поддержании и развитии демократических институтов и институтов гражданского общества; толерантность, уважительное отношение к представителям других наций, культур, конфессий, уважительное отношение к истории своего народа, отечества. Формирование данной компетенции основывается на ценностях: отечество, нация, народ, мир, гражданственность, патриотизм, свобода.

Данная компетенция формируется через включение студентов в следующие виды социальных практик: историко-архивная работа, поисковые отряды, дискуссионные клубы, социально-значимая деятельность и благотворительные акции, участие в смотрах- конкурсах и фестивалях патриотической тематики и др.

Профессионально-трудовая компетенция: направлена на профессиональное, социальное и личностное самоопределение; планирование будущего образа и качества жизни, профессионального пути и карьеры; готовности к постоянным изменениям в личной и профессиональной жизни (мобильность, конкурентоспособность, инновационное мышление, инициатива, самостоятельность, ответственность, производительность); готовность к адаптации на рынке труда, к профессиональному росту. Формирование данной компетенции основывается на ценностях: труд, профессиональная деятельность, общество.

Данная компетенция формируется через включение студентов в следующие виды социальных практик: успешное освоение учебного плана направления подготовки, участие в работе студенческих трудовых отрядов, участие в работе СКБ, малых инновационных предприятий при вузе, трудовой семестр, учебно-производственные практики, освоение дополнительных квалификаций и др.

Эколого-валеологическая компетенция: направлена на ответственное отношение к окружающей среде, формирование природоохранного и ресурсосберегающего мышления и поведения, понимание сущности и взаимосвязи социальных и природных процессов, эволюции научных идей; утверждение ценностей здоровья и здорового образа жизни, укрепление здоровья во всех его аспектах (физический, психологический, социальный); формирование культуры сексуального поведения; нетерпимое отношение к разным формам зависимости (наркомания, табакокурение, алкоголизм, и др.). В основе формирования данной компетенции - ценности: человечество, природа, земля, здоровье.

Данная компетенция формируется через включение студентов в следующие виды социальных практик: природоохранная деятельность, акции экологического содержания, занятия физической культурой и спортом и др.

Информационно-коммуникативная компетенция: направлена на формирование мотивации к социальному взаимодействию, совместной деятельности, сотрудничеству со сверстниками и старшим поколением; навыков работы в группе, способности к установлению продуктивных социальных связей, овладению приемами и техниками общения; формирование поисковых и аналитических умений в работе с информацией, способности к систематизации, классификации, осмыслению информации в разных контекстах; понимание

сущности природных и социальных явлений; владение информационными технологиями, компьютерными и интернет-технологиями; критическое отношение к информации, в т.ч. к информации, распространяемой СМИ. Формирование данной компетенции основывается на ценностях: человек, познание, знание, истина, уважение, понимание, взаимодействие. Данная компетенция формируется через включение студентов в следующие виды социальных практик: работа в органах студенческого самоуправления, работа в творческих и научно-исследовательских группах, организационно-деятельностные игры, участие в работе студенческих СМИ и др.

Личностно-развивающая компетенция: направлена на формирование внутреннего нравственного императива, активной жизненной позиции, реализации своего мировоззрения, системы ценностей; формирование готовности и способности учиться на протяжении всей жизни, работать над изменением своей личности, поведения, деятельности и отношений с целью прогрессивного личностно-профессионального развития; формирование творчески-преобразовательной установки по отношению к собственной жизни, способность к преодолению трудностей, решению проблем, принятию решений и выбору оптимальной линии поведения в нестандартных и сложных ситуациях; выраженная мотивация к установлению личностных отношений, устойчивость по отношению к неблагоприятным факторам среды.

Формирование данной компетенции основывается на ценностях: самоопределение, самореализация, самообразование.

Данная компетенция формируется через включение студентов в следующие виды социальных практик: тренинги личностного роста, участие в работе молодежных форумов и конференций, различные формы общественно-полезной деятельности и др.

2. СОДЕРЖАНИЕ И УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ В УНИВЕРСИТЕТЕ

2.1. Воспитывающая (воспитательная) среда университета

Воспитывающая среда вуза - движущая сила, источник мотивации личности к самореализации, саморазвития, самораскрытия потенциала студента, несущего ответственность за свой жизненный и профессиональный выбор.

Среда рассматривается как единый и неделимый фактор внутреннего и внешнего психосоциального и социокультурного развития личности, таким образом, человек выступает одновременно и в качестве объекта, и в роли субъекта личностного развития.

Образовательная среда представляет собой систему влияний и условий формирования личности по заданному образцу, а также возможностей для ее развития, содержащихся в социальном и пространственно-предметном окружении.

Воспитывающая (воспитательная) среда – это среда созидательной деятельности, общения, разнообразных событий, возникающих в них отношений, демонстрации достижений.

Воспитывающая среда является интегративным механизмом взаимосвязи социокультурной, инновационной, акмеологической, рефлексивной, адаптивной, безопасной, благоприятной и комфортной, здоровьеформирующей и здоровьесберегающей и других сред.

2.2. Направления воспитательной деятельности и воспитательной работы в университете

2.2.1. Направления воспитательной деятельности

Указанные цели и задачи реализуются посредством различных направлений воспитательной деятельности:

- ***гражданско-патриотическое и правовое воспитание*** – меры, способствующие становлению активной гражданской позиции личности, осознанию ответственности за благополучие своей страны, усвоению норм права и модели правомерного поведения;
- ***духовно-нравственное воспитание*** – воздействие на сферу сознания студентов, формирование эстетических принципов личности, ее моральных качеств и установок, согласующихся с нормами и традициями социальной жизни;
- ***профессионально-трудовое воспитание*** – формирование творческого подхода, воли к труду и самовыражению в избранной специальности, приобщение студентов к традициям и ценностям профессионального сообщества, нормам корпоративной этики;
- ***эстетическое воспитание*** – содействие развитию устойчивого интереса студентов к кругу проблем, решаемых средствами художественного творчества, и осознанной потребности личности в восприятии и понимании произведений искусства;
- ***физическое воспитание*** - совокупность мер, нацеленных на популяризацию спорта, укрепление здоровья студентов, усвоение ими принципов и навыков здорового образа жизни;
- ***экологическое воспитание,*** понимаемое не только в узком, природоохранном, а в предельно широком – культурно-антропологическом смысле.

2.2.2. Направления воспитательной работы

Содержанием воспитательной работы в университете являются различные виды совместной деятельности преподавателей и студентов, которые осуществляются по следующим направлениям:

– приоритетные направления: гражданско-патриотическое и духовно-нравственное воспитание;

– вариативные направления: профессионально-трудовое, научно-образовательное эстетическое, экологическое, спортивно-оздоровительное, студенческое самоуправление.

Таблица 1. Направления воспитательной работы в университете и соответствующие им воспитательные задачи

№ п/п	Направления воспитательной работы	Воспитательные задачи
Приоритетная часть		
1.	гражданско-патриотическое	Воспитание и развитие гражданственности, уважения к правам и свободам человека, любви к окружающей природе, Родине, семье, патриотического и национального самосознания
2.	духовно-нравственное	Воспитание духовно-нравственной культуры, развитие ценностно-смысловой сферы и духовной культуры, нравственных чувств и крепкого нравственного стержня
Вариативная часть		
3.	профессионально-трудовое	Формирование творческого подхода, воли к труду и самовыражению в избранной специальности, приобщение студентов к традициям и ценностям профессионального сообщества, нормам корпоративной этики
4.	научно-образовательное	Подготовка высококвалифицированных специалистов - выполнение образовательных программ, научно-исследовательская деятельность, дающая основы аналитического мышления и практического опыта. способствующая повышению интеллектуального уровня
5.	физическое	Развитие физических и духовных сил, укрепление выносливости и психологической устойчивости, формирование потребности в здоровом образе жизни, развитие способности к сохранению и укреплению здоровья
6.	эстетическое	Содействие развитию устойчивого интереса студентов к кругу проблем, решаемых средствами художественного творчества, и осознанной потребности личности в восприятии и понимании произведений искусства
7.	экологическое	Развитие экологического сознания и устойчивого экологического поведения, понимаемое не только в узком, природоохранном, а в предельно широком – культурно-антропологическом смысле
8.	Студенческое самоуправление	Соединения интересов личности в развитии и самореализации с интересами государства – в подготовке профессиональных кадров для экономики страны и гармоничной социализации молодого человека в обществе.

2.3. Приоритетные виды деятельности обучающихся в воспитательной системе университета

Приоритетными видами деятельности обучающихся в воспитательной системе в университете выступают:
– проектная деятельность как коллективное творческое дело;
– волонтерская (добровольческая) деятельность;
– учебно-исследовательская и научно-исследовательская деятельность;
– студенческое международное сотрудничество;
– деятельность и виды студенческих объединений;
– досуговая, творческая и социально-культурная деятельность по организации и проведению значимых событий и мероприятий;
– вовлечение студентов в профориентацию;
– вовлечение студентов в предпринимательскую деятельность;
– профилактика негативных явлений в социальной среде;
– другие виды деятельности обучающихся.

2.4. Формы организации и методы воспитательной работы в университете

Под *формами организации* воспитательной работы понимаются различные варианты организации конкретного воспитательного процесса, в котором объединены и сочетаются цель, задачи, принципы, закономерности, методы и приемы воспитания в Университете.

Основные формы организации воспитательной работы выделяются по количеству участников данного процесса:
а) массовые формы работы: на уровне района, города, университета;
б) мелкогрупповые и групповые формы работы: на уровне учебной группы и в мини-группах;
в) индивидуальные формы работы: с одним обучающимся.

Все формы организации воспитательной работы в своем сочетании гарантируют с одной стороны – оптимальный учет особенностей обучающегося и организацию деятельности в отношении каждого по свойственным ему способностям, а с другой – приобретение опыта адаптации обучающегося к социальным условиям совместной работы с людьми разных идеологий, национальностей, профессий, образа жизни, характера, нрава и т.д.

Методы воспитания – способы влияния преподавателя/организатора воспитательной деятельности на сознание, волю и поведение обучающихся Университета с целью формирования у них устойчивых убеждений и определенных норм поведения (через разъяснение, убеждение, пример, совет, требование, общественное мнение, поручение, задание, упражнение, соревнование, одобрение, контроль, самоконтроль и др.).

В процессе воспитательной работы в университете используются технологии воспитания, ведущие к самовоспитанию, саморазвитию. При этом соблюдается гуманистическая направленность методов воспитания, происходит индивидуализация и оптимизация их использования, в зависимости от ситуации.

В целом же используются следующие методы:

- м*етоды патриотического воспитания*, формирования гражданской позиции (учебные занятия, кураторские часы, акции, соревнования, интеллектуальные игры и др.);

- м*етоды включения студентов* в разнообразные виды коллективной творческой деятельности, способствующей формированию самостоятельности и инициативы (студенческое самоуправление, общеуниверситетские праздники, декады специальностей, занятия в творческих кружках, спортивных секциях, в волонтерском движении, в конкурсах, в третьем трудовом семестре);

- м*етоды нравственного воспитания*, воспитания культуры поведения и общения, формирования здорового образа жизни (учебные занятия, беседы, акции, кураторские часы, месячники, диспуты, дискуссии, тренинги и др.)

- м*етоды совместной деятельности* преподавателей и студентов в воспитательной работе, принимающей формы сотрудничества, соучастия (учебные занятия, профессиональные конкурсы, выставки творческих работ, конференции, олимпиады, презентации);

- м*етоды взаимодействия* преподавателей, студентов и родителей в воспитательном процессе (родительские собрания, индивидуальные консультации, праздники, профориентационная, санитарно-профилактическая деятельность и др.)

- м*етоды формирования* профессионального сознания, интереса к выбранной специальности (учебные занятия, научно - практические конференции, профессиональные конкурсы, экскурсии на базовые предприятия, беседы со специалистами);

- м*етоды* нравственного воспитания - воспитания культуры поведения и общения, формирование здорового образа жизни (учебные занятия, беседы, акции, кураторские часы, диспуты, дискуссии и др.);

Реализация конкретных форм и методов воспитательной работы воплощается в календарном плане воспитательной работы, утверждаемом ежегодно на предстоящий учебный год на основе направлений воспитательной работы, установленных в настоящей рабочей программе воспитания.

2.4. **Ресурсное обеспечение реализации рабочей программы воспитания в образовательной организации высшего образования**

Ресурсное обеспечение воспитательной деятельности университета направлено на создание условий для осуществления деятельности по воспитанию обучающихся в контексте реализации основных профессиональных образовательных программ.

Ресурсное обеспечение реализации рабочей программы воспитания в университете включает следующие его *виды:*

– нормативно-правовое обеспечение;

– кадровое обеспечение;

– финансовое обеспечение;

– информационное обеспечение;

– научно-методическое и учебно-методическое обеспечение;

– материально-техническое обеспечение.

*Нормативно-правовое обеспечени*е воспитательной деятельности разрабатывается в Университете в соответствии с нормативно-правовыми документами вышестоящих организаций, сложившимся опытом воспитательной деятельности, имеющимися ресурсами и включает следующие документы:

− концепция воспитательной деятельности;

−Программа воспитания в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А. Костычева;

− Рабочие программы воспитания (как часть основных профессиональных образовательных программ, реализуемых университетом, на период реализации образовательной программы)

- Календарный план воспитательной работы в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А. Костычева;

− приказы, распоряжения, положения, определяющие и регламентирующие воспитательную деятельность;

− протоколы решений Учёного совета, на котором рассматривались вопросы воспитательной деятельности;

− отчёты о проделанной воспитательной работе за год.

Кадровое обеспечение. Управление воспитательной деятельностью обеспечивается кадровым составом, включающим следующие должности: ректор (уполномоченный проректор), начальник управления по социально-воспитательной работе, начальники отделов УСВР, руководитель студенческого спортивного клуба, директор студенческого дворца культуры, обеспечивающие воспитательную деятельность по направлениям. Административный, учебно-вспомогательный и обслуживающий персонал УСВР, студенческого спортивного клуба и других подразделений, привлекаемых к организации воспитательной деятельности, определяется университетом в соответствии с существующими нормами расчёта штатного расписания.

В учебных структурных подразделениях университета воспитательную деятельность организуют заместители деканов по воспитательной работе, преподаватели из числа научно-педагогических работников, кураторы академических групп, руководители студенческих объединений и др.

Организаторы воспитательной деятельности обязаны проходить курсы повышения квалификации не реже 1 раза в 3 года.

Информационное обеспечение воспитательной деятельности направлено на:

− информирование о возможностях для участия обучающихся в социально значимой деятельности, преподавателей - в воспитательной деятельности и их достижениях;

− наполнение сайта университета информацией о воспитательной деятельности и студенческой жизни;
− информационную и методическую поддержку воспитательной деятельности;
− планирование воспитательной деятельности и её ресурсного обеспечения;
− расходование средств на организацию культурно-массовой, физкультурной и спортивной, оздоровительной деятельности;
− поиск, сбор, анализ, обработку, хранение и предоставление информации;
− организацию студенческих СМИ;
− дистанционное взаимодействие всех участников (обучающихся, педагогических работников, органов управления в сфере образования, общественности);
− дистанционное взаимодействие университета с другими организациями социальной сферы.

Информационное обеспечение воспитательной деятельности включает: комплекс информационных ресурсов, в том числе цифровых, совокупность технологических и аппаратных средств (компьютеры, принтеры, сканеры и др.)..

Финансовое обеспечение. Финансирование воспитательной деятельности обеспечивает условия для решения задач воспитания. Реализация воспитательной деятельности имеет многоканальное финансирование:
− средства для организации культурно-массовой, физкультурной и спортивной, оздоровительной работы с обучающимися в объеме месячного размера части стипендиального фонда, предназначенной на выплаты государственных академических стипендий студентам и государственных социальных стипендий студентам по образовательным программам среднего профессионального образования и двукратного месячного размера части стипендиального фонда, предназначенной на выплаты государственных академических стипендий студентам и государственных социальных стипендий студентам, по образовательным программам высшего образования (ст.36 п.15 ФЗ-273);
− субсидии на реализацию программ развития деятельности студенческих объединений (на конкурсной основе);
− средства университета от приносящей доход деятельности;
− другие источники, не запрещённые законом.

Использование указанных средств на иные, в том числе ремонтные, хозяйственные работы и услуги, приобретение мебели и хозяйственного инвентаря и другие цели, не связанные с воспитательной деятельностью, не допускается.

Университет вправе предусмотреть выделение доли средств от приносящей доход деятельности на организацию воспитательной деятельности среди обучающихся, проходящих обучение на внебюджетной основе.

Научно-методическое обеспечение воспитательного процесса рассматривается в трех направлениях: организационно-информационное (научно-методическая база, банк передового педагогического опыта и студенческих инноваций, издательская деятельность), технологическое (сбор и обработка информации, планирование и проведение мероприятий по внедрению системы качества), методическое (внедрение во все процессы профессиональной

образовательной организации системы менеджмента качества, обобщение, представление и распространение опыта работы преподавателей).

Постоянный обмен мнениями и проведение специальных исследований по вопросам:

- сущности воспитательного процесса;
- проблемам организации ВР;
- способов решения содержательных задач;
- обоснования форм и методов осуществления воспитательной работы;

В основу научно-методического обеспечения положены следующие принципы: гуманизации, вариативности, опережающего характера образовательно-воспитательных программ, адресности, разнообразия форм обучения, социального партнерства.

Материально-техническое обеспечение воспитательной деятельности позволяет:

− проводить массовые мероприятия, собрания, досуг и общение обучающихся, групповой просмотр кино- и видеоматериалов, организовывать сценическую работу, театрализованные представления;

- организовывать специализированные семинары, выездные стажировки по изучению опыта организации ВР в других вузах.

− выпускать печатные и электронные изданий и т.д.;

− проводить систематические занятия физической культурой и спортом, секционные спортивные занятия, участвовать в физкультурно-спортивных и оздоровительных мероприятиях, выполнении нормативов комплекса ГТО;

− обеспечивать доступ к информационным ресурсам Интернета, учебной и художественной литературе, коллекциям медиаресурсов на электронных носителях, к множительной технике для тиражирования учебных и методических текстографических и аудио- и видеоматериалов, результатов творческой, научно-исследовательской и проектной деятельности обучающихся.

2.6. Инфраструктура университета, обеспечивающая реализацию рабочей программы воспитания

Инфраструктура университета, обеспечивающая реализацию рабочей программы воспитания, включает в себя:

− помещения для работы органов студенческого самоуправления - объекты, обеспеченные средствами связи, компьютерной и мультимедийной техникой, интернет-ресурсами и специализированным оборудованием;

− спортивные сооружения - спортивные игровые залы и площадки, оснащённые игровым, спортивным оборудованием и инвентарём, открытый стадион широкого профиля;

− помещения для проведения культурного студенческого досуга и занятий художественным творчеством, техническое оснащение которых обеспечивает качественное воспроизведение фонограмм, звука, видеоизображений, а также световое оформление мероприятия (актовый зал, репетиционные помещения и др.);

− объекты социокультурной среды (музеи, библиотека, центры и др.).
− зоны отдыха;
− образовательное пространство, рабочее пространство и связанные с ним средства труда и оборудования; службы обеспечения; иное.

Для организации воспитательной деятельности в общежитиях предусмотрены соответствующие помещения (спортивные комнаты, помещения для культурно-массовых мероприятий и кружковой работы и т.п.), имеются спортивные площадки для игровых видов спорта.

2.7. Социокультурное пространство. Сетевое взаимодействие с организациями, социальными институтами и субъектами воспитания

Воспитание студентов осуществляется через формирование социокультурного пространства вуза – создание условий, которые обеспечивают возможность продуктивного взаимодействия субъектов воспитательного процесса.

Социокультурное пространство вуза характеризуется как пространство:
– построенное на ценностях, устоях общества, нравственных ориентирах, принятых вузовским сообществом;
– правовое, где в полной мере действует основной закон нашей страны – Конституция РФ, законы, регламентирующие образовательную деятельность, работу с молодежью, и более частное – Устав университета и правила внутреннего распорядка;
– высокоинтеллектуальное, содействующее приходу молодых одаренных людей в фундаментальную и прикладную науку, где сообщество той или иной научной школы – одно из важнейших средств воспитания студентов;
– пространство высокой коммуникативной культуры, толерантного диалогового взаимодействия студентов и преподавателей, студентов друг с другом;
– продвинутых информационно-коммуникационных технологий;
– открытое к сотрудничеству, с работодателями, с различными социальными партнерами, в том числе с зарубежными;
– ориентированное на психологическую комфортность, здоровый образ жизни, богатый событиями, традициями, обладающими высоким воспитательным потенциалом.

Средствами создания социокультурного пространства выступают: интеллектуально-творческая атмосфера вуза, включение воспитательных идей в содержание образовательных программ; традиции, корпоративные отношения, которые создают особый университетский дух; эстетическое окружение.

Источниками воспитания в университета являются: содержание образования, корпоративная культура, разнообразная деятельность (учебная, внеучебная, исследовательская, общественно-полезная, социально-культурная, инновационная).

Социокультурное пространство вуза призвано помочь молодому человеку войти в новое общество, освоить его ценности и нормы и успешно действовать в данной среде, помогает индивиду, с одной стороны, погрузиться в прошлое, почувствовать связь с ментальностью народа, всем человечеством, а с другой -

позволяет увидеть тенденции развития будущего общества. В этом процессе и происходит развитие личности.

К воспитательной деятельности университет привлекает социальных партнеров - РРОО "ИВПК "Десантное Братство", ОМОО «Российский союз сельской молодежи», Областное государственное бюджетное учреждение дополнительного образования «Центр одаренных детей «ГЕЛИОС», Рязанскую городскую станцию юных натуралистов , Рязанскую областную организацию ВОИ, РО ООО «Союз пенсионеров России», Агропромышленный союз товаропроизводителей Рязанской области, Рязанскую епархию Рязанской Митрополии Русской Православной церкви и др.

3. Управление системой воспитательной работы и мониторинг качества организации воспитательной деятельности

3.1. Воспитательная система и система управления воспитательной работой в образовательной организации высшего образования

Воспитательная система вуза представляет собой целостный комплекс воспитательных целей и задач, кадровых ресурсов, их реализующих в процессе целенаправленной деятельности, и отношений, возникающих между участниками воспитательного процесса.

Функциями управления системой воспитательной работы в университете выступают: анализ, планирование, организация, контроль и регулирование.

3.2. Студенческое самоуправление (со-управление) в университете

Студенческое самоуправление – это социальный институт, осуществляющий управленческую деятельность, в ходе которой обучающиеся принимают активное участие в подготовке, принятии и реализации решений, относящихся к жизни вуза и их социально значимой деятельности.

Цель студенческого самоуправления: создание условий для проявления способностей и талантов обучающихся, самореализации обучающихся через различные виды деятельности (проектную, волонтерскую, учебно-исследовательскую и научно-исследовательскую, студенческое международное сотрудничество, деятельность студенческих объединений, досуговую, творческую и социально-культурную, участие в организации и проведении значимых событий и мероприятий; участие в профориентационной и предпринимательской деятельности и др.).

Задачи студенческого самоуправления:

– сопровождение функционирования и развития студенческих объединений;

– правовая, информационная, методическая, ресурсная, психолого-педагогическая, иная поддержка органов студенческого самоуправления;
– подготовка инициатив и предложений для администрации университета, органов власти и общественных объединений по проблемам, затрагивающим интересы обучающихся и актуальные вопросы общественного развития;
– организация сотрудничества со студенческими, молодёжными и другими общественными объединениями в Российской Федерации и в рамках международного сотрудничества;
- формирование собственной активной социальной позиции студентов;
- развитие молодежного добровольчества (волонтерства);
- поддержка студентов в реализации студенческих инициатив.

3.3. Мониторинг качества воспитательной работы и условий реализации содержания воспитательной деятельности

С целью повышения эффективности воспитательной работы в начале и в конце учебного года проводится мониторинг состояния воспитательной работы в университете, определяющий жизненные ценности студенческой молодежи, возникающие проблемы, перспективы развития и т.д., на основании которого совершенствуются формы и методы воспитания.

Мониторинг качества воспитательной работы – форма организации сбора, хранения, обработки и распространения информации о системе воспитательной работы в университете, обеспечивающая непрерывное слежение и прогнозирование развития данной системы.

Способами оценки достижимости результатов воспитательной деятельности на личностном уровне выступают:
– методики диагностики ценностно-смысловой сферы личности и методики самооценки;
– анкетирование, беседа и др.;
– анализ результатов различных видов деятельности;
– фокус-группы;
– самооценка;
– портфолио и др.

Согласно целям и задачам, представленным в настоящей Программе, показателями эффективности воспитательной деятельности являются следующие критерии:

- ***количественные критерии***

- количество мероприятий, разных направлений и уровней, проведенных в университете:
- количество студентов, задействованных в мероприятиях;
-количество студентов, задействованных в кружковой и секционной работе;
- количество студентов, вовлеченных в деятельность студенческого самоуправления;
- количество правонарушений и преступлений;
- количество студентов, состоящих на профилактических учетах.

- ***качественные критерии***

-повышение уровня развития студенческой группы;
-удовлетворѐнность студентов жизнью в университете;
-повышение доли студентов, участвующих в мероприятиях различного уровня;
-снижение доли студентов, состоящих на профилактических учетах (от общего количества студентов).

Ключевым показателем эффективности воспитательной работы и условий реализации содержания воспитательной деятельности и моложеной политики выступает ***индекс эффективности воспитательной деятельности в вузах.***

Показатели индекса эффективности воспитательной деятельности в вузах:

- ***Вовлеченность студентов в Федеральную повестку реализации ГМП*;***
- ***Удовлетворенность внеучебной жизнью;***
- ***Удовлетворенность студентов инфраструктурой в вузе;***
- ***Привлекательность вуза для первокурсников;***
- ***Социально-психологическое самочувствие первокурсников;***
- ***Отношения студентов выпускных курсов к образовательной организации;***
- ***Взаимодействия студентов с преподавателями (ППС);***
- ***Доля студентов вуза, верящих в возможности самореализации в России;***
- ***Доверие к ректору.***

****Индикаторы эффективности МП:***

- ✓ ***доля студентов от общего числа обучающихся, участвующих в проводимых мероприятиях (в том числе в качестве зрителей);***
- ✓ ***доля студентов от общего числа обучающихся, участвующих в деятельности студенческого самоуправления, трудовых отрядов, волонтерских объединениях, научной и инновационной деятельности, творческих коллективов, спортивных секциях и т.п.;***
- ✓ ***доля студентов от общего числа обучающихся, проходящих подготовку по профильным программам дополнительного образования, участвующих в международных обменах;***
- ✓ ***доля студентов от общего числа обучающихся, регулярно занимающихся физической культурой и спортом (в том числе с ограниченными возможностями здоровья);***
- ✓ ***доля студентов от общего числа обучающихся, подписанных на официальные студенческие группы в социальных сетях, контактирующие с действующими студенческими медиа (you-tube-канал, радио, газеты и журналы).***

Обучающиеся университета учитывают свои индивидуальные достижения в Портфолио, которое содержит общую информацию об обучающемся и его заслугах в разных областях образовательного пространства.

Все участники Программы четко осознают, что главными составляющими стратегии работы должны быть:
- высокое качество всех мероприятий Программы;
- удовлетворение потребностей обучающихся, родительского сообщества, социальных партнеров, общества в целом.

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО РГАТУ

_____ А.В. Шемякин

«20» марта 2024 г.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СО СТУДЕНТАМИ
на 2024 – 2025 УЧЕБНЫЙ ГОД

Воспитание - деятельность, направленная на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающихся на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формирование у обучающихся чувства патриотизма и гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам героев Отечества, к закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, к природе и окружающей среде.

Целью системы воспитания в вузе является содействие социальному, патриотическому, духовно-нравственному, эстетическому и физическому развитию студенческой молодежи, то есть: ***формирование Гражданина - личности, способной полноценно жить в новой России и быть полезной обществу.***

Приоритеты воспитательной работы.

Воспитательная работа в вузе — это в определенной мере завершающий этап воспитания молодого человека в системе образования, и это предъявляет к ней особые требования:

- ✓ ориентация студентов на гуманистические мировоззренческие установки и жизненные ценности в существующих социально-экономических условиях, формирование гуманистического самосознания;
- ✓ формирование гражданственности, национального самосознания, патриотизма, уважения к законности и правопорядку, внутренней свободы и собственного достоинства;
- ✓ формирование корпоративной культуры;
- ✓ воспитание потребности в саморазвитии и самообразовании во всех отраслях жизнедеятельности (в науке, образовании, культуре, спорте и т.д.);
- ✓ обеспечение достойного образовательного и этического уровня;
- ✓ приобщение к общечеловеческим нравственным ценностям;
- ✓ воспитание потребности к труду как важной жизненной ценности;
- ✓ привитие толерантности;
- ✓ воспитание потребности в здоровом образе жизни.

Основные принципы воспитательной работы со студентами

Принципы воспитания направлены на развитие социально активной, образованной, нравственно и физически здоровой личности

✓*Уважение к правам и свободам человека и гражданина, толерантность, соблюдение правовых и этических норм;*

✓*Патриотизм и гражданственность: воспитание уважительного отношения, любви к России, чувства сопричастности и ответственности;*

✓*Объективизм и гуманизм как основа взаимодействия с субъектами воспитания;*

✓*Демократизм, предполагающий реализацию системы воспитания, основанной на педагогике сотрудничества;*

✓*Профессионализм, ответственность и дисциплина;*

✓*Конкурентоспособность, обеспечивающая формирование личности специалиста, способного к динамичной социальной и профессиональной мобильности;*

✓*Социальное партнерство, обеспечивающее расширение культурно-образовательного пространства университета и позволяющее сочетать общественные интересы, концентрировать средства и ресурсы в реализации совместных проектов;*

✓*Вариативность технологий и содержания воспитательного процесса.*

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН на 2024-2025 учебный год

Наименование мероприятия	Сроки	Выполнено
1. Организационное обеспечение воспитательной работы		
Подбор и назначение старших кураторов по воспитательной работе на факультетах, кураторов первого курса	Сентябрь,2024 г.	
Разработка и утверждение документов, регламентирующих воспитательную работу и молодежную политику в вузе - планов, программ, положений и др.	сентябрь-октябрь,2024 г.	
Организация работы специалистов (медучреждений, психологических служб, социальных организаций, прокуратуры, полиции, ГИБДД, Рязанской епархии) в формате круглых столов, бесед, встреч, лекций, конференций и т.д.	2024-2025 гг.	
Организация работы музея истории РГАТУ	2024-2025 гг.	
Организация работы студенческого спортивного клуба «Агротех» (ССК «Агротех»)	2024-2025 гг.	
Подготовка отчетов и другой информации о воспитательной работе и молодежной политике вуза, представление отчетов в вышестоящие организации	2024-2025 гг.	
Организация участия студенчества в социально-значимых, физкультурно-оздоровительных и спортивны, культурно-массовых мероприятиях региона, ЦФО, Министерства сельского хозяйства Российской Федерации и России.	2024-2025 гг.	
Создании условий, способствующих самореализации студентов в профессиональной и творческой сфере и решению вопросов в различных областях студенческой жизни.	2024-2025 гг.	
Привлечения молодежи к участию в общественно-политической, научно-технической, инновационной и проектной деятельности университета, региона, страны.	2024-2025 гг.	
Работа по формированию цифрового профиля студента вуза на базе платформы «Я в Агро» АО «Россельхозбанк» в целях определения перспектив их трудоустройства	2024-2025 гг.	
II. Информационное обеспечение воспитательной работы		
Освещение мероприятий, проводимых в рамках воспитательной работы и молодежной политики среди студентов вуза, на сайте университета, городском сайте, сайтах МСХ РФ, региональных министерств и ведомств, в соцсетях	2024-2025 гг.	
Проведение информационно-разъяснительной работы среди студентов университета по вопросу участия в проектах открытой Президентской платформы «Россия — страна возможностей»	2024-2025 гг.	
III. Направления воспитательной работы		
1. Научно-исследовательское направление – неотъемлемая часть подготовки современных специалистов, целенаправленная подготовка к исследовательской деятельности студентов вуза на протяжении всего периода обучения.		

Проектирование и реализация соответствующих организационно-методических условий, способствующих вовлечению студентов в творческий процесс изучения и освоения научных методов, обеспечение права студентов на участие в научно-исследовательской деятельности как основы для обновления творческого компонента профильной подготовки будущего специалиста в вузе.	в течение всего периода обучения	
Дальнейшее совершенствование механизмов вовлечения студентов в инновационную деятельность университета и создание благоприятных условий для инновационной деятельности и повышение инновационной активности молодых научных кадров	2024-2025 гг.	
Создание необходимой учебно-материальной базы для проектирования и реализации исследовательской деятельности студентов.	2024-2025 гг.	
Комплексное и обязательное обучение студентов основам исследовательского труда, привитие им определенных навыков исследований применительно к избранной специальности в рамках учебного процесса, в период производственных практик, на стадии дипломного проектирования	2024-2025 гг.	
Организация и проведение олимпиад, научных конференций, круглых столов, дискуссий; разработка проектов для получения ГРАНТов; развитие форм научного сотрудничества: вуз – производство и др.	2024-2025 гг.	
Обеспечение информационного сопровождения в СМИ участия обучающихся в реализации задач Десятилетия науки и технологий в Российской Федерации в целях повышения престижа специальностей аграрного сектора и привлечения молодых специалистов	2024-2025 гг.	
2. *Гражданско–патриотическое направление - создание в университете условий для целостного и непрерывного процесса гражданско-патриотического воспитания через продуманную систему мероприятий и коллективных творческих дел, формирование гражданской позиции и желания достойно и самоотверженно служить своей Родине*		
Организация профилактической работы со студентами в сфере противодействия идеологии терроризма в Российской Федерации: - подбор Нормативно-правовых документов РФ, регламентирующих деятельность по противодействию идеологии терроризма (Федеральный закон о противодействии терроризму, Концепция противодействия терроризму в Российской Федерации в режиме доступа:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_92779 и др.) - организация и проведение мероприятий, направленных на воспитание толерантности и патриотизма, профилактику терроризма и экстремизма, предусмотренная действующими федеральными государственными образовательными стандартами.	2024-2025 гг.	
Реализация Федерального просветительского проекта «Без срока давности»	2024-2025 гг.	
Деятельность представительства РДДМ «Движение первых» в университете	2024-2025 гг.	
Организация и проведение классных и кураторских часов, внеучебных мероприятий по изучению военной истории России, знанию Дней воинской славы, боевых и трудовых подвигов жителей области в годы Великой Отечественной войны; сохранению воинских традиций, связи поколений защитников Родины.	2024-2025 гг.	

Организация встреч обучающихся с ветеранами войны и труда, участниками локальных военных конфликтов и антитеррористических операций и др.	2024-2025 гг.	
Проведение этнокультурных и межнациональных мероприятий и культурных акций в вузе, участие в районных и городских мероприятиях и акциях, организация тематических экскурсий в музеи, к памятникам истории и культуры.	2024-2025 гг.	
Участие в ежегодном Открытом городском конкурсе-фестивале патриотической песни «Поклон тебе, солдат России!»	2024-2025 гг.	
Организация и проведение благотворительных акций: “День пожилого человека”, новогодние утренники, «День добрых дел» отряда «Звездный РГАТУ»	2024-2025 гг.	
Проведение историко-туристического похода студенческого отряда «Звездный РГАТУ» по местам боевой и трудовой славы Рязанской области.	февраль, 2025г.	
Цикл книжных выставок, посвященных Дню Победы:	Май,2025	
Спортивно-патриотический фестиваль «Я – Патриот!» (военно-спортивная игра, спартакиада, спортивный турнир, комплекс ГТО и др.)	Ноябрь,2024-май,2025 гг.	
Спортивно-национальный турнир «Спорт без границ»	Февраль, 2025г.	
День Университета- торжественное мероприятие	Май, 2025 г.	
Организация, проведение и участие в университетских и межвузовских , городских, региональных и всероссийских мероприятиях, посвященных «Дню Победы» и «Дню России»	2024-2025 гг.	
Организация и проведение экскурсий в музей РГАТУ	2024-2025 гг.	
3. Профессионально-трудовое направление - подготовка профессионально грамотного, компетентного, ответственного специалиста, приобщение студентов к профессиональной деятельности и связанным с нею социальным функциям в соответствии со специальностью и уровнем квалификации.		
Участие студентов в мероприятиях, направленных на повышение востребованности аграрных специальностей высшего и среднего специального образования, проводимых Минсельхозом России и с участием Минсельхоза России в 2024-2025 учебном году	2024-2025 гг.	
Участие в выставочно-ярмарочных и конгрессных мероприятий, проводимых Минсельхозом России и с участием Минсельхоза России в 2024-2025 учебном году	2024-2025 гг.	
Участие в Программных мероприятиях Всероссийской сельскохозяйственной выставки «Золотая осень-2024»	Октябрь, 2025 г.	
Деятельность студенческих специализированных отрядов РГАТУ	Апрель - октябрь, 2025г.	
Участие в IX агропромышленной выставке-форуме «День поля Рязанской области – 2024».	Июль,.2025 г.	
Организация, проведение и участие в региональном фестивале «Праздник урожая – «Спожинки»	Сентябрь,2024 г.	
Торжественное подведение итогов деятельности ССО РГАТУ в третьем трудовом семестре.	Октябрь,2024 г.	
Торжественное празднование профессионального праздника «День работника сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности»	Октябрь,2024 г.	

День Российских Студенческих Отрядов	Февраль,2025 г.	
Организация круглых столов, и встреч ветеранов, передовиков производства, руководителей, молодых специалистов АПК со студенческой молодежью в рамках профориентационной деятельности вуза	ноябрь,2024г. январь и май, 2025г.	
Организация и проведение ярмарок вакансий рабочих мест для выпускников университета	2024-2025 гг.	
Участие студентов в вузовских, областных и городских экологических акциях.	2024-2025 гг.	
4. Духовно-нравственное направление – воспитание и социально-педагогическая поддержка становления и развития высоконравственного, ответственного, творческого, инициативного, компетентного гражданина России.		
Организация и проведение встреч студентов с деятелями культуры и науки, с духовными лидерами мнений, представителями интеллектуальной элиты, ветеранами аграрного труда	2024-2025 гг.	
Проведение кураторских часов, ориентированных на содействие духовно-нравственному становлению молодого человека, формированию у него нравственных чувств (совести, долга, веры, ответственности, гражданственности, патриотизма), нравственного облика (терпения, милосердия, кротости, незлобивости), нравственной позиции (способности к различению добра и зла, проявлению самоотверженной любви, готовности к преодолению жизненных испытаний), нравственного поведения (готовности служения людям и Отечеству, проявления духовной рассудительности, послушания, доброй воли);	2024-2025 гг.	
Организация и проведение мероприятий, связанных с историей и традициями Университета, развитие академической культуры и университетских ценностей;	2024-2025 гг.	
Оказание помощи находящимся в зоне СВО бойцам	2024-2025 гг.	
Организация и проведение благотворительных акций (шефская работа над детскими домами, домами престарелых),	2024-2025 гг.	
Проведение цикла мероприятий, посвященных Дню матери	Ноябрь,2024 г.	
Проведение цикла мероприятий, посвященных Дню защиты детей	Июнь,2025 г.	
Проведение новогодних утренников для детей г. Рязани и Рязанской области	Декабрь,2024 г.	
5. Физкультурно-оздоровительное направление – формирование положительного отношения к оздоровительной физической культуре, установки на здоровый образ жизни, физическое самосовершенствование, удовлетворение потребности в регулярной физической активности оздоровительной направленности на основе занятий физической культурой и спортом		
Организация самостоятельных форм занятий физической культурой и спортом (спортивные секции ССК РГАТУ «Агротех»: мини-футбол, баскетбол, волейбол, чирлидинг, дартс, настольный теннис, легкая атлетика, лыжный спорт, плавание, пауэрлифтинг, гиревой спорт, ОФП и ГТО, военно-спортивная, стрельба из пневматической винтовки, шахматы) и организация физкультурно-оздоровительных групп	Сентябрь,2024 г.	
Организация массовых оздоровительных, физкультурных и спортивных мероприятий со студентами университета	2024-2025гг.	
Организация и проведение спартакиад среди первокурсников, участников студенческих специализированных отрядов, общежитий университета; турниров по различным видам спорта, матчевых встреч и др.	2024-2025 гг.	

Организация и проведение информационно-просветительских семинаров-тренингов по репродуктивному здоровью, профилактике наркомании, алкоголизма, табакокурения, ВИЧ и основам здорового образа жизни	2024-2025 гг.	
Организация и проведение цикла мероприятий, приуроченных ко Всемирному дню борьбы со СПИДом, Всемирному дню без табака и т.п.	2024-2025 гг.	
Организация физкультурно-спортивной работы по внедрению Всероссийского физкультурно-спортивный комплекс «ГТО» в целях создания эффективной системы физического воспитания, направленной на развитие человеческого потенциала и укрепления здоровья населения	2024-2025 гг.	
Участие студентов РГАТУ в Универсиаде ВУЗов Минсельхоза России		
Участие спортсменов университета в спортивных мероприятиях, организуемых АССК России	2024-2025 гг.	
Участие студентов РГАТУ в Универсиаде среди студентов образовательных организаций высшего образования Рязанской области 2024-2025 учебного года	2024-2025 гг.	
Организация и проведение «Дня Здоровья» для студентов и для преподавателей университета	Ноябрь, 2024г., май,2025 г.	
Участие в спортивных и спортивно-массовых мероприятиях города, региона, страны,		
Реализация программы профилактики наркотических, алкогольных и иных зависимостей, а также по пропаганде здорового жизненного стиля среди студентов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева, пропаганда здорового образа жизни в студенческой среде; профилактика заболеваний, выпуск санбюллетеней по здоровому образу жизни	2024-2025 гг.	
6. Эстетическое направление - формирование личности студента с высокими нравственными устоями, эмоциональной чуткостью, способностью к восприятию эстетического, формирование общего уровня культуры – качеств, которые помогают сопротивляться студенту неблагоприятным жизненным обстоятельствам и являются его преимуществом в конкурентной борьбе.		
Организация культурно-досуговой деятельности через создание творческих студий (художественное слово, СТЭМ, ВИА, хореография, эстрадный вокал, школа ведущих, СМИ, прикладное творчество и др.), организации выставок, фестивалей, творческих вечеров, праздников, игр, балов и пр. :	2024-2025 гг.	
▪ Фестиваль первокурсников «Посвящение в студенты»	Сентябрь,2024г.	
▪ «Знакомьтесь, мы – 1 курс!» - творческий фестиваль первокурсников	Октябрь,2024г.	
▪ «Всемирный день студента» – студенческая неделя: (чествование студенческого актива, концерт, интеллектуальные игры)	Ноябрь,2024 г.	
▪ «Просто песня» - студенческий фестиваль эстрадной песни	Октябрь,2024 г.	
▪ Организация и проведение праздничных концертов, посвященных общенародным праздникам	2024-2025 гг.	
▪ Фестиваль Национальных культур «Есть такая нация – студенты»	Февраль,2025 г.	
▪ Смотр – конкурс творчества студентов в рамках фестиваля «Студенческая Весна в РГАТУ»	Март,2025 г.	
Туристические поездки студентов и сотрудников по историко-культурным достопримечательностям Рязанского края и др. регионов России	2024-2025 гг.	

7. Студенческое самоуправление (значимый аспект государственной образовательной и молодёжной политики) - развитие полезных для обучающихся качеств и навыков: лидерство и инициативность, умение работать в команде и самостоятельность.		
Создание новых возможностей для самоопределения личности, появления молодежных инноваций в различных сферах общества.	2024-2025 гг.	
Организация научной деятельности студентов, координация деятельности студенческого научного общества; помощь в организации и проведении конференций, спецсеминаров, круглых столов, недели студенческой науки и т. д.	2024-2025 гг.	
Организация и проведение культурно-массовых мероприятий, сохранение традиций студенческого творчества, поддержка деятельности студенческих творческих коллективов	2024-2025 гг.	
Организация работы спортивных секций, участие в организации соревнований и товарищеских встреч по различным видам спорта.	2024-2025 гг.	
Обеспечение организации и функционирования информационного пространства в вузе, освещение значимых мероприятий в жизни студенческого сообщества.	2024-2025 гг.	
Организация и деятельность волонтерских отрядов и общественных молодежных объединений в вузе	2024-2025 гг.	
Организация и проведение мероприятий, содействующих сплочению целостных студенческих коллективов, академических групп, потоков, курсов, факультетов университета	2024-2025 гг.	
Организация лагеря-семинара студенческого актива аграрных вузов России «ИДЕЯ»	август,2025г.	
Организация досуга и активного отдыха обучающихся на базе спортивно-оздоровительного лагеря «Ласково» ФГБОУ ВО РГАТУ	Июнь-август, 2025 г.	