



УТВЕРЖДАЮ

Врио ректора ФГБОУ ВО РГАТУ

А.В. Шемякин

«30» августа 2021 г.

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

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СО СТУДЕНТАМИ на 2021 – 2022 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 воспитательной работы со студентами ФГБОУ ВО РГАТУ
(сентябрь,2021 – август,2022 гг.)**

Наименование мероприятия	Сроки	Ответственные
<i>Л. Организационное обеспечение воспитательной работы</i>		
Подбор и назначение старших кураторов по воспитательной работе на факультетах, кураторов студенческих академических групп первого курса	сентябрь	Деканы факультетов
Разработка и утверждение документов, регламентирующих воспитательную деятельность в вузе, - планов, программ, положений и др.)	август-октябрь	УСВР, старшие кураторы, кураторы 1-го курса
Обсуждение на заседаниях ректората, деканатов, ученых советов факультетов, Ученого совета университета проблем воспитательной работы со студентами	в течение года	УСВР, деканаты, старшие кураторы
Участие в совещаниях УСВР: - старших кураторов - кураторов студенческих академических групп	1 раз в два месяца	УСВР
Организация работы специалистов (мед.работников, психологов, наркологов, социальных работников, работников прокуратуры, полиции, ГИБДД, Рязанской епархии) в формате круглых столов, бесед, встреч, лекций, конференций и т.д.	в течение года	УСВР
Организация работы музея истории РГАТУ	в течение года	УСВР
Организация работы спортивных секций	в течение года	УСВР, кафедра ФКиС
Организация досуговой деятельности студентов и работа творческих студий	в течение года	УСВР,СДК
Подготовка отчетов и другой информации о воспитательной работе вуза по направлениям и в целом, представление отчетов в вышестоящие организации	в течение года	УСВР
Организация участия студенчества в социально-значимых, физкультурно-оздоровительных и спортивных мероприятиях региона, ЦФО, Министерства сельского хозяйства Российской Федерации и России.	в течение года	УСВР
<i>Ц. Информационное обеспечение воспитательной работы</i>		
Освещение результатов воспитательной деятельности на сайте университета, портале «Агровузы России», стендах по воспитательной работе на факультетах и в общежитиях, сайтах региональных министерств и ведомств, в соцсетях	в течение года	УСВР

III. Направления воспитательной работы

1. Научно-исследовательское направление.

Подготовка высококвалифицированных специалистов - выполнение образовательных программ, научно-исследовательская деятельность, дающая основы аналитического мышления и практического опыта, способствующая повышению интеллектуального уровня

Использование в воспитании компонентов учебного процесса: ✓ Обзорные лекции по истории РГАТУ на базе музея университета, тематические экскурсии, просмотры кинофильмов по военно-патриотической тематике. ✓ Чтение курсов «Введение в специальность», «Культурология», а также курсов по гуманитарным дисциплинам, где рассматриваются вопросы нравственных аспектов профессиональной деятельности будущих специалистов.	в течение года	УСВР
Встречи ректора, проректоров, деканов и заведующих общежитиями с первокурсниками	август, октябрь, май	Ректорат, деканаты
Торжественное проведение «Дня знаний» и «Посвящение в студенты»	сентябрь	Ректорат, УСВР, деканаты, кураторы, СО
Чествование активистов, отличников учёбы, спортсменов.	ноябрь	УСВР
Ток-шоу «Открытый разговор с...» встреч студентов старших курсов с ректором, представителями региональных министерств и ведомств, руководителями ведущих предприятий АПК региона.	ноябрь-июнь	Ректор, УСВР, деканы, представители региональных министерств и ведомств, агроформирований
«День открытых дверей» в РГАТУ	октябрь, апрель	Ректорат, УСВР, деканаты

2. Гражданско-патриотическое.

Воспитание и развитие у студентов гражданской ответственности, уважения к правам и свободам человека, любви к окружающей природе, Родине, семье, патриотического и национального самосознания

участие в ежегодном Открытом городском конкурсе-фестивале патриотической песни «Поклон тебе, солдат России!»		
Благотворительные акции «День пожилого человека», «Река жизни» (день донора), поводные утренники, «День добрых дел» отряда «Звездный РГАТУ»	в течение года	УСВР, студ. профком, отряд «Звездный РГАТУ»
Встречи студентов с ветеранами ВОВ и тыла, локальных войн, аграрного труда.	в течение года	УСВР, студ. профком

Проведение историко-туристического похода студенческого отряда «Звездный РГАТУ» по местам боевой и трудовой славы рязанцев.	январь-февраль	УСВР, студ. профком, волонтерский отряд
Цикл книжных выставок, посвященных Дню Победы: - «Никто не забыт, ни что не забыто»; - «Памяти навших, будьте достойны!».	февраль, март	УСВР, научная библиотека
Спортивно-патриотический фестиваль «Звезда Победы» (военно-спортивная игра, спартакиады, спортивные турниры, комплекс ГТО и др.)	ноябрь-май	УСВР, кафедра ФК и С. студ. профком, СО
Спортивно-национальный турнир «Спорт без границ»	февраль	УСВР
Музыкально-литературная встреча «Нет в России семьи такой»	апрель	УСВР, СДК, ст. кураторы
Организация и участие обучающихся и мероприятий, посвященных «Дню Победы»	апрель - май	УСВР, СДК, музей РГАТУ.
Участие студентов РГАТУ во Всероссийской акции «Георгиевская ленточка»	апрель- май	волонтерский отряд, СО,
Участие студенческого корпуса в шествии «Мир, Труд, Май»	май	Ректорат, УСВР, деканаты
Участие студентов РГАТУ во Всероссийской патриотической акции «Бессмертный полк», Парад флагов городов-героев	май	УСВР
« День Университета» - праздничное мероприятие	май	ректорат, УСВР,
Участие в общегородских мероприятиях, посвященных «Дню России»	июль	УСВР
Работа исторического кружка музея РГАТУ по сохранению и преемственности традиций университета	в течение года	УСВР, Музей РГАТУ
Оформление и пополнение зала трудовой и военной славы музея РГАТУ	в течение года	УСВР, Музей РГАТУ
Организация и проведение с первокурсниками экскурсий в музей РГАТУ	в течение года	УСВР, кураторы
Проведение учебных занятий по предмету «аграрная история» «история Отечества» и др. на базе музея РГАТУ	в течение года	Музей РГАТУ Кафедра соц. технологий
Цикл лекций для старшеклассников СОШ г.Рязани и области и первокурсников по теме «Человек, чье имя носит ВУЗ» на базе музея РГАТУ	в течение года	УСВР, Музей РГАТУ
Реализация программы Музея РГАТУ «Университет – как часть исторического наследия Родного края»	в течение года	Музей РГАТУ
3. Профессионально-трудовое.		
<i>Формирование творческого подхода, воли к труду и самовыражению в избранной специальности, приобщение студентов к традициям и ценностям профессионального сообщества, нормам корпоративной этики</i>		
открытом региональном чемпионате профессионального мастерства «Молодые	февраль	

профессионалы WorldSkillsRussia».		
Участие в Программных мероприятиях Всероссийской сельскохозяйственной выставки «Золотая осень- 2021»	Октябрь	УСВР
Формирование, организация и работа студенческих специализированных отрядов РГАТУ	январь-октябрь	Администрация РГАТУ, штаб ССО
Торжественные проводы студенческих специализированных отрядов для оказания помощи предприятиям АПК региона	июнь	УСВР, штаб ССО
Организация, проведение и участие в региональном фестивале «Праздник урожая – «СПОЖИНКИ»	сентябрь	Ректорат, УСВР
Торжественное подведение итогов деятельности ССО РГАТУ в третьем трудовом семестре.	октябрь	Ректорат, УСВР, деканаты
Торжественное празднование профессионального праздника «День работника сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности»	октябрь	ректорат, УСВР,
День Российских Студенческих Отрядов	февраль	УСВР, штаб ССО
Организация круглых столов, встреч передовиков производства, руководителей, молодых специалистов АПК со студенческой молодежью в рамках профориентационной деятельности вуза	ноябрь, январь май	УСВР, деканаты,
Организация и проведение фестиваля «В профессию через творчество»	апрель	УСВР, старшие кураторы, СДК
Организация и проведение конкурса «В науку через творчество»	апрель	УСВР, СДК
Организация и проведение ярмарок вакансий рабочих мест для выпускников университета	в течение года	УСВР, отдел по трудоустройству выпускников
Организация и проведение субботников, участие студентов в областных и городских экологических акциях.	в течение года	УСВР, УАХР, кураторский корпус
Организация экскурсий в музеи Рязанской области.	в течение года	УСВР, кураторский корпус
4. Духовно-нравственное. Воспитание духовно-нравственной культуры, развитие ценностно-смысловой сферы и духовной культуры, нравственных чувств крепкого нравственного стержня		
Организация и проведение выставки творчества первокурсников «Давайте познакомимся!»	декабрь	УСВР, кураторы
Беседы о духовно-нравственном мировоззрении	в течение года	УСВР, Рязанская епархия
Тематические вечера, вечера-встречи с творческими людьми.	в течение года	УСВР, старшие кураторы
Проведение цикла мероприятий, посвященных Дню матери	ноябрь	УСВР, СДК, ст. кураторы

Проведение цикла мероприятий, посвященных Дню защиты детей	июнь	УСВР, СДК, СО,
Проведение новогодних утренников для детей г.Рязани и Рязанской области	декабрь	УСВР, СДК
Единый кураторский час.	ноябрь, апрель	УСВР, Рязанская епархия
Кураторские часы: беседы с работниками областного наркодиспансера, работниками ГИБДД, прокуратуры, представителями Рязанской епархии и др.	в течение года	УСВР
<i>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</i>		
Спартакиада первокурсников РГАТУ (мини-футбол, баскетбол, волейбол, пауэрлифтинг, тяжелая атлетика, легкая атлетика, настольный теннис, дартс)	сентябрь-октябрь	УСВР, студ. спортивный клуб
Участие в областной спартакиаде ССО	Ноябрь	УСВР, студ. спортивный клуб.
Спартакиада между общежитиями РГАТУ (шахматы, мини-футбол, гири, баскетбол, волейбол, аэробика).	В течение года	УСВР, студ. спортивный клуб, профком студентов
Спартакиада общежитий РГАТУ (русский жим, настольный теннис, бильярд)	Декабрь, апрель	УСВР, студ. спортивный клуб, профком студентов
Освещение хода спортивных соревнований в наглядной агитации РГАТУ.	В течение года	Студ. спортивный клуб,
Заседание круглого стола по проблемам профилактики асоциальных явлений «Молодежь за здоровый образ жизни».	ноябрь, июнь	УСВР, студ. спортивный клуб, профком студентов
Участие студентов РГАТУ в Зимней и Летней Универсиадах ВУЗов Минсельхоза России	февраль, июнь	УСВР, студ. спортивный клуб.
День здоровья преподавателей и студентов	Ноябрь, май	УСВР, студ. спортивный клуб,
Работа спортивно-оздоровительного лагеря РГАТУ «Ласково»	июль-август	УСВР, профком студентов
Формирование и пропаганда здорового образа жизни в студенческой среде; профилактика заболеваний, организация профосмотров, чтение лекций, выпуск санбюллетеней по здоровому образу жизни	в течение года	УСВР, здравпункт
Организация правильного рационального питания студентов	в течение года	УСВР, здравпункт
Реализация программы социально-психологической помощи студентам	в течение года	УСВР, здравпункт
Реализация программы «Студенческий четверг»	в течение года	УСВР, здравпункт
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	в течение года	УСВР, Рязоблнаркодиспансер, старшие кураторы

6. Эстетическое. Содействии развитию устойчивого интереса студентов к кругу проблем, решаемых средствами художественного творчества, и осознанной потребности личности в восприятии и понимании произведений искусства.		
«Посвящение в студенты» - торжественное мероприятие	сентябрь	УСВР
«Знакомьтесь, мы – I курс!» - творческий фестиваль первокурсников	октябрь	УСВР, СДК
«Всемирный день студента» – студенческая неделя: (чествование студенческого актива, концерт, игры КВН, интеллектуальные игры)	ноябрь	УСВР, СДК профкомстудентов
«Просто песня» - студенческий фестиваль эстрадной песни	октябрь	УСВР
Выпуск стенгазет к праздникам и событиям, проходящим в стране, регионе, университете	В течение года	УСВР, старшие кураторы
Проведение праздничных концертов, посвященных общенародным праздникам (Новый год, «Гатянин День», «День Защитника Отечества», Международный женский день, день юмора и др.).	в течение года	УСВР, СДК, профком студентов, старшие кураторы
Смотры художественной самодеятельности на факультетах.	ноябрь, декабрь	УСВР, старшие кураторы
Фестиваль Национальной культуры «Есть такая наша – студенты»	февраль	УСВР
Смотр – конкурс художественного творчества студентов в рамках «Студенческая Весна в РГАТУ»	март - апрель	УСВР, СДК, старшие кураторы
Туристические поездки студентов и сотрудников по историко-культурным достопримечательностям Рязанского края.	в течение года	УСВР, профком студентов, профком сотрудников
Торжественное вручение дипломов выпускникам университета	май - июнь	УСВР, СДК, деканаты
Конкурс на лучшее общежитие, лучшую комнату в общежитии, лучший студенческий совет общежития. Подведение итогов.	апрель, май	УСВР, АХУ, профком студентов, студ. советы общежитий
7. 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.		
Создание центра молодежных инициатив	май	УСВР, СО, профкомстудентов,
Встреча студсоветов общежитий с администрацией ВУЗа	в течение года	УСВР, профкомстудентов, студ. советы общежитий
Оказание материальной помощи и организация поощрения наиболее активных студентов университета	в течение года	Профкомстудентов

Цикл интеллектуальных игр студенческого клуба «Костычка»	в течение года	Профкомстудентов
Подбор, формирование и организация работы студенческих советов общежитий	в течение года	УСВР, студ. советы общежитий
Организация дежурств, проведение генеральных уборок в общежитиях и субботников на территориях, прилегающих к общежитиям	в течение года	УСВР, студ. советы общежитий
Организация работы спортивных команд в общежитиях	в течение года	УСВР, студ. советы общежитий
Организация работы студенческих специализированных отрядов РГАТУ	январь-сентябрь	деканаты, зав. практикой, УСВР, штаб ССО
Работа студенческого профкома (организация культурного досуга, спортивно-массовых мероприятий, профилактика здорового образа жизни, контроль за бытовыми условиями проживания в общежитиях и работой студенческих столовых)	в течение года	Профком студентов
Деятельность волонтерских отрядов	в течение года	УСВР, штаб ССО
Работа представительства РССМ в вузе	в течение года	УСВР, председатель РССМ
Работа информационно-консультационных мобильных бригад	в течение года	УСВР, РССМ

Критерии эффективности воспитательной среды университета:

- Массовость участия студентов в социально значимых мероприятиях университета и региона.
- Качество участия студентов в различных мероприятиях, результативность участников соревнований, конкурсов, фестивалей, интеллектуальных игр, конференция и др.
- Присутствие постоянной и живой инициативы студентов, их самостоятельный поиск новых форм вне учебной работы, стремление к повышению качества проведения культурно-массовых, спортивно-массовых и оздоровительных мероприятий.
- Отсутствие правонарушений в студенческой среде.

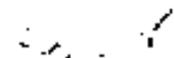
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»

Утверждаю:

Председатель учебно-методической
комиссии по направлению подготовки
13.03.02. Электроэнергетика и
электротехника

(код)

(название)



А.С. Морозов

И.О. Фамилия

« 31 » _____ мая _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ВОСПИТАНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Уровень профессионального образования _____ бакалавриат _____

(бакалавриат, специалитет, магистратура, подготовка кадров высшей квалификации)

Направление подготовки (специальность) _____ 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника _____

(полное наименование направления подготовки)

Направленность (Профиль(и)) _____ Электрические станции и подстанции _____

Рязань- 2021

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

утвержденного 28.02.18.

(дата утверждения ФГОС ВО)

Разработчики:

Проректор по воспитательной работе И.В. Федоскина

(занимаемая должность)

(ФИО)



(подпись)

Рассмотрена и утверждена на заседании ученого совета инженерного факультета

Протокол №10а от 31 мая 2021

Введение

Необходимость и значимость внедрения Программы воспитания и социализации обучающихся ФГБОУ ВО РГАТУ определяется следующими документами:

- Федеральный закон от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
- Основы государственной молодежной политики Российской Федерации на период до 2025 года;
- Стратегия государственной молодежной политики РФ (до 2025 г.).
- Стратегии развития воспитания в РФ на период до 2025 г.;
- ФЗ «Об общественных объединениях» № 82-ФЗ от 19.05.1995 г.;
- Государственная программа РФ «Развитие образования» на 2018-2025 гг.;
- Национальная доктрина образования в РФ до 2025 года;
- Национальный проект «Образование» (до 2024 г.);
- Приоритетный национальный проект «Здоровье» (до 2025 г);
- Государственная программа Рязанской области "Развитие образования и молодежной политики на 2014 - 2025 годы"
- Концепция воспитательной деятельности ФГБОУ ВО РГАТУ.
- Локальные нормативно-правовые акты университета.

Цель и задачи программы

Целью воспитательной работы является осуществление деятельности, направленной 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, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде.

Задачи воспитательной работы:

Цель и задачи воспитательной работы определяются нормативно-правовыми документами в сфере образования, молодежной политики и направлены на развитие личностных качеств гражданина-патриота и профессионала, формирование общекультурных и профессиональных компетенций.

Цель воспитательной работы.

Основной целью воспитательной работы является 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:

- 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 рабочая программа направлена 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.

Основные направления воспитательной работы:

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.

Формы, методы и средства воспитательной работы с обучающимися

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:

- *методы патриотического воспитания*, формирования гражданской позиции (учебные занятия, кураторские часы, акции, соревнования, интеллектуальные игры и др.);

- *методы 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);

- *методы нравственного воспитания*, воспитания культуры поведения и общения, формирования здорового образа жизни (учебные занятия, беседы, акции, кураторские часы, месячники, диспуты, дискуссии, тренинги и др.)

- *методы совместной деятельности* преподавателей и студентов в воспитательной работе, принимающей формы сотрудничества, соучастия (учебные занятия, профессиональные конкурсы, выставки творческих работ, конференции, олимпиады, презентации);

- *методы взаимодействия* преподавателей, студентов и родителей в воспитательном процессе (родительские собрания, индивидуальные консультации, праздники, профориентационная, санитарно-профилактическая деятельность и др.)

- *методы формирования* профессионального сознания, интереса к выбранной специальности (учебные занятия, научно - практические конференции, профессиональные конкурсы, экскурсии на базовые предприятия, беседы со специалистами);

- *методы нравственного воспитания* - воспитания культуры поведения и общения, формирование здорового образа жизни (учебные занятия, беседы, акции, кураторские часы, диспуты, дискуссии и др.).

Средства воспитания.

Средства воспитания - объекты материальной или духовной культуры, а также различные виды деятельности преднамеренно включенные в процесс воспитания для достижения поставленных воспитательных целей.

В качестве средств воспитательной работы служат разные мероприятия и формы работы (беседа, экскурсия, тематические вечера, фестивали и прочее), наглядные иллюстрации (картины, кинодемонстрации, выставки), а также виды деятельности самих обучающихся (конкурсы, олимпиады, кружки и т.д.).

Реализация конкретных форм, методов и средств 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.

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;
- удовлетворенность студентов жизнью в университете;
- повышение доли студентов, участвующих в мероприятиях различного уровня;
- снижение доли студентов, состоящих на профилактических учетах (от общего количества студентов).

Ключевыми показателями эффективности *качества воспитательной работы и условий реализации содержания воспитательной деятельности* также выступают: качество ресурсного обеспечения реализации воспитательной деятельности; качество инфраструктуры университета; качество воспитывающей среды и воспитательного процесса; качество управления системой воспитательной работы в университете; качество студенческого самоуправления; иное.

Обучающиеся университета учитывают свои индивидуальные достижения в Портфолио, которое содержит общую информацию об обучающемся и его заслугах в разных областях образовательного пространства.

Все участники воспитательного процесса четко осознают, что главными составляющими стратегии работы должны быть:

- высокое качество всех мероприятий рабочей программы;
- удовлетворение потребностей обучающихся, родительского сообщества, социальных партнеров, общества в целом.

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
по проведению практических занятий
по дисциплине «История (история России, всеобщая история)»
направление подготовки:
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
форма обучения: очная, заочная

Рязань 2020

Методические рекомендации для проведения практических занятий по дисциплине «История (история России, всеобщая история)» для студентов очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника разработаны доцентом кафедры гуманитарных дисциплин Шмелевой О.И.

Методические рекомендации обсуждены на заседании кафедры «31» августа 2020 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой гуманитарных дисциплин

(подпись) *Наз*

Лазуткина Л.П.
И.И.И.И.

Общие положения

Цели и задачи дисциплины:

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.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема 1. История в системе социально-гуманитарных наук

1. Место истории в системе наук. Объект и предмет исторической науки.
2. Функции истории.
3. Научные принципы и методы исторического исследования
4. Основные подходы в изучении исторического процесса

Сообщение:

Формационный и цивилизационный подходы в изучении исторического процесса

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.
Кто является основоположником российской исторической науки?

Тема 2. Проблема подлинности источников по отечественной истории в науке и массовом сознании

1. Исторические источники и их классификация
2. Фальсификаты в истории
3. Попытки пересмотра древней и средневековой истории мира и России в «Новой хронологии» А.Т.Фоменко

Сообщения:

1. «Велесова книга» - фальшивый источник или уникальный памятник славянской мифологии и религии
2. «Вопрос о древности» «Слова о полку Игореве».

При подготовке к практическому занятию следует уяснить, что исторический источник является основой любого исторического исследования, без которого невозможно научное познание прошлого. Выявление источников, их систематизация и анализ составляет один из основных компонентов исторической науки. Этими задачами ведает специальная дисциплина – источниковедение. Необходимо обратить внимание на типы источников, способы получения и хранения информации, выявление фальсификатов в исторической науке.

Контрольные вопросы

1. Что означает понятие «исторический источник»?
2. Что является целью анализа источника? Объясните термин «верификация».
3. Объясните путь А.Т.Фоменко к «Новой хронологии», его аргументацию и реконструкцию отечественной и всеобщей истории.
4. Каковы возражения против «Новой хронологии» со стороны астрономов, математиков, лингвистов и историков?
5. Перечислите специальные исторические дисциплины, исследующие определенные виды исторических источников.

Тема 3. Особенности становления государственности в России и мире

1. Особенности цивилизаций Древнего Востока и античности.
2. Формирование государств у «варварских» народов после падения Римской империи.
3. Образование и развитие Древнерусского государства в IX-XII вв.
4. Феодализм Западной Европы и социально-экономический строй Киевской Руси: сходство и различия.

Сообщение: Культура и международные связи восточнославянских земель

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?

Тема 4. Русские земли в XIII – XV вв. и европейское средневековье

1. Феодалная 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. Образование единого русского государства. Роль московских князей в объединении русских земель вокруг Москвы.

Сообщение: История Рязанского княжества

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?
- 7.

Тема 5. 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
3. Правление первых Романовых. Церковный раскол.
Сообщение: Русская колонизация. Формирование этнически и социально неоднородного общества.

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?

Тема 6. **Россия и мир в XVIII веке**

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 7. Россия и мир в XIX веке

1. XIX век в мировой истории. Господство Европы.
2. Внешняя политика России в первой половине XIX века.
3. Внутренняя политика России в первой половине XIX века
4. Отечественная война 1812 года в России
5. Движение декабристов
6. Отмена крепостного права и другие реформы 60-70-х годов XIX в. в России
7. Общественное движение в России в XIX веке
8. Реформы и контрреформы Александра III.

Сообщение

Реформаторы России XIX века: проекты, планы, их реализация.

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 XIX в. 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?

Тема 8. **Россия и мир в XX веке**

1. Мир в начале XX века (1900-1914)
 2. Первая мировая война и ее последствия.
 3. СССР и страны Запада в межвоенный период (1919 – 1939гг).
 4. Вторая мировая война и ее последствия
 5. СССР в 1945 – 1991 годах
- Сообщение
Правда и вымыслы о Великой Отечественной войне 1941-1945гг.

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.

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 отличие от войны 1812г) не сплотила, а расколола Россию?
7. Охарактеризуйте события февраля – октября 1917г. 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?
12. Как развивался СССР в 1945- 1991 гг.? Что такое перестройка? К чему она привела?
13. Был ли распад СССР неизбежным и закономерным итогом перестройки?

Литература:

История для бакалавров [Текст]: учебник для студентов вузов / П.С.Самыгин [и др.]. – 3-е изд. перераб. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2014.- 573, [2] с.

История России [Текст]: учебник / Орлов, Александр Сергеевич [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Проспект, 2015. – 680

Тема 9. 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 2001-2015гг.
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.

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 проведения лабораторных занятий
по дисциплине «Иностранный язык»**

направление подготовки:

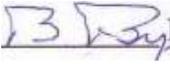
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

форма обучения: очная, заочная

Рязань 2020

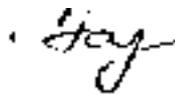
Методические рекомендации составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**, утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 года № 144.

(дата утверждения ФГОС ВО)

Разработчики: доцент кафедры гуманитарных дисциплин  Романов В. В.
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры гуманитарных дисциплин « 31 » августа 2020 г., протокол №1.

Заведующий кафедрой гуманитарных дисциплин



Лазуткина Л.Н.

Общие положения.

1. Цель и задачи освоения учебной дисциплины

Основной целью курса Иностранный язык является обучение практическому владению разговорной речью и языком специальности для активного применения иностранного языка в профессиональном общении.

Данная цель обуславливает постановку следующих задач:

- формирование умений воспринимать устную речь;
- отработка навыков употребления основных грамматических категорий;
- развитие умений формулировать основную идею прочитанного текста;
- формирование умений делать краткий пересказ;
- развитие умений строить самостоятельное высказывание.

Типы задач профессиональной деятельности выпускников:

- научно-исследовательский;
- проектный;
- конструкторский;
- технологический;
- эксплуатационный;
- организационно-управленческий;
- монтажный;
- наладочный.

TEXT 1. TERMS OF PAYMENT

Offers usually state the terms on which the goods are to be paid *or terms of payment*.

Terms of payment usually mean the currency, time of payment, mode of payment and many details.

In foreign trade transactions various modes of payment are practised, among which the most popular are as follows:

- by a banker's transfer
- by a letter of credit
- for collection
- by drafts
- on an open account

Sometimes mixed terms are practised. That depends on the value of the goods, volume of the goods, time of delivery and many other factors.

Here is an example of how terms of payment can be stipulated in the offer for some expensive sophisticated equipment:

We propose the following terms of payment:

Ten percent of the total sum should be paid in advance by telegraphic banker's transfer.

Fifty percent of the total sum should be paid by telegraphic banker's transfer within 30 days after your bank receives shipping documents.

Forty percent of the total sum should be paid by drafts at 90 days' sight.

Words

1. to practise – практиковать, применять
2. to transfer – переводить, transfer - перевод
3. letter of credit (сокр. l/c) - syn. credit аккредитив. Форма платежа во внешней торговле, при которой покупатель заранее дает указание своему банку выплатить банку продавца определенную сумму при получении определенных документов.
4. to collect - инкассировать

collection – инкассо. Форма платежа во внешней торговле, при которой банк покупателя должен выплатить банку продавца указанную в счете с приложенными отгрузочными документами сумму в короткий установленный срок

for collection – наинкассо

on a collection basis – наосновеинкассо

5. draft – тратта. Платежный документ во внешней торговле, который выписывается покупателем для платежа продавцу.

to pay by drafts – оплачивать траттами

a sightdraft – тратта, срочная по предъявлении

a 30 days' sightdraft - тратта, срочная через 30 дней после предъявления

6. account - счет

7. to mix – смешивать, mixed – смешанный, mixture - смесь

8. volume – объем, количество

9. to stipulate - указывать

10. sophisticated - сложный

11. within – в течение - *compare.*: for – в течение

You are to ship goods within 30 days. – Вы должны отгрузить товар в течение 30 дней. /
You are to ship goods for 30 days. - Вы должны отгружать товар в течение 30 дней.

12. shipping documents - отгрузочные документы

EXERCISES

1. Phonetic drill:

Transfer - to make a transfer	Collection – to collect postcards
Draft - to pay by drafts	Mixture – to mix the liquids
Credit – a letter of credit	

2. Воспроизведите первые 2 абзаца текста, обращая особое внимание на ритм.

3. Back translation:

To make a transfer, a letter of credit, to pay by drafts, an account, expensive – cheap, shipping documents, to collect, terms of payment, within 5 days, sophisticated.

4. Ответьте на данные ниже вопросы, используя текст:

a) Do offers usually state terms of payment? b) What particulars do terms of payment cover? c) What terms of payment are practised in foreign trade? d) On what does the choice of terms of payment depend? e) What example of terms of payment is quoted in the text?

5. Составьте и воспроизведите 3-4 предложения со словами / словосочетаниями из задания № 3.

6. Задайте 2 общих и 2 специальных вопроса, позволяющих выяснить способ оплаты того или иного товара.

7. Составьте и воспроизведите свою котировку подобную той, которая дана в конце текста.

TEXT 2. TAXES IN THE U.K.

Individuals, partnerships and trusts pay *income tax* and *capital gains tax*. Companies pay *corporation taxes*.

Income tax and capital gains tax are charged for a tax year, sometimes called *fiscal year* or *year of assessment*. The tax year runs from 6 April to the following 5 April.

Corporation taxes are charged for a financial year which runs from 1 April to the following 31 March.

Companies generally pay corporation taxes nine months after the end of the accounting period.

Individuals usually pay taxes in two equal instalments on 1 January and 1 July. Usually taxpayers are given 30 days to pay from the date of issue of an assessment.

Tax assessments are normally based on returns issued by the Board of Inland Revenue, often called Inland Revenue or IR, for completion by the taxpayer.

If the company or person believes the assessment is incorrect an appeal may be lodged against it. Appeals are made to either the General Commissioners or the Special Commissioners. The commissioners are completely independent of the Inland Revenue.

Employees pay taxes in a different way. When an employee takes a new job he has to give his new employer his P.45. This is a document which shows the employee's tax coding and the amount of tax he has paid so far in the tax year.

If an employee has no P.45. he is put on an emergency coding. This means he has to pay tax at the single rate until his P.45. is found or until the tax office clarify his tax position. When the position is clarified the employee receives a refund of any tax overpaid.

Employees are taxed under P.A.U.E. system which means *Pay as You Earn*. Every employee has the tax deducted weekly or monthly. The deductions are calculated by reference to the employee's tax coding. This information is supplied to the employer by the tax office.

Words

1. partnership - товарищество
2. trust – трест, концерн. Объединение компаний с целью регулирования цен, объемов производства в какой-либо отрасли.
3. income - доход(ы)
4. tax– налог (incometax – подоходный налог, corporationtax – налог с доходов корпораций, taxpayer– налогоплательщик)
5. gain –увеличение, прирост
capitalgains - прибыль от операций на фондовой бирже
6. tocharge - взыскивать, взимать
7. fiscal - финансовый
8. assessment – обложение (налогом)
9. equal - равный
10. instalment – частичный взнос
11. returns – доход, поступление
12. board – управление, совет
13. inland - внутренний
14. revenue -доход
15. BoardofInlandRevenue - департамент внутренних налогов и сборов
16. completion – заполнение (листа)
17. appeal – апелляция, жалоба
18. to lodge - подавать (жалобу)
19. commissioner - уполномоченный, комиссар
20. emergency – аварийный, запасной
21. rate – ставка, тариф
22. toclarify - вносить ясность, уточнять
23. refund – возврат, возмещение
24. toearn - зарабатывать
25. reference - ссылка, указание

EXERCISES

1. Разбейте данные ниже слова на 2 группы: а) существительные; б) прилагательные и воспроизведите их:

Tax, fiscal, commissioner, trust, independent, income, equal, assessment, instalment, inland, emergency, appeal, partnership.

2. Воспроизведите предложения, встречающиеся в тексте, начало которых дано ниже, обращая внимание на ритм:

- a) Individuals, partnerships and trusts pay...
- b) Income tax and capital gains tax are charged for...
- c) The tax year runs from...
- d) Corporation taxes are charged for...
- e) Companies generally pay corporation taxes nine...

3. Back translation:

capital gains tax, corporation tax, income tax, fiscal year/year of assessment, accounting period, instalment, taxpayer, tax assessment, returns, Board of Inland Revenue, to lodge an appeal, tax coding, tax office, tax year, tax position, to be put on an emergency coding, to refund the tax overpaid, to be taxed under P.A.U.E. system.

4. Right & wrong statements:

- a) All businessmen pay income tax.
 - b) Companies generally pay corporation taxes a year later after the end of the accounting period.
 - c) Taxpayers must pay their taxes within 30 days.
 - d) If the assessment is incorrect the company may appeal to commissioners.
 - e) Employees pay taxes in the same way.
 - f) Very employee has the tax deducted monthly.
 - g) All companies must pay corporation taxes.
5. Составьте и воспроизведите 3-4 предложения с новыми словами и выражениями.
6. Суммируйте всю информацию, касающуюся налогов в Великобритании, не более чем в 5-6 предложениях.

TEXT 3. BOOKKEEPERS, ACCOUNTANTS AND CONTROLLERS

Bookkeepers deal in taxes, cash flow, which include cash receipts and cash disbursements, sales, purchases and different business transactions of the company. Bookkeepers first record all the appropriate figures – in the books of original entry, or Journals. At the end of a period usually a month- the totals of each book of original entry are posted into the proper page of the *Ledger*. The Ledger shows all the expenditures and all the earnings of the company. On the basis of all the totals of each account in the Ledger, the bookkeeper prepares a *Trial Balance*. Trial Balances are usually drawn up every quarter.

The *accountant's* responsibility is to analyse and interpret the data in the Ledger and the Trial Balance.

The accountant is to determine the ways in which the business may grow in the future. No expansion or reorganization is planned without the help of the accountant. New products and advertising campaigns are also prepared with the help of the accountant. The work of accountants is rather sophisticated. Many accountants have special certificates after they pass examinations in Institute of Accountants. Certified accountants in England are called *chartered accountants*. In the U.S.A. the certified accountants are called *certified public accountants*. But it is not necessary to have a certificate to practice accounting. Junior employees in large companies, for example, often practice accounting and then take the examination. The chief accounting officer of a large company is the *Controller*, or *Comptroller*. Controllers are responsible for measuring the company's performance. They interpret the results of the operations, plan and recommend future action. This position is very close to the top executives of the company.

Words

- 1. bookkeeper - бухгалтер
- 2. accountant – ревизор отчетности, бухгалтер

- chartered accountant - бухгалтердипломированныйбухгалтер, бухгалтер-эксперт, аудитор
- certified public accountant (Am.) – дипломированныйбухгалтер, аудитор
3. controller – контролер, ревизор
 4. cash - наличные деньги, наличный расчет
 5. flow – поток (денег)
 6. receipts - денежные поступления
 7. disbursement - выплата денег
 8. sale - продажа
 9. purchase - закупка
 10. transaction - сделка
 11. appropriate - соответствующий
 12. book – бухгалтерская книга
 13. entry - бухгалтерская запись, проводка
 14. journal – журнал (бухгалтерский)
 15. topost - переносить в главную книгу (бухгалтерскую)
 16. ledger – главная книга
 17. expenditure - расходы
 18. earnings - доходы
 19. balance - баланс (бухгалтерский) (trialbalance - пробный баланс)
 20. responsibility - ответственность
 21. tointerpret - толковать, интерпретировать
 22. data - данные
 23. to determine - определять
 24. expansion - расширение
 25. to advertise - рекламировать
 26. sophisticated - сложный
 27. accounting – бухгалтерскийучет
 28. officer – должностное лицо
 29. tomeasure - оценивать, определять
 30. performance - деятельность, действие
 31. executive - руководящий работник, руководитель

EXERCISES

1. **Phonetic drill:**

Cash	bookkeeper	disbursement
Entry	accountant	responsibility
Ledger	controller	earnings
Receipts	expenditure	purchase

2. Воспроизведите предложения, встречающиеся в тексте, начало которых дано ниже, обращая внимание на ритм:

- a) Bookkeepers deal in ... b) Bookkeepers first record ... c) The Ledger shows ... d) Trial Balances are drawn ... e) The accountant's responsibility is ... f) The accountant is to determine...

3. **Back translation:**

a bookkeeper, an accountant, a controller, a ledger, trial balance, expansion, expenditure, a purchase, disbursement, an advertising campaign, an executive, cash, receipts, an officer, earnings, responsibility, an entry, a transaction, to measure, appropriate.

4. Составьте и воспроизведите 3-4 предложения с новыми словами и выражениями.
5. Задайте к тексту 4 вопроса: 2 – общих и 2 – специальных.
6. Суммируйте информацию, касающуюся: bookkeepers, accountants, controllers.
7. Выскажите свое мнение:

- Whose work in this sphere do you think is the most important in a company? Explain why.
- b) Whose position (of a bookkeeper, of an accountant, of a controller) do you like better? Whom would you yourself prefer to be?

TEXT 4. SHARES AND STOCKS IN THE U. K.

The capital of a limited company is divided into *shares* which may be in units of various value, like 1 pound sterling or more, or of 0,50, 0,25, or of as little as 0,05. Shares are not divisible. Shares are of two main types:

- ordinary shares
- preference shares

Ordinary shares generally carry no fixed rate of dividend but receive a dividend dependent on the amount of net profit earned by the company. Preference shares generally carry a fixed rate of dividend which is payable before the dividend on the ordinary shares is paid.

There are some other types of shares. For example there are deferred ordinary shares which unlike ordinary shares carry a fixed rate of dividend.

There are a few types of preference shares. There are cumulative preference shares and participating preference shares, for instance. They give their holders additional privileges.

Shares can be grouped into units of 100. These units are known as stocks. Stocks are usually quoted per 100 nominal value. Stocks, unlike shares, are divisible. It means that fractions of stocks can be bought and sold.

There are

- *government stocks* • *corporation stocks* • *debentures etc.*

Words

1. exchange – биржа (futures exchange - фьючерская биржа)
2. share - акция
ordinary share – обыкновенная акция
preference share – привилегированная акция (помимо дивидендов дают право на долю в остатке прибыли)
deferred ordinary share - отсроченная обыкновенная акция
cumulative preference share - кумулятивная привилегированная акция (дает право не только на текущие, но и на невыплаченные ранее по тем или иным причинам дивиденды)
participating preference share – привилегированная акция участия (помимо фиксированных дивидендов дает право на долю в остатке прибыли)
3. stock - акционерный капитал (англ.) акция (ам.)
4. unit - единица
5. to accrue – приносить (доход)
6. profit – прибыль (net profit - чистая прибыль)
7. to group - группировать
8. fraction – часть, доля
9. debenture - свидетельство на часть ссуды, одна из разновидностей ценных бумаг

EXERCISES

1. Phonetic drill:

Exchange – futures exchange

Share – ordinary share – deferred ordinary share

Share – preference share – Cumulative preference share – participating preference share

2. Back translation:

share, ordinary share, deferred ordinary share, preference shares, cumulative preference share, participating preference share, fixed rate, to quote a stock, divisible, stock, government stock, corporation stock, debenture.

3. Прочитайте и переведите текст на «хороший» русский язык.

4. Ответьте на данные ниже вопросы:
- Into what is the capital of a limited company divided? b) What are the main types of shares? c) By what are ordinary shares characterized? d) How many types of shares are mentioned in the text? e) What is a stock? f) What is the difference between stocks and shares?
5. Составьте и воспроизведите 3-4 предложения с новыми словами и выражениями.
6. Задайте к тексту 4 вопроса: 2 – общих и 2 – специальных.
7. Суммируйте информацию, касающуюся: a) ordinary shares; b) preference shares; c) stocks.

TEXT 5. COMPANY FINANCE

A company's *share capital* is often referred to as equity capital. Part of the company's profit is paid to shareholders as a dividend according to the number of shares they own. If shareholders sell their shares they get more or less than the face value. It depends on the fact if the company is doing well or badly.

If the company needs to raise capital for expansion it might issue new shares. Often it gives existing shareholders the right to buy these new shares at a low price. This is called *rights issue*.

If the company wants to turn some of its profit into capital or capitalise some of its profit it can issue new shares at no cost to the existing shareholders. This issue is called bonus or *capitalisation issue*. Companies often issue such shares instead of paying dividends to the shareholders.

A business must be supplied with finance at the moment it requires it. If there is a regular inflow of receipts from sales and a regular outflow of payments for the expenses of operation there are no serious problems. But in many cases a considerable time must elapse between expenditure and the receipt of income. It is the purpose of financial institutions to assist in the financing of business during this interval. Business companies turn to the capital market and the commercial banks to assist them.

Words

- capital – капитал (share capital – акционерный капитал - syn. equity capital, joint stock capital, stock)
- face – лицевая сторона (face value - нарицательная стоимость)
- to raise - собирать, занимать (деньги)
- expansion - расширение
- right – право (rights issue - выпуск акций для размещения среди существующих акционеров)
- to turn - вращать, делаться (to turn into... - превращать(ся) в...)
- to capitalise – капитализировать (capitalisation - капитализация)
- bonus – бонус (дополнительное вознаграждение, премия, дивиденд)
- inflow – приток (ant. outflow - отлив, отток)
- receipts - денежные поступления
- expense – расход, трата (expenses – расходы (syn. expenditures)
- to elapse – проходить (о времени) (elapse – промежуток (времени)
- income - доход

EXERCISES

Дайте английские эквиваленты следующих русских слов и словосочетаний, обращая внимание на их произношение:

акционерный капитал, акционер, расходы, доход, денежные поступления, расширение, приток.

Закончите предложения из текста и воспроизведите их, обращая внимание на ритм:

a) A company's share capital is often referred to as ... b) Part of the company's profit is paid to shareholders as ... c) If shareholders sell their shares ... d) If the company needs to raise more capital for expansion ... e) Often it gives existing shareholders...

Back translation.

share capital, equity capital, shareholder, face value of a share, rights issue, to issue shares, inflow of receipts, outflow of payments, expenditure, receipt of income, elapse between them.

Дайте определение следующим понятиям: income, shareholder, expenses.

Составьте 3-4 предложения со словами/словосочетаниями из упражнения № 3.

Задайте по тексту 2 общих вопроса и 2 специальных.

Суммируйте свои мысли информацией, касающуюся: a) dividends; b) right issues; c) cases when companies need financial assistance.

TEXT 6. VARIOUS SERVICES OF BANKS

Banker's services cover an enormous range of activities today. A full list would include:

1. Current account services

They are extended to anyone whom banks regard as reliable. A new depositor should be recommended by his employer or should present a reference. If this proves satisfactory the bank will accept a deposit from him which will be entered in his current account.

A cheque book will then be issued free of charge. Once the customer has received his cheque book he may use the cheque to order the banker to pay out sums of money from his current account. Money is being paid into and paid out of the account as often as the customer finds convenient.

2. Deposit account services

Companies and individuals can deposit cash resources that are not needed at present. They can withdraw the money either any day they need it or after a certain period in case of time deposits.

3. Savings account services

It enables small savers to put money away for particular purposes, for example for holidays.

4. Other services:

- foreign exchange • foreign exchange transactions • services in foreign trade payments
- discounting bills of exchange • granting loans • investment management services • cash dispensers and automated teller machines • safe custody • economic information and
- banker's credit cards and many others

Words

1. range – сфера, диапазон
2. current – текущий (current account - текущий счет (беспроцентный тип банковского счета, позволяющий выписывать чеки).
3. to extend - распространять (ся), продлевать
4. to regard – считать, рассматривать
5. reliable - надежный
6. deposit - депозит, взнос, вклад (deposit account - депозитный счет / time deposit - срочный вклад / depositor – вкладчик / to deposit – вкладывать)
7. reference - рекомендация, отзыв, ссылка (на)
8. to prove – оказываться (to prove satisfactory оказываться удовлетворительным)
9. to enter – вносить, записывать
10. to issue - выдать, выпустить
11. charge – цена, сбор, начисление (free of charge - бесплатно)
12. to pay – платить (to pay in - вносить (деньги) / to pay into an account - вносить на счет / to pay out – выплачивать / to pay out of an account - снимать со счета)
13. resource - средство, способ (resources - денежные средства)

14. to withdraw (withdrew, withdrawn) - изымать, отзывать
15. to save - экономить, сберегать (saving – экономия / savings – сбережения / savings account - сберегательный счет / saver – вкладчик)
16. exchange – обмен (foreign exchange - иностранная валюта / foreign exchange transaction - сделка (операция) иностранной валютой)
17. bill – вексель (безусловный приказ лицу, на которого выставлен вексель, выплатить его предъявителю определенную сумму), тратта (платежный документ во внешней торговле, который выписывается покупателем для платежа пртодавцу).
syn. bill of exchange
discounting bills of exchange - учет векселей
18. to grant – давать, предоставлять
19. dispenser – раздатчик (cash dispenser - автомат для выплаты наличных)
20. automated teller machine - автоматическая кассовая машина
21. safe custody - хранение банком ценностей клиентов

EXERCISES

1. Разбейте данные ниже слова на 2 группы: а) существительные; б) прилагательные и воспроизведите их, обращая внимание на их произношение:

Exchange, reliable, deposit, reference, foreign, resource, automated, satisfactory, dispenser, current, service, cheque, safe, loan, custody.

2. Back translation:

current account, to deposit, depositor, to enter the sum in the account, to issue a cheque book, deposit account, savings account, foreign exchange transactions, to discount bills of exchange, to grant loans, investment management, cash dispensers, safe custody, free of charge, to pay into an account, reliable.

3. Дайте определения словам, используя данную подстановочную таблицу:

To regard	means	- a record or statement of money received and paid out.
A loan		- to consider smth.
Deposit		- an act of lending.
Charge		- to give or allow.
To withdraw		- partial payment of money to hold smth for purchase.
To grant		- money you must pay for goods or services.
An account		- to take away or back.

4. Воспроизведите данный ниже диалог работника банка и посетителя в парах:

- What sort of account would you like?
- A current account, I think.
- Have you got any large sums to deposit?
- No, only a thousand francs or so a month.
- Well, we can open a current account with a cheque book for you as long as the initial sum is at least three thousand francs. But I'd advise you in your case to take an account that gives you more interest, and which is more practical.
- Can I take out money whenever I like?
- Yes. There are two or three types of account. They permit you to withdraw up to ten thousand francs a month.
- Can I receive money directly from abroad?
- Certainly.

5. Составьте и воспроизведите в парах свой диалог работника банка и клиента, обсуждающих условия открытия счета.

6. Составьте и воспроизведите 3-4 предложения со словами / словосочетаниями из упражнения № 2.

7. Суммируйте своими словами информацию, касающуюся: a) current account services of banks; b) deposit accounts; c) savings accounts; other services of banks.

Какие банковские услуги являются наиболее важными на ваш взгляд и почему?

TEXT 7. ENGLISH BANKS

Today the British banking is a complicated tripartite system like a three-layer cake. The system is headed by *the Bank of England*.

This bank was established under a royal charter in 1694. The head of the Bank is Governor of the Bank appointed by the Queen on the recommendation of the Prime Minister. Queen also appoints Deputy Governor and the Court of Directors, which consists of 16 directors.

The Bank of England is a central bank or a national bank. It controls the British banking system, issues banknotes and mints coins. It lends and borrows money for the government, manages the national debt and is in the control of the nation's gold reserve. The other two layers are:

- the commercial or joint stock clearing banks
- specialized banking institutions such as the discount houses and merchant banks.

The commercial or joint-stock banks deal with the general public. The four large English commercial banks are known as the *Big Four*. They are *Barclays, Lloyds, the Midland, and the National Westminster*. Together they have upwards of 10,000 branches. Commercial banks render various services to companies and individuals. Some of the services are:

- to receive or accept from their customers the deposit of money
- to collect and transfer money both at home and abroad against deposit and current accounts
- to provide overdrafts to both personal and business customers
- to lend loans to their customers
- to exchange money
- to supply economic information and to prepare economic reviews to be published
- to make foreign exchange transactions, including spot transactions, forward transactions and swap transactions
- to issue various banker's cards

Merchant banks and *discount houses* deal only with special customers providing funds for special purposes. They accept commercial bills of exchange and offer quite a lot of financial services. They provide advisory services about new issues of securities, mergers, take-overs and reorganizations. They also arrange financing for their customers and provide fund-management services.

Besides there is a big group of banks in the United Kingdom made up of foreign banks. All the major foreign banks are represented in the U.K. by subsidiary, branch, representative offices or consortium. They provide finance both in sterling and in other currencies and offer a wide range of financial services.

Lombard Street is the symbol of British banking. This is the place where the first bankers coming from Italy settled.

Words

1. banking - банковское дело
2. to complicate - усложнять, запутывать (complicated - сложный, запутанный)
3. tripartite - тройственный, трехсторонний
4. to appoint - назначать
4. deputy - заместитель
5. court of directors – совет директоров
6. to mint - чеканить
7. to manage - управлять
8. debt – долг (national debt - государственный долг)
9. joint - совместный, общий

10. stock – акция (jointstock – акционерный капитал / jointstockcompany/bank – акционерная компания/банк)
11. clearing – клиринг, безналичные расчеты между банками
12. institution – учреждение
13. discount – дисконт, скидка (discounthouse – учетный дом)
14. merchant – торговый, коммерческий (merchantbank – торговый банк)
15. public – общественность (generalpublic – население)
16. upwards – вверх, больше, выше (upwardsof – свыше)
17. to render – оказывать, предоставлять
18. provide – предоставлять, снабжать
19. overdraft – овердрафт (сумма, получаемая по чеку сверх остатка на текущем счете клиента; превышение суммы к выплате по сравнению с суммой, имеющейся на счете)
20. review – обзор
21. spot – спот, немедленный (spottransaction – сделка, спот / spotprice – цена спот)
22. forward – будущий, срочный (forwardtransaction – форвардная сделка (соглашение о купле-продаже с поставкой и расчетом в будущем))
23. swap – своп, обмен (сделка своп на валютном рынке означает покупку или продажу валюты одновременно на условиях спот и обратной форвардной сделки для покрытия валютного риска). (swaptransaction – сделка своп)
24. advisory – консультативный
25. issue – эмиссия, выпуск (ценных бумаг)
26. securities – ценные бумаги
27. to represent – предоставлять (representativeoffice – представительство)
28. subsidiary – дочерняя компания (компания, в которой другая компания владеет контрольным пакетом акций)
29. consortium – консорциум (ассоциация независимых компаний для осуществления какого-либо проекта; группа банков, принимающих участие в предоставлении кредита или организации облигационного займа).

EXERCISES

1. Разбейте данные ниже слова на две группы: а) с ударением на первом слоге; б) с ударением на втором слоге и воспроизведите их:

Banking, to complicate, layer, to establish, governor, to appoint, deputy, to consist, banknote, to borrow, reserve, clearing, discount, merchant, to render, upwards, to provide, overdraft, review, advisory, issue, securities, subsidiary, consortium, to settle.

2. Back translation:

tripartite system, three-layer cake, Governor of the Bank, Deputy Governor, Court of Directors, to issue banknotes, to mint coins, to borrow money, to manage the national debt, to control the national gold reserve, joint stock bank, clearing bank, merchant bank, discount house, representative office, to establish, to provide, advisory, securities.

3. Заполните пропуски новыми словами и воспроизведите получившиеся предложения, обращая внимание на ритм:

a) A female ruler of a country is _____. b) English _____ many words from French. c) Organizations such as hospital, school, prison, etc. Are usually called _____. d) My ancestors _____ in Boston in 1929. e) The blue lines on the map _____ rivers. f) Who _____ the company? g) This company was _____ed in 1923.

4. Составьте и воспроизведите 3-4 предложения со словами / словосочетаниями из упражнения № 2.

5. Right/Wrong Statements (Верны ли данные утверждения, исправьте неверные и воспроизведите предложения):

a) The commercial banks deal only with the government. b) The British banking system is headed by the Bank of England. c) It is the president who appoints Governor of the Bank. d) The

Court of Directors usually consists of 20 members. f) The Bank of England lends and borrows money for the government. g) There are 3 large English commercial banks.

6. Суммируйте свои словами информацию, касающуюся: a) Bank of England; b) commercial banks of the U.K.; c) specialised banking institutions of the U.K.; d) foreign banks in the U.K.; e) Lombard Street.

7. Представьте, что вы разговариваете с иностранным студентом о банковской системе России. Что вы знаете о ней? Какие виды банков есть у нас в стране? Какие услуги они оказывают?

TEXT 8. NEW SERVICES IN BANKING

Banks perform the widest range of functions in the economy and consequently any modern full-service banking institution should provide the widest variety of services.

Banks may be defined as firms producing and selling financial services. Their success or failure hinges on their ability to identify the financial services the public demands, produce those services efficiently, and sell them at a competitive price. The service menu of banks does not remain unchanged as new services are constantly being introduced and developed by commercial banks. Many of them offer a combination of wholesale and retail banking. The former provides large scale services to the corporate sector. The latter mainly provides smaller scale services to the general public.

The 1980s ushered in an explosion of new service options. Many of the new services have simply been variations of traditional deposit and loan product. Other innovative services, however, have broken new ground and exposed bankers to all the uncertainty and risk associated with new product development.

Trust services are one of the most important and rapidly growing bank service areas today. Bank trust operations encompass the management of property and other assets owned by a bank customer and the administration of a customer's security holdings and borrowings. In offering trust services the bank places itself as authorized agent between the marketplace and the customer, making investment and management decisions on the customer's behalf and dispensing funds when needed to cover the customer's obligations. A bank's trust operations are usually divided into three broad areas: (1) personal trust services, (2) business trust services, and (3) trust services for charities and nonprofit organizations. Each involves a fiduciary relationship between bank and customer - that is, a trust department acts to benefit its customers within those areas defined by contract (the trust agreement) between the bank (trustee) and the customer (trustor) covering a specified period of time.

Banks provide a wide range of trust services for individuals and families in the form of estate settlement, trust administration and agency services. Bank trust divisions act as agents for corporations and other businesses in a host of different ways. This may involve issuing securities on the business customer's behalf, paying dividends or interest owed on any securities issued, reinvesting the dividends for securities holders who request that service, and retiring the securities at maturity. Under the terms of the Federal Trust Indenture Act of 1939, any foreign or domestic corporation that issues securities to the general public in the United States must designate a trustee for that security issue to act as a fiduciary, representing the investors purchasing those securities. Trust departments also handle transfers of ownership of corporate stock, stock splits, and conversions of stock into debt, and they issue proxies and count votes in connection with annual stockholder meetings.

Today, banks frequently serve as trustees under indenture, holding legal title to property securing a bond issue, with the power to foreclose on and liquidate that property if the issuer defaults. The bank as trustee must make sure all bond covenants agreed to by the issuing corporation are adhered to and that all required liens against the company's property are duly filed and recorded. The trust department will set up and manage a sinking fund, investing all monies that the bond issuer contributes to that fund periodically with the intent of eventually redeeming the bond issue.

The fiduciary activities of banks make a critical contribution to the functioning of the commercial paper market, where the unsecured, short-term notes of large corporations (both foreign and domestic) are traded. Bank trust departments keep records on which investors purchase commercial paper, see that any notes purchased are actually delivered to the investors involved, and pay off the holders of those notes on the maturity date. Even more important, banks issue letters of credit backstopping issuers of commercial paper in order to reassure investors that the bank will pay off a note issue if the borrowing corporation cannot do so. A bank's trust department will receive and hold any credit letters issued by other lending institutions and check to see, that all the terms of those credit letters are being adhered to by borrowing companies. If necessary, the trust department will file for payment under the terms of a credit letter and dispense the collected funds to note holders.

Many banks today would like to offer real estate brokerage services to their customers, selling a home or commercial structure and then financing the sale. For generations banks have made loans to finance the construction of business facilities and private houses. While preferring to stick predominantly to short-term construction financing, banks have also taken on a limited volume of long-term commercial and residential real estate mortgages in which the mortgaged property being a home or a commercial structure. Mortgage loans are among the riskiest forms of bank credit, though they can be sold quite readily in the secondary market. Sometimes banks acquire realty companies in order to be able to offer a larger menu of financial services.

Notes

to issue a proxy — выдать полномочие на право голосования

to foreclose — лишать права пользования

a sinking fund — фонд погашения задолженности, выкупной фонд

Words

1. banking

retail banking - операции банков с широкой клиентурой

wholesale banking - операции банков с крупными промышленными предприятиями

banking business - банковское дело; банковские операции

banking services - банковские операции

syn. bank services

banking facilities - банковские услуги (операции)

deposit banking - депозитные операции банков

banking institution - учреждение банковского типа

syn. financial institution - кредитно-финансовое учреждение

depository (thrift, savings) institution - депозитное учреждение

lending institution - кредитное учреждение

ant. institutional investor - институциональный инвестор, небанковское кредитное учреждение

2. service

full service - полный комплекс обслуживания

syn. large service menu - широкий выбор услуг

syn. mix of services - ассортимент (номенклатура) услуг

service fee - вознаграждение за услуги

large (small) scale services - услуги, предоставляемые банком крупным фирмам (мелким фирмам и населению)

personal services - услуги частным лицам

commercial services - услуги фирмам

trust services - трастовые услуги, доверительные услуги

cash management services - услуги по контролю и регулированию денежных операций (в банке, фирме)

investment services - услуги по управлению инвестициями

- agencyservices - посреднические (агентские) услуги
- insuranceservices - страховые услуги
- realestateservices - услуги по управлению недвижимостью по доверенности
- 3. indent(ure)
 - under indenture - по контракту
- 4. covenant - договор (за печатью); отдельная статья договора
 - to agree to a covenant - прийти к соглашению по всем обязательствам, вытекающим из договора
 - to adhere to a covenant - придерживаться договоренностей
- 5. trust
 - trust agreement - договор об учреждении траста (обычно письменный)
 - trust indenture - контракт между держателем акций и компанией их выпускающей
 - trust deed - доверенность на управление собственностью
 - trust operations - доверительные услуги (операции), трастовые услуги (операции)
 - trust division (department) - трастовое управление, трастотдел
 - trustor - лицо, учредившее траст; доверитель
 - trustee - доверенное лицо, опекун; учреждение, распоряжающееся имуществом в пользу другого лица
 - trustee under indenture - доверенное лицо по облигационному займу
 - to act as a trustee - действовать в качестве доверенного лица
 - to appoint (to designate) a trustee - назначить доверенное лицо
- 6. estate
 - syn. assets - имущество, активы
 - trust estate - имущество, управляемое по доверенности
 - estate settlement - установление доверительной собственности на имущество, распоряжение всем имуществом клиента
- 7. realty
 - realty company - компания, занимающаяся операциями с недвижимым имуществом
 - syn. real estate company
 - real estate - недвижимое имущество
 - real estate brokerage - брокерские операции с недвижимостью
- 8. administer
 - to administer an estate - распоряжаться (управлять) имуществом
 - syn. to manage an estate
 - trust administration - распоряжение (управление) собственностью на доверительной основе
 - trust administrator - опекун
- 9. fiduciary
 - fiduciary relationship - имущественные отношения доверительного характера
 - to act as a fiduciary - действовать в качестве доверенного лица (трастагента)
- 10. mortgage
 - mortgage loan - ссуда под недвижимость
 - syn. real estate loan
 - real estate mortgage - закладная под недвижимость
 - to borrow on mortgage - получать ссуду под залог недвижимого имущества
 - to redeem a mortgage - выкупать закладную
 - to mortgage property - закладывать имущество
- 11. letter of credit
 - to issue a letter of credit - открыть аккредитив
 - syn. to open a letter of credit
 - terms of a letter of credit - условия аккредитива
- 12. payoff

to pay off smb - рассчитаться с кем-либо
to pay off bonds - погасить облигации
syn. to retire a bond at maturity - погашать облигацию по наступлению срока

EXERCISES

1. Подберите каждому слову данному ниже определение из нижеприведенных и зачитайте их:

fiduciary relationship, trustee, real estate, mortgage estate, trust department, trustor, service, a letter of credit

- a) One's collective assets and liabilities.
- b) An agreement between a bank and its customer in which the bank becomes responsible for the management of the customer's funds.
- c) One who holds legal title to property in trust for the benefit of another person, and who is required to carry out specific duties with regard to the property.
- d) One who creates a trust.
- e) Debt instrument by which the borrower gives the lender a lien property as security for the repayment of a loan.
- f) Part of a bank engaged in settling estates, administering trusts and guardianships, and performing agency services.
- g) Type of business that sells assistance and expertise rather than tangible product.
- h) Immovable property such as land held on a freehold.
- i) A document issued by a bank by which credit facilities up a stated maximum amount are extended to a customer.

2. Заполните пропуски словами, данными после предложений и воспроизведите полученный текст, обращая внимание на ритм; переведите его на русский язык:

For many years banks have offered ... (1) the financial affairs a property of individuals and business firms in return for ... (2) that often based on the value of properties or funds under ... (3). This property management function is known as ... (3). Most banks offer both personal trust services to individuals and families and ... (4) to corporations and other businesses. In their commercial ... (5), banks manage ... (6) portfolios and pension funds for business firms and ... (7) as agents for corporations issuing stocks and bonds. This requires ... (9) departments to pay interest or dividends on the corporation's securities at the proper times and ... (10) maturing securities by paying off the investors who hold those securities.

retire, mortgage, to manage, trust, real estate, fee, act, management, security, trust services, trust departments, commercial trust services

3. Ответьте на данные ниже вопросы:

- a) What is the bank? What factors determine the success of its operation?
- b) What makes the 1980s a turning point in banking?
- c) What do bank trust operations encompass?
- d) What groups do the bank trust operations fall into?
- e) What does the Federal Indenture Act of 1939 envisage?
- f) What are the obligations of a bank acting as trustee under indenture?
- g) What are letters of credit aimed at when they are issued by banks acting as fiduciaries to benefit their corporate customers?

4. Выразите свою точку зрения относительно следующих вопросов:

- a) Do you believe that we witness the age of new services in banking? Why?
Would you say that there has been a shift in the interrelation of traditional and innovative types of banking services? Why?
- c) Comment on the willingness of modern banks to financial department stores.

TEXT 9. BANK DEPOSITS

Banks carrying lending and investment operations have the use of the money of their clients from the moment they pay their money into the bank till the moment they draw it out. The account they hold with the bank have credit balances and are called deposits.

Deposits are the raw material of banking and, thus, represent the ultimate source of bank profitability and growth. They are a unique item on a bank's balance sheet that clearly distinguishes a bank from other types of business firms. The building up of the bank's deposits is an important part of any bank manager's job.

There are two main types of accounts opened by the British clearing banks for their customers: the current account and the deposit account. Some banks provide a savings bank account. It is worth mentioning that banks have been eager in recent years to attract the accounts of even quite modest private people, despite the likely small size of the individual deposits and the high overheads incurred in servicing such accounts. The banks do not pay their customers any interest on current accounts, but provide some free of charge services to the holders and issue them with checkbooks. An account of checks paid, credits received and resulting balances is printed out by the bank's computer and sent to the customer. Big companies will require their statements daily, small private customers usually get theirs every three or six months. If an account becomes overdrawn a special code sign warns the account holder that his balance is in the debit. In case of overdrafts, a bank levies extra charges.

Money on a deposit account is not instantly available but can be withdrawn after giving the bank seven days' notice. Banks pay interest on deposit accounts. For years this rate was fixed at 2 per cent below Bank rate but now the banks key their rates to a base rate which varies with the money market rates.

There has been a steady drift of funds out of current into deposit accounts and also away from the clearing banks into interest-earning deposits of other financial institutions. However, many experts find it surprising that over half of all clearing bank deposits are still current account deposits on which the banks pay no interest, and in fact on which they often levy charges to meet the expenses of servicing the account.

In the U.S. there are three main types of deposits. Demand deposits are similar to current accounts. They are more commonly known as checking accounts because they are sums standing to the credit of the customer which the bank undertakes to make immediately available to meet checks drawn against them, or of course as cash across the counter. They are the principal means of making payments.

Savings deposits generally are in small dollar amounts; they bear a relatively low-interest rate but may be withdrawn by the depositor with little or no notice. These deposits are designed to attract funds from customers who wish to set aside monies in anticipation of future expenditures. While their interest cost is higher, thrift deposits are generally less costly for a bank to process or manage. Passbook savings deposits and statement savings deposits are the main types of saving plans. Passbook savings deposits are sold to household customers in small denominations. The customers are given small booklets showing current balances in the account, any interest earnings, deposits and withdrawals. Usually a passbook must be presented by a depositor to a bank teller in order to make deposits or withdrawals. Statement savings deposits are evidenced only by computer entry. The customer can get monthly computer printouts showing all the relevant information.

Time deposits carry a fixed maturity and offer the highest interest rates a bank can pay. Time deposits may be divided into nonnegotiable certificates of deposit (CDs), which are usually small, consumer-type accounts, and negotiable CDs, that may be traded in the open market and are purchased mainly by corporations.

During the 1970s and 1980s new forms or checkable (demand) deposits appeared, combining the essential features of both demand and savings deposits. These transaction accounts include negotiable orders of withdrawal (NOWs) and automatic transfer services (ATS). NOW accounts may be drafted to pay bills but also earn interest, while ATS is a preauthorized payments service

in which the bank transfers funds from an interest-bearing savings account to a checking account as necessary to cover checks written by the customer. Two relatively new transaction accounts — money market deposits accounts (MMDAs) and Super NOWs — were offered in 1983. MMDAs, designed to compete directly with the highyielding share accounts offered by money market mutual funds, and Super NOWs may carry prevailing market rates on short-term liquid funds. Both can be drafted by check, automatic withdrawal, or telephone transfer, but the number of permissible withdrawals from MMDAs is limited. MMDAs may be held by an individual, business firm, or unit of government, but Super NOWs can be held only by individuals, governments, and nonprofit organizations.

Each of the different types of deposits carries a different rate of interest or yield to the depositor. In general, the longer the maturity of a deposit, the greater the yield that must be offered. For example, NOW deposits and MMDAs are subject to immediate withdrawal by the customer and, accordingly, their offer rate to bank customers is among the lowest of all deposits. In contrast negotiable CDs and deposits of a year or longer to maturity often carry rates higher by a full percentage point or more. The size and perceived risk exposure of the offering banks also play an important role in shaping deposit interest rates. Another key factor is the marketing philosophy and objectives of the offering bank.

The mix of bank deposits has changed dramatically in recent years. Demand deposits and low-yield savings deposits have declined as a percentage of bank funds, while more costly interestbearing accounts such as MMDAs have grown rapidly. However, the particular types of deposits held by a bank at any moment of time depend, most importantly, on the public's demand for deposit services and on bank fund-raising policies, including the service fees charged and the interest rates offered on various deposit plans.

Notes

monies (pl.) — денежные суммы

household — домохозяйство (семейная ячейка как хозяйственная единица)

Bankrate — учетная ставка центрального банка Англии

mutual /funds — взаимные фонды

moneymarketmutualfunds (МММФс) (Ат.) — инвестиционные фонды открытого типа, вкладывающие средства только в краткосрочные обязательства денежного рынка

Words

1. bank

to bank - держать деньги в банке

syn. to keep money with a bank

to bank at a branch - пользоваться услугами филиала банка

to put money into a bank - класть деньги в банк

to draw money from a bank - получать деньги в банке

to withdraw a deposit from a bank - отозвать (взять) вклад из банка

to draw a check (bill) on a bank - выписать чек (вексель) на банк

bank draft - банковский вексель

savings bank - сберегательный банк (сберегательная касса)

clearing bank - клиринговый банк

bank profitability - рентабельность (доходность) банка

2. balance

balance sheet - баланс; баланс активов и пассивов; балансовый отчет

credit balance - остаток кредита, кредитовое сальдо, кредитовый остаток

debit balance - дебетовое сальдо, дебетовый остаток

syn. a balance is in the debit

bank balance - остаток счета в банке

balance on deposit - остаток на вкладе

balance of account - остаток на счете

syn. amount of balance

balance standing to a customer's debit - у клиента на счете дебетовое сальдо

balance standing to a customer's credit - сальдо (счета) в пользу клиента

current balance - сальдо текущего счета, сальдо по счету-корренту

3. account

bank account - банковский счет

current account (Br) - текущий счет

syn. checking account (At.)

deposit account (Br.) - срочный счет

syn. savings account (Am.)

NOW account - нау-счет; текущий счет с выплатой процентов и списанием по безналичным расчетам

Super NOW account - супер нау-счет; чековый процентный счет, приносящий доход по ставкам денежного рынка

(MMDA) money market deposit account - депозитный счет денежного рынка

ATS account - САПС, счет автоматического перечисления средств

share account - паевой счет (сбережений в кооперативном учреждении)

interest-bearing account - процентный счет

to open (close) an account with a bank - открыть (закрыть) счет в банке

to put money on an account - класть деньги на счет

to keep an account with a bank - иметь счет в банке

syn. to have an account with a bank

to hold an account with a bank

to manage (to operate) an account - вести счет (в банке)

syn. to service an account

to overdraw an account - допустить овердрафт (превысить кредитовое сальдо по счету)

to pay interest on an account - платить проценты по счету

to hold money on an account - хранить деньги на счете

account holder - владелец счета

account of smth - отчет о чем-либо; расчет чего-либо

4. deposit

to deposit money with a bank - внести деньги в банк, депонировать деньги в банке

to make a deposit - вносить деньги в депозит

syn. to place money on a deposit

to build up deposits - накапливать депозиты

to manage a deposit - управлять вкладом (депозитом)

to place \$... on a deposit - положить ... долл. на вклад

amount of a deposit - сумма вклада

deposit account - депозитный счет; англ. срочный вклад

bank deposit - банковский депозит, вклад в банк

interest-bearing (noninterest-bearing) deposits - процентные (беспроцентные) депозиты

syn. interest earning deposits

current account deposit - средства на текущем счете

individual deposits - зд. вклады частных лиц

demand deposit - бессрочный вклад

syn. checking account

savings deposit - сберегательный вклад

syn. thrift deposit

time deposit - срочный депозит, вклад на срок

negotiable (nonnegotiable) certificates of deposit (CDs) - обращаемые (необращаемые) депозитные сертификаты

depositor - вкладчик, депонент, владелец вклада

deposits in small denomination - мелкие вклады

5. checkbook
to issue a customer with a checkbook - выдать чековую книжку
6. passbook
passbook savings deposit - счет на сберкнижке
to present a passbook - предъявить сберкнижку
7. statement
statementsavingsdeposit - счет с выпиской о состоянии сберегательного вклада
statementofaccount - выписка банковского лицевого счета клиента
8. teller
bankteller - банковский служащий, кассир
9. withdraw
to withdraw money from an account - снять деньги со счета
to withdraw a deposit - отозвать вклад, взять вклад из банка
automatic withdrawal - автоматическое снятие денег со счета
to be subject to withdrawal - подлежать изъятию (о вкладе)
immediate withdrawal - отзыв (вклада) без предварительного уведомления
10. notice
to give notice - уведомлять
to withdraw deposits with little or no notice - отозвать вклад с кратковременным уведомлением
depositatnotice - вклад с уведомлением
atshortnotice - с кратковременным уведомлением
at 7 daysnotice - с уведомлением за 7 дней
11. charge
to levy a charge - взимать плату
syn. to charge
to charge a fee - взимать комиссионный сбор (плату за услуги)
12. rate
bankrate - учетная ставка
moneymarketrates - ставки (процента) денежного рынка
offerrate - предлагаемая ставка
13. interest
topayintereston - выплачивать процент по
interest on a deposit - процент по вкладу
to earn interest - приносить процент
syn. to bear interest
interest earning - приносящий процент
syn. interest bearing
atinterest (rate) - по ставке процента
bearing no interest - не приносящий дохода в виде процента
interest rate - ставка (норма) процента
syn. rate of interest
fixedrateofinterest - фиксированная норма процента
to carry an interest rate - приносить процент (о вкладах)
14. transaction
to carry out a transaction - совершать сделку
transactionaccount (deposit) - транзакционный счет (депозит), текущий счет, краткосрочный депозит

EXERCISES

1. Подберите каждому слову, данному ниже определение из нижеприведенных и зачитайте их:

notice, bank statement, NOW account, current account, balance, yield, teller, deposit, charge, interest rate

- a) Cash, checks or drafts placed with a financial institution for credit to a customer's account.
- b) Amount shown in an account; difference between debits and credits in an account.
- c) Return on an investor's capital investment.
- d) Price of credit, or ratio of the fees charged to secure credit from a lender to the amount borrowed, usually expressed on an annual percentage basis.
- e) Bank clerk or cashier.
- f) Interest-bearing checking account available to individuals and nonprofit institutions from banks, savings and loans, and other depository institutions.
- g) Document which records the transactions which have occurred in a customer's bank account during a particular period of time and the closing balance.
- h) Price demanded for service or goods.
- i) Notification of termination of an agreement given by one party to an agreement to the other.
- j) Account held by a bank which records transactions made by a customer, interest on the balance of the account being generally not given.

2. Заполните пропуски словами, данными ниже и воспроизведите полученный текст, обращая внимание на ритм; переведите его на русский язык:

From their earliest origins savings banks have ... (1) their financial services to appeal to ... (2) and families.... (3) can be opened for amounts as small as \$1, with transactions ... (4) by mail many instances, through 24-hour automated ... (5) in convenient locations.... (6) in Massachusetts and New Hampshire were the first to develop the interest-bearing ... (7), perhaps the most important new consumer financial service of the past two decades. Many savings banks advertise ... (8) of family financial counseling services, equity loans, and travel planning as well as a wide variety of savings instruments.

the availability, individuals, transactions, Deposit accounts, Savings banks, transferred, designed, carried out, NOW account, tellers

3. Ответьте на данные ниже вопросы:

- a) Why are deposits so important? b) What are the advantages and disadvantages of the current account from the point of view of a bank customer? c) What are the main types of deposits in the U.S.? d) Why are demand deposits often referred to as checking accounts? e) What do checking accounts in the U.S. and current accounts in Great Britain have in common and in what do they differ? f) What is the difference between the two main forms of savings deposits in the U.S.? g) Do all the deposits sold by American banks carry the same yield? h) What are the factors that influence the shaping of deposit interest rates?

4. Выразите свою точку зрения относительно следующих вопросов:

- a) Where do banks get their money?
- b) How has the mix of bank deposits changed in recent years? How can you account for it?
- c) Expand on the difference between deposit-taking practices in the U.K. and the U.S.?

TEXT 10. BANK LENDING

Loans are among the highest-yielding assets a bank can add to its portfolio, and they provide the largest portion of operating revenue. That is why granting credits to qualified borrowers is the principal economic function of banks. For most banks in the United States, loans account for half or more of their total assets and about two-thirds of their revenues. Moreover, risk in banking tends to be concentrated in the loan portfolio. When a bank gets into serious financial trouble, its problems usually spring from significant amounts of loans that have become uncollectible due to mismanagement, illegal manipulation of loans, misguided lending policy, or from an unexpected economic downturn. No wonder, then, that when examiners appear at a bank they make a thorough review of the bank's loan portfolio. Usually this involves a detailed

analysis of the documentation and collateral for the largest loans, a review of a sample of small loans, and an evaluation of the bank's loan policy to ensure that it is sound and prudent in order to protect the public's funds.

One of the most difficult tasks in lending to business firms is deciding how to price the loan. The rate of interest at which a loan is raised may be thought of as the "price" of borrowing money. The lender wants to charge a high enough rate to ensure that each loan will be profitable and compensate the bank for the risk involved. However, the loan rate must also be low enough to accommodate the business customer in such a way that he or she can successfully repay the loan and not be driven away to another lender or into the open market for credit.

The traditional method of providing funds is the granting of overdrafts. With the overdraft facility, a company opens an account with the bank, and an overdraft with a specified limit is granted on the account. The overdraft is by far the cheapest form of borrowing, but it can only be obtained if the bank manager considers the customer to be creditworthy. Before agreeing practically any loan, a bank asks for some security, i.e. a kind of insurance. Thus a perfect advance is not only profitable and liquid, it is safe too. Many business loans are of large denomination that the bank itself is at risk if the loan goes bad. Banks need to take special care, particularly, with business loans because they often carry large risk exposure. Moreover, it doesn't take many business loans defaults to create bank earnings losses instead of profits. Most loan officers like to build several layers of protection around a business loan agreement to ensure the return of interest earnings to the bank. Typically, this requires finding two or three sources of funds which the business borrower could draw upon to support the loan which may be the following: the borrower's profits; assets pledged as collateral behind the loan; a strong balance sheet with ample amounts of marketable assets and net worth; guarantees given by the borrower, such as drawing on personal property.

Banks provide credits to a wide variety of customers and for many different purposes.

Banks make loans of reserves to other banks through the federal funds market and to securities dealers through repurchase agreements. Far more important in dollar volume, however, are, direct loans to both businesses and individuals. These loans arise from negotiation between the bank and its customer and result in a written agreement designed to meet the specific credit needs of the customer and the requirements of the bank for adequate security and income.

Most bank credit is extended to commercial and industrial customers. Historically, commercial banks have preferred to make short-term loans to businesses, principally to support purchases of inventory. In recent years, however, banks have lengthened the maturity of their business loans to include term loans (which have maturities over one year) to finance the purchase of buildings machinery, and equipment. Because the longer-term loans carry greater risk due to unexpected changes in interest rates, banks have also required a much greater proportion of new loans to carry variable interest rates than can be changed in response to shifting market conditions.

Moreover, longer-term loans to business firms have been supplanted to some extent in recent years by equipment leasing plans available from larger banks and the subsidiaries of bank holding companies. These leases are the functional equivalent of a loan: the customer not only makes the required lease payments for using the equipment but is responsible for repairs and maintenance and for any taxes due. Lease financing carries not only significant cost and tax advantages for the customer but also substantial tax advantages for a bank because it can depreciate leased equipment.

Commercial banks are also important lenders in the real estate field, supporting the construction of residential and commercial structures. Major types of loans in the real estate category include farm real estate credit, residential loans, and mortgage loans on nonfarm commercial properties. Indeed, commercial banks are the most important source of construction financing in the economy.

Notes

repurchase agreement (RP) — соглашение о покупке ценных бумаг с последующим выкупом по обусловленной цене

Words

1. loan

bank loan - банковская ссуда

syn. advance

to allow a loan - разрешить выдачу кредита, предоставлять ссуду

to agree a loan - заключать соглашения о займе

syn. to negotiate a loan

to extend a loan - предоставить ссуду

syn. to make a loan

to meet a loan - погашать ссуду

syn. to repay a loan

a loan goes bad - ссуда не может быть погашена в срок

loans account for ... - заемные средства составляют ...

loan to individual - ссуда частному лицу

business loan - ссуда деловым предприятиям

short-term loan - краткосрочная ссуда

long-term loan - долгосрочная ссуда

farm loan - ссуда сельскохозяйственным предприятиям

instalment loan - ссуда с погашением в рассрочку

term loans - (ам.) срочные ссуды

mortgage loan - ссуда под недвижимость

syn. real estate loan

uncollectible loan - ссуда, которая не может быть погашена

loan interest - процент по займу

syn. loan rate

loan policy - кредитная политика

loan officer - работник отдела кредитования

loan agreement - договор о ссуде, контракт на получение кредита

2. credit

to provide a credit - предоставить кредит

syn. to extend a credit

to obtain a credit - получить кредит

to meet credit needs - удовлетворить потребности в кредите

credit arrangement - предоставление кредита

to be creditworthy - быть кредитоспособным, платежеспособным

3. overdraft

overdraft facility - возможность овердрафта, право на превышение кредита

to grant an overdraft - предоставить право превысить кредит

to obtain an overdraft - получить право превысить кредит

to repay an overdraft - погасить задолженность банку

4. collateral

to serve as a collateral - служить обеспечением

syn. to serve as a security

to pledge smth as a collateral behind a loan - заложить что-либо в качестве обеспечения

по ссуде

5. security

against security - под обеспечение, под гарантию

to provide security - предоставить обеспечение

to secure a loan - предоставить обеспечение по ссуде

- syn. to support a loan, to backstop a loan
6. lend
 to lend on collateral - ссужать под залог
 to lend to a business - предоставлять ссуду деловому предприятию
 to lend long - предоставить долгосрочную ссуду
 lending policy - политика кредитования
 lending (institutional) agency - кредитное учреждение
 lending limits - кредитный максимум
 lender - кредитор
7. borrow
 to borrow short - получать краткосрочную ссуду
 borrower - заемщик
 bank borrowing - банковский заем
 forms of borrowing - виды (полученных) займов
 borrowing needs - потребности в займах (в заемных средствах)
8. portfolio
 to add to the portfolio - увеличить портфель
 loan portfolio - портфель выданных (банком) займов, общая сумма дебиторской задолженности
 to make a review of the bank's loan portfolio - провести проверку (анализ) всей дебиторской задолженности банка
9. finance
 to finance smth - финансировать что-либо
 construction financing - финансирование строительства
10. maturity
 to lengthen the maturity of loans - продлить срок погашения займа
 to have a maturity over... - иметь срок погашения более ...
 at maturity - по наступлении срока
 long maturity - долгий срок погашения (займа)
11. leasing
 equipment leasing - долгосрочная аренда (лизинг) оборудования, прокат оборудования
 to let on lease - сдать в аренду
 to take a lease of - взять в аренду
 leasing - сдача в аренду
 lease - сдача в наем
 leased equipment - арендованное оборудование; сданное в аренду оборудование
 lease of assets - аренда (производственных) активов
 lease financing - финансирование операций по аренде и прокату

EXERCISES

1. Подберите каждому слову, данному ниже, определение из нижеприведенных и зачитайте их:

loan, lease, maturity, profitability, collateral, credit, mortgage, lender, borrow

- Documents giving title to property rights which are deposited with a creditor as security for a loan and returned on repayment of the loan.
- Provision of funds to customers by means of loans, overdraft facilities, etc.
- Interest in property which is transferred by the borrower of money to the lender as security for the loan.
- Get temporary use of money to be returned.
- Transaction wherein an owner of property, called the lender, allows another party, the borrower, to use the property.

- f) Extent to which a profit can be made, either by companies or by divisions etc. within companies.
- g) Contractual agreement whereby one party uses an asset - land, building, etc. - which is owned by another, for a stated period and in return for a regular payment.
- h) Individual or a firm that extends money to a borrower with the expectation of being repaid, usually with interest.
- i) Date on which a loan or a deposit is due to be repaid.

2. Заполните пропуски словами, данными ниже, и воспроизведите полученный текст, обращая внимание на ритм; переведите его на русский язык:

The loan officer must be convinced that the customer has a well-defined purpose for requesting a bank ... (1) and a serious intention to repay. If the officer is not sure exactly why the customer is requesting ... (2), this purpose must be clarified to ... (3). And once the purpose is known, ... (4) must determine if that purpose is consistent with the bank's current ... (5). Even with a good purpose, however, the loan officer must determine that ... (6) has a responsible attitude towards using ... (7), will be truthful in answering the bank's questions and will make every effort ... (8) what is owed.

to repay, loan policies, maturity, the lender's satisfaction, credit, a loan, borrowed funds, the loan portfolio, the loan officer, the borrower

3. Ответьте на данные ниже вопросы:

a) What presents a most probable source of financial trouble for a bank? b) What do banks have to take into account while pricing their loans? c) Why should business loans be taken special care of? d) What are the uses of bank loans? e) Why do banks switch from extending short-term loans to granting long-term ones? f) What makes leases attractive both for banks and for their customers?

4. Выразите свою точку зрения относительно следующих вопросов:

a) What impact does lending have on the financial standing and profitability of banks?

b) What are the types of loans made by modern banks? Comment on them.

What makes a loan attractive to the bank from your point of view?

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 проведения практических занятий
по дисциплине «Философия»**

направление подготовки:

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

форма обучения: очная, заочная

Рязань 2020

Методические рекомендации по дисциплине «Философия» для студентов очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника разработаны доцентом кафедры гуманитарных дисциплин М.С. Рублевым.

Разработчик доцент кафедры гуманитарных дисциплин _____
(должность, кафедра)

_____ (подпись)

М. С. Рублев
(Ф.И.О.)

Методические рекомендации обсуждены на заседании кафедры «31» августа 2020 г., протокол № 1.

Знающий кафедрой гуманитарных дисциплин

_____ (подпись)

Лазуткина Л.И.
(Ф.И.О.)

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

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 дисциплины - развитие у студентов интереса к фундаментальным знаниям, стимулирование потребности к философским оценкам исторических событий и фактов действительности, усвоение идеи единства мирового историко-культурного процесса при одновременном признании многообразия его форм.

Задачами дисциплины являются следующие:

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 «здорового смысла»;
5. формирование способности выявления экологического, планетарного аспекта изучаемых вопросов;
6. развитие умения логично формулировать, излагать и аргументированно отстаивать собственное видение рассматриваемых проблем

№ п/п	Тематика практических занятий
1	Философия, ее предмет и место в культуре
2	Исторические типы философии. Философские традиции и современные дискуссии.
3	Учение о бытии
4	Учение о познании
5	Учение об обществе (Социальная философия и философия истории)
6	Учение о человеке
7	Учение о ценности (аксиология)
8	Научно-технический прогресс, глобальные проблемы современности и будущее человечества

2. 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, сердцевинной 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 ту же 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. Учение о методе.

11. Социально-политическая мысль Нового времени. Учение Т. Гоббса и Д. Локка.
12. Особенности классической немецкой 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 отождествляющее 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) антропосоцицентризм;
 - 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 ниже перечисленных 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 Декарта 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 XIX- начала XX 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. Мироззренческий смысл категории «материя».
- 3. Пространство и время как формообразующие характеристики материи.

Тема 4. Учение о познании

Вопросы для обсуждения:

- 1. Диалектика как мироззренческая 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 (аксиология)

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. Глобальные проблемы и ценностно-мировоззренческая ориентация современности.
2. Постиндустриальное общество: его идеалы и тенденции развития.

3. 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»	<p>ставится, если обучающийся</p> <ul style="list-style-type: none"> -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»	<p>ставится, если обучающийся</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 внутриспредметные связи.
Оценка «удовлетворительно»	<p>ставится, если обучающийся</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 «неудовлетворитель»	<p>ставится, если обучающийся</p> <ul style="list-style-type: none"> - не усвоил и не раскрыл основное содержание материала;

но»	<ul style="list-style-type: none"> - 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.
-----	---

4. 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.

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

Безопасность жизнедеятельности
для студентов очной и заочной формы обучения
по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Рязань 2020

Составитель:

Латышенок Н.М., доцент кафедры «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности»

Рецензент:

Юхин И.А., д.т.н., зав. кафедрой «Автотракторная техника и теплоэнергетика»

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Организация транспортных процессов и безопасность жизнедеятельности» «31» августа 2020 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой _____ Шемякин А.В.

РАБОТА N 1

ИНСТРУКТАЖ И ОБУЧЕНИЕ БЕЗОПАСНЫМ МЕТОДАМ РАБОТЫ

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.

Методика выполнения работы.

1. Вводный инструктаж по охране труда проводится с лицами, поступающими на работу и прибывшими в командировку и со студентами, приехавшими на практику главным специалистом отрасли в присутствии инженера по охране труда или лицом, на которого возложены эти обязанности.

Оформляется заполнением карточки и журнала регистрации вводного инструктажа.

2. Первичный инструктаж по охране труда на рабочем месте проводится перед тем, как приступить к работе руководителем данного участка. Оформляется заполнением журнала.

3. Повторный инструктаж по охране труда проводится по программе инструктажа на рабочем месте теми же лицами и оформляется в том же журнале. Его периодичность не реже 6 месяцев на обычных работах, не реже 3 месяцев на особо опасных и вредных работах, перед началом сезона работ (весенне-полевых, уборочных, зимних) для лиц, участвующих в этих работах.

4. Внеплановый инструктаж по охране труда проводится по программе инструктажа на рабочем месте теми же лицами и оформляется в том же журнале. Он необходим, если произошел несчастный случай, обнаружено нарушение требований техники безопасности рабочими, при изменении технологических процессов, повлекших дополнительные меры безопасности, при изменении законодательных и нормативных актов по охране труда, при перерывах в работе более чем 60 дней (на обычных работах) и 30 дней (на работах повышенной опасности или вредности).

5. Целевой (или текущий) инструктаж по охране труда проводят при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями (погрузка, уборка территории, ликвидация последствий аварии и т.п.). Он оформляется нарядом-допуском.

6. Инструкции для работающих разрабатываются руководителями структурных подразделений предприятия.

7. Руководители подразделений несут ответственность за обеспечение всех работающих инструкциями. Руководство разработкой инструкций для работающих на предприятии возлагается на главных специалистов или других специалистов, назначенных руководителем.

Текст инструкций должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований, излагаться по пунктам.

В инструкциях не должны применяться слова, подчеркивающие особое значение отдельных требований (например, “категорически”, “особенно”, “обязательно”, “строго”, “безусловно” и т.п.), так как все требования инструкции должны выполняться в равной степени.

После разработки инструкция согласовывается со службой охраны труда и представляется на утверждение профсоюзному комитету (при наличии профсоюзной организации) и руководителю предприятия.

Проверка типовых инструкций и инструктажей для работающих должна проводиться не реже одного раза в 5 лет, а инструкций для работающих по профессиям или по видам работ, связанных с повышенной опасностью - не реже одного раза в 3 года.

8. При разработке программы обучения по охране труда следует ориентироваться на отработку вопросов трудового законодательства, углубленное изучение требований техники безопасности и санитарно-гигиенических условий применительно к профессии рабочего, изыскание мер по выявлению производственных опасностей и предупреждение несчастных случаев.

Рекомендуемый объем курсового обучения - 8 - 32 часа.

Осуществление учебного процесса по разработанной программе предусматривает заполнение документов с охватом всей программы, при этом следует обращать внимание на подбор высококвалифицированных преподавателей и чтобы каждое отдельное занятие не превышало двух часов.

Приложение 1

Типовые темы плана обучения по охране труда работников

№ п/п	Наименование тем	Всего часов	Из них	
			теоретических	практических
I	Общие требования по охране труда и технике безопасности	4	2	-
II	Основные меры электробезопасности	4	2	-
III	Техника безопасности при работе на тракторах и самоходных машинах	2	1	1
IV	Техника безопасности при использовании тракторов, автомашин и самоходных машин на транспортных работах	3	1	2
V	Техника безопасности при работе на почвообрабатывающих, посевных машинах и агрегатах	2	1	1
VI	Техника безопасности при работе на комбайнах и других уборочных машинах	2	1	1
VII	Техника безопасности при работе на землеройных машинах	2	1	1
VIII	Техника безопасности при погрузочно-разгрузочных работах	3	1	2
IX	Техника безопасности при работе на механизированных токах	3	1	2
X	Техника безопасности при работе машинно-тракторного парка	4	3	1
XI	Техника безопасности при работе на машинах по приготовлению кормов и обслуживании механизмов, применяемых в животноводстве и птицеводстве	8	6	2
XII	Техника безопасности при работе на электростригальных агрегатах и при применении электропастухов	2	1	1
XIII	Меры безопасности при уходе за сельскохозяйственными животными и зверями	10	8	2
XIV	Техника безопасности при обслуживании водогрейных и паровых котлов	1	1	-
XV	Техника безопасности при работе с ядохимикатами и минеральными удобрениями	14	10	4

Вопросы для самоконтроля

1. Виды инструктажей и их содержание?
2. Какие виды инструктажей проводятся на рабочих местах?
3. Кем и где проводится вводный инструктаж?
4. Куда фиксируется факт проведения всех видов инструктажей?
5. Особенности оформления целевого инструктажа?
6. Стажировка на рабочем месте: цель, продолжительность, где фиксируется?
7. Что из себя представляют инструкции по охране труда?
8. Кем разрабатываются инструкции по охране труда, и на какой срок?
9. Курсовое обучение по охране труда: цель, программа обучения, объем?
10. Кем проводится курсовое обучение?

РАБОТА N 2

РАССЛЕДОВАНИЕ И УЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ

Задание

1. Изучить приемы и средства оказания первой доврачебной помощи пострадавшему при ранениях, переломах, отравлениях и т.д.
2. Разработать меры оказания первой помощи пострадавшему в соответствии с исходными данными.
3. Изучить нормативные документы о расследовании и учете несчастных случаев.
4. Составить перечень рабочих операций должностных лиц после несчастного случая применительно к исходным материалам настоящей работы.
5. Перечислить все документы, которые составляются и привлекаются при расследовании указанного в исходных материалах несчастного случая.
6. Составить акт о несчастном случае по форме Н-1.
7. Заполнить журнал регистрации несчастных случаев на производстве.

Методика выполнения работы

1. При изучении способов оказания первой доврачебной помощи пострадавшему обратить внимание на соблюдение требований личной гигиены, последовательность проведения приемов оказания помощи, название и назначение применяемых медицинских средств и препаратов, создание покоя для пострадавшего, а при необходимости и способа его транспортировки (приложение 1 и 2).

2. При изучении Положения о расследовании и учете несчастных случаев обратить особое внимание на порядок извещения о происшествии, состав комиссии по расследованию и сроки его проведения, оформление документации.

2.1. Если произошел несчастный случай, то пострадавший или очевидец должны принять меры по оказанию первой медицинской помощи, по возможности сохранить обстановку происшествия (если это не угрожает здоровью других людей) и доложить руководителю участка о случившемся. Руководитель участка обязан немедленно доложить о происшествии работодателю.

При несчастном случае с возможным инвалидным исходом, смертельным и групповым работодатель в течение суток извещает (по установленной форме) (приложение 3) Государственную инспекцию труда субъекта РФ, прокуратуру, орган исполнительной власти субъекта РФ, соответствующий федеральный орган исполнительной власти, организацию, направившую работника, соответствующий профсоюзный орган, и (при необходимости) в инспекцию соответствующего государственного надзора.

2.2. Расследование легких несчастных случаев производится комиссией в составе представителей работодателя (главного специалиста предприятия или начальника цеха,

инженера по охране труда и т.д.) и профсоюзного или другого представительного органа. Комиссия оформляется приказом работодателя. В расследовании может принимать участие пострадавший или его доверенное лицо. При расследовании составляется акт по форме Н-1, который утверждается работодателем.

2.3. Общее расследование несчастного случая и составление соответствующего акта (ф. Н-1) должно производиться комиссией в течение трех суток.

2.4. При групповых, тяжелых и смертельных несчастных случаях производится специальное расследование в срок не более 15 дней комиссией в составе Государственного инспектора по охране труда, представителей работодателя, органа исполнительной власти субъекта РФ и профсоюзного или иного представительного органа. Комиссия оформляется приказом работодателя, и по результатам расследования составляет акт установленной формы. При невозможности прибытия (по объективным причинам) Государственного инспектора к месту происшествия, он может проводить личное расследование с использованием имеющихся материалов и составляет (в этом случае) свое заключение по специальной форме. При специальном расследовании акт по форме Н-1 составляется немедленно после его окончания и в полном соответствии с полученными результатами. Документы по результатам расследования в трехдневный срок направляются работодателем:

- Акт по форме Н-1 пострадавшему, предприятию, где произошел случай и предприятию, где постоянно работает пострадавший.

- Акт специального расследования вместе с копией акта по форме Н-1 в прокуратуру по месту происшествия, Государственную инспекцию труда субъекта РФ, федеральную инспекцию труда и при необходимости в органы государственного спецнадзора.

3. Составление перечня действий должностных лиц производится в хронологической последовательности применительно к настоящим исходным данным и соответственно действующему Положению.

4. Перечень составляемой и привлекаемой документации предусматривает изложение ее в хронологической последовательности ее оформления или привлечения по ходу настоящего расследования. При этом следует обратить внимание, что с оформлением актов специального расследования в качестве обязательных приложений должны составляться следующие документы:

- планы, схемы, эскизы, а при необходимости и фото-, кино и видеоматериалы места происшествия;

- документы, характеризующие состояние рабочего места, наличие опасных и вредных производственных факторов;

- выписки из журналов регистрации инструктажей и протоколов проверки знаний пострадавших по охране труда;

- протоколы опросов, объяснения пострадавших, очевидцев несчастного случая и должностных лиц, ответственных за соблюдение нормативных требований по охране труда;

- экспертные заключения специалистов, результаты лабораторных исследований и экспериментов;

- выписки из нормативных правовых актов и других организационно-распорядительных документов, регламентирующих безопасные условия труда и ответственность должностных лиц;

- медицинское заключение о характере и степени тяжести повреждения, причиненного здоровью пострадавшего, или о причинах смерти пострадавшего, а также о возможном нахождении пострадавшего в состоянии алкогольного, наркотического или токсикологического опьянения;

- документы, подтверждающие выдачу пострадавшему специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты в соответствии с действующими нормами;

- выписки из предписаний государственных инспекторов по охране труда и должностных лиц органа государственного надзора, если несчастный случай произошел в ор-

ганизации (на объекте), подконтрольной органам государственного надзора, а также представления инспекции общественного контроля об устранении выявленных нарушений нормативных требований по охране труда, если такие предписания и представления ранее выдавались.

Отдельные из указанных материалов могут составляться и при общем расследовании несчастных случаев (по требованию комиссии).

5. В процессе выполнения работы необходимо тщательно изучить содержание акта о несчастном случае (ф. Н-1) и заполнить отчетные формы с учетом тяжести травматизма согласно исходных данных.

6. Для выявления причин несчастного случая необходимо проанализировать характер происшествия, производственную обстановку, требования инструкции по охране труда и результаты курсового обучения. Сопоставить полученную таким образом информацию, выявить травмирующий фактор, причины несчастного случая (как правило их несколько) и конкретных виновников.

7. При разработке мероприятий на устранение причин конкретного несчастного случая обратить внимание прежде всего на создание безопасного рабочего места и технологического процесса, общих и индивидуальных средств защиты, улучшение организационных мер по охране труда (инструктаж, обучение, контроль, пропаганда и т.д.).

8. По окончании временной нетрудоспособности работодатель обязан направить в государственную инспекцию труда субъекта РФ сообщение о последствиях несчастного случая, решение прокуратуры (по специальной форме).

Приложение № 1

Правила оказания само- и взаимопомощи и применение содержимого аптечки первой помощи

1. Травма

Ушибы, переломы, вывихи - боль, припухлость, патологическая подвижность, костная крепитация, боль при осевой нагрузке, укорочение конечности, выступление отломков в рану при открытом переломе.

Обезболивание - анальгин, иммобилизация (шинами, подручными средствами) или фиксация руки к туловищу, ноги к ноге, холод на место травмы - охлаждающий пакет-контейнер.

2. Раны и кровотечение

а) Артериальное (кровь алая, вытекает пульсирующей струей).

Наложить жгут выше раны, оставить записку с указанием времени наложения жгута, наложить на рану повязку - бинт. Конечность иммобилизовать, больному дать обезболивающее - анальгин.

б) Венозное (кровь темная, не пульсирует), капиллярное.

Наложить на рану салфетку (или губку коллагеновую) и сделать давящую повязку бинтом. При использовании губки гемостатической коллагеновой после остановки кровотечения ее не удаляют, так как впоследствии она полностью рассасывается.

в) На рану наложить стерильную асептическую повязку МАГ, закрепить ее бинтом, дать обезболивающее - анальгин. Мелкие раны и ссадины обработать йодом или раствором бриллиантовой зелени и заклеить бактерицидным пластырем.

3. Ожоги

При обширных ожогах наложить стерильную повязку, дать обезболивающее - анальгин.

Выпить стакан щелочной воды. При локальных ожогах приложить к повязке охлаждающий пакет-контейнер.

4. Боли в сердце

Одну таблетку валидола (под язык), или одну таблетку (капсулу) нитроглицерина или

15 капель корвалола в 50 мл воды, или тринитролонг. Пластины тринитролонга наклеивают на слизистую оболочку полости рта в области верхней десны над клыками, прижав ее пальцем в течение нескольких секунд.

5. Обморок

Положить больного на пол, ноги приподнять, дать понюхать нашатырный спирт на ватке.

6. Стрессовые реакции

Развести в 50 мл воды 30 капель корвалола и дать выпить больному.

7. Сердечно-легочная реанимация

Проводится при отсутствии у больного сознания, дыхания и пульса на сонной артерии.

Освободить ротовую полость и верхние дыхательные пути от инородных тел и жидкости. Проводить искусственное дыхание с использованием устройства (приложение 2) и непрямой массаж сердца до прибытия медработника или восстановления дыхания и пульса.

8. Отравления

Промыть желудок. Развести на 100 мл воды 1 уп. энтеродеза и дать больному выпить, либо принять 2-3 таблетки активированного угля либо 1-2 уп. карболонга.

9. Поражение глаз (травма, попадание инородных тел и веществ).

Промыть глаза водой, закапать сульфацил натрия 3-5 капель.

Приложение № 2

Устройство для проведения искусственного дыхания

Устройство предназначено для подачи воздуха, выдыхаемого спасателем непосредственно в рот пострадавшего с недостаточным или приостановившимся собственным дыханием. При помощи устройства избегается прямой контакт с пострадавшим, и спасатель не может вдохнуть газы, выдыхаемые пострадавшим. Тем самым устраняется риск получения инфекции спасателем, если пострадавший чем-либо болен или отравился вредными веществами. Прибор является устройством многократного пользования, его можно промывать дезинфицирующими растворами после использования.

Инструкция по применению:

1. При необходимости следует очистить верхние дыхательные пути - уложить пострадавшего на спину, повернуть голову на бок, раскрыть и очистить рот от слюны, рвоты и инородных тел.
2. Обеспечить проходимость верхних дыхательных путей - голову пострадавшего отвести максимально назад при открытом рте.
3. Раскрыть рот пострадавшего, ввести мундштук между верхним и нижним рядами зубов, а маской накрыть губы. На носу пострадавшего установить зажим, чтобы не выходил воздух.
4. Маску плотно прижать к губам пострадавшего одной рукой, а другой обхватить нижнюю челюсть и придерживать голову в положении максимально назад. Набирать воздух в легкие и выдыхать его пострадавшему через мундштук, следя за движением грудной клетки пострадавшего. Если грудная клетка не приподнимается, следует отвести голову назад. Спасатель каждый раз отстраняется от устройства, чтобы набрать воздух, в это время пострадавший пассивно выдыхает через устройство. Следует вдыхать воздух пострадавшему 10-12 раз в минуту до восстановления его собственного дыхания или до прибытия медперсонала.

Меры безопасности:

1. Не допускается эксплуатация устройства без изучения настоящей инструкции.
2. Перед началом эксплуатации убедитесь в работоспособности устройства, отсутствии механических повреждений и инородных материалов внутри устройства.

Обеззараживание:

Все детали устройства обрабатываются снаружи и внутри моющим раствором (3% перекиси водорода, 0,5% моющего средства типа “Лотос” в питьевой воде) при температуре 50 °С в течение 15 мин

Приложение № 3

Схема сообщения о несчастном случае на производстве

1. Название предприятия, вышестоящий хозяйственный орган, министерство (ведомство).
2. Дата, время (местное), место происшествия, выполняемая работа и краткое описание обстоятельств, при которых произошел несчастный случай.
3. Число пострадавших, в том числе погибших.
4. Фамилия, имя, отчество, возраст, профессия, должность травмируемого (погибшего).
5. Дата, время отправления (передачи) сообщения, фамилия, должность лица, подписавшего (передавшего) сообщение.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие несчастные случаи относятся к производственным?
2. Последовательность действий при несчастном случае?
3. В какой срок должно начаться расследование с момента несчастного случая и на основании какого документа?
4. Длительность расследования легких несчастных случаев, смертельных, групповых, с возможным инвалидным исходом?
5. Состав комиссии при расследовании легких несчастных случаев и при специальном расследовании?
6. Документация, оформляемая в ходе расследования несчастных случаев и по его окончании?
7. Какое количество экземпляров актов по форме Н-1 заполняется и от чего это зависит?
8. Какие организации и в какой срок должны быть уведомлены о результатах проведения специального расследования?

РАБОТА N 3

ПЛАНИРОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

Задание

- 3.1. Изучить статьи 16 и 17 Основ законодательства Российской Федерации об охране труда. Постановление мин. труда РФ от 27 февраля 1995 г. № 11.
- 3.2. Рассчитать показатели производственного травматизма и дать анализ по сравнению с предшествующим годом.
- 3.3. Составить соглашение по охране труда.
- 3.4. Организовать проверку выполнения соглашения по охране труда с составлением соответствующего акта.
- 3.5. Составить годовой отчет об ассигновании и расходовании средств на охрану труда согласно формы 7-травматизм.

Методика выполнения работы

- 4.1. Определить суммарное число несчастных случаев в хозяйстве по формуле:

$$T = \sum T_i$$

где T - суммарное число несчастных случаев, происшедших за прошедший год в хозяйстве;

T_i - число несчастных случаев, происшедших за прошлый год на i -тых производственных объектах.

4.2. Рассчитать коэффициент частоты несчастных случаев $K_{\text{ч}}$ по формуле:

$$K_{\text{ч}} = \frac{T}{P} \times 1000$$

где T - суммарное число несчастных случаев, происшедших в хозяйстве за истекший год;

P - среднесписочное число рабочих.

4.3. Рассчитать коэффициент тяжести травматизма $K_{\text{т}}$ по формуле:

$$K_{\text{т}} = \frac{D}{T - T_1}$$

где D - общее число дней нетрудоспособности, связанное с травматизмом в истекшем году;

T_1 - число несчастных случаев со смертельным исходом

4.4. Рассчитать коэффициент потерь $K_{\text{п}}$:

$$K_{\text{п}} = \frac{D}{P} \times 1000$$

4.5. Провести анализ показателей травматизма путем сравнения полученных данных с предыдущим годом.

4.6. Составить соглашение по охране труда на будущий год, руководствуясь следующим:

а) фактическими показателями и причинами травматизма и условиями труда в хозяйстве (см. исходные материалы);

б) стоимостью оборудования и работ.

4.7. Составить акт о выполнении запланированных мероприятий (составляется не реже одного раза в 6 месяцев).

4.8. Составить отчет об ассигновании и расходовании средств на охрану труда (ф. 7-травматизм).

4.9. Сделать общее заключение о выполненной работе.

Вопросы для самоконтроля

1. Виды планирования?
2. В форме какого документа оформляется текущее планирование по охране труда?
3. Какие виды мероприятий разрабатываются в соглашении по охране труда?
4. Какой документ заполняется по истечении срока соглашения и какую информацию в себе содержит?
5. Показатели травматизма? Их значимость?
6. Как рассчитываются коэффициенты частоты, тяжести, потерь?
7. Форма 7-травматизм: ее содержание, цель и сроки оформления?

РАБОТА N 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОДОВОЙ ПОТРЕБНОСТИ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

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 и тип СИЗ в соответствии с характером выполняемой работы.

1. Общие положения

1.1. В соответствии со статьей 149 Трудового Кодекса Российской Федерации (ТК РФ) работникам, занятым на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, выдаются бесплатно сертифицированные специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (в дальнейшем – средства индивидуальной защиты) в соответствии с нормами, утвержденными в порядке, определенном Правительством Российской Федерации.

Приобретение средств индивидуальной защиты и обеспечение ими работников в соответствии с требованиями охраны труда производятся за счет средств работодателя (статьи 8, 14 и 17 ТК Российской Федерации).

1.2. В соответствии со статьей 14 ТК Российской Федерации работодатель обязан обеспечить информирование работников о полагающихся им средствах индивидуальной защиты.

1.3. Выдаваемые работникам средства индивидуальной защиты должны соответствовать их полу, росту и размерам, характеру и условиям выполняемой работы и обеспечивать безопасность труда. В соответствии со статьей 16 ТК РФ средства индивидуальной защиты работников в том числе и иностранного производства, должны соответствовать требованиям охраны труда, установленным в Российской Федерации, и иметь сертификаты соответствия. Приобретение и выдача работникам средств индивидуальной защиты, не имеющих сертификата соответствия, не допускаются.

2. Порядок выдачи и пользования средствами индивидуальной защиты

В соответствии с ТК Российской Федерации об охране труда во время работы работники, профессии и должности которых предусмотрены в Типовых отраслевых нормах, обязаны пользоваться выданными им средствами индивидуальной защиты.

Спецодежда, спецобувь и средства индивидуальной защиты (далее СИЗ), выдаваемые рабочим и служащим, считаются собственностью предприятия и подлежат возврату: при увольнении, при переводе на том же предприятии на другую работу, для которой выданная спецодежда, спецобувь и СИЗ не предусмотрена Отраслевыми нормами, также по окончании сроков носки взамен получаемой новой спецодежды, спецобуви и СИЗ.

Выдача взамен спецодежды, спецобуви материалов для их изготовления или денежных средств для их приобретения не разрешается.

Приемка каждой партии СИЗ должна производиться комиссией из представителей администрации и проф. организации с составлением акта о качестве и пригодности их к носке. СИЗ должны храниться в отдельных сухих помещениях в рассортированном виде. На всех средствах должен быть штамп предприятия.

Сроки пользования средствами индивидуальной защиты исчисляются со дня фактической выдачи их работникам. При этом в сроки носки теплой специальной одежды и теплой специальной обуви включается и время ее хранения в теплое время года.

Работодатель при выдаче работникам таких средств индивидуальной защиты, как респираторы, противогазы, самоспасатели, предохранительные пояса, накомарники, каски и некоторые другие, должен обеспечить проведение инструктажа работников по правилам пользования и простейшим способам проверки исправности этих средств, а также тренировку по их применению.

Работодатель обеспечивает регулярные в соответствии с установленными ГОСТ сроками испытание и проверку исправности средств индивидуальной защиты (респираторов, противогазов, самоспасателей, предохранительных поясов, накомарников, касок и др.), а также своевременную замену фильтров, стекол и других частей средств индивидуальной защиты с понизившимися защитными свойствами. После проверки исправности на средствах индивидуальной защиты должна быть сделана отметка (клеймо, штамп) о сроках последующего испытания.

Для хранения выданных работникам средств индивидуальной защиты работодатель предоставляет в соответствии с требованиями строительных норм и правил специально оборудованные помещения (гардеробные).

Работникам по окончании работы выносить средства индивидуальной защиты за пределы организации запрещается. В отдельных случаях там, где по условиям работы указанный порядок не может быть соблюден (например, на лесозаготовках, на геологических работах и др.), средства индивидуальной защиты могут оставаться в нерабочее время у работников, что может быть оговорено в коллективных договорах и соглашениях или в правилах внутреннего трудового распорядка.

Рабочие должны бережно относиться к выданным им СИЗ.

Работодатель обязан заменить или отремонтировать специальную одежду и специальную обувь, пришедшие в негодность до окончания сроков носки по причинам, не зависящим от работника.

В случае пропажи или порчи средств индивидуальной защиты в установленных местах их хранения по не зависящим от работников причинам, работодатель обязан выдать им другие исправные средства индивидуальной защиты.

Предусмотренные в Типовых отраслевых нормах дежурные средства индивидуальной защиты коллективного пользования должны выдаваться работникам только на время выполнения тех работ, для которых они предусмотрены, или могут быть закреплены за определенными рабочими местами (например, тулупы – на наружных постах, перчатки диэлектрические – при электроустановках и т.д.) и передаваться от одной смены другой. В этих случаях средства индивидуальной защиты выдаются под ответственность мастера или других лиц, уполномоченных работодателем.

Предусмотренные в Типовых отраслевых нормах теплая специальная одежда и теплая специальная обувь должны выдаваться работникам с наступлением холодного времени года, а с наступлением теплого могут быть сданы работодателю для организованного хранения до следующего сезона. Время пользования теплой специальной одеждой и теплой специальной обувью устанавливается работодателем совместно с соответствующим профсоюзным органом или иным уполномоченным работниками представительным органом с учетом местных климатических условий.

Работодатель организует надлежащий уход за средствами индивидуальной защиты и их хранение, своевременно осуществляет химчистку, стирку, ремонт, дегазацию, дезактивацию, обезвреживание и обеспыливание специальной одежды, а также ремонт, дегазацию, дезактивацию и обезвреживание специальной обуви и других средств индивидуальной защиты в сроки, когда рабочие не заняты на работе или после работы.

Выдача работникам и сдача ими средств индивидуальной защиты должны записываться в личную карточку установленного образца.

Ответственность за своевременное и в полном объеме обеспечение работников средствами индивидуальной защиты, за организацию контроля за правильностью их применения работниками возлагается на работодателя в установленном законодательством порядке.

Контроль за выполнением администрацией предприятия настоящих Правил осуществляется госинспекциями труда по субъектам Российской Федерации.

3. Расчет годовой потребности спецодежды (обуви) и СИЗ

Расчет годовой потребности в спецодежде (обуви) и СИЗ производится согласно представленному ниже уравнению.

$$X_i = N_i C_i - \sum_{i=1}^n X_o Y_i$$

где X_i - годовая потребность i -тых СИЗ (шт., компл. и т.д./год);

N_i - количество работников i -той профессии (чел.);

C_i - коэффициент, учитывающий срок использования i -тых СИЗ,

$$C_i = \frac{12}{C_{oi}}$$

12 - число месяцев в году;

C_{oi} - нормативный срок использования i -тых СИЗ (месяцы);

X_{oi} - фактическое наличие i -тых СИЗ на складе к началу года (шт, компл. и т.д.);

Y_i - коэффициент, учитывающий износ имеющихся на складе i -тых СИЗ,

$$Y_i = \frac{C_{oi} - C'_{oi}}{C_{oi}}$$

C'_{oi} - фактический срок использования i -тых СИЗ, имеющихся на складе (месяцы).

Если известен процент износа имеющейся спецодежды (обуви) и СИЗ Y'_i , то коэффициент Y_i определяется из выражения:

$$Y_i = \frac{100 - Y'_i}{100}$$

4. Расчет затрат средств на приобретение необходимой спецодежды (обуви) и СИЗ

Определение затрат средств на приобретение спецодежды (обуви) и СИЗ производится по формуле:

$$B = \sum_{i=1}^n B_i$$

где B_i - затраты средств на приобретение i -тых СИЗ (руб.),

$$B_i = X_i Z_i$$

Z_i - нормативная стоимость единицы i -тых СИЗ (руб./шт, компл. и т.д.).

Данные берутся из приложения 2;

n - общее количество i -тых СИЗ.

Индивидуальный учет выдаваемой спецодежды (обуви) и СИЗ производится путем заполнения личной карточки на каждого работника.

5. Подбор СИЗ.

При изучении средств индивидуальной защиты для работы с удобрениями и ядохимикатами обратить особое внимание на индивидуальный подбор защитных средств.

Спецодежду изготавливают семи размеров (44, 46, 48, 50, 52, 54, 56) и пяти ростов (1 - 5). Респираторы и противогазы выбирают в зависимости от размеров лица работающего и

характера загрязненности воздуха. Размеры маски респиратора выбирают по расстоянию между точкой наибольшего углубления переносы и самой низкой точкой подбородка.

Высота лица, мм	от 99 до 109	109 - 119	более 119
Размеры маски респиратора	первый	второй	третий

Противогазы выпускают со шлем-маской пяти размеров - 0, 1, 2, 3, 4. Для подбора размера шлем-маски необходимо измерить голову по замкнутой линии, проходящей через макушку, щеки и подбородок. Измерения округляются от 0,5 см. При величине измерения до 63 см берут нулевой размер, от 63,5 до 65 - первый, от 65,5 до 68 - второй, от 68,5 до 70,5 см - третий, от 71 см и более - четвертый размер шлем-маски.

В зависимости от наличия ядовитых веществ на рабочем месте подбираются коробки промышленных противогазов и патроны респираторов (А, В, Г, КД, СО).

Вопросы для самоконтроля

1. На основании каких нормативных документов работники обеспечиваются спец-одеждой, спецобувью и средствами индивидуальной защиты (СИЗ)?
2. Правила обеспечения работников спецодеждой, спецобувью и СИЗ?
3. Порядок использования работником спецодежды, спецобуви и СИЗ?
4. Классификация СИЗ?
5. Классификация средств защиты органов дыхания?
6. Расчет годовой потребности спецодежды, спецобуви СИЗ?
7. Расчет затрат средств на приобретение спецодежды, спецобуви и СИЗ?
8. Правила подбора СИЗОД?
9. В какой документ фиксируется факт выдачи и возврата спецодежды, спецобуви и СИЗ?
10. Какую информацию содержит личная карточка работника.

РАБОТА № 5 ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Задание.

- Изучить устройство и принцип работы приборов для определения метеоусловий.
- Ознакомиться с методикой выявления параметров микроклимата.
- Произвести замер показателей температуры, влажности и скорости движения воздуха.
- Обработать и дать анализ полученным результатам.

Методика выполнения работы

- Определение температуры помещения обычными термометрами.
1. Подвесить в помещении имеющиеся термометры на высоте 150 и 30 см от пола в следующих точках:
 - а) на наружной стене в 30-50 см от окна или двери;
 - б) на противоположной (по отношению к наружной) стене в 30-50 см от двери;
 - в) между указанными точками через каждые 8-10 м.
 2. Выдержать термометры в указанных местах не менее 10-15 мин.
 3. Произвести запись показаний термометров соответственно в форме отчета.
 4. Произвести расчет итоговых показателей соответственно форме отчета.
 5. Сделать заключение.
 - Определение температуры помещения с помощью термографа суточного.
 6. Установить прибор на горизонтальную поверхность.

7. Установить пишущий элемент термографа с помощью регулировочного винта на соответствующее деление шкалы номограммы (согласно температурной характеристики помещения).

8. Завести часовой механизм термографа. В течение 24 часов барабан термографа с номограммой совершают 1 оборот. При изменении температуры пишущий элемент термографа совершает колебания в вертикальной плоскости, оставляя след на ленте. Датчиком температуры является биметаллическая пластина, которая жестко связана с пишущим элементом.

- Методика обработки ленты термографа суточного.

9. В отчетную таблицу занести данные о температуре за каждый час суток (от 0 до 24 часов), в течение каждого часа берется среднее значение температуры с точностью до одного градуса. Найти сумму всех значений температуры за 24 часа суток.

10. Определить среднюю температуру за сутки, в соответствии с формой отчета.

11. Определить по кривой на ленте наибольшую и наименьшую температуры за сутки.

12. Определить наибольшее колебание температуры за сутки в градусах путем вычитания из наибольшего значения температуры за сутки наименьшего значения.

13. Сделать заключение.

- Определение относительной влажности воздуха производственных помещений.

14. Подвесить прибор с помощью специального кронштейна.

15. Смочить дистиллированной водой ртутный резервуар термометра, обернутый бати-стом или марлей. Выдержать в таком состоянии прибор 4 мин.

16. Завести механизм аспирации прибора и заметить время его работы. Вентилятор равномерно прогоняет воздух через металлические трубки, в которые заключены ртутные резервуары. В связи с испарением воды показания термометров будут различны.

17. Через 4 минуты записать показания термометров и определить влажность воздуха по формулам и номограмме согласно отчета

18. Сравнить полученные результаты с нормативом и сделать заключение.

- Определение скорости воздушного потока с использованием чашечного анемометра МС-13.

19. Перед началом измерения включить счетный механизм и записать показания стрелок по всем шкалам.

20. Включить вентилятор.

21. Поместить анемометр в воздушный поток вентилятора циферблатом к исследователю и дать чашечкам вращаться вхолостую 1...2 минуты.

22. Включить одновременно счетчик оборотов и секундомер, остановив их через 50...100 секунд.

23. Вычислить разницу между конечными и начальными показаниями, а также рассчитать секундную скорость стрелки в делениях шкалы.

24. По последним определить скорость движения воздуха (м/с) с помощью тарировочного графика.

25. Сделать заключение.

Вопросы для самоконтроля

1. С помощью каких приборов можно измерить температуру воздуха?

2. Устройство и принцип работы термографа?

3. Как определить среднесуточную температуру и максимальное колебание температур?

4. Что значат абсолютная, относительная и максимальная влажности?

5. Какими приборами измеряется влажность в производственных помещениях?

6. Отличия гигрографа от термографа?

7. Устройство и принцип работы аспирационного психрометра?

8. Расчет относительной влажности с использованием данных психрометра?

9. С помощью каких приборов можно определить скорость движения воздушных масс? Какой прибор наиболее чувствителен?

10. Методика определения скорости движения воздушных масс?

Основные параметры метеоусловий в производственных помещениях

Категория работ	Оптимальные		Допустимые		
	Температура, ... °С	Скорость движения воздуха, м/с	Температура, ... °С	Относительная влажность, не более...%	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный период года					
1А	22...24	0,1	21...25	75	0,1
1Б	21...23		20...24	75	0,2
2А	18...20	0,2	17...23	75	0,3
2Б	17...19		15...21	75	0,4
3	16...18	0,3	13...19	75	0,5
Теплый период года					
1А	23...25	0,1	22...28	55	0,1...0,2
1Б	22...24	0,2	21...28	60	0,1...0,3
2А	21...23	0,3	18...27	65	0,2...0,4
2Б	20...22	0,3	16...27	70	0,2...0,5
3	18...20	0,4	15...26	75	0,2...0,6

Оптимальная относительная влажность для всех категорий работ 40...60%.

Максимальное содержание паров воды в воздухе в зависимости от температуры

Температура, °С	Содержание водяного пара при полном насыщении, г/кг	Температура, °С	Содержание водяного пара при полном насыщении, г/кг
- 15	1,1	30	20,3
- 10	1,7	35	35
- 5	2,6	40	46,3
0	3,8	45	60,7
5	6,4	50	79,0
10	7,5	55	102,3
15	10,5	60	131,7
20	14,4	65	168,9
25	19,5	70	216,1

**РАБОТА № 6
ИССЛЕДОВАНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ РАБОЧИХ МЕСТ
И ПОМЕЩЕНИЙ**

Задание

- Установить характер зрительной работы и нормы освещенности согласно исходным материалам.
- Изучить устройство и принцип работы люксметра Ю-16.
- Ознакомиться с методикой определения освещенности.
- Произвести замер показателей естественной и искусственной освещенности.
- Вычислить значение коэффициента естественной освещенности.
- Дать анализ полученным результатам.

Методика выполнения работы

- Определение искусственной освещенности.
- 1. Включить общее освещение и зашторить окна.

2. Определить общую освещенность на рабочих местах под каждым из светильников установки путем использования люксметра Ю-16 и учета поправочного коэффициента, т.е.

$$E = n \cdot \lambda$$

где E – освещенность рабочего места, Лк;

n – показания люксметра, Лк;

λ – поправочный коэффициент.

Примечание: для ламп дневного света (ДС) $\lambda = 0,9$;

для ламп белого света (БС) $\lambda = 1,1$;

для ламп накаливания $\lambda = 1,0$,

для естественного освещения $\lambda = 0,8$.

3. Поочередно включая светильники лабораторной установки, произвести замер комбинированного освещения аналогично пункту 2.

4. Выявить нормативные показатели освещенности применительно к конкретным условиям (приложение 1).

5. Оформить отчет о выполненной операции, заполнив таблицу 1 отчета и оценить полученные результаты по каждому светильнику между собой и в сравнении с нормативами.

- Определение естественной освещенности.

6. Выключить все виды искусственного освещения и полностью открыть оконные шторы.

7. Замерить освещенность одновременно внутри помещения (на расстоянии рабочих мест от окна, указанном преподавателем) и снаружи (на открытой для небосвода площадке) люксметром Ю-16 с трехкратной повторностью.

8. Рассчитать коэффициент естественной освещенности на соответствующем расстоянии по формуле

$$e = \frac{E_{1в} + E_{2в} + E_{3в}}{E_{1н} + E_{2н} + E_{3н}} \cdot 100$$

где e – значение коэффициента естественной освещенности на конкретной линии размещения рабочих мест, %;

E_{vi} – освещенность внутри помещения, Лк;

E_{ni} – освещенность снаружи помещения, Лк.

9. Выявить нормативные показатели естественного освещения применительно к конкретным условиям (приложение 2).

10. Оформить отчет о выполненной операции, заполнив таблицу 2 отчета и сделав выводы по полученным результатам.

Техника измерения освещенности прибором Ю-16

- Проверить, чтобы переключатель диапазонов был установлен на максимальную величину и фотоэлектрический датчик закрыт поглотителем.

- Расположить прибор горизонтально. Не допускать его использования вблизи токоведущего оборудования, создающего магнитные поля.

- Проверить, находится ли стрелка на нулевом делении шкалы. Для этого фотоэлемент отсоединить от гальванометра и при необходимости поправить положение стрелки корректором.

- Подключить фотоэлектрический датчик к измерителю, соблюдая полярность, указанную на зажимах.

- При замере освещенности датчик установить строго горизонтально на высоте выполнения рабочих операций.

- Измерение освещенности начинать при положении переключателя на «500X». При отклонении стрелки менее чем на 10 делений переключатель перевести на низший предел измерений.

- Измерение освещенности нужно начинать с поглотителем и не допускать попадания прямого солнечного света на датчик прибора.
- Значение освещенности определяется по шкале, соответствующей положению переключателя.
- При использовании поглотителя полученные значения умножаются на 100.

Вопросы для самоконтроля

1. Виды освещения?
2. С помощью каких приборов и в каких единицах измеряется освещение?
3. Устройство и принцип действия люксметра Ю-16?
4. Отличительные особенности приборов Ю-16 и КТА?
5. Виды искусственного освещения?
6. Виды естественного освещения?
7. Что значит КЕО и как определяется?
8. От чего зависит норма освещения?
9. Какими способами можно улучшить естественное и искусственное освещение в помещении?

Приложение 1

Нормативы искусственной освещенности

Характер работ	Размер объекта работы, мм	Разряд зрительной работы	Минимальная освещенность в Лк	
			Комбинир.	Общее
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	4000	1250
Очень высокой точности	0,15 – 0,3	II	2000	500
Точность высокая	0,3 – 0,5	III	750	300
Средняя	0,5 – 1,0	IV	300	200
Малая	1,0 – 5,0	V	200	150
Грубая	Более 0,5	VI	-	150
Работа со светящимися материалами	-	VII	-	200
Общее наблюдение за ходом работ	-	VIII	-	50

Приложение 2

Нормативы естественной освещенности

Характер работ	Размер объекта различия, мм	Разряд зрительной работы	Нормы К.Е.О., %	
			При верхнем и комбинир. освещении (P_{cp})	При боковом освещении ($P_{мин}$)
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	10	3,5
Очень высокой точности	0,15 – 0,3	II	7	2,5
Точность высокая	0,3 – 0,5	III	5	2,0
Средняя	0,5 – 1,0	IV	4	1,5
Малая	1,0 – 5,0	V	3	1,0
Грубая	Более 0,5	VI	2	0,5
Работа со светящимися материалами	-	VII	3	1,0
Общее наблюдение за ходом работ	-	VIII	1	0,3

РАБОТА № 7
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГАЗОВАННОСТИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ
И ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕНТИЛЯЦИИ

7.1. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГАЗОВАННОСТИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Цель работы

Научиться определять уровень загазованности воздушной среды в производственных помещениях и подбирать соответствующие средства индивидуальной защиты органов дыхания человека.

Применяемые приборы и оборудование

- Универсальный газоанализатор УГ-2.
- Резервуар с исследуемым газом или парами.
- Вытяжной шкаф.
- Шаблоны для измерения уровня концентрации исследуемого газа.
- Секундомер.

Требования техники безопасности

- а) Работать только с приборами и оборудованием, указанными в перечне настоящего методического пособия.
- б) Приступать к выполнению лабораторной работы разрешается только после тщательного изучения настоящего методического пособия.
- в) При работе с прибором соблюдать последовательность подготовительных операций, соответственно методическим указаниям.
- г) Резервуар с исследуемым газом должен постоянно находиться в вытяжном шкафу.
- д) Вытяжной шкаф разрешается открывать только для установки и извлечения измерительной аппаратуры.

Исходные материалы

- Сведения о производственном помещении (название, объем, вредное вещество) – даются преподавателем.
- Показатели реакции индикатора (Приложение 1).
- Справочные материалы процесса измерения загазованности (Приложение 2).
- Допустимые нормы концентрации вредных газов и паров (Приложение 3).
- Средства индивидуальной защиты органов дыхания (Приложение 4).
- Ориентировочные сроки использования фильтрующих патронов и коробок (Приложение 5).
- Схема газоанализатора УГ-2 (Приложение 6).

Задание

- Изучить устройство и принцип работы газоанализатора УГ-2.
- Вычертить конструктивную схему УГ-2.
- Ознакомиться с методикой определения концентрации вредных газов и паров.
- Определить концентрацию паров исследуемого газа в помещении.
- Заполнить таблицу 1 отчета.
- Дать анализ полученным результатам.
- Подобрать необходимое средство индивидуальной защиты органов дыхания (таблица 2 отчета).

Методика выполнения работы

1. Установить прибор на ровную поверхность.
2. Подобрать штوك с необходимым объемом просасываемого воздуха, указанным на головке штока.

3. Вставить шток в центральное отверстие корпуса прибора так, чтобы выбранная цифра была обращена к фиксатору.
4. Сжать сильфон до защелкивания на верхнее углубление штока.
5. Соединить резиновую трубку прибора с индикатором, предварительно удалив с последнего заглушки. При необходимости к индикатору подсоединить фильтрующий патрон.
6. Поставить прибор в вытяжной шкаф и поместить индикаторную трубку в зону исследуемого газа (паров).
7. Надавить одной рукой головку штока, другой отвести фиксатор. С началом движения штока отпустить фиксатор и включить секундомер. Если время до защелкивания штока на нижнее отверстие отличается от указанного в справочных материалах (Приложение 2), то это указывает, что индикаторный порошок не имеет требуемой плотности и результат анализа недостоверен.
8. После защелкивания штока на нижнем отверстии выдержать прибор в исследуемой среде до тех пор, пока общее время просасывания будет соответствовать нормативу (Приложение 2.).
9. Определить концентрацию газов (паров), прикладывая нижний конец столбика окрашенного порошка индикаторной трубки к нулевому делению шкалы шаблона. Цифра на шкале, совпадающая с верхним концом окрашенного порошка, указывает концентрацию исследуемого газа (пара) в $\text{мг}/\text{м}^3$.
10. В зависимости от полученных результатов замера подобрать средства индивидуальной защиты по приложению 4.

ОТЧЕТ О РАБОТЕ

Схема газоанализатора УГ-2 (согласно Приложению 6)

Результаты замера уровня загазованности помещения

а) Таблица 1 – Показатели загазованности вредным веществом

Название помещения (цеха)	Название вредного вещества	Нормативное время эксперимента, с		Концентрация вредного вещества, $\text{мг}/\text{м}^3$		Фактическое превышение ПДК, K_ϕ
		До защелкивания, t_0	Общее, t	Фактическая, P_ϕ	ПДК, P_D	

б) Нормативное время эксперимента – Приложение 2.

в) ПДК вредного вещества – Приложение 3.

г) Расчет фактического превышения ПДК.

$$K_\phi = P_\phi / P_D$$

д) Выводы и предложения.

Результаты подбора и оценки средств индивидуальной защиты

а) Таблица 2 – Рекомендуемые средства индивидуальной защиты

Название СИЗ	Марка	Марка патрона (коробки)	Срок службы патрона (коробки) в мин		Примечание
			При максимальном превышении ПДК, T_D	При фактическом превышении ПДК, T_ϕ	

- б) Средства индивидуальной защиты (СИЗ) – Приложение 4.
 в) Срок службы патрона (коробки) при максимальном превышении ПДК – Приложение 5.
 г) Расчет срока службы патрона (коробки) при фактическом превышении ПДК

$$T_{\Phi} = T_{д} K_{д} P_{д} / P_{\Phi}$$

- где $K_{д}$ – максимально допустимое превышение ПДК при использовании респиратора или фильтрующего противогаза, разы (Приложения 4 и 5).
 д) выводы и предложения.

Приложение 1

Показатели реакции индикатора

Анализируемый газ (пар)	Цвет индикаторного порошка после анализа
Окись углерода	Коричневый (кольцо)
Аммиак	Синий
Бензин	Светло-коричневый
Ацетон	Желтый
Углеводороды нефти	Светло-коричневый

Приложение 2

Справочные материалы процесса измерения загазованности

Анализируемый газ (пар)	Просасываемые объемы (мл)	Пределы измерений (мг/м ³)	Продолжительность хода штока до защелкивания (время защелкивания)	Общее время просасывания (мин)
Окись углерода	220	0-120	от 3 мин.20 с до 4 мин.40 с	8
-«-	60	0-400	Мгновенно	5
Аммиак	250	0-30	от 2 мин. до 2 мин.40 с	4
-«-	30	0-300	Мгновенно	2
Бензин	300	0-1000	от 3 мин.20 с до 3 мин.50 с	7
-«-	60	0-5000	Мгновенно	4
Ацетон	300	0-2000	От 3 мин. до 4 мин.	7
Углеводороды нефти	300	0-1000	от 3 мин. 20 с до 3 мин.50 с	7

Приложение 3

Допустимые нормы концентрации вредных газов и паров

Анализируемый газ (пар)	Допустимая концентрация (мг/м ³)
Окись углерода	20
Аммиак	20
Бензин топливный	100
Ацетон	200
Углеводороды нефти	100

Приложение 4

Средства защиты органов дыхания

Название СИЗ	Марка	Вредности	Примечание
Противо-пылевые респираторы	Ф-62Ш, У-2к, «Астра-2», ШБ-1, лепесток	Растительная, животная, металллическая, минеральная, угольная, древесная и т.п. ПЫЛЬ	В зависимости от концентрации пыли

Противо-газовые и универсальные респираторы	РПГ-67, (А) РУ-60М (В) (КД)	Бензин, керосин, бензол, сероуглерод и др. Кислые газы: сернистый газ, сероводород. Сероводород, аммиак и др.	При загазованности до 10 ПДК
Фильтрующие противогазы	(А) (В) (КД)	Бензин, керосин, ацетон и т.д. Кислые газы: сернистый, хлор, H ₂ S и др. Аммиак и смесь сероводорода с аммиаком.	При загазованности в пределах от 10 до 100 ПДК
Изолирующие противогазы	ПШ-1 и ПШ-2	При недостатке кислорода и при наличии нескольких вредных газов и если они неизвестны	При превышении допустимой концентрации и для иных СИЗ органов дыхания

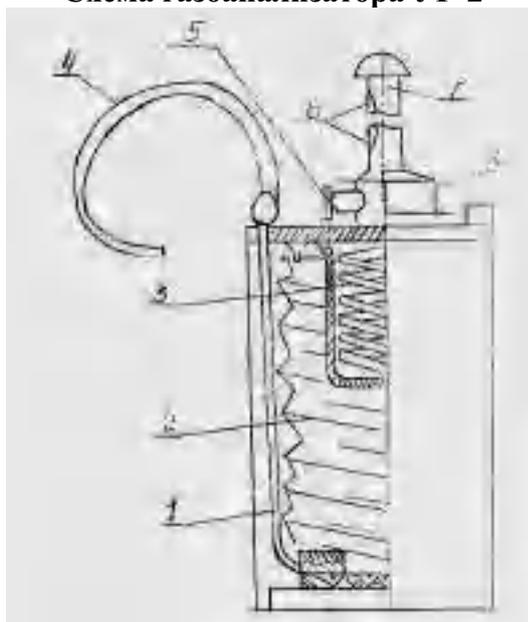
Приложение 5

Ориентировочные сроки использования фильтрующих патронов (коробок)

Марка патрона или коробки	Область применения	Максимально допустимое превышение ПДК, K_D , разы	Предельно допустимый срок использования, T_D , мин
А	Респиратор, противогаз	10, 100	240
В	Респиратор, противогаз	10, 100	300
Г	Респиратор, противогаз	10, 100	60
КД	Респиратор, противогаз	10, 100	100

Приложение 6

Схема газоанализатора УГ-2



1 – трубка от штуцера к неподвижному фланцу сильфона; 2 – резиновый сильфон; 3 – пружина; 4 – резиновая трубка; 5 – стопор; 6 – канавка на штоке с двумя углублениями; 7 – шток; 8 – направляющая втулка

7.2. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Цель работы

Научиться использовать полученные данные по загазованности для определения необходимого воздухообмена и оценивать возможность его осуществления с помощью имеющейся вентиляционной установки.

Применяемые приборы и оборудование

- Вентиляционная установка с вентилятором Ц-470 № 4.
- Пневмометрическая трубка МИОТ.
- Мерная линейка.
- Набор фильтрующих сеток.
- Барометр.
- Термометр.

Требования техники безопасности

- Работать только с приборами и оборудованием, указанными в перечне настоящего методического пособия.
- Приступать к выполнению лабораторной работы разрешается только после тщательного изучения настоящего методического пособия.
- Перед началом работы убедиться в надежности заземления вентиляционной установки и надежности изоляции электропроводки.
- До включения вентиляционной установки убедиться в отсутствии в подводящем воздуховоде и вблизи от воздухозаборника различных предметов и людей.
- В процессе работы замену фильтрующих сеток следует производить при выключенной и полностью остановленной вентиляции. Помещать в воздуховод различные предметы и опробовать интенсивность движения воздушного потока руками запрещается.
- Включение вентиляционной установки в электросеть разрешается после получения соответствующего разрешения преподавателя.

Исходные материалы

- Название и объем производственного помещения – дается преподавателем (согласно работы 3.1).
- Вредное вещество, допустимая и фактическая его концентрация – принимается согласно работы 3.1.
- Значения плотности воздуха в различных условиях окружающей среды – Приложение.

Задание

- Изучить устройство вентиляционной установки.
- Определить интенсивность изменения уровня загазованности окружающей среды.
- Рассчитать необходимый воздухообмен для нормализации уровня загазованности.
- Определить производительность вентиляционной установки и дать заключение о возможности ее использования.

Методика выполнения работы

- Определение скорости выделения вредного вещества.
 - На основании работы 3.1 получить сведения об уровне загазованности окружающей среды и общем времени эксперимента.
 - Согласно исходных материалов установить объем помещения.
 - Рассчитать скорость выделения вредного вещества, P'_{ϕ} , мг/ч.

$$P'_{\phi} = 3600P_{\phi} W / t$$

где P_{ϕ} – уровень загазованности, мг/м³;

W – объем помещения, м³;

t – общее время эксперимента, с.

- Определение необходимого воздухообмена.

4. На основании справочных данных (работа 7.1) установить ПДК (допустимую концентрацию) исследуемого вредного вещества.

5. Выявить фактическую концентрацию исследуемого вредного вещества в наружном воздухе (для сельхозпредприятий этот показатель равен нулю).

6. Рассчитать необходимый воздухообмен, L_H , м³/ч.

$$L_H = \frac{P'_{\phi}}{P_D - P_H}$$

где P_D – ПДК вредного вещества, мг/м³;

P_H – фактическая концентрация вредного вещества в наружном воздухе, мг/м³.

- Определение производительности вентиляционной установки.

7. Измерить диаметр подводящего воздуховода и рассчитать его площадь, S , м².

$$S = \frac{\pi d^2}{4}$$

где d – диаметр, м.

8. Включить вентиляционную установку и измерить динамическое давление воздушного потока как разность высоты водяных столбиков в пневмометрической трубке МИОТ, P , кг/м² (мм).

$$P = h_B - h_H$$

где h_B – высокий уровень водяного столбика, мм;

h_H – низкий уровень водяного столбика, мм.

9. Измерить температуру помещения и атмосферное давление.

10. Определить плотность воздуха (Приложение 1) γ , кг/м³.

11. Рассчитать скорость движения воздуха в подводящем воздуховоде, V_B , м/с.

$$V_B = \sqrt{\frac{2Pg}{\gamma}}$$

где g – ускорение силы тяжести, м/с², $g = 9,81$

12. Рассчитать производительность вентиляционной установки, L_B , м³/ч.

$$L_B = 3600SV_B$$

- Оценка полученных результатов

13. Установить на вентиляционной установке фильтрующую сетку.

14. Повторить измерение и расчет производительности вентиляции с фильтром.

15. Сравнить результаты определения производительности вентиляционной установки с необходимым воздухообменом и дать соответствующее заключение.

ОТЧЕТ О РАБОТЕ

Результаты определения скорости выделения вредного вещества и необходимого воздухообмена

а) Таблица 1 – Скорость выделения вредного вещества и необходимый воздухообмен

Название вредного вещества	Объем помещения (вытяжного шкафа), W , м ³	Фактический уровень загазованности, P_{ϕ} , мг/м ³	Общее время эксперимента, t , с	Скорость выделения вредного вещества, P'_{ϕ} , мг/ч	ПДК исследуемого вещества, P_D , мг/м ³	Необходимый воздухообмен, L_H , м ³ /ч

б) Выводы и предложения.

Результаты определения производительности вентиляционной установки

а) Таблица 2 – Производительность вентиляции с применением различных фильтров

№№ замеров	Состояние воздухопроводов	Площадь сечения воздухопровода, S , м ²	Динамическое давление воздушного потока, P , кг/м ²	Плотность воздуха, γ , кг/м ³	Скорость воздушного потока, V , м/с	Производительность вентиляции, L_B , м ³ /ч
1.	Без фильтров					
2.	С фильтром					

б) Выводы и предложения.

Результаты сравнительной оценки эффективности вентиляции

а) Таблица 3 – Сравнительные показатели вентиляционной установки

Название помещения (цеха)	Необходимый воздухообмен, L_H , м ³ /ч	Фактическая производительность вентиляции, L_B , м ³ /ч		Отклонение производительности вентиляции от необходимого воздухообмена, $L_B - L_H$, м ³ /ч	
		Без фильтра	С фильтром	Без фильтра	С фильтром

б) Выводы и предложения.

Приложение 1

Значения плотности воздуха в различных условиях окружающей среды

Температура воздуха + ... °С	Плотность, γ , кг/м ³ , в зависимости от атмосферного давления в мм рт. ст.							
	735	740	745	750	755	760	765	770
12	1,198	1,206	1,214	1,222	1,231	1,239	1,249	1,255
16	1,181	1,197	1,205	1,208	1,213	1,222	1,230	1,238
20	1,165	1,173	1,181	1,189	1,197	1,205	1,213	1,221
24	1,149	1,157	1,165	1,173	1,181	1,189	1,197	1,205
28	1,133	1,141	1,149	1,157	1,165	1,173	1,181	1,189

РАБОТА № 8.

ИЗУЧЕНИЕ И ИСПЫТАНИЕ СРЕДСТВ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Цель работы

Изучить методы предупреждения пожарной опасности и технические средства борьбы с огнем.

Применяемые приборы и оборудование

- Мотопомпа МП-800Б.
- Учебные стенды «Огнетушители», «Пожарная сигнализация».
- Огнетушители: воздушно-пенный ОВП-4 (з); углекислотный ОУ-2; порошковый ОП-3 (з).
- Весы циферблатные.
- Комплект специальных приспособлений.

Требования техники безопасности

а) Перед включением электрифицированного оборудования в сеть убедиться в исправности розетки и вилки, целостности изоляции электропроводки.

б) Использовать открытый огонь во время проверки функционирования пожарной сигнализации следует осторожно, убедившись в отсутствии горючих материалов на расстоянии ближе одного метра от него.

в) Располагать проверяемые огнетушители и специальное оборудование необходимо в середине столов во избежание их случайного падения и травмирования окружающих.

г) В процессе выполнения работы не толпиться и не толкаться во избежание ранения о выступающие конструктивные элементы мотопомпы и иного оборудования.

Исходные материалы

- Характеристика условий выполнения работы (глубина имеющегося водоема, высота объекта тушения, имеющиеся в наличии нефтепродукты) и нормативно-техническая документация (НТД) – даются преподавателем.

- Техническая характеристика мотопомпы МП-800Б – Приложение 1.

- Техническая характеристика углекислотных огнетушителей – Приложение 2.

Задание

- Изучить устройство, способы проверки пригодности и применения огнетушителей.

- Изучить конструкцию и применение мотопомпы МП-800Б.

- Оценить возможность использования мотопомпы МП-800Б для тушения пожара на объекте согласно исходным материалам.

- Ознакомиться с устройством и принципом действия пожарной сигнализации.

Методика выполнения работы

1. Изучить назначение различных типов огнетушителей, а также сроки и виды проверки пригодности их к использованию. Полученные данные отразить в таблице 1 отчета о работе.

2. Оценить степень пригодности огнетушителя ОУ-2 путем его взвешивания и использования нормативных данных. Полученные результаты внести в таблицу 2 отчета о работе сделать соответствующие выводы и сформулировать необходимые предложения.

3. На основании НТД изучить устройство и изобразить в отчете о работе конструктивную схему мотопомпы МП-800Б.

4. Изучить техническую характеристику мотопомпы МП-800Б и оценить возможность ее использования для ликвидации пожара на объекте согласно исходным материалам. Полученные данные изложить в таблице 3 отчета о работе, сделать соответствующие выводы и внести необходимые предложения.

5. Изучить устройство и принцип действия пожарной сигнализации, оборудованной тепловыми датчиками.

6. Включить пожарную сигнализацию, поднести факел к датчику и оценить возможность ее функционирования для предупреждения пожаров.

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)	Проверяемый объект	Способ проверки
1. Углекислотный	ОУ-2		2,0		
			10,0		
2. Воздушно-пенный	ОВП-4(з)		0,4		
			1,0		
			5,0		
3. Порошковый	ОП-3(з)		1,0		
			5,0		

Результаты проверки годности углекислотного огнетушителя марки ОУ-2

а) Таблица 2 – Исходные данные и полученные результаты

Наименование показателей	Единица измерения	Значение
1. Масса пустого огнетушителя	кг	
2. Масса полного заряда	кг	
3. Масса огнетушителя при полном заряде	кг	
4. Масса огнетушителя после взвешивания	кг	
5. Допустимое значение массы огнетушителя	кг	

б) Выводы и предложения.

Результаты изучения устройства и использования мотопомпы МП-800Б

а) Схема мотопомпы со спецификацией основных позиций.

б) Таблица 3 – Основные технические данные мотопомпы МП-800Б

Наименование показателей	Единица измерения	Значения:	
		Согласно НТД	Фактические
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.

Приложение 1

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.

Конструктивно-технологические показатели

Наименование показателей	Ед. измер.	Значение
Производительность при нормальной частоте вращения вала двигателя	л/мин	800
Напор	м. вод. ст.	60
Наибольшая глубина всасывания при температуре + 20 °С	м	5
Максимальное время всасывания с глубины 5 м	с	40
Масса мотопомпы без вспомогательного оборудования		
Габаритные размеры: длина	кг	90
ширина	мм	950
высота	мм	222
	мм	725

В состав агрегата входят: мотопомпа МП-800Б; два всасывающих резиноканевых рукава; предохранительная сетка; пять напорных рукавов; два рукавных зажима; разветвление двухходовое; головка соединительная; комплект пожарных стволов; специальный инструмент и принадлежности.

Техническая характеристика углекислотных огнетушителей

Марка огнетушителя	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

ЛИТЕРАТУРА

1. Белов, Сергей Викторович. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) [Текст] : учебник для бакалавров всех направлений подготовки в вузах России. - 5-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2016. - 702 с. - (Основы наук).
2. Беляков, Геннадий Иванович. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда [Текст] : учебник для бакалавров. - 3-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2016. - 404 с. - (Бакалавр. Базовый курс).
3. Каракеян, Валерий Иванович. Безопасность жизнедеятельности [Текст] : учебник и практикум для бакалавров. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2016. - 330 с. - (Бакалавр. Базовый курс).
4. Безопасность жизнедеятельности. Теория и практика. [Текст] : учебник для бакалавров/ под общ. ред. Я.Д. Вишнякова. - 4-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2016. - 543 с. - (Бакалавр. Базовый курс).
5. Безопасность жизнедеятельности [Текст] : учебник для студентов вузов, обуч. по всем направлениям бакалавриата / под ред. Б.С. Мاستрюкова. - М. : Академия, 2015. - 304 с. - (Бакалавриат).

Информационно-справочные и поисковые системы.

1. <http://www.bibl.rgatu.ru> - Электронная библиотека Университета -электронные версии пособий, методических разработок, указаний и рекомендаций по всем видам учебной работы.
2. Лицензионное программное обеспечение по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности"
3. <http://www.rosminzdrav.ru> – официальный сайт Министерства здравоохранения Российской Федерации;
4. <http://www.mchs.gov.ru> – официальный сайт Министерства по чрезвычайным ситуациям Российской Федерации;
5. <http://www.rucont.ru/> – Национальный цифровой ресурс "Рукопт";
6. <http://www.lanbook.com/> – ЭБС "Лань";
7. <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»

Кафедра гуманитарных дисциплин

**Методические рекомендации
для проведения практических занятий
по дисциплине «Правоведение»**

направление подготовки:

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

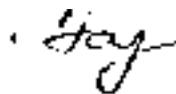
форма обучения: очная, заочная

Рязань 2020

Методические рекомендации для проведения практических занятий по дисциплине «Правоведение» для студентов очной и заочной формы обучения по направлению подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника** разработаны доцентом кафедры гуманитарных дисциплин Забара А.Л.

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры гуманитарных дисциплин « 31 » августа 2020 г., протокол №1.

Заведующий кафедрой гуманитарных дисциплин



Л.Н. Лазуткина

1. Общие положения.

1. Цели и задачи дисциплины:

Правоведение 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 дисциплины:

- 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, теста.

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 прочесть 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. Задание № 1. Выполните тест:
 - 2.1. 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.
 - 2.2. 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.
 - 2.3. Укажите, кто из перечисленных ниже ученых-юристов принадлежит к психологической теории права?
 - А. Г. Кельзен.
 - Б. Л. Петражицкий.
 - В. Ф. Савиньи.
 - Г. Р. Иеринг.
 - 2.4. 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.
 - 2.5. 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. Задание № 2. 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. Задание № 3. Отообразите 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. Задание 1: 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. Задание 2. 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 отраслей права

2. Что относится к материальным отраслям права

3.

4. Право регулирующее порядок, процедуру осуществления и обязанностей сторон

5. Назовите некоторые виды социальных норм права

6. 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.

7. 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. Задание № 1. 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. Задание № 2. Ответьте на вопрос: "В какой сфере и какой вид правоотношений, с Вашей точки зрения, нуждается в более конкретном и четком регулировании"? Ответ обоснуйте.

13. Задание № 3. 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. Задание № 5. Определите вид нижеперечисленных юридических фактов по правовым последствиям (правообразующие, правоизменяющие, прекращающие) 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. Задание № 6. 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 судьей, 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 социально 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, дискриминированного 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 показаний.
 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 обороны;
 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.

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 проведения практических занятий
по дисциплине**

РУССКИЙ ЯЗЫК И КУЛЬТУРА РЕЧИ

для студентов очной/заочной формы обучения
по направлению подготовки:

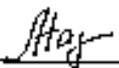
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Уровень: бакалавриат

Рязань 2020

Методические рекомендации для проведения практических занятий по дисциплине «Русский язык и культура речи» для студентов очной/заочной формы обучения по направлению подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника** разработаны доцентом кафедры гуманитарных дисциплин Нефедовой И.Ю.

Методические указания обсуждены на заседании кафедры гуманитарных дисциплин «31» августа 2020 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой _____  Лазуткина Л.Н. _____

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	5
ТЕМА 1	6
ТЕМА 2	8
ТЕМА 3	9
ТЕМА 4	14
ТЕМА 5	18
ТЕМА 6	26
4. ПРИМЕРНЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ	29
5. ТЕМАТИКА ДОКЛАДОВ	31
6. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	33
Приложение 1	34

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цели и задачи дисциплины:

Целью изучения дисциплины «Русский язык и культура речи» является совершенствования навыков грамотного письма и говорения в деловом и профессиональном общении.

Задачи освоения учебной дисциплины:

- 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.

Типы задач профессиональной деятельности выпускников:

- научно-исследовательский;
- проектный;
- конструкторский;
- технологический;
- эксплуатационный;
- организационно-управленческий;
- монтажный;
- наладочный.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕМА 1. КУЛЬТУРА РЕЧИ КАК МНОГОАСПЕКТНОЕ ПОНЯТИЕ. РУССКИЙ ЯЗЫК В СИСТЕМЕ ЯЗЫКОВ МИРА.

Современный русский литературный язык и его подсистемы. Формы существования РЛЯ. Лексика современного русского языка.

ТЕМА 2. ЯЗЫК И РЕЧЬ. ВИДЫ РЕЧЕВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. РЕЧЕВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ. ВИДЫ И ФОРМЫ ОБЩЕНИЯ.

Речь. Речевые коммуникации. Речь в межличностных и общественных отношениях.

ТЕМА 3. ПОНЯТИЕ ЯЗЫКОВОЙ НОРМЫ. ТИПЫ НОРМ 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. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СТИЛИ СОВРЕМЕННОГО РУССКОГО ЛИТЕРАТУРНОГО ЯЗЫКА, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ.

Функциональные стили современного русского литературного языка. Научный стиль. Основы конспектирования и реферирования

ТЕМА 5. КУЛЬТУРА ДЕЛОВОГО ОБЩЕНИЯ

Официально-деловой стиль. Составление деловой документации. Принципы делового общения.

ТЕМА 6. РИТОРИКА. ЗАКОНЫ ПОСТРОЕНИЯ ПУБЛИЧНОГО ВЫСТУПЛЕНИЯ. ДИСКУТИВНО-ПОЛЕМИЧЕСКОЕ ИСКУССТВО.

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 «Русский язык и культура речи» 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 «Русский язык и культура речи» 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.

ТЕМА 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 сядка 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 grit: «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 нянчиться. У тех две девки вырастила, 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 бычьёю 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 звались... А кислы– это льют на сковородки, на сковородочки 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 выдержают.

Задание 2. Укажите слова из жаргона преступного мира. Какое название в языкознании они получили?

Предъявы делают на сходняхках
(«Непонятки» бандитских понятий»)

Бандитские структуры, естественно, заинтересованы в постоянном увеличении доходов... Для того чтобы пополнить 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 нервозности 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 распаивающиеся 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'e 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 дерева. 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 шкуртки.

ТЕМА 2. 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 поведения.
17. Охарактеризуйте нереклексивный, 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 влияние сообщения?

ТЕМА 3. ПОНЯТИЕ ЯЗЫКОВОЙ НОРМЫ.

ТИПЫ НОРМ СОВРЕМЕННОГО РУССКОГО ЛИТЕРАТУРНОГО ЯЗЫКА

Задание 1. Произнесите следующие слова. Укажите, в каких случаях допустимы варианты произношения имеются ли стилистические различия

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, будничные 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, пересекающий, истекший, современный, зев, пересек, опека, бытие, дебелый, отцветший, оседлый, блеклый, донесший, двоеженец, маневры, запечатленный, шепот, 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, роуль, 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... аргю, рискован... антраша, звучащ... банджо, выдержан... бри, опасн... динго, красив... драпри, ярк... индиго, юн... кабальеро, больш... гну, забавн... гризли, крошечн... колибри, бескрыл... киви-киви, остроумн... конференсье, 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, лагеря – лагеря, учителя – учителя, пропуски – пропуска, корпуса – корпуса, счеты – счета, провода – 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 профессора, 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, нить, 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) учебник 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 – много) 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 (полтора шага) 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 во-проса, привел убедительные доводы в пользу своего утверждения. 14. Некоторые из выступавших в прениях высказали предложение, 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 воспеваает 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.

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,
врожденный, прирожденный,
гостеприимный, радушный, хлебосольный
губительный, пагубный,
единый, один,
длинный, длительный, долгий
долговременный, продолжительный.

мифология, языки,
талант, ум,
прием, хозяин, человек,
влияние, действие,
миг, момент,
воздействие, период, путь,
сборы, кредит.

2. Выдвинуть, высказать,
исправить, найти, устранить,
обрести, найти,
наложить, оставить,
обнаружить, открыть,
доказать, обосновать,
предвещать, предсказать,
расширить, увеличить, повысить.

гипотеза, догадка,
недостатки, ошибки,
опора, поддержка,
отпечаток, след,
закон, закономерность,
теорема, теория,
поражение, успех,
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 удилицем 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); бонусы (кредитные документы) и бонусы (плавающие ограждения); бумагодержатель (владелец ценных бумаг) и бумагодержатель (приспособление для бумаги); гриф (птица) и гриф (клеймо, штампель); 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 процентов мужа. 6. Продажа сока прекращена по 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: принимаемые 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 подарок 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.

ТЕМА 4. 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, *опута* – имя) – это слова, имеющие одинаковую форму (звучание, написание), но разное значение: такт¹ – «метрическая музыкальная единица», такт² – «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 «дерева 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 веря, 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 сопровождаются 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 увеличилось 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 позволяют 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 полнозначительными словоформами, так и словами неполнозначительных 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 интимизации, 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 способом 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 присутствующим 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 для 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 в 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 друзей, 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, обмолвись, 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?).

ТЕМА 5. 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 О. 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. Напишите 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 в 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, сопроводительное письмо и т. д.). По содержанию и назначению письма могут быть следующих типов:

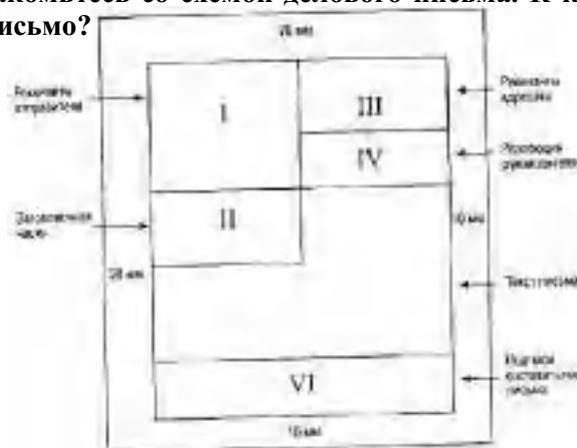
- письмо-сообщение (информационное)
- сопроводительное письмо
- письмо-инструкция
- гарантийное письмо
- письмо-просьба
- письмо-запрос
- письмо-ответ
- оферта (письмо-предложение)
- письмо-напоминание
- письмо-приглашение,
- рекламация (письмо-претензия),
- письмо-подтверждение;
- письмо-благодарность;

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 (многочуважаемый, 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... Информировуем 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...

<p>4. Заключение Выражается надежда на ответ, на положительное решение вопроса, выражается признательность, пожелание, чтобы переписка была продолжена и т. п.</p>	<p>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...</p>
---	---

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. Курносков

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
Получение должности регионального менеджера по продажам в крупной торговой компании	Цель

	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.	ООО «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 ВА32111 (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. Жердевка. 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. <i>Отклонения от нормативной орфографии</i> 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. <i>Каламбур</i> – высказывание основанное на од повременной реализации в слове (словосочетании) прямого и переносного, значений	Pantin PRO V – блеск и сила Ваших волос Блестящий результат
3. <i>Окказионализмы</i> – новые слова, отсутствующие в системе языка созданные специально «для данного момента в экспрессивных.	«Не тормози! Сникерсни!» (реклама шоколада «Сникерс»)
4. <i>Персонификация</i> – перенесение на неживой предмет свойств или функций живого лица	TEFAL заботится о Вас (о бытовой технике)
5. <i>Фонетические повторы, рифмованные рекламные лозунги</i>	«Ваша киска купила бы «Вискас»
6. <i>Дефразеологизация</i> – 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

ТЕМА 6. 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 красоте 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 жестиком, 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 обдуманые, не будут поручены ей на хранение, то все достоинства оратора, как бы ни были они блестящи, пропадут даром.

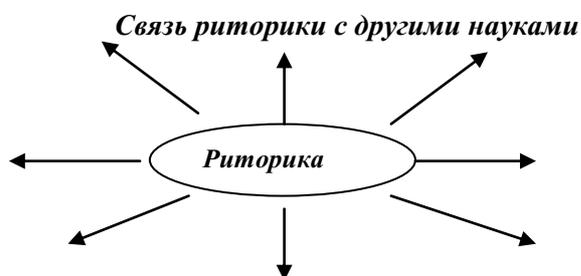
Поэтому перестанем недоумевать, отчего так мало людей красноречивых: мы видим, что красноречие состоит из совокупности таких предметов, из которых даже каждый в отдельности бесконечно труден для разработки.

... 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.



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 упрочение контакта.
3. Завершение контакта (прощание, благодарность за внимание).

Послушайте 3 – 4 выступления и выберите то, которое понравилось вам больше. Чем 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 риториков, 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 предложеной материи говорить должно; другие учат, как изобретённое украшать; третьи наставляют, как оное располагать надлежит, и по сему 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.

<i>Этап риторического канона</i>	<i>Действие оратора</i>
1. Инвенция	Составление плана Подбор уместных синтаксических конструкций Осмысление темы Подбор аргументов
2. Диспозиция	Подбор примеров Забота о правильности текста (отсутствии ошибок) Придумывание вспомогательных способов воздействия Репетиция
3. Элокуция	Приветствие слушателей Корректировка плана Забота о последовательности изложения Систематизация подготовленного материала
4. Меморио	Отбор ключевых идей Установление и поддержание контакта со слушателями Украшение речи с помощью тропов и фигур Работа над стилем
5. Акцио	Запоминание смысла текста Подбор вступления и концовки Корректировка текста Создание общего замысла

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 слогe.

- а) столяр в) очередь
б) торт г) квартал

5. Найдите пары слов, в которых варианты ударения являются семантическими.

- а) симметрИя – симмЕтрия в) нормИровать – нормировАТЬ
б) Ирис – ирИс 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 б) ночной

- в) справочник
- г) скворечник

д) гречневый

8. Вставьте пропущенный буквы. Отметьте слова, в которых пропущена буква О.

- а) сосредот_ чивать
- б) уполном_ чивать
- в) подыт_ живать
- г) обезб_ ливать
- д) обраб_ тывать

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
- 2) цинизм
- 3) эпатаж
- 4) экстаз
- 5) эйфория

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
- б) ошибка, просчет, оплошность, погрешность
- в) маленький, крошечный, миниатюрный, карликовый
- 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 – глиняные; 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
- б) шофера, волосы, паспорта, приговоры
- в) лектора, поезда, тома, тренера
- г) бухгалтеры, доктора, 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, блюдца
- в) солдат, 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
- б) Владимира Войнович
- в) Вальтера Скотта
- г) Михаила Зощенки
- д) Даниила Хармса

18. Отметьте существительные общего рода.

- а) учитель
- б) тамада
- в) выскочка

- г) ябеда
д) дизайнер
- е) недотрога
ж) очевидец
- з) запевала

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
б) более умный
- в) строже
г) самый наилучший

21. Отметьте правильные варианты употребления имен числительных.

- а) Мы сменили петли у обоих ворот.
б) У нас есть попугай и два кота.
- в) Они встретились вновь спустя тридцать лет.
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
б) двумястами сорока пятью
- в) двести 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
б) ехай
в) щиплет
- г) брезговает
д) поезжай
е) уведошь
- ж) щипет
з) брезгует

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. ТЕМАТИКА ДОКЛАДОВ

1. Современный русский язык и его подсистемы. Социально и территориально ограниченная лексика.
2. Уровневое строение языковой системы. Единицы языка.
3. Формы существования русского литературного языка.
4. Язык и речь. Сходства и отличия.
5. Диалог и монолог.
6. Функционально-смысловые типы речи (описания, повествование, рассуждение).
7. Предмет и задачи стилистики. История возникновения и становления стилистики.
8. Функциональные стили русского языка. Общая характеристика стилей.
9. Научный стиль. Лексические, морфологические, синтаксические и графические особенности.
10. Языковые формулы и композиция научных работ (аннотация, реферат, курсовая работа).
11. Официально-деловой стиль. Лексические, морфологические, синтаксические и этикетные особенности.
12. Основные жанры официально-делового стиля. Схема выбора жанра документа.
13. Языковые и текстовые нормы. Типы записи текста документа.
14. Заявление. Языковые формулы и правила составления.
15. Доверенность. Языковые формулы и правила составления.
16. Расписка. Языковые формулы и правила составления.
17. Объяснительная записка. Языковые формулы и правила составления.
18. Деловое письмо. Языковые формулы и правила составления.
19. Автобиография. Языковые формулы и правила составления.
20. Разговорная речь. Жанровые разновидности. Эмоционально-экспрессивные возможности русской разговорной речи.

21. Публицистический стиль. Лексические, морфологические, синтаксические особенности.
22. Культура речи. Речевой этикет.
23. Понятие языковой нормы. Кодификация и нормализация.
24. Нормы русского литературного языка и их нарушение. Плеоназм, тавтология, лексические повторы.
25. Нормы правильного произношения и ударения.
26. Грамматические нормы РЛЯ. Колебания в роде имен существительных.
27. Грамматические нормы РЛЯ. Склонение имен существительных.
28. Колебания в образовании формы именительного падежа множественного числа существительных.
29. Полные и краткие формы имен прилагательных.
30. Грамматические трудности при использовании в речи имен прилагательных.
31. Ошибки в употреблении глагольных форм.
32. Употребление местоимений.
33. Синтаксические нормы СРЛЯ.
34. Основные качества идеальных текстов. Точность речи (паронимы, синонимы, историзмы, архаизмы, неологизмы, окказионализмы, профессионализмы, термины).
35. Логичность речи. Законы логики.
36. Чистота, богатство, уместность и выразительность речи.

6. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Русский язык и культура речи : учебник и практикум для академического бакалавриата / Т. Ю. Волошинова [и др.] ; под редакцией А. В. Голубевой, В. И. Максимова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 306 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-06066-9. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/431103> (дата обращения: 13.09.2019).

2. Русский язык и культура речи : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / В. Д. Черняк, А. И. Дунев, В. А. Ефремов, Е. В. Сергеева ; под общей редакцией В. Д. Черняк. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 389 с. – (Бакалавр. Прикладной курс). – ISBN 978-5-534-04154-5. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/431710> (дата обращения: 13.09.2019).

Дополнительная литература

1. Воителева, Татьяна Михайловна. Русский язык и культура речи [Текст] : учебник для студентов вузов, обуч. по направлениям нефилологического профиля / Воителева, Татьяна Михайловна, Антонова, Евгения Станиславовна. - 2-е изд. ; испр. - М. : Академия, 2013. - 400 с. - (Бакалавриат).

2. Руднев, Владимир Николаевич. Русский язык и культура речи [Текст] : учебное пособие для бакалавров нефилологического профиля / Руднев, Владимир Николаевич. - М. : КНОРУС, 2012. - 280 с. - (Для бакалавров).

3. Русский язык и культура речи: Практикум : учеб. пособие / Под ред. В.И. Максимова. - М. : Гардарики, 2005. - 304 с.

4. Русский язык и культура речи [Текст] : учебник для студентов вузов / под ред. В. И. Максимова. - 2-е изд. ; стереотип. - М. : Гардарики, 2005. - 413 с.

5. Русский язык и культура речи : учебник / под ред. проф. О.Я. Гойхмана. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2017. – 240 с.– (Высшее образование: 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://new.znaniium.com/document?id=166685>

Сведения об электронных образовательных ресурсах, к которым обеспечивается доступ обучающихся, в том числе приспособленных для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

«Электронный каталог» - Режим доступа: <http://bibl.rgatu.ru/Marcweb2/Default.asp>

«Наши авторы» - Режим доступа: <http://bibl.rgatu.ru/WEB/OurAuthors.asp>

«Полезные ссылки» - Режим доступа: <http://bibl.rgatu.ru/WEB/InformResources.asp>

«Электронно-библиотечные системы» - Режим доступа: <http://bibl.rgatu.ru/WEB/EBS.asp>

ЭБС «Лань» - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>

ЭБС «Юрайт» - Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru/>

«Грамотная речь, или учимся говорить по-русски». - Режим доступа: <http://cultrechi.narod.ru>.

Грамота.Ру. - Режим доступа: - <http://www.gramota.ru>

Лингвистические задачи. - Режим доступа: <http://www.gramma.ru>.

Портал «Грамота.ру» - Режим доступа: <http://www.gramota.ru/>

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>

Словарь сокращений. - Режим доступа: <http://www.sokr.ru>

Толковый словарь Ожегова. - Режим доступа: <http://www.megakm.ru/ojigov>

Толковый словарь русского языка В.И. Даля. - Режим доступа: <http://www.slova.ru>

Центр риторики - <http://www.master-ritor.ru>.

- | | |
|------------------------|--------------------|
| 1. а, в | 14. а2, б2, в1, г1 |
| 2. а, б, в | 15. а |
| 3. в, г | 16. а, б |
| 4. б, г | 17. а, б, г |
| 5. б, г | 18. в, г, е, з |
| 6. а, в | 19. а2, б2, в1, г1 |
| 7. а, г | 20. б, в |
| 8. а, б, в, г | 21. б, в |
| 9. а, г | 22. б |
| 10. 1б, 2г, 3а, 4д, 5в | 23. а, б |
| 11. г | 24. а, в, д, з |
| 12. а, д | 25. а, в |
| 13. а, в, г | |

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 лабораторных занятий обучающихся по направлению
подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(уровень бакалавриата) направленность (профиль): «Электрические станции и
подстанции»

Рязань 2020

УДК 681.142.37
ББК 32.81

Составители:

доцент кафедры бизнес-информатики и прикладной математики,
к.э.н. 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.

Утверждено учебно-методической комиссией по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника от 31.08.2020 г.

Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника Д.О. Олейник

Методические указания предназначены для формирования у обучающихся
навыков выполнения лабораторных работ по дисциплине «Информатика»

Указания подготовлены для обучающихся бакалавриата очной и заочной формы
обучения направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторные 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

Лабораторные 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 щелкните кнопку Назад на панели инструментов окна *Центр справки и поддержки*.

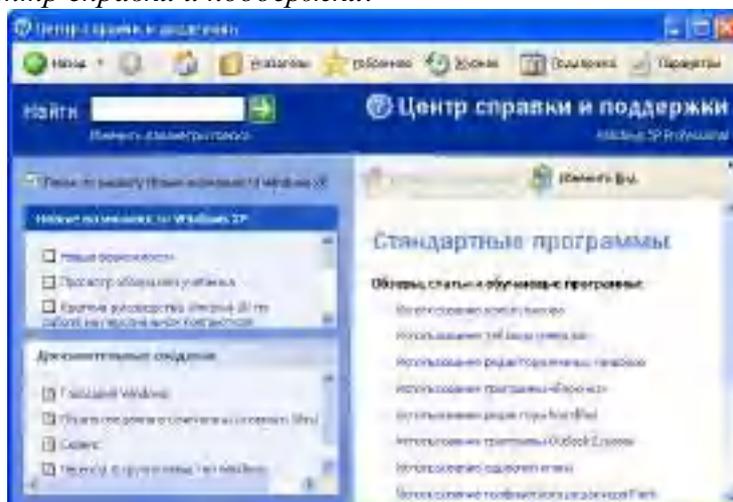


Рис. 1. Окно справки Windows XP

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, нажмите 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, в меню 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, щелкнув 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 Папка1 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 **б** 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 А (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 кнопку Обзор, 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.

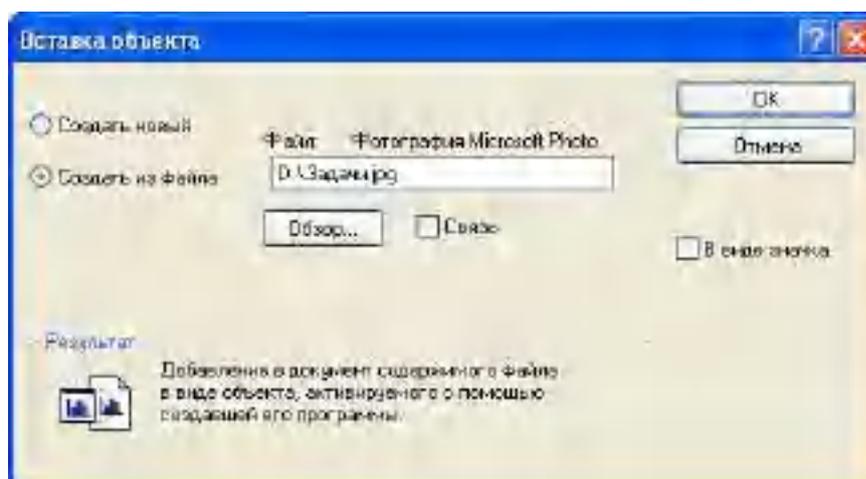


Рис. 2. Вставка связанного объекта

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

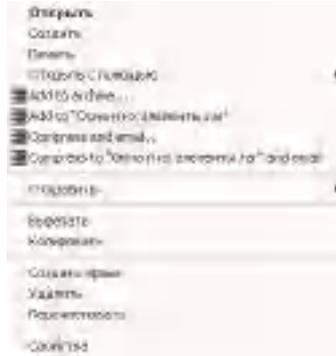


Рис. 4. Контекстное меню файла в окне *Результаты поиска*

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 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* 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 ссылку Выбор 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 подраздел Общее 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 кнопку Подробнее, 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 установочном 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 768 точек, 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 данными 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* 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 Закрывать, 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.

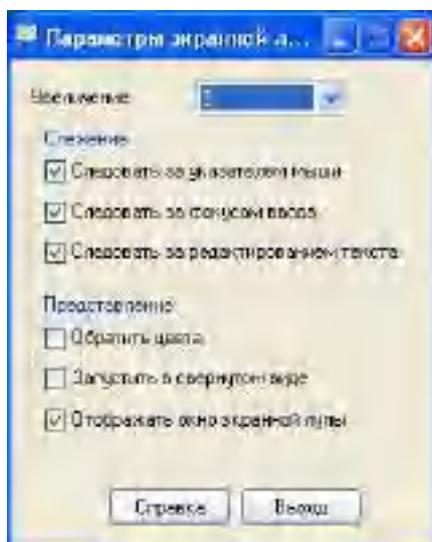


Рис. 5. Настройка параметров Экранной лупы

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.

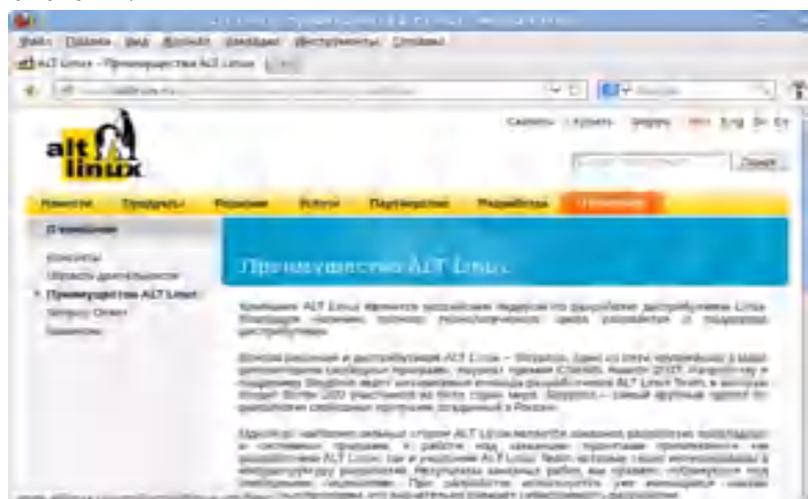


Рис. 7 Преимущества ОС LINUX

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.

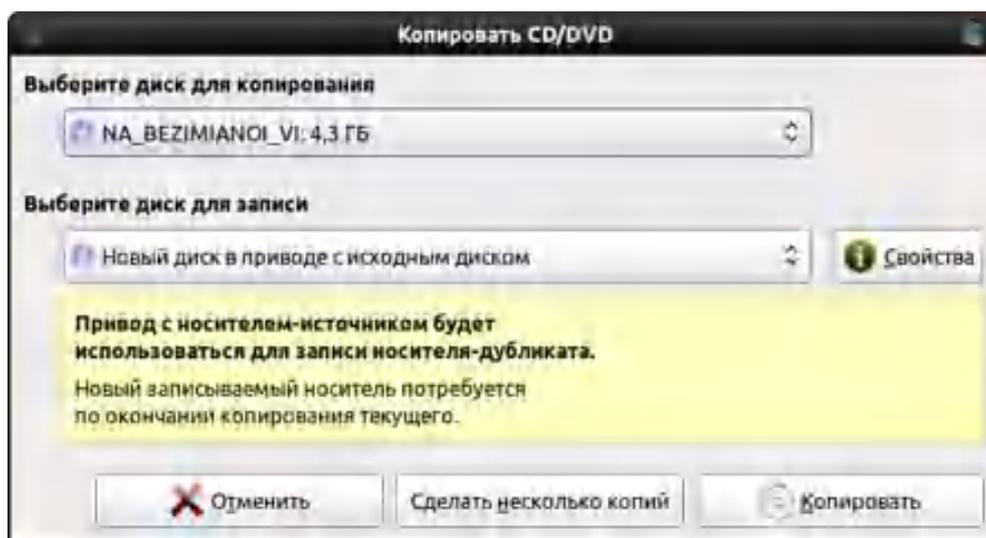


Рис.9 Запись дисков: Brasero

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.

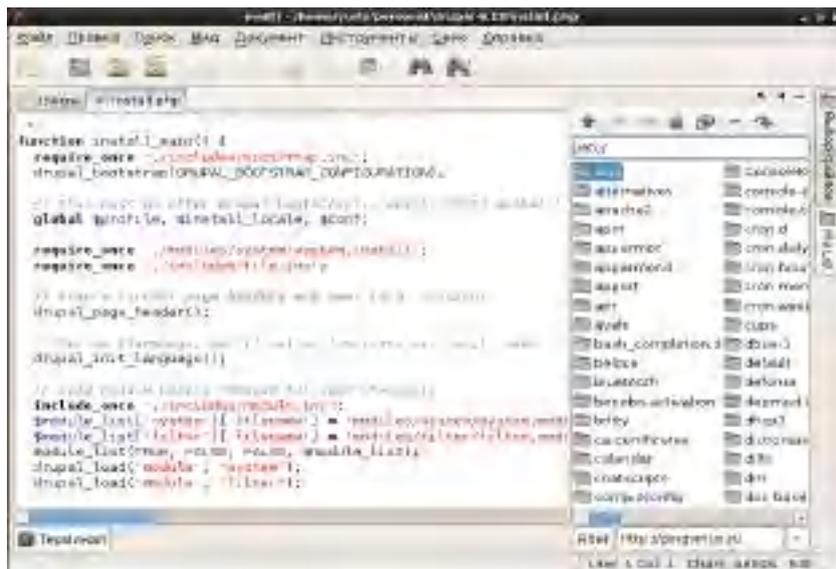


Рис. 10 Текстовый редактор medit

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.

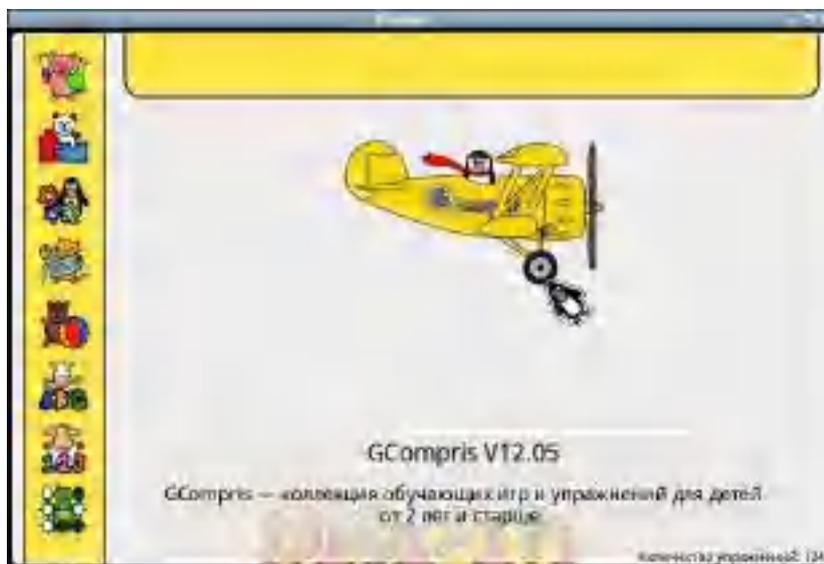


Рис. 11 Окно образовательных ресурсов Gcompris

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.

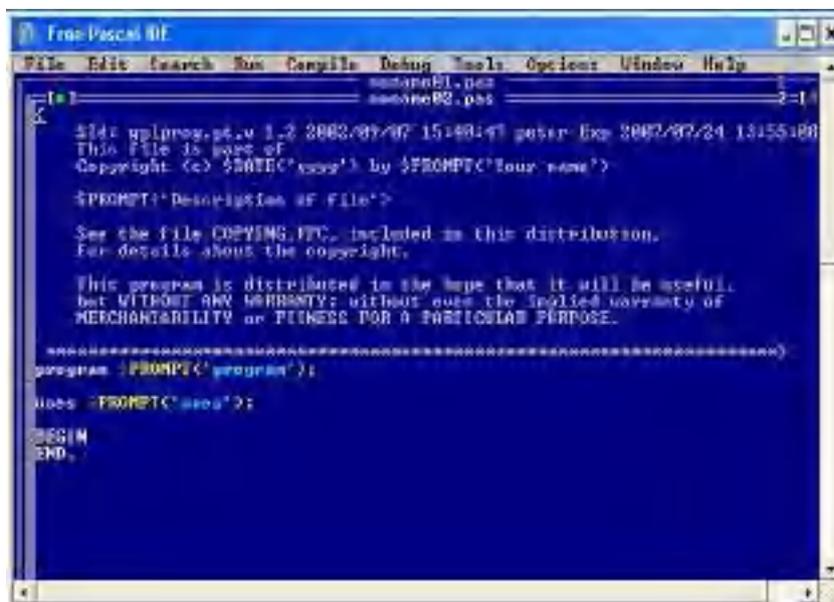


Рис. 12 Окно Pascal

(полное название Free Pascal Compiler, часто используется сокращение FPC)—свободно распространяемый компилятор языка программирования Pascal. Помимо компилятора, в дистрибутиве также присутствует 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.

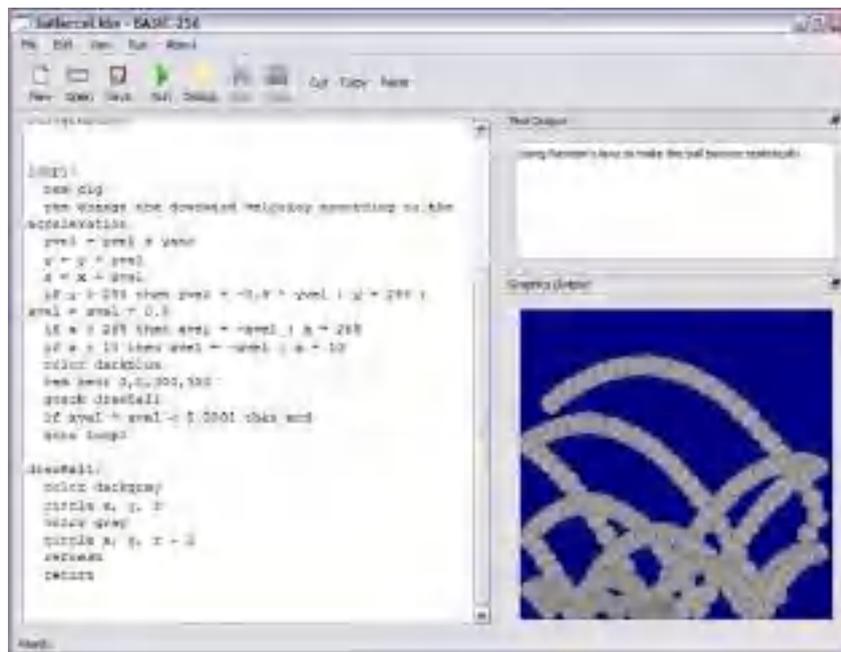


Рис. 13 Окно BASIC

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**.

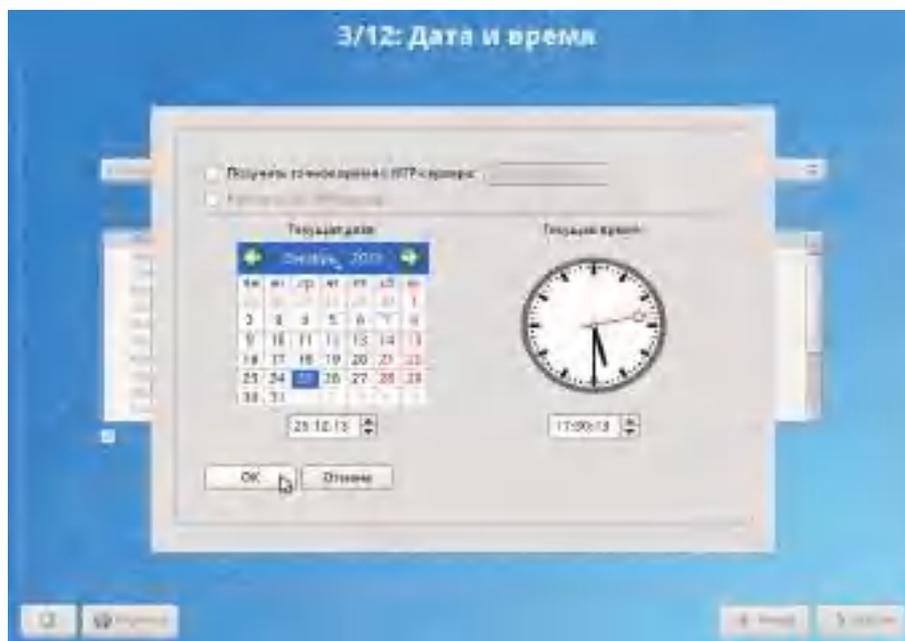


Рис. 13 Окно настройки Дата и время

Настройка сети.

NetworkManager 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 ^ 2. 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 А., В. .	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 3. 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.	А., В. .	
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 а., б. с. ...	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 а., б. с. ...	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 ^ 1.	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:

<p>Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева" Кафедра «Информационные технологии в экономике»</p> <p>Предмет: «_____» Тема: «_____»</p> <p align="right">Выполнил: студент ___ гр.</p> <p align="right">Проверил: преподаватель _____</p> <p align="center">Рязань</p> <p align="center">2012</p>	
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	Чл	Уч б	
* 1	Иванова	Я и Оно		*	*	У01.26л7
2	Максимова	Караси	*			М1.2л7
3	Петрова	Ориентир	*	*		X13
4						
>	Всего изданий					

2) Сортировать по местонахождению.

3) Разделитель +.

Вариант 3

1) Сформировать таблицу:

Таблица 1

Ведомость численности/удержаний

Таблица номер	Ф.И.О	Численность	Удержано		К выдаче
			В пенсион- ный фонд	Профсоюз, денежн	
* 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	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. Дюдина пр	20	1	-----
* 3.	Антонов А.Р.	432050	Сурова пр	5	38	25-00-80
	ЗАПОЛНИТЬ					
>	Засвияжский район					
1.	Васильев М.А.	432029	Рябинова ул	61	380	64-90-92
2.	Миронов В.В.	432029	Рябинова ул	47	174	-----
3.	Николаева Н.Н.	432042	Ефремова ул	5а	42	36-54-85
	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 Вадя	1 04 95	7	111	Ул. Хрустальная 34-12
2.	Сидорова Анна	12 10 96	67	100	Ул. Гагарина 12-43
3.	Петров Денис	4 12 95	18	91	Ул. К. Маркса 12-4
Участок № 2					
1.	Андреева Надежда	30 03 96	31	43	Ул. Ефремова 4-14
2.	Лавочкина Жюлия	4 11 96	65	21	Ул. Урицкого 11-2
3.	Козырева Ольга	27 05 96	30	57	Ул. Ленина 21 5

2) Упорядочить каждый участок по фамилии

3) Разделитель !

Вариант 6

1) Сформировать таблицу:

Таблица 1

Расход материалов

№	Материал		Расход на единицу продукции	Количество единиц продукции	Общий расход материала
	Код	Наименование			
Изделие А					
1	У	Краска	1,0	100	100
2	Л	Клей			
3	З	Бумага	0,1	100	10
Изделие Б					
1	11		ЗАПОЛНИТЬ		
2	22		ЗАПОЛНИТЬ		
3	33		ЗАПОЛНИТЬ		

2) Упорядочить материалы на каждое изделие по наименованию;

3) Разделитель !

Вариант 7

1) Сформировать таблицу:

Таблица 1

Каталог транспортных средств

№	Марка	Модель	Цена		Максимальная длина
			Объем, всего, л.	Безл. вар.	
Легковые автомобили					
1	ВАЗ	1291	65000	70000	89
2	ВАЗ	6964	354540	87487	53
3	Нива	973	66660	98795	878
4	Мотобол	22	89653	39699	876
Внедорожники					
1	УАЗ	12134	370000	300000	1231
2	МАЗ	2345	120000	140000	578
3	Газель	545	45110	600000	458
4	КамАЗ	5788	15700	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 изда- ния
			3 мес.	6 мес.	1 год	
Центральные						
1	031234	Муромка	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	222323	Народная газета	10 р.	20 р.	40 р.	Газета
2	125467	Шля	20 р.	40 р.	70 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	Смит 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	Траченко 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	Кавычкинская 41-63
2.	Колесов А.С	27	Декабрь	1995	Подпорожская 12-115
3.	Фролов К.М	31	Апрель	1987	Ефремова 32-167
2 класс					
1.	Петкин Ф.А	26	Август	1991	Самарская 132-134
2.	Северов В.П	30	Февраль	1965	Рябушкова 34-37

2) Учащиеся в каждом классе упорядочить по фамилии и адресу

3) Разделитель 1

Вариант 11

1) Сформировать таблицу

Таблица 1

Список файлов					
№ п/п	Имя файла	Размер	Расположение		Тип файла
			Диск	каталог	
Лекции					
1	Lec1.doc	234555	F	Cat	Документ Word
2	Lec2.doc	234666	A.	Type	Документ Word
3	Lec3.doc	244567	V	User	Документ Word
Задания					
1	Tr1.doc	233333	A	Type	Документ Word
2	Tr2.doc	555555	A.	Type	Документ Word
3	Tr3.doc	222222	V	User	Документ Word

2) В каждой группе сортировать записи по диск + имя файла.

3) Разделитель таблицы.

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	
>	ЕАЗ					
1	031234	Втулка	20 р.	35 р.	65 р.	есть
2	123445	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	30 р.	40 р.	70 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. кт		
>	ФИСТ			
1	Иванов И. И.	99/305	ИС в экономике	Очная
2	Смирн 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.	96/065	Электроснабжение	Заочная
2	Ткаченко Т. О.	96/321	Электротехнологии	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 П. Я	Россия	Теннис	2
2	Ткаченко Т. О	Украина	Теннис	1
3	Кузнецов Е. Е.	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		
			Курь	Полк-молочит	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	Васильев Жени	7.07.96			
3	Королева Сильва	27.05.96			

2) Упорядочить каждый участок по фамилиям

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 графические 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 и оформить таблицу следующим образом:

x \ i	1	2	3	4	5	6
0,1						
0,2						
...						
1						
S						

x \ i	0,1	0,2	...	1
1				
2				
...				
n				
S				

- 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 задан равен 0,1 (либо $\pi/5$).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Рабочий лист												
2	Расчет суммы ряда												
3	$S = \sum_{i=1}^n (-1)^{i+1} \frac{4^i}{2i}$												
4	$x = x^2$												
5													
6	x \ i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	n
7	0,1	0,1	-0,0803	0,06881	-0,05974	0,05268	-0,04714	0,04203	-0,03727	0,03274	-0,28411	0,00588	0,05
8	0,2	0,199	-0,1347	0,10521	-0,08193	0,06229	-0,04793	0,14079	-0,1249	0,10321	-0,0909	0,08288	0,10
9	0,3	0,266	-0,2023	0,16111	-0,1233	0,0999	-0,07623	0,12332	-0,0944	0,0749	-0,0541	0,04147	0,15
10	0,4	0,369	-0,2857	0,21066	-0,1495	0,1048	-0,07126	0,04706	0,0273	-0,01492	0,00562	0,24242	0,20
11	0,5	0,479	-0,4007	0,3324	-0,2773	0,1989	-0,0236	0,0901	0,0546	-0,1086	0,0888	0,291508	0,25
12	0,6	0,569	-0,463	0,32462	-0,1699	0,02622	0,07376	-0,1246	0,12462	-0,0968	0,0794	0,206439	0,30
13	0,7	0,644	-0,4627	0,28774	-0,0837	-0,0702	0,14526	-0,1404	0,07891	0,10167	-0,0667	0,205216	0,35
14	0,8	0,717	-0,4098	0,22515	0,04459	0,1514	0,16903	-0,0902	-0,0146	0,08919	-0,0993	0,356484	0,40
15	0,9	0,783	-0,4389	0,14246	0,11063	-0,1966	0,12979	0,0224	-0,0992	0,10777	-0,0412	0,45328	0,45
16	1	0,841	-0,4548	0,04704	-0,1892	0,1919	0,04862	0,07889	0,1297	0,04579	-0,0544	0,548288	0,50

- 5) Построить в одной координатной сетке (на одной диаграмме) графики $x - f(x)$ и $y - f(y)$.
- 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	Функции Excel
1	$S = \sum_{i=1}^n \frac{\ln 4}{i} x^i + \sum_{i=1}^n \frac{\ln^2 4}{2i} x^{2i} + \dots$	[0,1; 1]	10	4^x	ГРАДУСЫ, СЕКУНДЫ
2	$S = \cos x + \frac{\cos 2x}{2} + \frac{\cos 3x}{3} + \dots$	[$\pi/5$; $9\pi/5$]	40	$-\ln 2\sin(x/2) $	ЗНАК, Т.ДАТА
3	$S = \sum_{i=1}^n \frac{\ln 2}{i} x^i + \sum_{i=1}^n \frac{\ln^2 2}{2i} x^{2i} + \dots$	[0,1; 1]	10	2^x	НОД, МЕДИАНА

№ вар.	Сумма S	Диапазон изм-я X	n	Функция Y	Функция Excel
4	$(1+x)^1 + \frac{(1+x)^2}{2} + \frac{(1+x)^3}{3} + \dots$	[-0,2; -1]	40	$\ln \frac{1}{2+2x+x^2}$	ОКРУГЛ, СРЗНАЧЕСЛИ
5	$-\frac{(2x)^1}{2} + \frac{(2x)^2}{4} - \dots$	[0,1; 1]	15	$2(\cos^2 X - 1)$	ОСТАТ. СЧЕТЕСЛИ
6	$x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \dots$	[0,1; 0,9]	40	$\arctg X$	СУММЕСЛИ, ЗАМЕНИТЬ
7	$1 + \frac{2x}{1!} + \frac{(2x)^2}{2!} + \dots$	[0,1; 1]	20	e^{2x}	ЦЕЛОЕ. ЛЕВСИМВ
8	$\sin x + \frac{\sin 2x}{2} + \frac{\sin 3x}{3} - \dots$	[Pi/10; 9Pi/10]	40	Pi/4	ДНЕЙ360, ПОВТОР
9	$1 + \frac{3x^1}{1!} + \frac{5x^2}{2!} + \dots$	[0,1; 1]	10	$(1+2X^2)*e^X$	НОМНЕДЕЛ И, ПРОПИСИ
10	$x + \sin \frac{Px}{4} + x^2 + 2 \sin \frac{Px}{4} + \dots$	[0,1;0,8]	40	$\frac{r \cdot \sin \frac{Pr}{4}}{-2r^2 \cos \frac{Pr}{4} + r^2}$	ГРАДУСЫ, ПРОПНАЧ
11	$\sin x - \frac{\sin 2x}{2!} + \frac{\sin 3x}{3!} - \dots$	[Pi/5; 4Pi/5]	40	X/2	ЗНАК, СЖПРОБЕЛЫ
12	$1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \dots$	[1; 2]	15	e^x	НОД. СИМВОЛ
13	$-\frac{(3x)^1}{2!} + \frac{(3x)^2}{4!} - \dots$	[0,1; 1]	10	$3(\cos^2 X - 1)$	ОКРУГЛ, СОВПАД
14	$1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \dots$	[0,1; 1]	10	$\cos X$	ОСТАТ. СЦЕПИТЬ
15	$1 + \frac{\cos x}{1!} + \frac{\cos 2x}{2!} - \dots$	[0,1; 1]	20	$e^{\cos X} + \cos(\sin X)$	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) Заключить таблицу данными
 - 10-15 строк, включая в некоторые столбцы одинаковые значения (например, № группы, фамилию и т. п.);
 - данные быть столбцы с одинаковыми данными
- 3) Добавить промежуточные строки (промежуточные строки рассчитать по варианту задания, если это возможно, иначе добавить произвольные промежуточные строки)
- 4) Использовать расширенный фильтр, выполнить отбор данных по условию, если это возможно, также – по условию поворота условия (для числовых столбцов) (например, отобрать все записи, где Возраст находится в диапазоне от 18 до 20 и т.п.) результаты поместить в отдельные ячейки
- 5) Записать макрос (действия макроса – п. 3)
- 6) Поместить на новую панель для макроса настроенному по кнопке (или другим вариантам) меню (для четких вариантов). Уметь изменять значки на кнопках.
- 7) Уметь задавать различные параметры листа (перед печатью): поля, ориентацию, выравнивание таблицы на листе, заливка и т.п.

Варианты заданий.

Вариант 1

Отец	Мать	Ребенок	дата рожа	№ дет сада

Найти и вывести имя младшего ребенка у Иванова И.И. по форме [имя ребенка | дата рождения]

Вариант 2

Ф.И.О. студент	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	Средний за сессия	Размер стипендии

Вывести фамилии студентов с повышенной (более 0 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 форме [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 жилья | Площадь на 1 человека|

Вариант 8

Фамилия	Возраст	Пол	Образование	Оклад

Вывести фамилии мужчин не старше 10 лет с высшим образованием и окладом не менее 9 рублей, по форме Ф.И.О | Размер заработка |

Вариант 9

Фамилия	Страна	Год получения медали	Вес (легкий, средний, тяжелый)

Вывести фамилии всех чемпионов в полусреднем весе из Франции по форме Ф И О чемпиона | 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 ВУЗа, 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	Ф.И.О. автора	Издательство	Число томов

Вывести названия издательств, которые выпускали больше 5 томов одной книги по форме Издательство| Кол-во авторов |

Вариант 15

Ф.И.О. студента	Группа	Язык программирования	Кол-во сданных работ

Выявить студентов, выполнивших более 4 лабораторных работ на языке «Паскаль»
Результат сформить 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 выдаться 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, используя 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

Характеристик и поля Поле	Тип поля	Списочный характер	Возможные ограничения	Индексируемость	Обязательность заполнения
Код тематики	Счетчик	-	-	-	+
Наименование тематики	Текстовый	-	-	+	+

Читатель

Характеристик и 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

Характеристик и поля Поле	Тип поля	Списочный характер	Возможные ограничения	Индексируемость	Обязательность заполнения
Код издательства	Счетчик	-	-	-	+
Наименование издательства	Текстовый	-	-	+	+

Книги

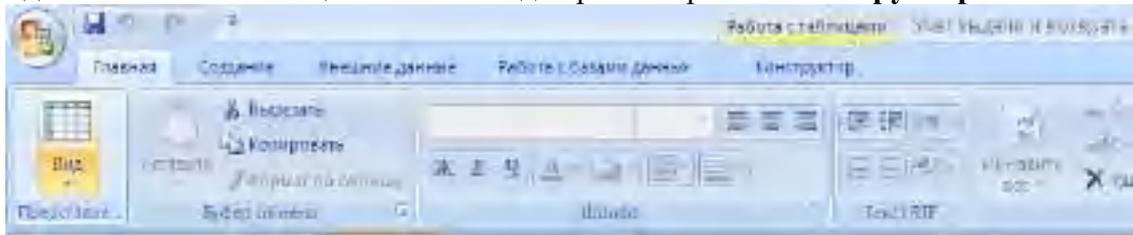
Характеристики поля	Тип поля	Списочный характер	Возможные ограничения	Индексируемость	Обязательность заполнения
№ книги	Числовой	-	-	-	+
Наименование книги	Текстовый	-	-	-	+
Авторы	Текстовый	-	-	+	+
Код тематики	Мастер подстановок (поле Наименование тематики из таблицы «Тематика»)	-	-	-	+
Код издательства	Мастер подстановок (поле Наименование издательства из таблицы «Издательство»)	-	-	-	+
Адрес хранения	Мастер подстановок	Отдел 1 Отдел 2	-	-	+

Учет книг

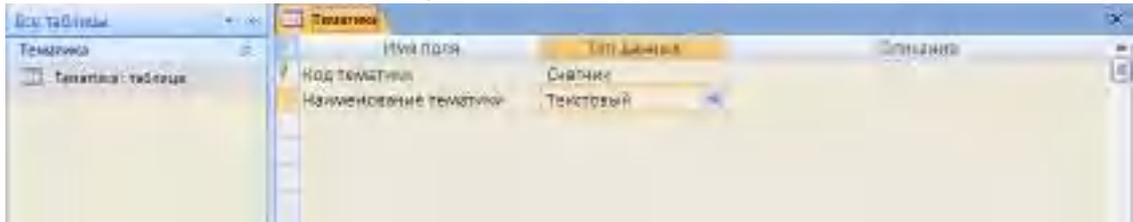
Характеристики поля	Тип поля	Списочный характер	Возможные ограничения	Индексируемость	Обязательность заполнения
Номер ЧБ	Мастер подстановок (Номер ЧБ из таблицы «Читатель»)	-	-	-	+
№ книги	Мастер подстановок (№ книги из таблицы «Книги»)	-	-	-	+
Дата выдачи	Дата/время	-	-	-	+
Дата возврата	Дата/время	-	-	-	+
Дата фактвозврата	Дата/время	-	-	-	-

1. Запустить MS Access 2007, создать новую базу данных «Учет выдачи и возврата книг».
2. Создание таблицы «Тематика»:

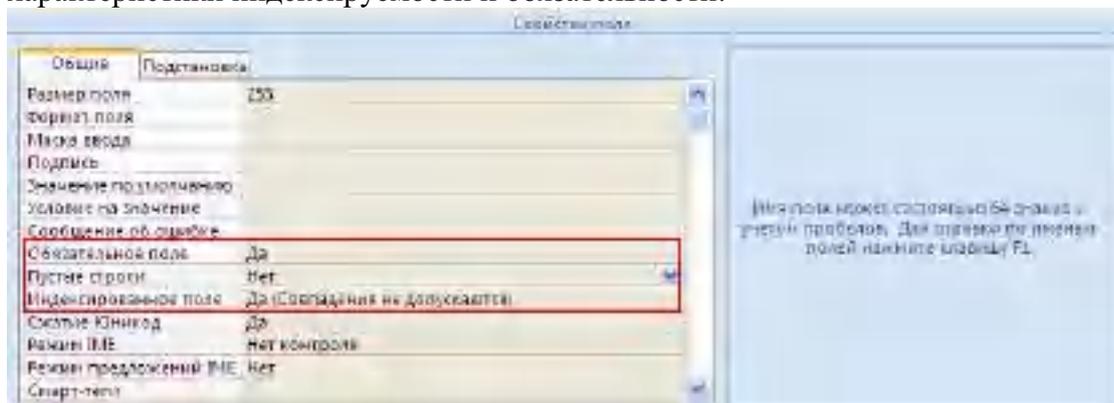
- на закладке **Главная** с помощью кнопки **Вид** перейти в режим **Конструктора**:



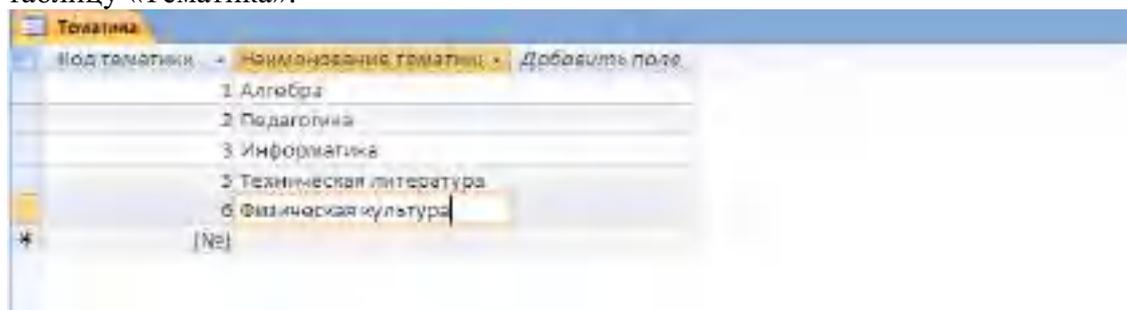
- ввести названия и типы полей таблицы «Тематика»:



- в разделе **Свойства поля** на закладке **Общие** для поля **Наименование тематики** установить характеристики индексированности и обязательности:

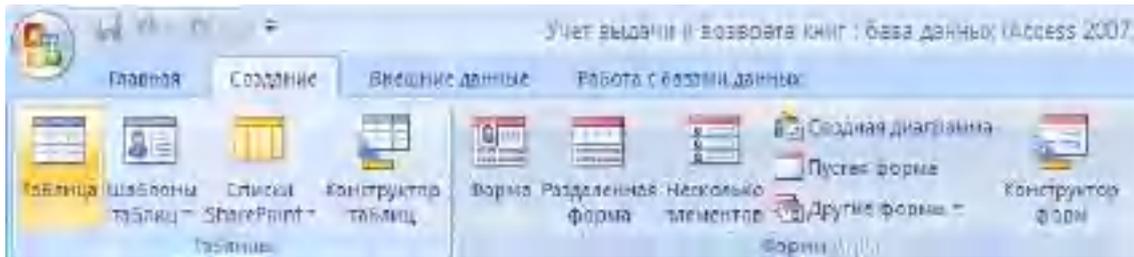


- на закладке **Главная** с помощью кнопки **Вид** перейти в **Режим таблицы** и ввести данные в таблицу «Тематика»:

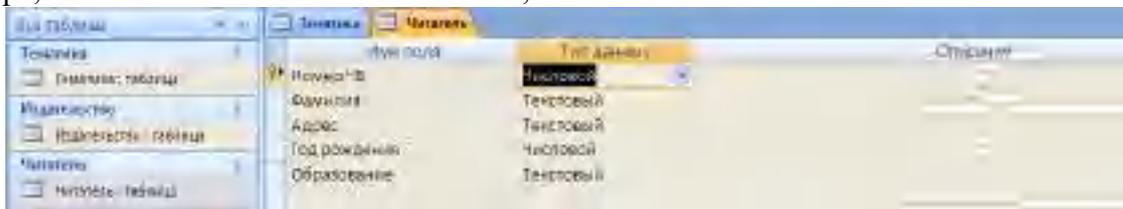


3. Создание таблицы «Читатель»:

- 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, внести значения элементов списка;



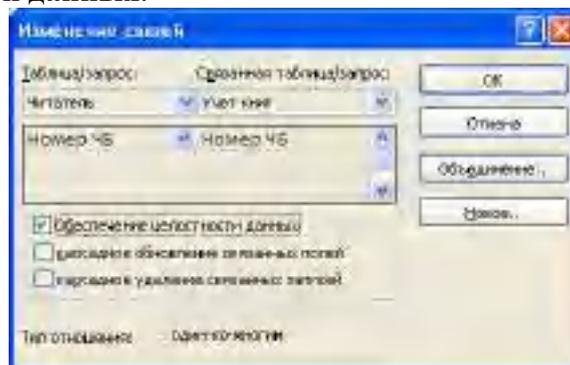
- в разделе **Свойства поля** на закладке **Общие** для введенных полей установить соответствующие характеристики индексированности и обязательности;
- внести данные в таблицу «Читатель».

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!**

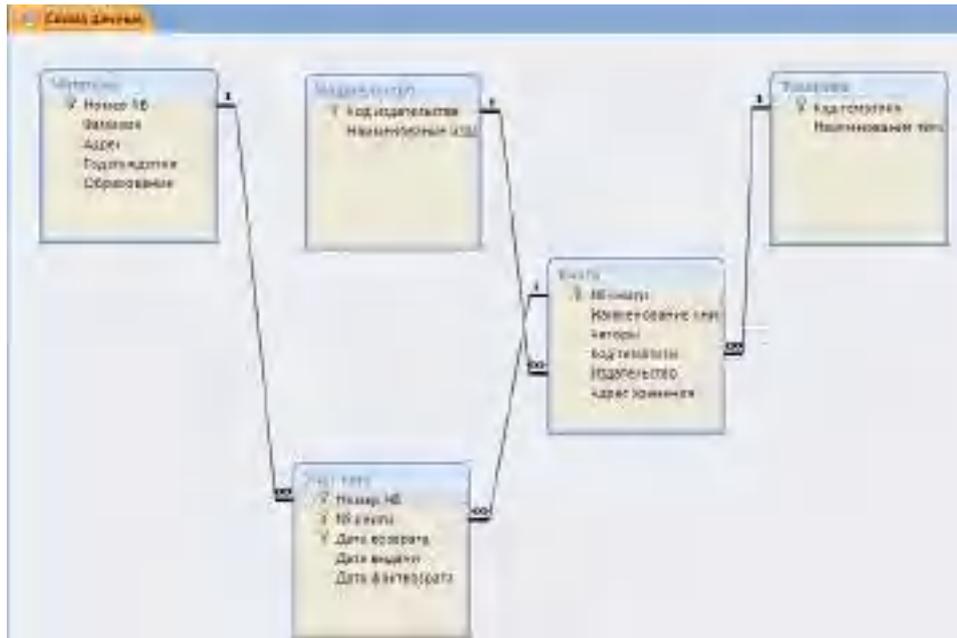
5. Схема данных:

- 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:

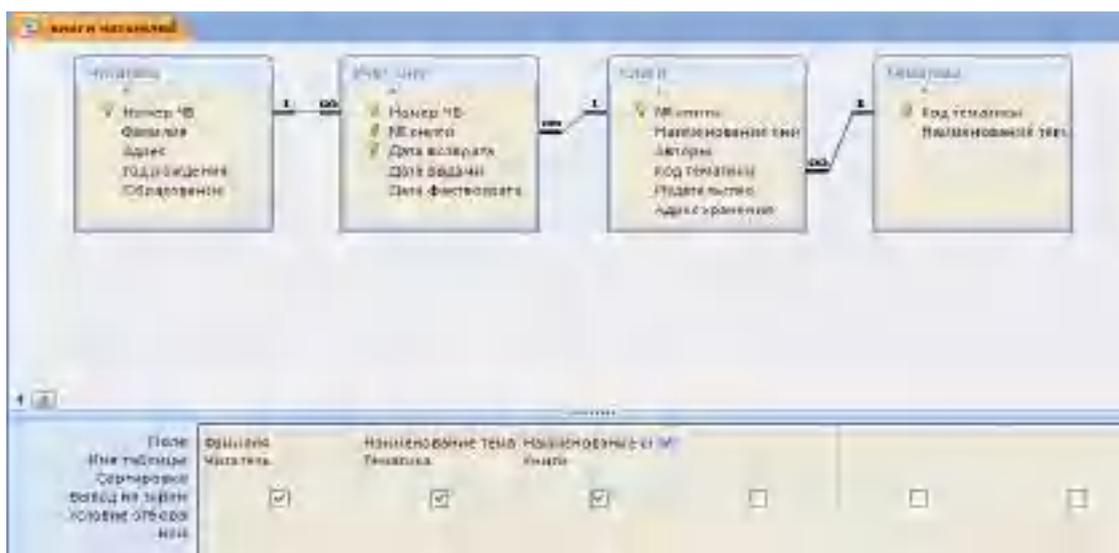
Экранные формы позволяют организовать наглядную и удобную работу с базой данных, состоящей из большого количества связанных таблиц реляционной базы данных. Имеющийся в системе **Мастер разработки экранных форм** позволяет легко создавать экранные формы нескольких видов (простые - для работы с данными 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:

Читатель

Фамилия	Иванов Иван
Наименование предмета	Информатика
	Министерство образования Delphi 7 Базы данных
Параметры связи со столом	
Наименование предмета	Педагогика
	Специальное образование Профессиональная педагогика
Параметры связи со столом	1
Всего объектов книг	3
Фамилия	Сидоров Петр
Наименование предмета	Информатика
	Специальное образование UML
Параметры связи со столом	1
Всего объектов книг	1
	4

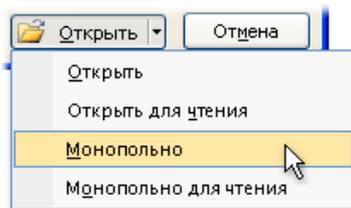
8. Элементы администрирования базы данных

В Microsoft Office Access 2007 предусмотрена улучшенная модель безопасности, которая упрощает процесс защиты базы данных и ее открытия с включенной защитой.

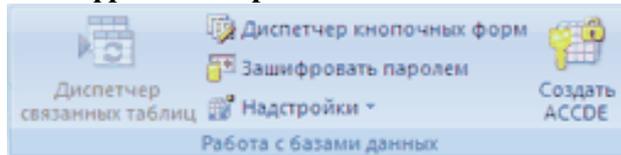
Примечание: хотя предлагаемые методы повышают уровень безопасности, наилучший способ защиты данных — хранение таблиц на специальном сервере (например, на компьютере, на котором выполняется Служба Microsoft Windows SharePoint Services 3.0) и хранение форм и отчетов на локальных компьютерах или в общих 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:**



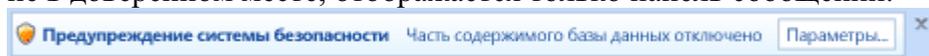
- откроется диалоговое окно **Задание пароля базы данных**, введите пароль в поле **Пароль**, повторите его в поле **Подтверждение** и нажмите кнопку **ОК**;
- самостоятельно изучить возможности дешифровки базы данных.

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.

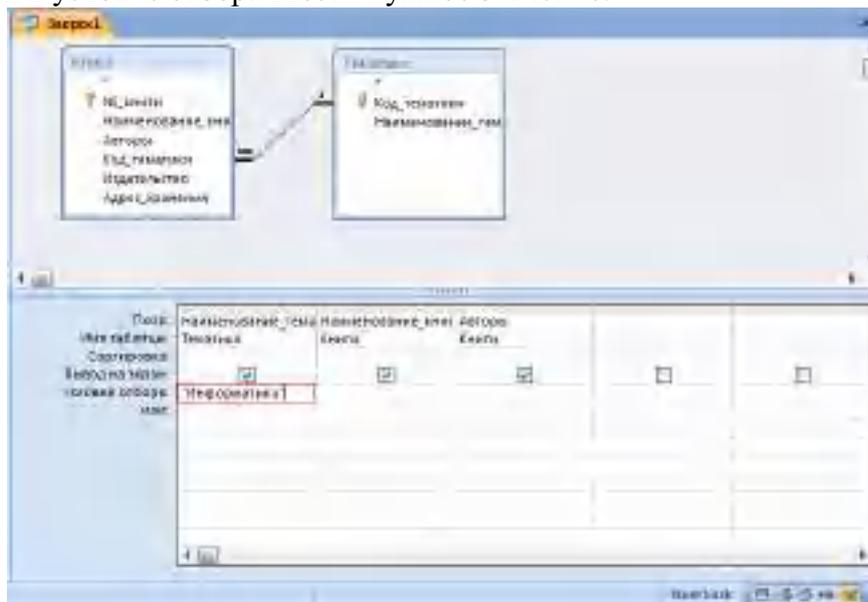
Индивидуальное задание

Продемонстрировать БД «Учет выдачи и возврата книг», выполненную полностью в соответствии с данной практической работой.

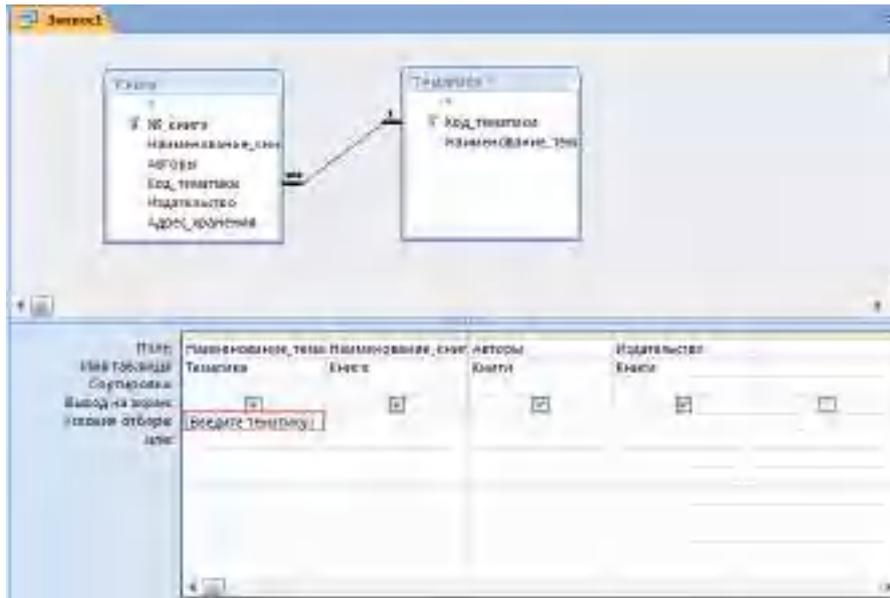
Система управления базами данных Microsoft Access 2007. Анализ и изменение данных с помощью запросов

Создание запросов с параметрами

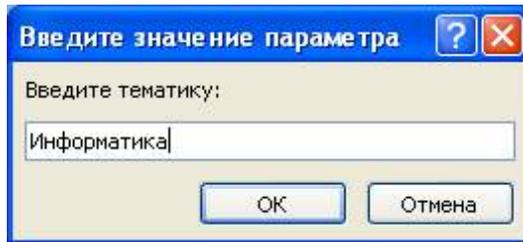
Пусть в созданной в предыдущей лабораторной работе БД «Учет выдачи и возврата книг» требуется получить сведения о книгах по определенной тематике, для этого необходимо создать запрос и в условие отбора ввести нужное значение:



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.

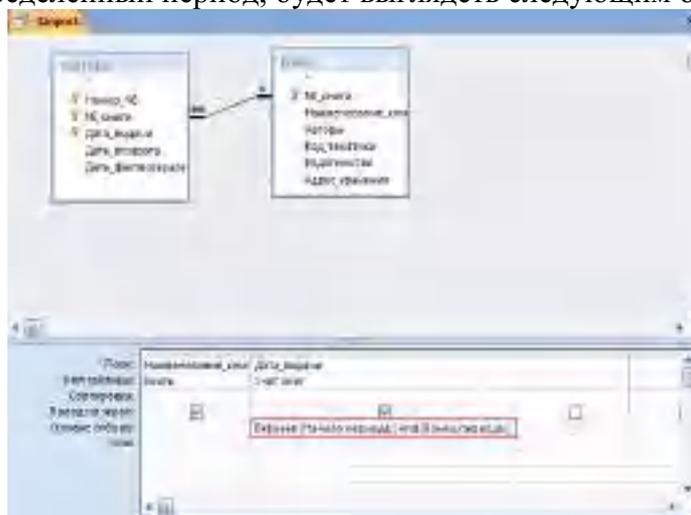
Оператор	Назначение	Пример
And	Возвращает значение «истина», если Выражение1 и Выражение2 истинны.	Выражение1 And Выражение2
Or	Возвращает значение «истина», если Выражение1 или Выражение2 истинны.	Выражение1 Or Выражение2
Eqv	Возвращает значение «истина», если Выражение1 и Выражение2 истинны или Выражение1 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

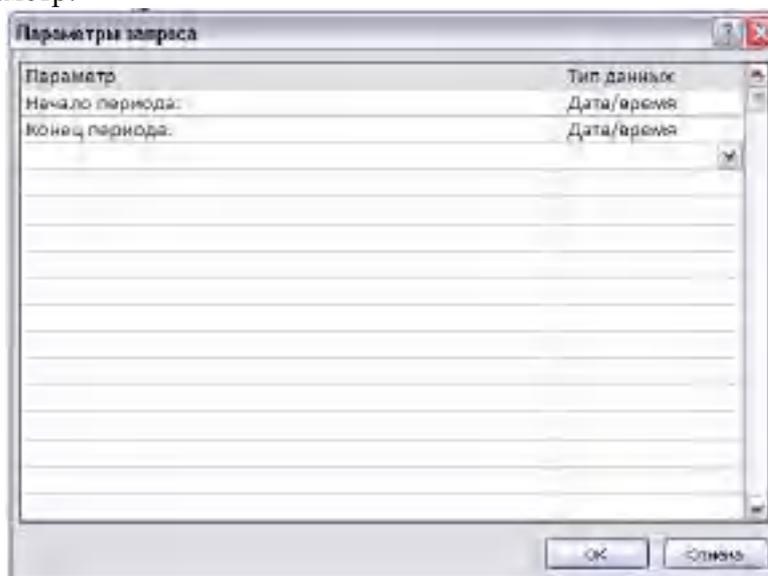
Принципы использования специальных операторов для возвращения значения «истина» или «ложь» представлены в следующей таблице.

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:

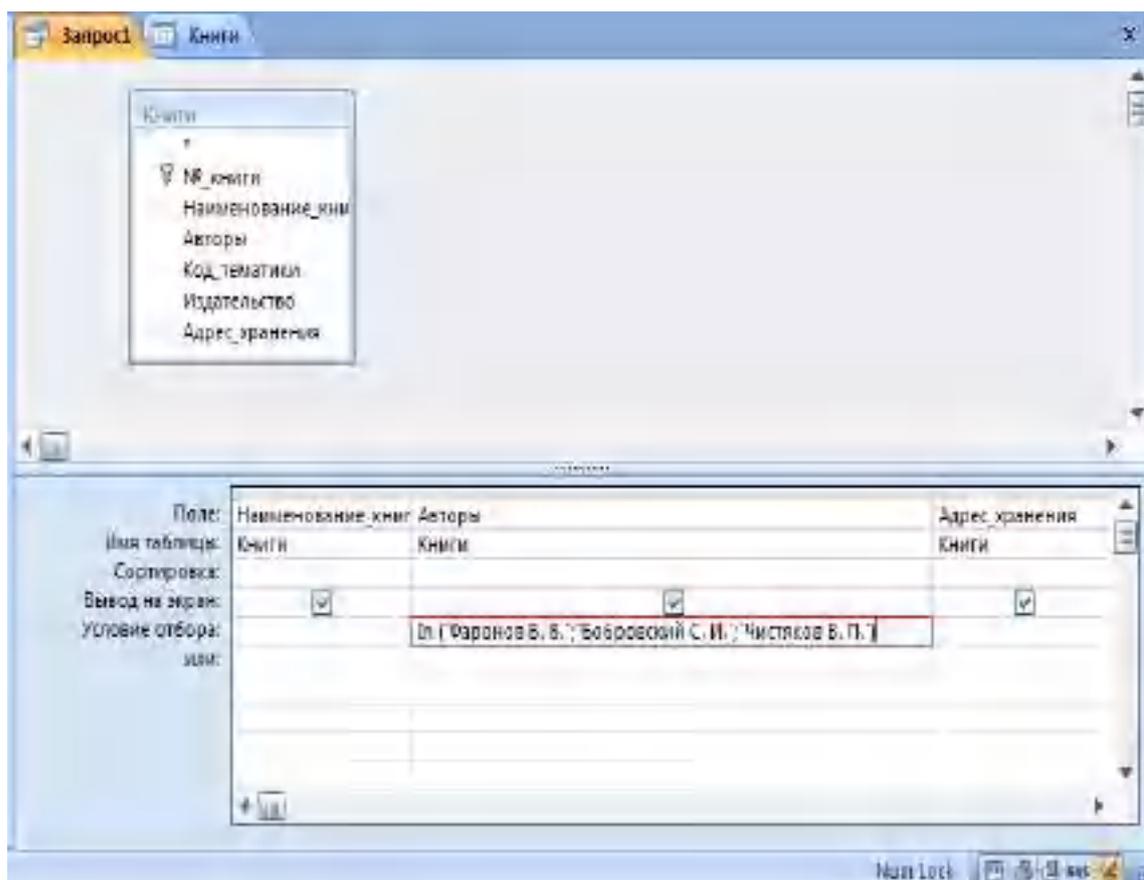


При вводе значений параметров типа *Дата* необходимо контролировать значения дат, для этого вызовите окно Параметры запроса (контекстное меню на свободном поле верхней панели запроса/ Параметры или Конструктор/ Показать или скрыть/ Параметры). В столбец *Параметр* введите значение параметра точно так, как он определен в условии отбора. В столбце *Тип данных* выберите из раскрывающегося списка тип *Дата/время*. Аналогично введите второй параметр:

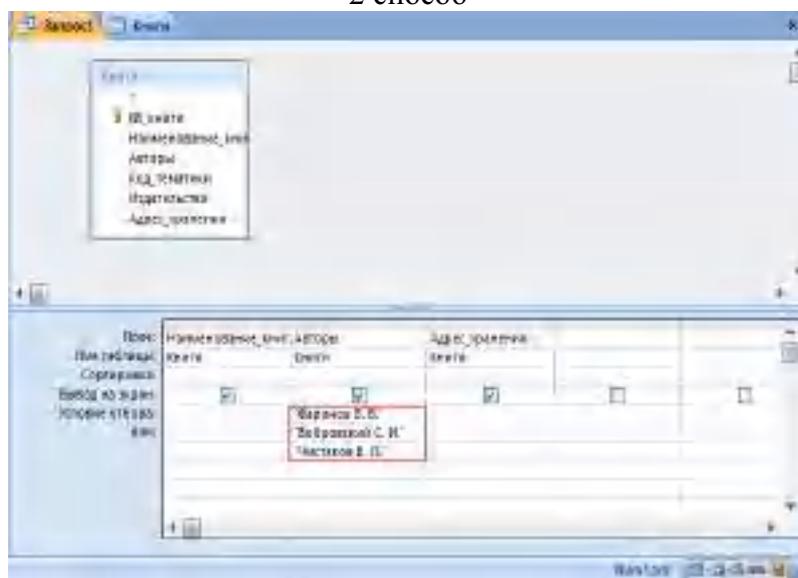


Пример использования специального оператора **In**. Пусть требуется отобрать книги нескольких авторов. Это можно сделать двумя способами:

1 способ



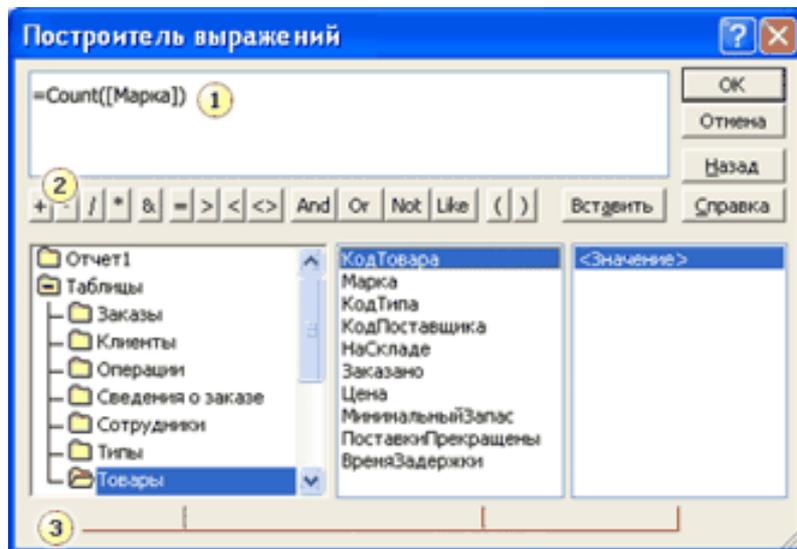
2 способ



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.

Существуют 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. Новожилов, Олег Петрович. Информатика в 2 ч. Часть 1 : Учебник / Новожилов О.П. - 3-е изд. ; пер. и доп. - М. : Издательство Юрайт, 2019. – 320 с. - (Бакалавр. Академический курс).
2. Новожилов, Олег Петрович. Информатика в 2 ч. Часть 2 : Учебник / Новожилов О.П. - 3-е изд. ; пер. и доп. - М. : Издательство Юрайт, 2019. - 302. - (Бакалавр. Академический курс).

Дополнительная литература

1. Илюшечкин, В.М. Основы использования и проектирования баз данных: учебник / Илюшечкин В.М. - М. : Издательство Юрайт, 2019. – 213 с.
2. Информатика. Лабораторный практикум в 2 ч. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / В. П. Зимин. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 108 с. - ЭБС «Юрайт»
3. Информатика. Лабораторный практикум в 2 ч. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / В. П. Зимин. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 146 с.

Периодические издания

1. АПК: экономика, управление : теоретич. и науч.практич. журн. / учредители: Министерство сельского хозяйства РФ, Российская академия сельскохозяйственных наук, Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства. – 1921, октябрь - 2017. – М., 1921- 2020. – Ежемес. – ISSN 0235-2443.
2. Информатика [Текст]: ежемесячный журнал.- М.: ООО «Издательский дом «Первое сентября».-12 раз в год. – 2012-2020.
3. Информационные технологии [Текст]: теоретический и прикладной научно-технический журнал. - М.: Издательство «Новые технологии»– 12 раз в год. – 2012-2020.
4. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Кос-тычева : науч.-производ. журн. / учредитель и издатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный аг-ротехнологический университет имени П.А.Костычева». – 2009 - . - Рязань, 2017 - . - Ежекварт. – ISSN : 2077 - 2084
5. Университетская книга :информ.-аналит. журн. / учредитель и издатель : ООО "ИД Университетская книга". – 1996 - . - М., 2020 - . - 10 раз в год. - ISSN 1726-6726.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

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

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

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

ЭБС «ZNANIUM.COM»: Режим доступа: <http://znanium.com/>

ЭБ ИЦ «Академия»: Режим доступа: <http://www.academia-moscow.ru/elibrary/>

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 ЭКОНОМИКИ И МЕНЕДЖМЕНТА

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЦИФРОВАЯ
ЭКОНОМИКА»**

для студентов заочной формам обучения
по направлению подготовки
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

г. Рязань 2020 год

Методические указания для проведения практических занятий по дисциплине «Экономика» для студентов заочной формам обучения по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Автор: к.э.н., доцент Мартынушкин А.Б.

Утверждены учебно-методической комиссией инженерного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ, протокол № 1 от «31» августа 2020 г.

Рецензенты: к.э.н., доцент Черкашина Л.В.

к.э.н., доцент Торженова Т.В.

СОДЕРЖАНИЕ

Тема 1.1. Предмет, принципы и метод дисциплины «Цифровая экономика»

Тема 1.2. Основные понятия и проблемы экономики

Тема 1.3. Рынок в системе общественного производства

Тема 2.1. Функционирование ценового механизма в рыночной экономике

Тема 2.2. Теория потребительского поведения

Тема 2.3. Теория производства

Тема 2.4. Рынки ресурсов (факторов производства)

Тема 3.1. Основные вопросы, изучаемые макроэкономикой

Тема 3.2. Макроэкономическое равновесие

Тема 3.3. Макроэкономическая нестабильность

Тема 4.1. Государственный бюджет

Тема 4.2. Социально-экономическая сущность налогов

Тема 4.3. Финансово-кредитная система

ТЕМА 1.1. ПРЕДМЕТ, ПРИНЦИПЫ И МЕТОД ДИСЦИПЛИНЫ «ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА»

Тесты (выберите правильный ответ)

В тесте 5 вопросов, на каждый вопрос существует единственно правильный вариант ответа. Время тестирования 7 минут. Критерии оценки: менее 3 правильных ответов – неудовлетворительно; 3 – удовлетворительно; 4 – хорошо; 5 – отлично.

1. Какая из перечисленных функций не относится к экономической теории:
а) практическая;
б) прогностическая;
в) санирующая;
г) теоретическая.
2. Какая из экономических школ впервые сделала предметом своего анализа процесс производства, а не сферу обращения:
а) меркантилизм;
б) классическая политическая экономия;
в) маржинализм.
3. Деятельность отдельного предприятия изучает:
а) макроэкономика;
б) микроэкономика;
в) экономика отрасли.
4. Какая из школ экономической теории была исторически первой:
а) марксизм;
б) кейнсианство;
в) физиократия.
5. В чем заключается единство законов природы и общества:
а) носят объективный характер;
б) проявляются через экономическую деятельность людей;
в) являются вечными.

ТЕМА 1.2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ПРОБЛЕМЫ ЭКОНОМИКИ

Задача 1.

Поставьте недостающие числа в таблице и постройте кривую производственных возможностей.

Объем производства		Издержки отвергнутых возможностей
Товар X	Товар Y	
87	0	
		4
76	6	
65		
	12	17

	15	22
0		

Задача 2.

Определите, какие из приведенных комбинаций, принадлежат кривым производственных возможностей.

Номер комбинации	A	B	C	D	E	F	G
1	X = 99 Y = 0	X = 63 Y = 3	X = 53 Y = 4	X = 35 Y = 7	X = 24 Y = 9	X = 19 Y = 10	X = 0 Y = 15
2	X = 42 Y = 0	X = 35 Y = 2	X = 28 Y = 4	X = 21 Y = 6	X = 14 Y = 8	X = 7 Y = 10	X = 0 Y = 12
3	X = 67 Y = 0	X = 65 Y = 2	X = 58 Y = 5	X = 46 Y = 9	X = 38 Y = 11	X = 33 Y = 12	X = 0 Y = 17

Задача 3.

Если это возможно, построить кривую производственных возможностей для товаров А и В. Что показываю точки на кривой? Обозначьте точку Н внутри кривой. Что она показывает?

Возможности	A	B
А	27	0
Б	24	2
В	19	4
Г	12	6
Д	0	8

Задача 4.

Если это возможно, построить кривую производственных возможностей для товаров А и В. Что показываю точки на кривой? Обозначьте точку К вне кривой. Что она показывает?

Возможности	A	B
А	33	0
Б	28	2
В	19	4
Г	10	6
Д	0	8

Задача 5.

Если это возможно, построить кривую производственных возможностей для товаров А и В. Найти издержки отвергнутых возможностей. Как отражается на кривой закон возрастающих издержек отвергнутых возможностей?

Возможности	A	B
А	97	0
Б	84	2

В	69	4
Г	42	6
Д	0	8

Задача 6.

Если это возможно, построить кривую производственных возможностей для товаров А и В. Найти издержки отвергнутых возможностей. Как отражается на кривой закон возрастающих издержек отвергнутых возможностей?

Возможности	А	В
А	37	0
Б	35	2
В	29	4
Г	14	6
Д	0	8

Тесты (выберите правильный ответ)

В тесте 10 вопросов, на каждый вопрос существует единственно правильный вариант ответа. Время тестирования 14 минут. Критерии оценки: менее 5 правильных ответов – неудовлетворительно; от 5 до 7 – удовлетворительно; от 8 до 9 – хорошо; 10 – отлично.

- Если экономика движется по выпуклой кривой производственных возможностей вправо и вниз, это означает, что издержки отвергнутых возможностей:
 - снижаются;
 - увеличиваются;
 - постоянны.
- В чем проявляется противоречие между производственными ресурсами и общественными потребностями:
 - ресурсы - бесконечны, а потребности – ограничены;
 - ресурсы - ограничены, а потребности – бесконечны;
 - противоречия нет.
- С точки зрения использования ресурсов производство эффективно, если:
 - в нем обеспечено полное использование всех имеющихся ресурсов;
 - не действует закон возрастания издержек отвергнутых возможностей;
 - имеется запас ресурсов.
- Кривая производственных возможностей показывает различные комбинации производства двух продуктов:
 - при неполном использовании ресурсов;
 - при полном использовании всех имеющихся ресурсов и неизменной технологии;
 - при изменении количества применяемых ресурсов.
- Экономическая система может быть охарактеризована с учетом:
 - форм хозяйствования;
 - преобладающих форм собственности;
 - все ответы верны.
- Что из перечисленного относится к производственным ресурсам:

- а) земля, полезные ископаемые, водные ресурсы;
- б) физические и умственные способности человека;
- в) оба ответа верны.

7. Являются ли синонимами понятия «производственные ресурсы» и «факторы производства»?

- а) да;
- б) нет.

8. Большинству развитых стран в настоящее время присущ тип:

- а) смешанной экономической системы;
- б) командно-административной;
- в) рыночной.

9. Ограниченность ресурсов означает, что:

а) они имеются в таком количестве, которого недостаточно для производства необходимых товаров и услуг;

б) с их помощью невозможно полное удовлетворение всех имеющихся потребностей;

в) их хватает только на производство предметов потребления.

10. Вещество природы является экономическим благом, если:

а) оно может быть употреблено без процесса производства;

б) его потреблению предшествует процесс обработки человеком;

в) оба ответа верны.

ТЕМА 1.3. РЫНОК В СИСТЕМЕ ОБЩЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Задача 1.

Заполните таблицу:

Рыночная структура	Число производителей и степень дифференциации продукта	Отрасль экономики	Методы сбыта
Совершенная конкуренция			
Монополия			
Монополистическая конкуренция			
Олигополия			

Тесты (выберите правильный ответ)

В тесте 12 вопросов, на каждый вопрос существует единственно правильный вариант ответа. Время тестирования 15 минут. Критерии оценки: менее 6 правильных ответов – неудовлетворительно; от 6 до 8 – удовлетворительно; от 9 до 10 – хорошо; 11-12 – отлично.

1. Собственность — это:

- а) отношение людей друг к другу по поводу присвоения вещей;
- б) сама вещь;
- в) отношение человека к вещи.

2. Если экономическая власть централизована, основным экономическим субъектом выступает государство, рынок не выполняет функцию регулятора экономики, а в поведении экономических субъектов общий интерес доминирует над личным, то это:

- а) рыночная экономика;
- б) традиционная экономика;
- в) все ответы неверны.

3. Существование государственной собственности обусловлено:

- а) наличием капиталоемких и нерентабельных отраслей (угольная промышленность, ж/д и автомобильные дороги и т.п.);
- б) необходимостью решения общенациональных и социальных задач, поддержание уровня жизни населения;
- в) все ответы верны.

4. Выделите из списка субъекты собственности:

- а) земля;
- б) государство;
- в) производственные здания и сооружения.

5. Выделите из списка объекты собственности:

- а) акционерное общество;
- б) прокатный стан;
- в) костюм.

6. Конкуренция это:

- а) соперничество между предпринимателями;
- б) сложившаяся на рынке экономическая ситуация;
- в) отсутствие государственного регулирования.

7. Выберите из списка положительные проявления частной собственности:

- а) имущественная дифференциация собственников;
- б) зависимость благосостояния собственника от результатов производственной деятельности;
- в) верных ответов нет.

8. Если производство осуществляется в интересах отдельного индивидуума, то это:

- а) коллективная собственность и коллективное присвоение;
- б) частная собственность и частное присвоение;
- в) общественная собственность и общественное присвоение.

9. Право собственности — это:

- а) право на передачу блага по наследству;

- б) право на бессрочность обладания благом;
- в) все ответны верны.

10. Рынок - это система:

- а) перемещения готовой продукции;
- б) производственных отношений;
- в) отношений между продавцом и покупателем.

11. Тождественны ли понятия «обмен», «обращение», «рынок»:

- а) да;
- б) нет;
- в) тождественны только понятия «обмен» и «обращение».

12. Понятие совершенной конкуренции предполагает, что:

- а) отсутствуют входные барьеры на рынок;
- б) информация продавцов и покупателей о рынке существенно ограничена;
- в) неверны все ответы.

ТЕМА 2.1. ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЦЕНОВОГО МЕХАНИЗМА В РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКЕ

Задача 1.

Вставьте пропущенные числа в таблицу (кривые спроса и предложения должны быть полностью нелинейными) и постройте график:

P	Qd	Qs	Соотношение Qd и Qs
21			
	5		
17		20	
	17	17	Равновесие
	26		
11			
		2	

Задача 2.

Построить кривые спроса и предложения по заданным точкам. Найти точку равновесия. Показать на рисунке зоны дефицита и излишка.

N	D	S	P
1.	10	40	20
2.	20	35	18
3.	30	30	15
4.	40	20	12
5.	50	10	8

Задача 3.

Функция спроса $Q_d = 650 - 5 \cdot P$, функция предложения $Q_s = 5 \cdot P - 50$. Государство устанавливает "потолок цены": $P_{\text{потолок}} = 65$. Государство устанавливает "цену поддержки": $P_{\text{поддержки}} = 75$. Найти:

- 1) равновесную цену и равновесный выпуск;
- 2) размеры дефицита после введения потолка цены;
- 3) размеры избытка после установления цены поддержки;
- 4) дополнительные бюджетные расходы на выкуп государством избытка товаров.

Задача 4.

Функция спроса на товар имеет вид $Q_d = 8 - P$, функция предложения данного товара - $Q_s = -4 + 2P$. Построить кривые спроса и предложения на данный товар. Найти точку равновесия.

Задача 5.

Функция спроса на товар имеет вид $Q_d = 10 - 2P$, функция предложения данного товара - $Q_s = -6 + 2P$. Построить кривые спроса и предложения на данный товар. Найти точку равновесия. Показать на рисунке зоны дефицита и излишка.

Задача 6.

Найти коэффициенты ценовой эластичности спроса на всех отрезках кривой спроса. Проанализировать полученные результаты.

N	D	P	Эd
1.	10	20	
2.	20	18	
3.	30	15	
4.	40	12	
5.	50	8	

Задача 7.

Найти коэффициенты ценовой эластичности предложения на всех отрезках кривой предложения. Проанализировать полученные результаты.

N	S	P	Эs
1.	40	20	
2.	35	18	
3.	30	15	
4.	20	12	
5.	10	8	

Задача 8.

Определить выручку, коэффициенты ценовой эластичности спроса и тип эластичности для следующих товаров:

Показатели	Куртки		Автомобили		Видеомагнитофоны	
	P	D	P	D	P	D
P	4000	3000	150000	100000	12000	6000
D	10	12	1	3	3	4

Выручка						
Ed						

Задача 9.

Функция спроса на товар имеет вид $Q_d = 10 - 2P$, функция предложения данного товара - $Q_s = -6 + 2P$. Найти коэффициенты ценовой эластичности спроса и предложения при увеличении цены с 3 до 4 у.е.

Задача 10.

Коэффициент ценовой эластичности спроса на товар равен $-0,8$. Определить на сколько процентов должна измениться цена чтобы спрос на данный товар:

- А) увеличился на 10%;
- Б) снизился на 40%;
- В) увеличился в 2 раза.

Задача 11.

Коэффициент эластичности спроса на товар по доходу равен $0,5$. Определить на сколько процентов должен измениться доход чтобы спрос на данный товар:

- А) увеличился на 20%;
- Б) снизился на 10%;
- В) сократился в 2 раза.

Задача 12.

Функция спроса на товар имеет вид $Q_d = 9 - P$, функция предложения данного товара - $Q_s = -6 + 2P$. Построить кривые спроса и предложения на данный товар. Найти точку равновесия. Показать куда переместится кривая спроса, если в результате роста доходов при каждом уровне цен он увеличится на 2 единицы. Найти новую точку равновесия.

Задача 13.

Показать на графике куда переместится кривая спроса на товар при уменьшении доходов потребителей, если коэффициент эластичности спроса по доходу равен:

- А) $-1,9$;
- Б) 0 ;
- В) $0,4$.

Задача 14.

Функция спроса на товар X имеет вид $Q_d^x = 14 - P_x + 0,1P_y$. Цена товара X равна 6 ден. ед., цена товара Y - 10 ден. ед. Определить коэффициент перекрестной эластичности спроса на товар X по цене товара Y.

Тесты (выберите правильный ответ)

В тесте 15 вопросов, на каждый вопрос существует единственно правильный вариант ответа. Время тестирования 20 минут. Критерии оценки: менее 7 правильных ответов – неудовлетворительно; от 8 до 10 – удовлетворительно; от 11 до 13 – хорошо; 14 и более – отлично.

1. Рынок товара находится в равновесном состоянии, если:
 - а) объем спроса на товар равен объему предложения этого товара;
 - б) на рынке не существует ни избытка, ни недостатка товара;
 - в) все предыдущие ответы верны.

2. Сливочное масло и маргарин являются товарами:
- а) взаимозаменяемыми;
 - б) независимыми;
 - в) взаимодополняемыми.
3. Куда сместится кривая предложения товара, если государство ввело на него дополнительный налог:
- а) вправо;
 - б) влево;
 - в) ее положение не изменится.
4. Рыночный спрос на конкретный товар зависит от:
- а) дохода потребителей;
 - б) предпочтений потребителей;
 - в) все ответы верны.
5. Если возрос спрос на данный товар, а предложение его осталось неизменным, то это приведет:
- а) к повышению равновесной цены и уменьшению объема продаж;
 - б) к повышению равновесной цены и увеличению объема продаж;
 - в) к уменьшению равновесной цены и снижению объема продаж.
6. Закон предложения утверждает, что:
- а) существует обратная связь между ценой и объемом предложения;
 - б) существует прямая связь между спросом и предложением;
 - в) существует прямая связь между ценой и объемом предложения.
7. Если при снижении цены данного товара резко возрастают его покупки, то спрос на этот товар:
- а) эластичен по цене;
 - б) неэластичен по цене;
 - в) эластичен по доходу.
8. Компьютер и принтер являются товарами:
- а) взаимозаменяемыми;
 - б) независимыми;
 - в) взаимодополняемыми.
9. Закон спроса при прочих равных условиях устанавливает:
- а) обратную связь между ценой и спросом;
 - б) прямую связь между спросом и ценой;
 - в) никакой связи не устанавливает.
10. Если кривая спроса имеет вид прямой, параллельной оси абсцисс, то такой спрос является:
- а) абсолютно эластичным;
 - б) абсолютно неэластичным;
 - в) единичной эластичности.
11. Если коэффициент эластичности спроса по доходу больше 0, но меньше 1, то этот товар:

- а) является предметом роскоши;
- б) является предметом первой необходимости;
- в) является низкокачественным товаром.

12. Если два товара взаимозаменяемы, например, чай и кофе, то рост цены на кофе приведет:

- а) падению спроса на чай;
- б) росту спроса на чай;
- в) увеличению предложения чая.

13. Коэффициент эластичности спроса по доходу равен:

- а) изменению объема спроса (в %), деленному на изменение цены (в %);
- б) изменению дохода (в %), деленному на изменение объема спроса (в %);
- в) ни одному из приведенных показателей.

14. Если предложение товара представлено вертикальной линией, то это предложение:

- а) абсолютно эластично;
- б) абсолютно неэластично;
- в) единичной эластичности.

15. Равновесная цена товара – это:

- а) цена, установленная правительством;
- б) цена, при которой нет ни дефицита, ни избытка;
- в) все ответы верны.

Общие тесты по темам 1.1 – 2.1

В тесте 22 вопроса, на каждый вопрос существует единственно правильный вариант ответа. Время тестирования 30 минут. Критерии оценки: менее 12 правильных ответов – неудовлетворительно; от 12 до 15 – удовлетворительно; от 16 до 19 – хорошо; 20 и более – отлично.

1. Экономический рост в России составляет около 6-7% в год. Это:

- а) экономическая стратегия;
- б) экономическая политика;
- в) позитивная экономическая теория;
- г) нормативная экономическая теория.

2. Экономическая теория (ЭКТ) является научной основой рационального поведения домохозяйств, фирм и государства. Это утверждение отражает сущность:

- а) научно-познавательной функции ЭКТ;
- б) практической функции ЭКТ;
- в) методологической функции ЭКТ;
- г) прогностической функции ЭКТ.

3. Метод сравнения относится к следующим методам познания:

- а) методам диалектической логики;
- б) формально-логическим методам;
- в) системным методам;

г) статистическим методам.

4. Безразмерные величины, показывающие, во сколько раз уровень изучаемой переменной в одних условиях отличается от ее уровня в других условиях – это:

- а) номинальные величины;
- б) реальные величины;
- в) индексы;
- г) абсолютные величины.

5. Объем производства деленный на величину производственных фондов представляет собой:

- а) фондоотдачу;
- б) фондоемкость;
- в) фондовооруженность;
- г) материалоемкость.

6. Количество другого товара, от которого следует отказаться, чтобы произвести дополнительное количество данного товара – это:

- а) проблема экономического выбора;
- б) кривая производственных возможностей;
- в) закон возрастания издержек отвергнутых возможностей;
- г) издержки отвергнутых возможностей;

7. Что не является видом ресурсов:

- а) земля;
- б) физический капитал;
- в) денежные средства;
- г) предпринимательская способность;

8. Упорядоченная совокупность социально-экономических и организационно-экономических отношений между экономическими агентами – это:

- а) экономическая политика;
- б) экономическая система;
- в) экономическая стратегия;
- г) экономическая модель.

9. Одним из фундаментальных критериев классификации экономических систем является:

- а) социально-экономические отношения;
- б) организационно-экономические отношения между экономическими агентами;
- в) формы собственности на экономические ресурсы;
- г) принципы функционирования экономических систем.

10. Экономическая система, характеризующаяся господством государственной собственности на ресурсы и жестким централизованным государственным регулированием экономики – это:

- а) рыночная система;
- б) командная система;
- в) смешанная система;
- г) ни один из представленных ответов не является верным.

11. Экономическая система, характеризующаяся общинной формой собственности на ресурсы и координацией экономической деятельности через рыночную куплю-продажу – это:

- а) традиционная система;
- б) рыночная система;
- в) смешанная система;
- г) ни один из представленных ответов не является верным.

12. Кто из представленных субъектов не является экономическим агентом:

- а) домохозяйства;
- б) инвестиционные фонды;
- в) фирмы;
- г) государство.

13. Какой из перечисленных принципов не является принципом рыночного хозяйства:

- а) конкуренция;
- б) устойчивая кредитно-денежная система;
- в) государственная собственность на ресурсы;
- г) экономически свободный производитель.

14. В экономическую основу социального рыночного хозяйства не входит:

- а) многообразие форм собственности;
- б) отлаженный развитый рыночный механизм;
- в) свобода личности и предпринимательства;
- г) развитая система социальных гарантий.

15. Платежеспособная потребность экономических агентов в благах в определенном объеме и структуре – это:

- а) величина спроса;
- б) спрос;
- в) предложение;
- г) величина предложения.

16. При снижении цены покупатель может позволить себе купить больше данного товара, не отказывая себе в приобретении других товаров, и наоборот – в этом состоит суть:

- а) закона убывающей предельной полезности;
- б) ценового барьера;
- в) эффекта дохода;
- г) эффекта замены.

17. Что из нижеперечисленного не является неценовым фактором спроса:

- а) уровень денежных доходов домохозяйств;
- б) число покупателей;
- в) цены на сопряженные товары;
- г) технологии производства.

18. Количество товара, которое может быть предложено при любой возможной цене представляет собой:

- а) величина спроса;
- б) спрос;

- в) предложение;
- г) величина предложения.

19. Что из нижеперечисленного не является неценовым фактором предложения:

- а) технологии производства;
- б) потребительские вкусы;
- в) число продавцов;
- г) размеры налогов и дотаций.

20. Что из нижеперечисленного является неценовым фактором предложения:

- а) цены на сопряженные товары;
- б) потребительские вкусы;
- в) число покупателей;
- г) размеры налогов и дотаций.

21. Что из нижеперечисленного является неценовым фактором спроса:

- а) цены на сопряженные товары;
- б) цены ресурсов;
- в) число продавцов;
- г) размеры налогов и дотаций.

22. Товары, спрос на которые растет в том же направлении, что и доход называют:

- а) товары низшей категории;
- б) товары высшей категории;
- в) товары средней категории;
- г) дефицитные товары.

ТЕМА 2.2. ТЕОРИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО ПОВЕДЕНИЯ

Задача 1.

Дано: доход $M=36$ руб., цена товара $A=2$ руб., цена товара $B=3$ руб. Предельная полезность первой единицы товара A равняется 56 ютилям, а товара B - 81 ютиль.

По заданным исходным числам составить таблицу, выписать все варианты выбора потребителя, подсчитать общую полезность во всех вариантах, выбрать оптимальный и проверить его по правилу максимизации полезности.

Задача 2.

Как сместится бюджетная линия, если доход составляет 36 руб., а вырастет в 1,5 раза. Цена товара A составляет 2 руб., а выросла на 50%, цена товара B составляет 4 руб., а снизилась на $1/4$. Нарисовать график.

Задача 3.

Показать графически, как изменится положение бюджетной линии, если:

- а) цена на товар X , находящийся на горизонтальной оси, возросла;
- б) цена на товар X , находящийся на горизонтальной оси, понизилась;
- в) доход потребителя уменьшится;
- г) доход потребителя увеличится;
- д) цена на товар Y , находящийся на вертикальной оси, понизилась;
- е) цена на товар Y , находящийся на вертикальной оси, возросла;
- ж) цены на оба товара пропорционально возросли;

- з) цены на оба товара пропорционально понизились;
- и) если доход и цены увеличились в одинаковое количество раз;
- к) если доход и цены уменьшились в одинаковое количество раз.

Задача 4.

Общая TU и предельная MU полезности товаров А, В, С представлены в таблице. Заполнить пропуски в таблице.

Количество товара	А		В		С	
	TU	MU	TU	MU	TU	MU
1		20	19		22	
2		15	30			10
3		12	38		39	
4		8	43		44	
5		6	45			3

Задача 5.

Предельная полезно первой единицы блага равна 420. При потреблении первых трех единиц блага предельная полезность каждой последующей единицы уменьшается в 2 раза; предельная полезность каждой последующей единицы блага при дальнейшем потреблении уменьшается в 4 раза. Найти общую полезность блага при условии, что его потребление составляет 8 единиц. Решение оформить в виде таблицы.

Задача 6.

В таблице представлены следующие данные о предельной полезности двух благ:

Номер порции	Конфеты	Виноград
1	60	150
2	40	120
3	20	90

Цена 1 кг конфет 80 ден. ед., а цена 1 кг винограда 160 ден. ед. Бюджет потребителя составляет 400 ден. ед. Определить оптимальный объем потребления конфет и винограда.

Задача 7.

Студент может потратить в неделю 16 ден. ед. на проезд и булочки. Проезд стоит 2 ден. ед., а булочка - 4 ден. ед. Какую комбинацию количества поездок и булочек должен выбрать студент для оптимизации общей полезности?

Количество поездок	TU поездок	Количество булочек	TU булочек
0	0	0	0
1	12	1	8
2	22	2	13
3	30	3	17
4	36	4	20
5	41	5	22
6	45	6	23

Задача 8.

Предположим, что недельный доход индивидуума 40 ден. ед. и он расходует его на хлеб и молоко.

а) При условии, что цена 1 буханки хлеба 4 ден. ед. (X), а цена 1 литра молока 10 ден. ед. (Y), напишите уравнение бюджетной линии.

б) Как изменилось бы уравнение бюджетной линии, если бы доход индивидуума уменьшился до 20 ден. ед.?

в) Сколько буханок хлеба индивидуум смог бы купить, если бы отказался от молока?

Тесты (выберите правильный ответ)

В тесте 6 вопросов, на каждый вопрос существует единственно правильный вариант ответа. Время тестирования 9 минут. Критерии оценки: менее 3 правильных ответов – неудовлетворительно; от 3 до 4 – удовлетворительно; 5 – хорошо; 6 – отлично.

1. С увеличением количества единиц блага, имеющегося в распоряжении потребителя, общая полезность этого блага:

- а) уменьшается;
- б) увеличивается;
- в) остается неизменной.

2. Кривые безразличия обладают следующими свойствами:

- а) имеют отрицательный наклон;
- б) никогда не пересекаются;
- в) все ответы верны.

3. Тождественны ли понятия «полезность» и «польза»:

- а) да;
- б) нет.

4. Предельная полезность – это:

- а) максимальный уровень полезности, который хочет получить потребитель;
- б) полезность, которую потребитель получает от потребления дополнительной единицы блага;
- в) максимальная полезность, которую можно получить при потреблении данного количества блага.

5. Кривую безразличия по-другому можно назвать:

- а) кривой равных бюджетов;
- б) кривой равных полезностей;
- в) кривой равных предложений.

6. С увеличением количества единиц блага, имеющегося в распоряжении потребителя, общая полезность этого блага:

- а) уменьшается;
- б) увеличивается;
- в) остается неизменной.

ТЕМА 2.3. ТЕОРИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Задача 1.

Функция общих затрат фирмы имеет вид $TC = 100 - 2Q^2 + 0,04Q^3$. Определить величину предельных затрат фирмы при $Q = 12$ единиц.

Задача 2.

Известно, что постоянные затраты фирмы равны 55 ден. ед. Функция предельных затрат фирмы имеет вид $MC = 22 - 8Q + 2Q^2 + 2Q^3$. Определить функцию общих затрат фирмы и рассчитать эти затраты при выпуске 3 единиц продукции.

Задача 3.

Производственная функция цеха имеет вид $Q = 5L^{0,5} \times K^{0,5}$, где L — количество часов труда; K — количество часов работы машин. Предположим, что в день затрачивается 9 часов труда и 9 часов работы машин. Каково максимальное количество выпущенной продукции? Определить средний продукт труда. Предположим, что цех удвоил затраты обоих ресурсов. Определить каков будет при этом объем выпускаемой продукции.

Задача 4.

Заполнить пропуски в следующей таблице.

L	TP	AP	MP
3	...	20	-
4	80
5	10
6	95

Задача 5.

Заполнить пропуски в следующей таблице.

Q	TC	FC	VC	ATC	AFC	AVC	MC
0	4						
1	8						
2	10						
3	14						
4	20						
5	28						

Определите, какой объем производства выберет фирма, если цена товара будет 5 руб.? Ниже какого уровня должна снизиться цена, чтобы предприятие прекратило производство данного товара в краткосрочном периоде? Фирма работает в условиях совершенной конкуренции.

Задача 6.

Функция средних переменных затрат имеет вид $AVC = 10 + 2Q$ Постоянные затраты равны 12 ден. ед. Найти алгебраическое выражение для функций остальных видов затрат.

Задача 7.

Функция общих затрат предприятия имеет вид $TC = 30 + 5Q + Q^2$ Определить выражения для постоянных, переменных, предельных, средних общих, средних постоянных и средних переменных затрат как функции от Q . При каком значении средние общие затраты достигают минимума?

Задача 8.

Известно, что постоянные затраты фирмы составляют 80 ден. ед. Функция предельных затрат имеет вид $MC = 30 - 10Q + 6Q^2 + 1,6Q^3$. Найти алгебраическое выражение для функций остальных видов затрат. Определить общие затраты фирмы при выпуске 3 единиц продукции.

Задача 9.

Найти средний и предельный продукт труда, при условии, что остальные факторы производства остаются постоянными. Построить графики $Q(L)$, AP_L , MP_L , проанализировать их.

L	K	Q	AP_L	MP_L
0	10	0		
1	10	10		
2	10	30		
3	10	60		
4	10	80		
5	10	95		
6	10	108		
7	10	112		
8	10	112		
9	10	108		
10	10	100		

Тесты (выберите правильный ответ)

В тесте 17 вопросов, на каждый вопрос существует единственно правильный вариант ответа. Время тестирования 20 минут. Критерии оценки: менее 9 правильных ответов – неудовлетворительно; от 9 до 12 – удовлетворительно; от 13 до 15 – хорошо; 16 и более – отлично.

1. Предельные затраты равны:

- средним общим затратам, умноженным на число единиц выпуска;
- приросту постоянных затрат в результате увеличения выпуска на единицу;
- приросту переменных затрат в результате увеличения выпуска на единицу.

2. Производственная функция показывает:

- какие затраты нужно осуществить на тот или иной объем выпуска;
- наиболее выгодный для фирмы выпуск при данных ценах на ресурсы;
- максимальное количество продукта, которое можно получить, используя различные сочетания ресурсов.

3. При любом данном объеме выпуска общие издержки фирмы равны:

- средним общим издержкам минус средние переменные издержки;
- средним переменным издержкам, умноженным на величину выпуска;
- средним общим издержкам, умноженным на величину выпуска.

4. Мгновенным периодом называется период, в котором:

- а) все факторы производства рассматриваются как переменные;
- б) все факторы производства рассматриваются как постоянные;
- в) часть факторов постоянна, а часть является переменной.

5. Длительным периодом называется период, в котором:

- а) все факторы производства рассматриваются как переменные;
- б) все факторы производства рассматриваются как постоянные;
- в) часть факторов постоянна, а часть переменна.

6. Предельный продукт труда — это:

- а) отношение совокупного выпуска к затратам труда;
- б) прибавка к выпуску, полученная за счет увеличения затрат труда на 1 единицу;
- в) объем выпуска при различных объемах затрат труда;

7. Чтобы найти постоянные затраты, необходимо:

- а) из общих затрат вычесть переменные;
- б) из общих затрат вычесть переменные и разделить на объем выпуска;
- в) к средним переменным затратам прибавить средние постоянные.

8. К постоянным издержкам относятся:

- а) затраты на заработную плату управляющего персонала;
- б) стоимость сырья и оборудования;
- в) затраты на оплату труда работников.

9. Переменные издержки — это:

- а) затраты, имеющие место вне зависимости от изменения объема производства;
- б) изменяющиеся в зависимости от изменения объема производства;
- г) альтернативные издержки производства.

10. Средние постоянные издержки это:

- а) затраты на сырье, оборудование в расчете на единицу продукции;
- б) бухгалтерские затраты на единицу продукции;
- в) постоянные затраты в расчете на единицу продукции.

11. Предельные издержки — это:

- а) издержки на производство каждой дополнительной единицы продукции;
- б) издержки в расчете на единицу продукции;
- в) затраты, меньше которых объем производства равен 0.

12. Валовой продукт — это:

- а) объем производства, при котором переменные издержки равны 0;
- б) объем производства от использования всех факторов производства;
- в) прирост производства при неизменном состоянии факторов производства.

13. Средний продукт — это объем производства:

- а) от использования единицы постоянного фактора;
- б) от использования единицы переменного фактора;
- в) от использования дополнительной единицы переменного ресурса.

14. Предельный доход — это:

- а) валовой доход на единицу продаж;
- б) валовой доход на единицу произведенной продукции;

Найти равновесную ставку заработной платы и общее число нанятых рабочих. Определить количество нанятых рабочих, если профсоюзы добьются повышения ставки заработной платы на 20%.

Тесты (выберите правильный ответ)

В тесте 7 вопросов, на каждый вопрос существует единственно правильный вариант ответа. Время тестирования 10 минут. Критерии оценки: менее 3 правильных ответов – неудовлетворительно; от 3 до 4 – удовлетворительно; от 5 до 6 – хорошо; 7 – отлично.

1. Отличие земли как фактора производства от других факторов производства:
 - а) ограниченность предложения;
 - б) свободно воспроизводится;
 - в) является продуктом человеческого труда.

2. Если кривая спроса на землю сдвинется вправо, что произойдет с величиной земельной ренты?
 - а) увеличится;
 - б) уменьшится;
 - в) не изменится.

3. От каких факторов зависит цена земли:
 - а) размера ренты;
 - б) ставки ссудного процента;
 - в) всех перечисленных факторов.

4. Что включается в понятие основного капитала:
 - а) станки, машины, оборудование;
 - б) сырье, материалы;
 - в) заработная плата.

5. Линия предложения земли как фактора производства:
 - а) горизонтальна по отношению к оси абсцисс;
 - б) вертикальна по отношению к оси абсцисс;
 - в) имеет отрицательный наклон.

6. Рынок труда – это рынок:
 - а) совершенной конкуренции;
 - б) несовершенной конкуренции;
 - в) нет верного ответа.

7. Реальная заработная плата определяется как:
 - а) (номинальная З/П – налоги)/цены;
 - б) (номинальная З/П + налоги)/цены;
 - в) (номинальная З/П – цены).

ТЕМА 3.1. ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ, ИЗУЧАЕМЫЕ МАКРОЭКОНОМИКОЙ

Задача 1.

Известны следующие данные, отражающие макроэкономическое состояние некой страны за определенный год (в млрд. ден. ед.):

- ✓ трансфертные платежи – 4;
- ✓ валовые внутренние инвестиции – 16,2;
- ✓ косвенные налоги на бизнес – 7;
- ✓ личные подоходные налоги – 2,6;
- ✓ чистый экспорт – 1,1;
- ✓ нераспределенная прибыль корпораций – 2,8;
- ✓ амортизация – 7,9;
- ✓ личные потребительские расходы – 77,2;
- ✓ налоги на прибыль корпораций – 1,4;
- ✓ взносы на социальное страхование – 0,2;
- ✓ государственные закупки товаров и услуг – 8,5.

Требуется рассчитать показатели ВВП и личного располагаемого дохода, определить, какова величина частных сбережений и на какую величину вырос запас капитала в экономике?

Задача 2.

В отчетном году результаты социально-экономического развития страны отразились в следующих макроэкономических показателях (в денежном выражении, условные единицы): валовой национальный продукт (ВНП) 100; амортизация основного капитала 10; расходы домохозяйств на приобретение товаров и услуг 50; государственные закупки товаров и услуг 15; чистый экспорт (-4); косвенные налоги 5; транспортные платежи 2,5.

Определите: чистый национальный продукт; национальный доход; личный располагаемый доход.

Задача 3.

Экономика страны в отчетном году достигла параметров, отраженных следующей системой макроэкономических показателей (в денежном выражении, в условных единицах): расходы населения на потребления товаров и услуг 490; амортизационные отчисления 54; арендная плата 28; взносы на социальное страхование 40; транспортные платежи 24; доходы от собственности 35; процент 26; дивиденды 28; заработная плата лиц наемного труда 473; чистый экспорт 64; нераспределенная прибыль корпораций 42; косвенные налоги 36; личные налоги 52; налог на прибыль корпораций 38; прибыль корпораций 108; государственные закупки товаров и услуг 144; сбережения населения 32; чистые внутренние инвестиции 66.

Определите: ВВП, ЧНП, НД.

Задача 4.

Дано:

- 1) личные потребительские расходы – 210;
- 2) заработная плата – 184;
- 3) трансфертные платежи – 16;
- 4) косвенные налоги – 21;
- 5) арендные платежи – 15;
- 6) отчисления в фонды медицинского страхования – 3;
- 7) амортизация – 15;
- 8) отчисления в фонд помощи безработным – 12;
- 9) импорт – 12;

- 10) взносы на социальное страхование – 6;
- 11) проценты на капитал – 14;
- 12) прибыль корпораций – 43;
- 13) индивидуальные налоги – 14;
- 14) доход от собственности – 27;
- 15) экспорт – 17;
- 16) чистые частные внутренние инвестиции – 65;
- 17) государственные закупки товаров и услуг – 50;
- 18) отчисление в фонды пенсионного обеспечения – 5.

Рассчитать ВВП как по доходам, так и по расходам. Определить другие показатели национальных счетов: ЧВП и НД.

Задача 5.

Кругооборот расходов и доходов в закрытой экономической системе характеризуется следующими потоками: 900 ед. — заработная плата наемных работников; 200 ед. — чистые частные внутренние инвестиции; 100 ед. — дивиденды; 700 ед. — потребительские расходы домохозяйств; 200 ед. — пенсии, стипендии, пособия; 300 ед. - подоходные налоги; 150 ед. — налоги на прибыль корпораций; 200 ед. — государственные закупки товаров и услуг.

Заполните следующую таблицу.

От/к	Домохозяйствам	Предпринимателям	Государству	Всего
Домохозяйств				
Предпринимателей				
Государства				
Всего				

Тесты (выберите правильный ответ)

В тесте 12 вопросов, на каждый вопрос существует единственно правильный вариант ответа. Время тестирования 15 минут. Критерии оценки: менее 6 правильных ответов – неудовлетворительно; от 6 до 8 – удовлетворительно; от 9 до 10 – хорошо; 11 и более – отлично.

1. Валовой внутренний продукт (ВВП) отличается от валового национального продукта (ВНП):

а) на величину сальдо между доходами, полученными резидентами данной страны за рубежом, и доходами, полученными иностранными резидентами на территории данной страны;

б) ВВП - это сумма всех произведенных товаров и услуг в отличие от ВНП, представляющего собой сумму всех реализованных товаров и услуг;

в) на величину сальдо между доходами, полученными юридическими и физическими лицами данной страны за рубежом.

2. Для определения величины национального дохода надо:

а) вычесть из величины ВНП сумму косвенных налогов;

б) уменьшить величину ВВП на сумму износа используемых основных фондов;

в) вычесть из величины ВВП сумму амортизационных отчислений за данный период, сумму косвенных налогов и объем государственных субсидий.

3. К личным потребительским расходам домохозяйств относятся — это:
- а) расходы домохозяйств на приобретение товаров и услуг
 - б) налоги;
 - в) все ответы верны.
4. Источником личных доходов являются:
- а) доходы от собственности;
 - б) трансфертные платежи;
 - в) все ответы верны.
5. Национальное богатство – это:
- а) природные и человеческие ресурсы;
 - б) культурные ценности;
 - в) средства производства, накопленное имущество, природные ресурсы, материальные и культурные ценности.
6. Экономический рост измеряется как:
- а) увеличение реального объема национального производства за определенный временной период;
 - б) увеличение реального объема производства на душу населения за определенный период времени;
 - в) все ответы верны.
7. К экстенсивным факторам экономического роста относится:
- а) увеличение производительности труда;
 - б) улучшение организации производства;
 - в) увеличение численности занятых в производстве работников.
8. Циклический характер развития экономики проявляется:
- а) в колебаниях экономической конъюнктуры, имеющих периодический характер;
 - б) в периодических спадах деловой активности;
 - в) в периодических подъемах деловой активности.
9. Фазами промышленного цикла принято считать:
- а) бум, подъем, о и рост экономики;
 - б) депрессию, спад, падение деловой активности;
 - в) оживление, подъем, депрессию, кризис.
10. Антициклическое регулирование экономики направлено:
- а) на сокращение кризисного падения производства;
 - б) на ускорение экономического роста;
 - в) на стабилизацию экономического развития.
11. В период экономических спадов совокупный спрос в национальном хозяйстве:
- а) увеличивается;
 - б) уменьшается;
 - в) остается без изменений.
12. Циклический характер экономического развития характерен для:
- а) рыночной экономики;
 - б) традиционной экономики;
 - в) командно-административной экономики.

ТЕМА 3.2. МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ.

Задача 1.

В текущем году располагаемый доход населения страны увеличился с 800 до 900 ден. ед. При этом потребительские расходы населения возросли с 750 до 840 ден. ед. Определить предельные склонности к накоплению и потреблению.

Задача 2.

Предположим, что первоначально экономика функционирует на уровне своего потенциала (Y_p). Впоследствии, в результате шока происходит снижение совокупного спроса при каждом значении уровня цен. В условиях жесткости цен это вызовет:

- увеличение уровня безработицы;
- сокращение запаса капитала в экономике;
- снижение потенциального ВВП;
- повышение заработной платы и цен.

Ответ пояснить графиком.

Задача 3.

Функция сбережений домохозяйств имеет следующий вид: $S = 20r - 150$. Реальная ставка процента (r) снизилась с 15 до 10 % годовых. Найти при неизменной величине располагаемого дохода объем потребительских расходов домохозяйств.

Тесты (выберите правильный ответ)

В тесте 5 вопросов, на каждый вопрос существует единственно правильный вариант ответа. Время тестирования 7 минут. Критерии оценки: менее 3 правильных ответов – неудовлетворительно; 3 – удовлетворительно; 4 – хорошо; 5 – отлично.

- Увеличение количества денежного в обращении в модели AD-AS отражается:
 - сдвигом кривой совокупного предложения вправо;
 - сдвигом кривой совокупного спроса влево;
 - сдвигом кривой совокупного спроса вправо.
- Увеличение равновесного объема реального ВВП при снижении уровня цен возможно:
 - при одновременном росте совокупного спроса и снижении издержек производства в результате внедрения новых технологий;
 - при увеличении совокупного спроса;
 - невозможно ни при каких условиях.
- Кривая совокупного спроса выражает взаимосвязи между:
 - уровнем цен и запланированными фирмами, домохозяйствами и государством расходами на покупку конечных товаров и услуг;
 - уровнем цен и запланированными потребительскими расходами домохозяйств;
 - уровнем цен и запланированным фирмами реальным объемом конечных товаров и услуг.

4. Совокупный спрос описывается функцией вида:

а) $AD = (M \cdot V) / P$;

б) $AD = (M \cdot P) / V$;

в) $AD = (P \cdot V) / M$.

5. Сбережения домохозяйств — это:

а) общий портфель активов семьи;

б) доход, полученный за определенный период и использованный на покупку товаров и услуг;

в) доход, полученный за определенный период и не использованный на потребление.

ТЕМА 3.3. МАКРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ НЕСТАБИЛЬНОСТЬ

Задача 1.

В ходе экономического подъема доля людей, оставляющих в единицу времени работу, в общем числе занятых снизилась с 0.012 до 0.008, а доля безработных, находящих работу, повысилась с 0.1 до 0.112.

На сколько возрос НД в фазе подъема, если коэффициент Оукена равен 3?

Задача 2.

Численность населения составляет 100 млн. чел., 24 млн. чел. — дети до 16 лет, а также люди, находящиеся в длительной изоляции (в психиатрических больницах, в исправительных учреждениях и т.д.); 30 млн. чел. выбыли из состава рабочей силы; 4 млн. 600 тыс. чел. — безработные; 1 млн. чел. — работники, занятые неполный рабочий день и ищущие работу. Используя эти статистические данные, рассчитайте:

а) численность рабочей силы;

б) уровень безработицы.

Тесты (выберите правильный ответ)

В тесте 11 вопросов, на каждый вопрос существует единственно правильный вариант ответа. Время тестирования 15 минут. Критерии оценки: менее 6 правильных ответов — неудовлетворительно; от 6 до 8 — удовлетворительно; от 9 до 10 — хорошо; 11 — отлично.

1 Инфляция — это

а) рост цен;

б) обесценивание денег по отношению к реальным;

в) все ответы неправильны.

2. Если рост цен на товары не превышает 5% в год, то это:

а) ползучая инфляция;

б) гиперинфляция;

в) галопирующая инфляция.

3. Если цены различных товарных групп растут, но относительно друг друга не меняются, то это:

а) ожидаемая инфляция;

- б) подавленная инфляция;
 - в) сбалансированная инфляция.
4. Если повышаются цены на сырье, растет заработная плата, а объем производства и занятость снижаются, то это:
- а) инфляция избыточного спроса;
 - б) стагфляция;
 - в) инфляция издержек производства.
5. Кривая, показывающая связь между уровнем безработицы и годовым темпом роста цен, — это:
- а) кривая Лоренца;
 - б) кривая Лаффера;
 - в) кривая Филипса.
6. Покупательная способность денег в условиях инфляции:
- а) снижается;
 - б) повышается;
 - в) не изменяется.
7. Инфляция проявляется:
- а) в росте общего уровня цен и росте реальных доходов населения;
 - б) в росте общего уровня цен и падении реальных доходов населения;
 - в) только в росте общего уровня цен без изменения реальных доходов.
8. Экономисты считают, что полная занятость в стране достигается в том случае, когда:
- а) все население страны работает;
 - б) работают все, кто достиг трудоспособного возраста;
 - в) работают все, кто хочет работать.
9. Естественный уровень безработицы отличается от фактического на величину:
- а) циклической безработицы;
 - б) фрикционной безработицы;
 - в) структурной безработицы.
10. В условиях полной занятости уровень структурной безработицы:
- а) равен 0;
 - б) меньше 1 %;
 - в) меньше, чем уровень фрикционной безработицы.
11. Определите, какие лица относятся к безработным:
- а) рабочий, уволившийся по собственному желанию;
 - б) токарь, переведенный на неполный рабочий день;
 - в) студент дневного отделения высшего учебного заведения.

ТЕМА 4.1. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ БЮДЖЕТ

Задача 11.1.

Предположим, что государственные закупки равны 500, налоговая функция имеет вид $T = 0.4Y$, функция трансфертов $F = 0.2Y$, уровень цен $P = 1$. Федеральный долг $D =$

1000 при ставке процента $R = 0,1$. Реальный объем производства равен 2000, а потенциальный составляет 2500.

Ответьте на следующие вопросы:

- а) является ли сальдо госбюджета положительным или отрицательным?
- б) какова величина структурного дефицита госбюджета?
- в) какова величина циклического дефицита госбюджета?

Задача 11.2.

В текущем году НД страны составил 40 ден. ед. при полной занятости НД составил бы 48 ден. ед. Государственные расходы составили 15 ден. ед., а действующая ставка подоходного налога равнялась 25%. С учетом исполнения бюджета в текущем году доля государственного долга в НД составила 50 %. Текущая ставка процента (по обслуживанию долга) равнялась 8 %.

На основе приведенных данных определить дефицит государственного бюджета: а) общий; б) структурный; в) циклический; г) первичный.

Тесты (выберите правильный ответ)

В тесте 8 вопросов, на каждый вопрос существует единственно правильный вариант ответа. Время тестирования 11 минут. Критерии оценки: менее 4 правильных ответов – неудовлетворительно; от 4 до 5 – удовлетворительно; от 6 до 7 – хорошо; 8 – отлично.

1. Государственный бюджет – это:

- а) все денежные средства страны;
- б) годовой план государственных расходов и источников их покрытия;
- в) доходы, полученные государством в текущем году.

2. Бюджет существует:

- а) только у государства;
- б) у всех экономических субъектов;
- в) все ответы верны.

3. Дефицит государственного бюджета — это:

- а) превышение доходов государства над его расходами;
- б) увеличение расходов государства;
- в) уменьшение налоговых поступлений в бюджет.

4. Дефицит государственного бюджета — это всегда явление:

- а) негативное;
- б) позитивное;
- в) нейтральное.

5. Профицитное состояние бюджета отмечается, когда:

- а) доходы = расходам;
- б) расходы > доходов;
- в) доходы > расходов.

6. Основной статьей доходов в государственный бюджет являются:

- а) налоги;
- б) неналоговые поступления;
- в) взносы в государственные фонды социального страхования.

7. Государственный долг иностранным государствам, организациям, лицам называется:

- а) внешним;
- б) импортным;
- в) иностранным.

8. Консолидация внешнего долга – это:

- а) превращение краткосрочной и среднесрочной задолженности в долгосрочную;
- б) выплата долгов за счет золотовалютных резервов страны;
- в) превращение внешнего государственного долга в долгосрочные иностранные инвестиции.

ТЕМА 4.2. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ НАЛОГОВ

Задача 1.

Косвенные налоги составляют 10% от ВВП. За год их абсолютная величина увеличилась на 15%, а остальные компоненты ВВП не изменились.

Найти относительное изменение ВВП.

Задача 2.

Правительство получило иностранный заем в размере 1 млрд. долл. по годовой ставке 8%. Эти средства вкладываются в инвестиционные проекты, которые позволяют получить ежегодный прирост ВВП в размере 300 млн. долл. в течение нескольких последующих лет. Рассчитайте:

- а) в каком размере увеличится государственный долг?
- б) вырастет ли чистое налоговое бремя, налагаемое на граждан данной страны?
- в) через сколько лет страна сможет погасить этот долг?

Тесты (выберите правильный ответ)

В тесте 5 вопросов, на каждый вопрос существует единственно правильный вариант ответа. Время тестирования 7 минут. Критерии оценки: менее 3 правильных ответов – неудовлетворительно; 3 – удовлетворительно; 4 – хорошо; 5 – отлично.

1. Фискальная политика — это:

- а) налоговая политика;
- б) финансово-бюджетная политика;
- в) кредитная политика.

2. Прямые налоги — это:

- а) налоги на все виды доходов;
- б) налоги на продажу товаров;
- в) все ответы неверны.

3. К прямым налогам не относится:

- а) налог на добавленную стоимость;
- б) налог на заработную плату;
- в) налог на прибыль предприятий.

4. Взаимосвязь между ставкой налогов и величиной налоговых поступлений в

государственный бюджет отражается:

- а) кривой Филлипса;
- б) кривой Оукэна,
- в) кривой Лаффера.

5. Фискальная политика может быть:

- а) стимулирующей;
- б) сдерживающей,
- в) все ответы верны.

ТЕМА 4.3. ФИНАНСОВО-КРЕДИТНАЯ СИСТЕМА

Задача 1.

Если вы возьмете в банке кредит в размере 10 тыс. руб. под 10% годовых сроком на 2 года, какую всего сумму вы заплатите банку по истечении этого срока в качестве платы за кредит?

Задача 2.

Норма обязательных резервов равна 20%. Коммерческий банк хранит еще 5% от суммы депозитов в качестве избыточных резервов. Величина депозитов составляет 10 000. Какую максимальную сумму банк может использовать для выдачи ссуд?

Задача 3.

Суммарные резервы коммерческого банка составляют 220 млн. руб. Депозиты равны 950 млн. руб. Обязательная норма резервирования депозитов составляет 20%. Как может измениться предложение денег, если банк решит использовать все свои избыточные резервы для выдачи ссуд?

Задача 4.

Пассив баланса коммерческого банка содержит следующие статьи (млн. руб.): вклады до востребования — 500; срочные вклады — 250; собственный капитал — 100.

Норматив минимального резервного покрытия по вкладам до востребования равен 15 %, а по срочным вкладам — 10 %.

1) На какую сумму банк сможет увеличить кредиты, если половина вкладов до востребования будет переоформлена на срочные вклады?

2) Как изменится эта сумма, если владельцы срочных вкладов на 40 % своих возросших депозитных средств купят у банка ценные бумаги?

Задача 5.

Когда ставка процента (i) стала равна 2, возникло состояние ликвидной ловушки. При этом множество сочетаний y , i , соответствующее равновесию на рынке благ, описывалось уравнением $i = 10 - 0.02y$.

Определить функцию совокупного спроса (AD).

Тесты (выберите правильный ответ)

В тесте 7 вопросов, на каждый вопрос существует единственно правильный вариант ответа. Время тестирования 10 минут. Критерии оценки: менее 3 правильных ответов – неудовлетворительно; от 3 до 4 – удовлетворительно; от 5 до 6 – хорошо; 7 – отлично.

1. Функции денег состоят в том, что:

- а) деньги служат для измерения стоимости и накопления сокровищ;
- б) деньги являются средством обращения и средством платежа;
- в) все ответы верны.

2. Чем бумажные деньги отличаются от кредитных:

- а) бумажные деньги это наличные, а кредитные деньги существуют в форме записи на банковских счетах;
- б) бумажные деньги не подлежат вывозу за пределы страны;
- в) бумажные деньги предназначены для оплаты недорогих товаров, а кредитные деньги используются при оплате дорогостоящих товаров и услуг.

3. Коммерческий кредит это:

- а) кредит коммерческих банков;
- б) кредит под высокие проценты;
- в) взаимокредитование предприятий.

4. Рядовыми признаками кредита являются:

- а) платность, срочность, возвратность;
- б) платность, ликвидность и безопасность;
- в) ликвидность, срочность, адресность.

5. Что из себя представляет процент, который заемщики платят за банковскую ссуду:

- а) зарплату банковских служащих;
- б) цену товаров, которые приобретаются на заемные средства;
- в) цену денег, выдаваемых в качестве кредита.

6. Чем занимаются банки:

- а) продают и покупают ценные бумаги;
- б) ведут счета по операциям своих клиентов;
- в) все ответы верны.

7. Денежно-кредитная политика проводится:

- а) правительством страны;
- б) Центральным банком страны;
- в) министерством финансов.

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 «Социология»**

специальность подготовки:

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

форма обучения: очная, заочная

Рязань 2020

Методические рекомендации для самостоятельной работы по дисциплине «Социология» для студентов очной и заочной форм обучения специальности подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника** разработаны доцентом кафедры гуманитарных дисциплин Забара А.Л.

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «_31_» _августа_ 2020 г., протокол №1.

Заведующий кафедрой гуманитарных дисциплин


(И.О.Фамилия) _____ Назаренко Л.Л.
(Ф.И.О.)

Содержание

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	Ошибка! Закладка не определена.
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ.....	6
4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ УСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
5. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ	9
6. ТЕМАТИКА ДОКЛАДОВ.....	12
Приложение 1.....	144
Приложение 2.....	144

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цели и задачи дисциплины:

Учебная дисциплина «Социология» имеет целью формирование у выпускника социологического видения окружающей действительности, знаний, навыков исследовательской работы и компетенций, обеспечивающих его готовность применять полученные знания, умения и личностные качества в стандартных и изменяющихся ситуациях профессиональной деятельности.

Задачами дисциплины являются следующие:

- Формирование навыков социологического мышления и анализа у студентов, понимания организационно-управленческих проблем, нахождения их социологического решения и последствий.
- Обеспечение условий для активации познавательной деятельности студентов, и формирования у них опыта организации простейшего социологического исследования в сфере профессиональной деятельности.
- Стимулирование возникновения интереса к изучению социальных проблем, самостоятельной деятельности по освоению содержания дисциплины и формированию необходимых компетенций.

Типы задач профессиональной деятельности выпускников:

- научно-исследовательский;
- проектный;
- конструкторский;
- технологический;
- эксплуатационный;
- организационно-управленческий;
- монтажный;
- наладочный.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Объект, предмет и методы социологии

Определение социологии, ее объекта, предмета и методов. Социология и естественные науки: математика, информатика, статистика. Социология в системе гуманитарных наук: история, социальная философия, социальная психология. Функции, структура и уровни социологического знания. Отрасли социологии.

Тема 2. История становления и развития социологии

Социология как наука об обществе. Объективные предпосылки возникновения западной социологии. Становление научной социологии в 40-е годы XIX столетия. О. Конт - родоначальник социологии. Классический период развития социологии. Современные социологические теории. Русская социологическая мысль. Социологические школы.

Тема 3. Общество как социокультурная система

Понятие об обществе как системном образовании. Основные признаки общества. Типологии обществ. Этапы развитие общества. Важнейшие подсистемы общества. Общество как социокультурный организм. Культура как система ценностей и норм, регулирующих взаимосвязи в обществе.

Тема 4. Социализация личности

Человек как биосоциальная система. Основные факторы развития личности. Определение и структура личности. Социальные типы личности. Социализация как социокультурный процесс: его особенности, стадии и формы. Понятие социального статуса и социальной роли. Ролевое напряжение и ролевой конфликт.

Тема 5. Социальная структура и стратификация

Социальная структура (горизонтальный срез общества) и социальная стратификация (вертикальный срез), причины их возникновения. Основные измерения стратификации: власть, доход, образование и др. Исторические типы стратификации: рабство, касты, сословия, классы. Многообразие моделей стратификации. Основные концепции социальной структуры, стратификации. Правящий класс и властвующая элита. Проблема среднего и «предпринимательского» класса в современном российском обществе. Социальная мобильность. Типология мобильности, проблемы.

Тема 6. Социальные институты, социальные группы и социальные организации

Понятие «социальный институт». Институт как элемент социальной системы общества. Структура социальных институтов, их типология и иерархия. Функции, цели и задачи социальных институтов. Закономерности функционирования институтов. Источники развития (или кризиса) социальных институтов. Основные институты: семья, производство, государство, образование и сферы их влияния. Значение институциональных признаков в функционировании социальных институтов. Социальные группы и общности, их виды. Определение организации, её структура и динамика. Существенные признаки организации. Типология организаций.

Тема 7. Социальный контроль

Понятие социальной нормы, социального порядка, социального контроля. Социальный контроль как механизм социальной регуляции поведения людей. Элементы социального контроля: нормы и санкции. Классификация социальных норм. Типология социальных санкций. Внешний и внутренний контроль. Функции социального контроля. Способы осуществления социального контроля в обществе: социальный контроль через социализацию, через групповое давление, через принуждение и др. Механизмы социального контроля. Социальная и индивидуальная шкала оценок. Социальные санкции. Правовое регулирование социальной жизни.

Тема 8. Социальные конфликты

Возникновение теории социальных конфликтов. Теоретические разработки проблемы социальных конфликтов К. Марксом и Г. Зиммелем. Конфликтная парадигма Р. Дарендорфа. Функциональная теория конфликта Л. Козера. Элементы теории социального конфликта. Функции социального конфликта. Управление конфликтом и конфликтное управление как новые парадигмы мышления и действия. Основные этапы возникновения и развития социального конфликта. Возникновение и причины конфликтной ситуации. Характеристика и острота конфликта. Факторы, влияющие на возникновение и длительность социального конфликта. Последствия социального конфликта. Национальные противоречия. Причины обострения и основные направления решений национального и территориального вопросов.

Тема 9. Методология и методы социологического исследования

Социологическое исследование как средство познания социальной реальности. Основные характеристики социологического исследования, его структура, функции и виды. Классификация и характеристика основных методов сбора социологической информации. Количественные и качественные методы сбора социологической информации. Выборочный метод. Программа социологического исследования - основной научно-методический документ. Структура программы социологического исследования. Планирование и проведение комплекса организационно-подготовительных мероприятий исследования. Элементы программы социологических процедур на всех этапах исследования. Измерения социальных явлений. Этапы исследования: пилотажный, полевой, обработка первичной информации, анализ вторичных данных, формулирование выводов и рекомендаций. Подготовка отчета о результатах исследования и прогнозирование.

3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Основной вид деятельности студента – самостоятельная работа. Она включает в себя изучение лекционного материала, учебников и учебных пособий, первоисточников, подготовку выступлений на семинарских занятиях, выполнение заданий преподавателя.

Основными задачами самостоятельной работы студентов являются:

- изучение теоретического материала по учебникам курса и инструктивным материалам, периодическим изданиям;
- выполнение домашних заданий, связанных с:
 - ⇒ подготовкой к семинарским занятиям (изучение теоретического материала по курсу с использованием текстов лекций и дополнительной литературы);
 - ⇒ подготовкой выступлений по темам дисциплины;
 - ⇒ сбором информации и её анализом для выполнения индивидуальных заданий;
 - ⇒ подготовкой к практическим занятиям;
 - ⇒ подготовкой к сдаче зачета.

Самостоятельная работа студентов в ходе семестра является важной составной частью учебного процесса и необходима для закрепления и углубления знаний, полученных в период семестра или сессии на лекциях, практических и лабораторных занятиях, а также

для индивидуального изучения дисциплины в соответствии с программой и рекомендованной литературой.

Самостоятельная работа выполняется в виде подготовки домашнего задания или сообщения по отдельным вопросам, выполнения соответствующих изученной тематике практических заданий, предложенных в различной форме.

Контроль качества самостоятельной работы может осуществляться с помощью устного опроса на практических занятиях, заслушивания сообщений и докладов, проверки результативности выполнения практических заданий.

Устные формы контроля помогают оценить уровень владения студентами жанрами научной речи (дискуссия, диспут, сообщение, доклад и др.), в которых раскрывается умение обучающихся использовать изученную терминологию и основные понятия дисциплины, передать нужную информацию, грамотно использовать языковые средства, а также ораторские приемы для контакта с аудиторией. Письменные формы контроля помогают преподавателю оценить уровень овладения обучающимися теоретической информацией и навыки ее практического применения, научным стилем изложения, для которого характерны: логичность, точность терминологии, обобщенность и отвлеченность, насыщенность фактической информацией.

Тема 1. Объект, предмет и функции социологии

Вопросы:

1. Каково отличие объекта социологии от её предмета?
2. Расскажите о междисциплинарных связях курса социологии.
3. Какова структура социологии?
4. Какие методы применяются в социологии?
5. Перечислите основные функции социологии.

Тема 2. История становления и развития социологии

Вопросы:

1. Становление и развитие западной социологии в XIX – нач. XX вв.
2. Парадигмы современной западной социологии.
3. Социология в России: история и современное состояние.
4. В какие годы произошел спад в российской социологии и с чем он был связан?
5. В чем специфика развития российской социологии?

Тема 3. Общество как социокультурная система

Вопросы:

1. Охарактеризуйте общество как социальную систему.
2. Какова специфика общества как социальной системы, его структура?
3. Типология общества.
4. Этапы развития общества.
5. Признаки общества.

Тема 4. Личность в социальной системе

Вопросы:

1. Личность и общество. Их взаимодействие.
2. Процесс социализации.
3. Социальные нормы: роль в регуляции поведения.
4. Жизненные кризисы личности.
5. Типы личности.
6. Понятие социальной роль, социальный контроль

Тема 5. Социальная структура и стратификация

Вопросы:

1. Социальная структура общества, ее виды и элементы.

2. Сущность социальной стратификации, ее критерии.
3. Направления социальной мобильности.
4. Динамика стратификационных процессов в современном обществе.

ТЕМА 6. Социальные институты, социальные группы и социальные организации

Вопросы:

1. Понятие социального института:
2. основные подходы к определению социального института.
3. Структура и функции социальных институтов.
4. Семья как социальный институт:
 - специфика семьи как социального института и социальной группы;
 - анализ социальных функций семьи;
 - структура и типология семьи.
5. Взаимодействие общества и семьи.
6. Социальные институты образования:
 - функционирование системы образования как социального института и ее структура;
 - противоречия и проблемы образования на современном этапе.

Тема 7. Социальный контроль

Вопросы:

1. Понятие социальной нормы, социального порядка, социального контроля.
2. Элементы социального контроля: нормы и санкции.
3. Классификация социальных норм.
4. Типология социальных санкций. Внешний и внутренний контроль.
5. Функции социального контроля.

Тема 8. Социальные конфликты

Вопросы:

1. Причины социального конфликта.
2. Этапы протекания конфликта.
2. Функции социального конфликта.
4. Характеристики конфликта.
5. Последствия социального конфликта.

Тема 9. Методология и методы социологического исследования

Вопросы:

1. Что представляет собой программа социологического исследования?
2. Из каких структурных разделов состоит программа социологического исследования?
3. Каковы основные функции программы социологического исследования?
4. Как определяются проблема, цель и задачи социологического исследования?
5. Назовите основные элементы рабочего плана исследования.
- 6- Составьте собственную программу конкретного социологического исследования (КСИ).

4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ УСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Объект и предмет социологии как науки.
2. Место социологии в системе общественных наук. Взаимосвязь социологии с другими науками.

3. Структура, методы и функции социологии.
4. Основные этапы исторического развития социологической мысли.
5. Основные направления развития социологии в XIX - начале XX вв.
6. Социология XX столетия. Особенности развития отечественной социологической науки.
7. Социологическое исследование в системе образования.
8. Методика, техника и процедура в социологическом исследовании.
9. Методы сбора данных в социологическом исследовании.
10. Общество как субъект исторического развития. Сущность, структура, функции общества.
11. Тенденции развития современного общества.
12. Социальная структура общества. Основания социальной дифференциации.
13. Социально-классовая структура общества.
15. Личность как объект и субъект социального развития.
16. Система социализации личности.
17. Социальные проблемы молодежи.
19. Молодежные движения и объединения.
20. Социализация молодежи и ее особенности в современных условиях.
21. Социальный институт семьи и брака. Проблемы современной семьи.
22. Культура как форма взаимодействия личности и общества.
23. Социальные проблемы развития культуры.
24. Государство как социальный институт: его типы, структура и функции.
25. Роль воспитания в социализации личности.
26. Социальные функции образования.

5. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

(ключи к тесту в Приложении 1)

1. Время возникновения термина «информационное общество»?

- а) в конце XIX века
- б) Во второй половине XX века
- в) в начале XX века

2. Какого типа общества нет в типологии Т. Парсонса?

- а) сложносоставного общества
- б) примитивного общества
- в) промежуточного общества
- г) современного общества

3. Целостность, иерархичность, устойчивость, открытость, способность к саморазвитию – это признаки общества:

- а) как совокупности сфер
- б) как совокупности социальных институтов
- в) как системы
- г) как единства всех групп населения, входящих в него

4. Какого типа общества не существует?

- а) традиционного
- б) нетрадиционного
- в) письменного
- г) дописьменного

5. Ресоциализация – это:

- а) неудачная социализация
- б) овладение новыми ценностями и ролями для замены ранее недостаточно усвоенных
- в) социализация в преклонном возрасте
- г) социализация в раннем детстве

6.В социологии выделяются два уровня социализации личности ...

- а) первичная и вторичная социализация
- б) основная и неосновная социализация
- в) официальная и неофициальная социализация
- г) формальная и неформальная

7.Назовите, кто и в какой работе впервые ввёл в употребление термин «социология»?

- а) Э. Дюркгейм «О разделении общественного труда»
- б) И. Кант «Критика чистого разума»
- в) М. Вебер «Основные социологические понятия»
- г) О. Конт «Курс позитивной философии»
- д) П. Сорокин «Система социологии»

8.Социальная стратификация это:

- а) разделение данной совокупности на классы
- б) система признаков социального расслоения в социальной системе
- в) дифференциация группы индивидов по религиозным, политическим, правовым

признакам

9.Теорию социальной стратификации и мобильности обосновал ...

- а) П. Сорокин
- б) М. Ковалевский
- в) Н. Михайловский
- г) К. Маркс

10.Что такое социализация личности

- а) перемещение индивида на более высокую или более низкую социальную позицию
- б) поведение, ожидаемое от человека в связи с его социальным статусом
- в) совокупность действий, направленных на изменение социальной системы
- г) процесс усвоения индивидом социальных норм и ценностей данного общества, а также навыков поведения, соответствующих его социальным ролям

11.В социологии выделяются два уровня социализации личности ...

- а) первичная и вторичная социализация
- б) основная и неосновная социализация
- в) официальная и неофициальная социализация
- г) формальная и неформальная социализация

12.Какое из перечисленных понятий относится к сфере изучения социологии

- а) капитал
- б) статус
- в) чувство
- г) симпатия

13.Основоположником методологии позитивизма является

- а) Г. Спенсер
- б) П. Сорокин
- в) Г. Зиммель
- г) Э. Дюркгейм
- д) О.Конт

14.Первой стадией социологического исследования является

- а) интерпретация результатов
- б) отчет по результатам
- в) постановка проблемы исследования
- г) проведение исследования

15.Какие из следующих определений социальной стратификации верны?

- а) наличие в том или ином обществе множества социальных образований, представители которых различаются между собой неравным объемом власти и материального богатства, прав и обязанностей, привилегий и престижа

б) социальная дифференциация, связанная с социальными различиями и социальным неравенством и стимулированием различных форм деятельности

в) совокупность в обществе социальных слоев, расположенных в иерархическом порядке

г) расслоение людей на классы и иерархические ранги

д) расстояние между двумя статусами или позициями индивидов или социальных групп относительно друг друга

16. Являются ли верными следующие определения социального статуса?

а) социальный статус – это совокупность социальных ценностей, взглядов и оценок, которых придерживается личность

б) социальный статус – это социальная позиция индивида в группе или обществе

в) социальный статус – это принадлежность индивида к определенной касте, сословию, классу

17. По вашему мнению, маргиналы – это:

а) личности и группы, находящиеся за рамками характерных для данного общества основных структурных подразделений или господствующих норм и традиций

б) индивид или группа, занимающие промежуточное положение на границе между двумя и более культурами, частично ассимилированные в каждую, но полностью – ни в одну из них

в) индивиды или личности, находящиеся в социальных контактах и отношениях, которые носят безличностный характер

18. Какие из следующих определений социальной мобильности верны?

а) переход индивида (группы) из одних социальных слоев в другие, продвижение к позициям с более (менее) высоким престижем, доходом и властью

б) любой переход индивида или социального объекта от одной социальной позиции к другому

в) перемещение индивида или группы в социальной структуре, не сопровождающееся сменой социального статуса

19. Кого из представителей социологической науки называют русско-американским социологом?

а) М Ковалевского

б) Т. Парсонса

в) Е. де Роберти

г) П. Сорокина

20. Успешная карьера конкретного молодого специалиста является примером:

а) вертикальной мобильности

б) горизонтальной мобильности

в) групповой мобильности

г) межпоколенной мобильности

21. Социальные изменения происходят:

а) на макро- и микроуровне

б) только на макроуровне

в) только на микроуровне

22. Усвоения новых норм, ценностей, мировоззрения и моделей поведения называется -

а) ресоциализация

б) десоциализация

в) социализация

г) идентификация

д) коммуникация

23. Отдельно взятый человек как единичный представитель общества, нации, класса, социальной группы -

а) индивид

б) человек

- в) личность
- г) маргинал
- д) гражданин

24. Предмет социологии — это:

- а) социальные отношения и социальные взаимодействия
- б) межличностные взаимодействия людей
- в) личность

25. Что является объектом изучения социологии:

- а) человеческая история
- б) человек
- в) человеческое общество
- г) человеческое сознание

26. Термин «социология» появился в

- а) конце XVIII века
- б) античности
- в) начале XX века
- г) первой половине XIX века

27. Основными функциями социологии являются:

- а) Диагностическая, прогностическая, целеполагающая, практическая
- б) Теоретико-познавательная, прикладная, социального прогноза и контроля, гуманистическая функция
- в) Аналитическая, системная, воспитательная, организационная
- г) Практическая, коммуникативная, организационная, воспитательная

28. Какие уровни социологического знания существуют:

- а) теоретический и эмпирический
- б) базовый и средний
- в) высший и низший

29. Осуществление научно обоснованной перспективы развития общества – это функция социологии:

- а) прогностическая
- б) познавательная
- в) инструментальная

30. Основоположниками теории информационного общества являются

- а) Ю. Хааши, Т. Умесао, Ф. Махлуп
- б) Г. Шиллер, Э. Гидденс, Ю. Хабермас
- в) К. Маркс, Ф. Энгельс

6. ТЕМАТИКА ДОКЛАДОВ

(рекомендации по оформлению докладов в Приложении 2)

1. Социальные функции культурных памятников.
2. Стил жизни студенчества: показатели и тенденции.
3. Предприниматели, как социальный слой, формирующийся в условиях современного российского общества.
4. Субкультура молодёжи: современные ценностные ориентации молодых россиян.
5. Российская семья в современных российских условиях.
6. Причины социальных конфликтов в российском обществе.
7. Социальные проблемы российских городов.
8. Социальные причины суицида.
9. Наркомания как социальное явление.
10. Социальные последствия безработицы.
11. Новые социальные группы и слои современной России.
12. Социологический анализ политических элит.
13. Социологический анализ «массовой культуры».

14. Социальные и культурно-исторические корни алкоголизации в России.
15. Детская беспризорность в России как социальная проблема.
16. Нетрадиционные формы религиозных организаций.
17. Роль социологии в профессиональной подготовке специалиста и руководителя.
18. Современный этап развития социологии.
19. Информационное общество.
20. Социальные проблемы развития культуры.
21. Роль воспитания в социализации личности.
22. Социальные функции образования.
23. Национальные конфликты в РФ.
24. Социология рубежа XXI века.
25. Современное состояние культуры в мире и в России.
26. Основные концепции социальной структуры, стратификации.
27. О.Конт - родоначальник социологии.
28. Социализация индивида.
29. Общество как социокультурный организм.
30. Проблема «среднего» класса в современном российском обществе.

Ключи (ответы) к тестовым заданиям для самопроверки.

1.	б	16.	б
2.	а	17.	б
3.	в	18.	а, в
4.	б	19.	г
5.	а	20.	а
6.	а	21.	а
7.	г	22.	а
8.	а	23.	а
9.	а	24.	а
10.	г	25.	в
11.	а	26.	г
12.	б	27.	б
13.	д	28.	а
14.	в	29.	а
15.	а, б, г	30.	а

Общие рекомендации по оформлению докладов

1. Текст печатается на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала.
2. Цвет шрифта - черный. Размер шрифта (кегель) — 14. Типшрифта — Times New Roman. Шрифт печати должен быть прямым, четким, черного цвета, одинаковым по всему объему текста. Основной текст обязательно выравнивается по ширине. Заголовки выравниваются по центру.
3. Размер абзацного отступа (красной строки) — 1,25 см.
4. Страница с текстом должна иметь левое поле 30 мм (для прошива), правое — 15 мм, верхнее и нижнее 20 мм.
5. Страницы работы нумеруются арабскими цифрами (нумерация сквозная по всему тексту). Номер страницы ставится в правом нижнем листа без точки. Размер шрифта 14. Тип шрифта — TimesNewRoman. Титульный лист и оглавление включается в общую нумерацию, номер на них не ставится. Все страницы, начиная с 3-й (ВВЕДЕНИЕ), нумеруются.

Библиографическое оформление

Библиографическое оформление работы (ссылки, список использованных источников и литературы) выполняется в соответствии с едиными стандартами по библиографическому описанию документов - ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления», ГОСТ Р7.0.5 2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

Каждая библиографическая запись в списке получает порядковый номер и начинается с красной строки. Нумерация источников в списке сквозная.

Список использованных источников и литературы следует составлять в следующем порядке:

1. Нормативно-правовые акты.
2. Научная и учебная литература по теме (учебные пособия, монографии, статьи из сборников, статьи из журналов, авторефераты диссертаций). Расположение документов

– в порядке алфавита фамилий авторов или названий документов. Не следует отделять книги от статей. Сведения о произведениях одного автора должны быть собраны вместе.

3. Справочная литература (энциклопедии, словари, словари-справочники)
4. Иностранная литература. Описание дается на языке оригинала. Расположение документов - в порядке алфавита.
5. Описание электронных ресурсов

Пример:

1. Федеральный закон «Об основах системы профилактики безнадзорности и правонарушений несовершеннолетних» № 120-ФЗ от 24.06 1999 г.
2. Постановление правительства РФ «Об утверждении примерных положений о специализированных учреждениях для несовершеннолетних, нуждающихся в социальной реабилитации» от 27.11.2000. № 896.
3. Основы социальной работы. Учебник/ Под ред. П.Д. Павленка. – М., 2000.
4. Теория социальной работы: Учебник/ Под ред. Е.И. Холостовой. – М.: Юрист, 2001.
5. Закирова В.М. Развод и насилие в семье – феномены семейного неблагополучия// Социс. №12, 2002.
6. Российская энциклопедия социальной работы. – М.,1997 г.
7. Sagan S. D., Waltz K. N. The Spread of Nuclear Weapons, a Debate Renewed. – N. Y., L., W.W. Norton & Company. 2007
8. URL: <http://www.bogorodsk-noginsk.ru/forum/> (дата обращения: 20.02.2007).

**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 рекомендации
для проведения практических занятий со студентами,**

очной и заочной формы обучения

по направлению подготовки

35.03.06 Агроинженерия

Методические рекомендации для проведения практических занятий по дисциплине «Тайм-менеджмент» разработаны на основе рабочей программы соответствующей дисциплины и с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом министерства образования и науки Российской Федерации № 144 от 28.02.2018г.

Разработчики: доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экономики и менеджмента Мажайский Юрий Анатольевич
старший преподаватель кафедры экономики и менеджмента Поляков М.В.

Рецензенты:

к.э.н., доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита Пикушина М.Ю.,
к.э.н., зав. кафедрой экономики и менеджмента Козлов А.А.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры экономики и менеджмента
« 31 » _____ августа _____ 2020 г., протокол №1

Зав. кафедрой экономики и менеджмента



Козлов А.А.

Преподавание учебной дисциплины «Тайм-менеджмент» для обучающихся по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника 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»?
 - а. 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 превратить 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 только раздражал.

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 намеченному 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.

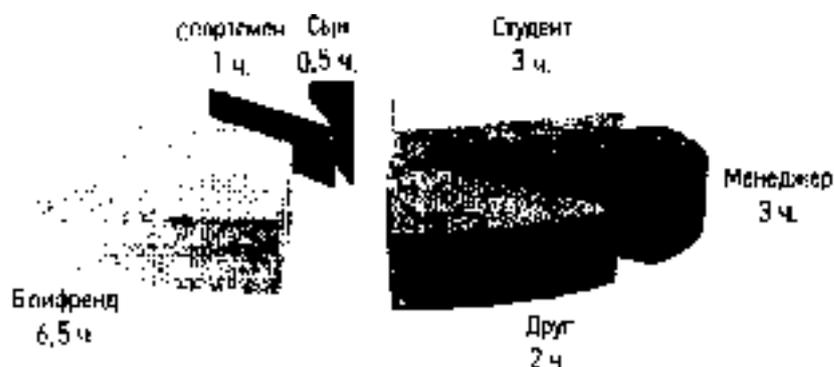


Рис. 1. Ролевые функции

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 невозполнимый 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?
6. 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	Влияющие причины потери 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 побегал 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 Тоболтал 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

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 ним 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.*

Цели	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 структурированного 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 результатно-ориентированное планирование? В чем главная идея этой технологии, что лежит в ее основе? Перечислите шаги по составлению результатно-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 результатно-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 полиграфические 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			
25.00			

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 обязательно. 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 задач 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 результате-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	сен- тябрь	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 «80/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.*

Время	Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница	Суббота	Воскресенье

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» 3:

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 невозполнимый 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 таймменеджмента 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. Цибулькикова, В. Е. Тайм-менеджмент в образовании : учебно-методический комплекс дисциплины / В. Е. Цибулькикова. — 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»

Инженерный факультет

Кафедра технических систем в АПК

БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Учебно-методическое пособие к практическим занятиям для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) подготовки «Электрические станции и подстанции»

РЯЗАНЬ 2020

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов очной и заочной форм обучения по направлениям подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) подготовки «Электрические станции и подстанции»

Разработчики:

доцент кафедры технических систем в АПК

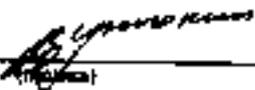
(должность, кафедра)


(подпись)

Н.Е. Лузгин
(Ф.И.О.)

доцент кафедры технических систем в АПК

(должность, кафедра)


(подпись)

В.В. Утолин
(Ф.И.О.)

старший преподаватель кафедры технических систем в АПК

(должность, кафедра)


(подпись)

С.Е. Крыгин
(Ф.И.О.)

старший преподаватель кафедры технических систем в АПК

(должность, кафедра)


(подпись)

В.В. Коченов
(Ф.И.О.)

Рассмотрено и утверждено на заседании кафедры «31» августа 2020 г., протокол №1

Заведующий кафедрой технических систем в АПК

(кафедра)


(подпись)

В.М.Ульянов
(Ф.И.О.)

Учебно-методическое пособие одобрено учебно-методической комиссией инженерного факультета «31» августа 2020 г., протокол № 1

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Структура концепции бережливого производства.....	4
Основные принципы бережливого производства.....	6
Инструменты бережливого производства.....	7
Алгоритм внедрения LEAN – идеологии.....	7
Типичные ошибки при внедрении бережливого производства.....	8
LEAN культура.....	8
Система качества «Четырнадцать принципов Уильям Эдвардса Деминга»	9
Девять видов потерь.....	10
Инструменты идеологии непрерывных улучшений.....	11
Контрольные задания.....	11
Библиографический список.....	12

Введение

Бережливое производство ГОСТ Р 56020-2014 – это не «японская новинка». С точки зрения идеологии – это здравый смысл + научная организация труда. С точки зрения техники – это элементарные приемы (инструменты), которые приводят повседневную деятельность к качественному результату при меньшем вложении сил и средств.

Философия БП основана на представлении бизнеса как потока создания ценности для потребителя, гибкости, выявлении и сокращении потерь, постоянном улучшении всех видов деятельности на всех уровнях организации, вовлечении и развитии персонала с целью повышения удовлетворенности потребителей и других заинтересованных сторон.

В настоящее время большинство предпринимателей задаются вопросом: «Как достичь стабильного развития, стабильного дохода от своего бизнеса?» Для этого существует множество различных концепций управления производством, но главная задача любого предпринимателя – не ошибиться в выборе нужного пути развития, ведь каждая отрасль производства имеет свои особенности. Поэтому тема данной статьи в современном мире очень актуальна.

Одной из теорий управления является концепция бережливого производства, которая заключается в том, чтобы исключить любые виды производственных издержек. Чтобы достичь этого, производитель изучает значимость данного продукта для потребителя на каждом этапе его создания, тем самым избавляется от операций, которые требуют использование ресурсов, но при этом не создают никакой ценности продукта. Основатели такой теории управления были Тайити Оно и Сигео Синго в 1950-е годы.

Исходя из практики, можно увидеть, что компании, которые выбирают данную теорию для своего дальнейшего развития, начинают существенно повышать производительность, эффективность работы, освобождаются от скрытых потерь, низкого качества продукции и при этом не используют дополнительные затраты. Многие думают, что такая система управления присуща только производственным предприятиям, но это совсем не так. На практике можно встретить успешный опыт использования бережливого производства, например, в торговле или сфере услуг, в сельском хозяйстве.

Структура концепции бережливого производства

Агропромышленный комплекс или АПК – это межотраслевой комплекс, направленный на переработку сельскохозяйственной продукции с целью получения прибыли. Также можно считать, что АПК – это совокупность отраслей экономики и промышленности, которая имеет тесную связь с сельскохозяйственным производством, например, обеспечение техникой, удобрением и т.п.

Дальше рассмотрим структуру концепции бережливого производства на примере предприятия АПК. Конечно, каждое производство имеет свои особенности, поэтому важно сначала обдумать, какие инструменты данной концепции подходят для

предприятия, а какие лучше не использовать. Для начала рассмотрим все, что содержит японская теория управления:

1. Первая ступень называется «визуализация». Она представляет собой пять шагов организации рабочего места:

- всю документацию обязательно нужно рассортировать;
- привести рабочее место в порядок;
- обязательное поддержание чистоты;
- стандартизировать;
- поддерживать все вышеперечисленные шаги в постоянном порядке.

Данный шаг позволяет рабочим увидеть все отклонения от установленного порядка и исправить свои ошибки.

2. Вторая ступень «точно в срок» – т. е. отказаться от любых страховых запасов. Любые компоненты, сырье, продукция должны поступать на свои места точно в срок. Данный метод очень эффективен, но несет за собой большие риски для производителя, поэтому его применение подходит не всем.

3. Последняя ступень – это тщательный уход за техникой. В обязательном порядке от работников требуется исключить какие-либо неполадки, отклонения в оборудовании. Это можно достигнуть за счет улучшения обслуживания, повышения квалификации мастеров, рабочих и, конечно же, за счет правильного ухода и использования техники.

Еще одной особенностью бережливого производства является то, что на предприятии все свободно общаются, а генерального директора и обычных рабочих разделяют лишь 3-4 рукопожатия. Также создаются благоприятные условия для работы сотрудников, чтобы их труд оправдан и у них появлялось желание работать больше, лучше.

Так, например, рассматривая данные ступени бережливого производства на примере предприятия АПК, можно сказать, что не все подойдут к использованию. Ведь нельзя бездумно выбирать путь развития целого предприятия. Метод «Точно в срок» не сможет принести прибыль в сельском хозяйстве, так как АПК имеет свои особенности, такие как сезонность, зависимость от климата и погодных условий, поэтому на таком производстве всегда нужно иметь запасы продукции и сырья.

Таким образом, концепция бережливого производства очень актуальна в настоящее время и подходит для каждого предприятия, если обдуманно ей воспользоваться. Это стопроцентный выигрыш в повышении эффективности и производительности труда, это средство против потерь. А потерь в сельском хозяйстве более чем достаточно, ведь это очень сезонное и зависящее не только от человека, но и от природы производство. Так, например, потери зерна и овощей в среднем составляют не менее 20 процентов от собранного урожая. А это – миллионы и миллионы тонн. А если смотреть в масштабах всей планеты? Никто и ничто не смогут ответить на вопрос: «Как правильно управлять предприятием, чтобы оно приносило только прибыль?» Любая дисциплина или чужой опыт дает нам лишь руководство к действию. И не стоит думать, что бережливое производство – дело простое. Это совсем не так. Эта система требует огромных усилий, как со стороны управленческого персонала организации, так и со стороны рядовых

сотрудников. Как справедливо отмечают Дж. Вумек и Д. Джонс, для перехода к новому типу производства предстоит изменить, по крайней мере, две вещи, которые на самом деле очень трудно поддаются переменам: менеджмент и ментальность.

Основные принципы бережливого производства

Бережливое производство (leanproduction, leanmanufacturing англ. lean постный, стройный, без жира; в России с 2004 года принят перевод «бережливое», хотя ранее встречались варианты «стройное», «щадящее», «рачительное», сейчас также встречается вариант с транслитом «лин») концепция менеджмента, созданная на Toyota и основанная на неуклонном стремлении к устранению всех видов потерь.

Бережливое производство предполагает вовлечение в процесс оптимизации бизнеса каждого сотрудника и максимальную ориентацию на потребителя. Целями бережливого производства являются: сокращение трудозатрат, сокращение сроков разработки новой продукции, сокращение сроков создания продукции, сокращение производственных и складских площадей, гарантия поставки продукции заказчику, максимальное качество при минимальной стоимости.

Отправная точка бережливого производства - Ценность для потребителя. С точки зрения конечного потребителя, продукт (услуга) приобретает действительную ценность только в то время, когда происходит непосредственная обработка, изготовление технологических элементов. Всё, что не добавляет ценности для потребителя, с точки зрения бережливого производства, классифицируется как потери, и должно быть устранено.

Основные принципы: 1 - Определить ценность конкретного продукта. (Ценность – это товар или услуга, за которую платит Заказчик). 2 - Определить поток создания ценности для этого продукта. 3 - Обеспечить непрерывное течение потока создания ценности продукта. 4 - Позволить потребителю вытягивать продукт. 5 - Стремиться к совершенству.

Пять принципов бережливого производства:

Ценность, что заказчик покупает.

Цепочка Создания Ценности (как создается ценность).

Улучшение цепочки создания ценности.

Вытягивание (управление потоком) только на основании реальных потребностей.

Совершенствование - постоянный нескончаемый процесс улучшения.

Другие принципы: Превосходное качество (сдача с первого предъявления, система ноль дефектов, обнаружение и решение проблем у истоков их возникновения); Гибкость; Установление долговременных отношений с заказчиком (путем деления рисков, затрат и информации); Самоорганизация, эволюция, адаптация.

Инструменты бережливого производства

Система TPM (TotalProductiveMaintenance) Всеобщий уход за оборудованием.

Система 5 S (сортируйте, соблюдайте порядок, содержите в чистоте, стандартизируйте, совершенствуйте).

Быстрая переналадка (Single-MinuteExchangeofDies (буквально «быстрая смена пресс-форм») переналадка/переоснастка оборудования менее чем за 10 минут).

Переналадка в одно касание (One-touchsetup), но время переналадки уже изменяется единицами минут, то есть не больше 9).

Кайдзен (kaizen) - непрерывное совершенствование.

Гембакайдзен - непрерывное совершенствование на месте создания дополнительной стоимости.

Канбан - вытягивающее производство. Продукция «вытягивается» со стороны заказчика, а не «толкается» производителем.

Информирование предыдущей производственной стадии о том, что нужно начинать работу.

Точно в срок - система синхронизации передачи продукта с одной производственной стадии на другую посредством карточек Канбан. Комплектующие должны передаваться на следующую стадию только тогда, когда это нужно, и ни минутой раньше.

«Пока ёкэ» («защита от ошибок», «защита от дурака») метод предотвращения ошибок - специальное устройство или метод, благодаря которому дефекты просто не могут появиться.

Алгоритм внедрения LEAN – идеологии

Найти проводника перемен (нужен ЛИДЕР, способный взять на себя ответственность);

Получить необходимые знания по системе LEAN (знания должны быть получены из надежного источника);

Найти или создать кризис (хорошим мотивом внедрения LEAN служит кризис в организации);

Составить карту всего потока создания ценности для каждого семейства продуктов;

Как можно быстрее начинать работу по основным направлениям (информация о результатах должна быть доступна персоналу организации);

Стремиться немедленно получить результат;

Осуществлять непрерывные улучшения по системе Кайдзен (переходить от процессов создания ценностей в цехах к административным процессам).

Типичные ошибки при внедрении бережливого производства

Установлено семь видов основных ошибок:

Непонимание роли руководства при внедрении системы LEAN.

Построение «Системы», не обладающей необходимой гибкостью.

Начало внедрения не с «основ».

Изменяются рабочие места, но не меняются привычки.

Все измерять (собирать данные), но ни на что не реагировать.

«Паралитический анализ» (бесконечный анализ ситуации, вместо непрерывных улучшений).

Обходиться без поддержки.

LEAN культура

Бережливое производство невозможно без бережливой культуры. Главное в Lean культуре человеческий фактор, коллективная работа. Существенную поддержку этому оказывает эмоциональный интеллект (EQ) сотрудников. Lean культуре соответствует и определенная корпоративная культура.

Кайдзен – это настоящая философия. Философия постоянного, неторопливого совершенствования всех процессов. Работать стоит только с реальными фактами. Сбор и анализ точных данных плюс совершенствование процессов - равно концепция Кайдзен.

К концепции кайдзен относят большую часть известных японских технологий менеджмента: «поставки-точно-в-срок»; канбан; всеобщий контроль качества, контроль качества в масштабе всей компании; систему ноль дефектов; систему подачи предложений и многое другое.

В системе Кайдзен каждый сотрудник является равноправным партнером компании.

«Поставки-точно-в-срок». Суть - продукция должна быть поставлена потребителю в идеальном варианте. Без дефектов, на каждом предыдущем этапе.

Система КАНБАН (KANBAN, тянущая система, pullsystem) - наиболее распространенная разновидность системы "точно в срок". Система, обеспечивающая организацию непрерывного материального потока при отсутствии запасов: производственные запасы подаются небольшими партиями непосредственно в нужные точки производственного процесса, минуя склад, а готовая продукция сразу отгружается покупателям.

В системе КАНБАН размеры производства на данном участке определяются потребностями следующего производственного участка. Стремление к снижению запасов – метод выявления и решения производственных проблем.

Накопление запасов и завышенные объемы производства скрывают: частые поломки и остановки оборудования, производственный брак. Основные требования

системы CANBAN - "ноль запасов", "ноль дефектов". Система CANBAN невозможна без внедрения комплексной системы управления качеством.

Важными элементами системы CANBAN являются: информационная система, включающая не только карточки, но и производственные, транспортные и снабженческие графики, технологические карты; система регулирования потребности и профессиональной ротации кадров; система всеобщего (TQM) и выборочного ("Дзидока") контроля качества продукции; система выравнивания производства.

Основные преимущества системы CANBAN: короткий производственный цикл, высокая оборачиваемость активов, в том числе запасов; отсутствуют или чрезвычайно низкие издержки хранения производственных и товарных запасов; высокое качество продукции на всех стадиях производственного процесса.

Основные недостатки системы "точно в срок": сложность обеспечения высокой согласованности между стадиями производства продукции; значительный риск срыва производства и реализации продукции.

Системы «канбан» и «точно вовремя» - два метода управления производством и запасами - помогают найти лучшие способы повышения производительности процесса и качества продукции.

Система качества «Четырнадцать принципов Уильяма Эдварда Деминга»

Постоянство цели улучшения продукции и обслуживания. Новая философия для нового экономического периода путем познания менеджерами своих обязанностей и принятия на себя лидерства на пути к переменам. Далее, обращаясь к менеджерам, У.Э. Деминг призывает: «Покончите с зависимостью от массового контроля в достижении качества; исключите необходимость в массовом контроле, сделав качество неотъемлемым свойством продукции, «встроив» качество в продукцию. Покончите с практикой закупок по самой дешевой цене. Вместо этого следует минимизировать общие затраты и стремиться к выбору определенного поставщика для каждого продукта, необходимого в производстве. Улучшайте каждый процесс для улучшения качества, повышения производительности и уменьшения затрат. Введите в практику подготовку и переподготовку кадров. Учредите «лидерство». Процесс руководства сотрудниками должен помогать им лучше делать свою работу. Необходимо тщательно рассмотреть систему управления персоналом. Изгоняйте страхи, чтобы все могли эффективно работать для предприятия. Разрушайте барьеры между подразделениями. Исследования, проектирование, производство и реализация должны быть объединены, чтобы предвидеть проблемы производства и эксплуатации. Откажитесь от пустых лозунгов, призывов для производственного персонала, таких, как «ноль дефектов» или новые задания по производительности. Такие призывы бессмысленны, так как подавляющее большинство проблем возникает в системе и находится вне возможностей работников. Устраните произвольно установленные задания и

количественные нормы. Дайте работникам возможность гордиться своим трудом; устраните барьеры, которые обкрадывают рабочих и руководителей, лишая их возможности гордиться своим трудом. Поощряйте стремление к образованию и совершенствованию. Необходима приверженность делу повышения качества и действенность высшего руководства».

Условия, мешающие реализации внедрения системы качества: отсутствие постоянства целей; погоня за сиюминутной выгодой; системы аттестации и ранжирования персонала; постоянная ротация кадров управляющих; использование только количественных критериев для оценки деятельности компании.

Система качества. План действий:

- 1) руководство, опираясь на все 14 принципов, борется со «смертельными болезнями» и препятствиями, согласовывает понятия и направления планов;
- 2) руководство собирается с духом и внутренне настраивается на движение в новом направлении;
- 3) руководство объясняет сотрудникам компании, почему перемены необходимы;
- 4) вся деятельность компании разбивается на этапы (стадии), при этом каждый последующий этап является как бы заказчиком предыдущего. Постоянное улучшение методов работы должно осуществляться на каждом этапе, и каждый этап должен работать в направлении качества;
- 5) как можно быстрее строится организационная структура, которая будет работать на постоянное улучшение качества;
- 6) каждый сотрудник может принять участие в совершенствовании работы на любом этапе;
- 7) Для строительства системы качества требуется участие знающих специалистов.

Девять видов потерь

Учитесь видеть эти потери и избавляться от них:

травмы – причинение вреда здоровью людей;

транспортировки – перемещения вещей;

склады – вещи, ожидающие своего часа;

перемещения – излишние перемещения людей;

время ожидания – ожидание чего-либо;

перепроизводство – слишком много продукции/ресурсов;

излишняя обработка – делание того, что не добавляет ценности;

брак – «неправильные» вещи, требующие доработки;

Недостаточно полное использование интеллекта и таланта людей.

Инструменты идеологии непрерывных улучшений

Визуальное управление; стандартная работа; вытягивание; «5S»; поток по требованию; сниженные затраты; один за одним без брака; 5 S сортировка (Sort); избавление от ненужного; упрощение (Simplify/Straighten); приведение в порядок, организация по соответствию; сметание (Scrub/Sweep); содержание в чистоте, обеспечение возможности видеть и решать проблемы; безопасность (Safety); устранение небезопасных условий; стандартизация (Standardize). Кто, что и когда делает для обеспечения работоспособности процесса стабилизация; стабилизация (Sustain/Self-discipline); самодисциплина и поддержание в порядке.

Вытягивание объединяет потоковые ячейки вместе. Содержит три элемента: Готово - готовность изделия для следующего шага по цепочке – изделие вытягивается только в случае необходимости. Спусковой курок - сигнал о том, что нужно, где, когда и сколько.

Стандартная работа. Равно-сбалансирована. Работа в команде стандартизирована и постоянно улучшается. Все инструменты и материалы доступны в точке использования. Стандартизация позволяет избежать серьезных отклонений при выполнении работы, как в сроках, так и в получаемом качестве.

Визуальное управление. Работа в процессе. Индикаторы. Статус. Сравнение с планом. Сигналы тревоги. Позиции владельцы процесса – люди, работающие на этом участке должны видеть мгновенно за 5 секунд. Число альтернативных сценариев бесконечно. Это и есть основные инструменты принципов бережливого производства.

Ознакомившись с основными принципами бережливого производства, можно сделать вывод, что в сельском хозяйстве можно с успехом применять выборочно такие инструменты ЛИН, как стандартизация и визуализация, всеобщий уход за оборудованием, встроенное качество, ну и, безусловно, инструменты решения проблем и Кайдзен – как основу всего подхода.

Контрольные задания

1. Составьте алгоритм внедрения LEAN – системы для предприятия по производству шлангов для гидравлических систем тракторов.
2. Составьте алгоритм внедрения LEAN – системы для предприятия по производству хлебобулочных изделий.
3. Составьте алгоритм внедрения LEAN – системы для предприятия по производству автоаккумуляторов.

Библиографический список:

1. Вейдер, М.Т. Инструменты бережливого производства II. Карманное руководство по практике применения Lean [Текст] / М.Т. Вейдер. – М.: Альпина Паблишер, 2015. – 160 с.
2. Вейдер, М.Т. Как оценить бережливость вашей компании. Практическое руководство [Текст] / М.Т. Вейдер. – М.: Альпина Паблишер, 2017. – 136 с.
3. Вумек, Д.П. Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании [Текст] / Д.П. Вумек, Д.Т. Джонс; пер. с англ. С. Турко. – М.: Альпина Паблишер, 2017. – 472 с.
4. Вумек, Д. П. Продажа товаров и услуг по методу бережливого производства=LeanSolutions. How Companies and Customers Can Create Value and Wealth Together / Д. Вумек, Д. Джонс; науч.ред. Ю.Адлер, С. Турко; подред. С. Огаревой; пер. Е. Пестерева. - М.: АльпинаПаблишер, 2016. - 261 с.: ил.,табл., схем. - ISBN 978-5-9614-4619-7; Тоже [Электронныйресурс].-
<URL://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=279785>.
5. Лич, Л. Вовремя и в рамках бюджета=CriticalChainProjectManagement: управление проектами по методу критической цепи / Л. Лич ; науч. ред. О. Зупник ; пер. У. Саламатова. - 3-е изд. - М.: Альпина Паблишерз, 2016. - 352 с.: ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9614-5004-0; То же [Электронный ресурс]. -URL://[biblioclub.ru/index.php?page=book&id=254575](URL://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=254575).
6. Штайн, Э. Философия Lean. Бережливое производство на работе и дома [Электронный ресурс] / Э. Штайн. – М.: АВ Паблишинг, 2017.

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
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Рязань, 2020 г.

Методические рекомендации для практических занятий по дисциплине
«Физическая культура и спорт» (для студентов 1 курса) по направлению подготовки
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
/ Сост.: к.п.н., доцент Т.А.Сидоренко, к.п.н., 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;

Методические рекомендации для практических занятий по дисциплине
«Физическая культура и спорт» одобрены учебно-методической комиссией по
направлению подготовки **13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**
Инженерного факультета «31» августа 2020 г., протокол № 1

Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» _____ А.С. Морозов

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

Учебные дисциплины «Физическая культура и спорт» и «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту» 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 в 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, занимающимся 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 данных 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.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

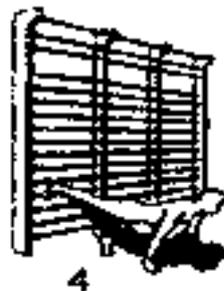


Рис. 4

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 стенке. 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.



7

Рис. 7



8

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 брусках. Сгибая руки, опускаться до стойки на плечах (рис. 10). К.п. - 10



9

Рис. 9



10

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.

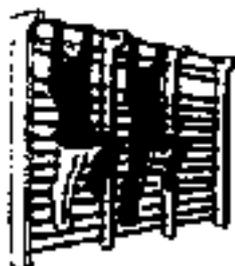


Рис. 22.

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 вися 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.

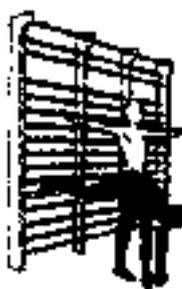


Рис. 50.

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

Кафедра гуманитарных дисциплин

**Методические рекомендации
для проведения практических занятий
по дисциплине «КОНФЛИКТОЛОГИЯ»**

направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

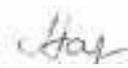
форма обучения: очная, заочная

Рязань 2020

Методические рекомендации для проведения практических занятий по дисциплине «Конфликтология» для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника разработаны доцентом кафедры гуманитарных дисциплин И.Ю. Нефедовой.

Методические рекомендации обсуждены на заседании кафедры гуманитарных дисциплин «31» августа 2020 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой гуманитарных дисциплин

_____  _____
(подпись)

Лазуткина Л. Н.

Содержание

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.....	5
4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО СОДЕРЖАНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	11
5. ТЕМАТИКА СООБЩЕНИЙ.....	12

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Цели и задачи дисциплины:

Основной целью курса «Конфликтология» является формирование у обучающихся компетенций о генезисе, динамике конфликтов, практических умений управления ими.

Данная цель обуславливает постановку следующих задач:

- сформировать целостное представление о дисциплине;
- сформировать умения и навыки познания, анализа и прогнозирования конфликтологических аспектов профессиональной деятельности;
- приобрести практические навыки и умения поведения в конфликтных ситуациях, а также правильной оценки, прогнозирования, профилактики конфликтов, оптимальных средств и способов их разрешения и управления конфликтными ситуациями.

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, в соответствии с ФГОС ВО 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника готовится к решению задач профессиональной деятельности следующих типов:

- научно-исследовательский;
- проектный;
- конструкторский;
- технологический;
- эксплуатационный;
- организационно-управленческий;
- монтажный;
- наладочный.

2. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде (УК-3).

УК-3.1. Определяет стратегию сотрудничества для достижения поставленной цели.

УК-3.2. Взаимодействует с другими членами команды для достижения поставленной задачи.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

ТЕМА 1. ВВЕДЕНИЕ В КОНФЛИКТОЛОГИЮ

Конфликтология как наука. Связь конфликтологии с другими науками. Представления о конфликте в Древнем мире. Отношение к конфликту в религиозных учениях. Понимание конфликтов в Новое время. Концепция социального конфликта К. Маркса. Постмарксистская конфликтология. Концепция структурно-функционального анализа (Т. Парсонс и др.). Конфликтная модель общества (Р. Дарендорф, Л. Коузер). Теория психоанализа. Отечественная школа конфликтологии. Задачи конфликтологии и ее социальная роль. Социальные функции конфликтологии как науки: познавательная, аксиологическая, прогностическая, регулятивная, мировоззренческая, конструктивно-творческая, практически-созидающая.

ТЕМА 2. ОБЩАЯ ТЕОРИЯ КОНФЛИКТА

Понятие, структура, динамика, функции, классификация и диагностика конфликта. Конфликты и социальная напряжённость. Понятие, компоненты социальной напряжённости, макро- и микроуровни социальной напряжённости. Снятие социальной напряжённости. Диагностика конфликтов и социальной напряжённости.

ТЕМА 3. СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ КОНФЛИКТОВ

Проблема классификации конфликтов в зарубежной и отечественной конфликтологии. Различение конфликтов на личностные (внутриличностные и межличностные) и общественные (внутриколлективные, социально-групповые, межнациональные, гражданские, межгосударственные, региональные, между коалициями государств, континентальные, т. е. мировые). Социальные конфликты в различных сферах общественной и человеческой жизнедеятельности. Различение конфликтов по характеру субъектов (участников), по степени длительности и напряженности, по источникам и причинам возникновения, по социальным последствиям, по средствам, способам и формам урегулирования. Внутриличностные и межличностные конфликты. Групповые и семейные конфликты. Массовые конфликты.

ТЕМА 4. ПРАКТИКА УРЕГУЛИРОВАНИЯ И РАЗРЕШЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ КОНФЛИКТОВ

Конфликтологическая компетентность личности. Практика профилактики, урегулирования и разрешения конфликтов. Формы и критерии разрешения конфликтов. Стили поведения в конфликте. Стратегии и способы разрешения конфликтов. Переговоры как метод разрешения конфликтов. Общая характеристика переговоров. Динамика переговоров. Тактические приемы ведения переговоров.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

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.

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.

Практические занятия представляют собой, как правило, занятия по решению различных прикладных заданий, образцы которых были даны на лекциях. В итоге у каждого обучающегося должен быть выработан определенный профессиональный подход к решению каждого задания и интуиция. Отбирая систему упражнений и заданий для практиче-

ского занятия, преподаватель должен стремиться к тому, чтобы это давало целостное представление о предмете и методах изучаемой науки, причем методическая функция выступает здесь в качестве ведущей.

Практическое занятие предполагает свободный, дискуссионный обмен мнениями по избранной тематике. Он начинается со вступительного слова преподавателя, формулирующего цель занятия и характеризующего его основную проблематику. Затем, как правило, заслушивается сообщение студента. Обсуждение сообщения совмещается с рассмотрением намеченных вопросов. Поощряется выдвижение и обсуждение альтернативных мнений. В заключительном слове преподаватель подводит итоги обсуждения и объявляет оценки выступавшим студентам.

При подготовке к практическим занятиям студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя. Примерная тематика сообщений, вопросов для обсуждения приведена в настоящих рекомендациях. Кроме указанных тем студенты вправе по согласованию с преподавателем выбирать и другие интересующие их темы.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает, выставляя в рабочий журнал текущие оценки, при этом студент имеет право ознакомиться с ними.

ТЕМА 1. ВВЕДЕНИЕ В КОНФЛИКТОЛОГИЮ

Вопросы:

1. Какие задачи стоят у конфликтологии как науки?
2. Что является объектом и предметом конфликтологии?
3. В каких формах происходило накопление знаний о конфликтах?
4. Основные этапы эволюции науки конфликтология.
5. Этапы становления конфликтологии как теории и практики.
6. Отечественные и зарубежные ученые, внесшие вклад в развитие науки конфликтология.
7. Какие методы сбора и анализа данных могут использоваться в конфликтологии?

ТЕМА 2. ОБЩАЯ ТЕОРИЯ КОНФЛИКТА

Вопросы:

1. Что такое противоречие и какие фазы оно проходит?
2. Какие необходимы условия для возникновения конфликта?
3. Что такое конфликтная ситуация?
4. Какие типы конфликтных ситуаций вы знаете?
5. Что такое «ремиссия» и эскалация конфликта?
6. Какие возможны функциональные и дисфункциональные последствия конфликта?
7. Описание конкретной конфликтной ситуации: участники, время и место конфликта, итог конфликта

Практическое задание 1.

Оцените динамику разворачивания конфликта в одной из предложенных ситуаций. Выделите основные этапы конфликта и фазы. Оцените глубину конфликта.

Ситуация 1:

Данный конфликт произошел в АО «Лист».

АО «Лист» состояло из 3 структурных подразделений – «А», «В», «С», сотрудничающих и дополняющих друг друга своими ресурсами, необходимыми для работы в сфере строительства. Позднее создается четвертое подразделение – «Д», являющееся дочерним третьему. Подразделения «А» и «В» занимались поставкой материалов на объекты, «С» обеспечивало стройки специальной техникой, «Д» должно было обеспечивать транспортом все три структуры при необходимости.

В связи с тем, что «Д» стало самой молодой структурой, да еще и создавалось при «С», то в первую очередь обслуживала транспортом объекты, относящиеся к «С», а лишь потом «А» и «В».

Поэтому, когда «А» и «В» получили крупный объект и не смогли закончить его вовремя из-за нехватки дополнительного обслуживающего транспорта, то директора этих подразделений получили выговор. Более того, к концу квартала выяснилось, что затраты на транспорт распределялись между «А», «В» и «С» равномерно. Это вызвало недовольство руководителей «А» и «В», которые считали, что большую нагрузку должно было нести «С». Но руководитель «С» отказался, мотивировав это тем, что это повлечет уменьшение прибыли его подразделения. В результате руководители «А» и «В» стали задерживать поставку материалов на объекты, относящиеся к «С». в конечном итоге стало страдать все АО в целом.

Ситуация 2:

Бригада слесарей – лекальщиков (слесарей высокой квалификации) из 6 человек всегда держались дружно и сплоченно. Все члены бригады были разного возраста. Старшие относились к младшим покровительственно, а младшие к старшим – с уважением. После ухода одного из членов бригады на пенсию в бригаду был принят молодой слесарь Сидоров, который два года назад закончил училище. Между ним и бригадой установились дружественные отношения, он стал «своим».

Однажды Сидорову, как молодому и не очень опытному работнику, поручили изготовление крупной серии стандартных лекал. Используя традиционные методы изготовления лекал, он имел заработок на среднем уровне этой бригады. Через некоторое время Сидоров придумывает рациональный способ выполнения работы и начинает перевыполнять нормы выработки в три раза и, соответственно, вырос его заработок. В последнее время Сидоров стал получать в полтора раза больше бригадира.

На Сидорова начинает коситься вся бригада, стали появляться замечания о его поведении и отношении к работе: то он куда-то отлучился, то предлагает совет, о котором никто не спрашивал, а когда надо что-то сказать – молчит.

Через некоторое время происходит полный разрыв Сидорова с бригадой. Сидоров попросил начальника цеха перевести его в другую бригаду, но оказалось, что и другие бригады слесарей не хотят его принимать к себе. Через некоторое время Сидоров уволился с завода.

Практическое задание 2.

Рассмотрите одну из предложенных конфликтных ситуаций и проанализируйте ее, выделив в ней субъекты конфликтного взаимодействия, предмет конфликта, проблемы конфликта, образы конфликтной ситуации, мотивы конфликта, позиции конфликтующих сторон, причины конфликта.

Ситуация 1:

Небольшая компания по продаже автомобилей имеет несколько торговых площадок, на одной из таких площадок работает коллектив из 35 человек, большая часть которых продавцы. Коллектив сплочен, дружен, в нем широко используются неформальные контакты. Продавцы часто подменяют друг друга, не ставя руководство в известность. Все работники - специалисты высокой категории, у каждого есть свои подходы к клиентам, один из них Васильев, который может работать с любым клиентом и редко, когда клиенты уходят от него без покупки. Этот коллектив, применяя свои нестандартные приемы продаж и подходы к работе, обеспечивал самый высокий уровень продаж среди всех площадок фирмы.

Неожиданно в этом коллективе происходит кража, сомнений нет – кто-то из своих. Руководство компании, разобравшись в ситуации, выявило виновного (им оказался новенький продавец), уволило руководителя площадки, который придерживался либерального стиля управления. Остро встал вопрос о новом руководителе.

Руководителем был назначен Курочкин – хороший специалист, менеджер по продажам, имеет навыки руководящей работы, но опыта прямых продаж у него нет, и он «со стороны». В работе Курочкин придерживается формальных правил, наводит порядок с дисциплинарным рабочим расписанием, пытается внедрить приемы продаж, принятые во

всем мире, но которые не использовались данным коллективом, не поощряет неформальные контакты, не посещал традиционно устраиваемые торжества.

Васильев от имени всех продавцов стал отстаивать прежние, свои приемы продаж, на что Курочкин пригрозил Васильеву увольнением. Социально-психологический климат ухудшается, прибыль организации упала. Через два месяца Курочкин допустил ошибку, причиной которой было отсутствие опыта работы в данном месте. Любой опытный продавец мог бы указать на возможность ошибки заранее (по крайней мере, Васильев), но все молчали. Узнав об этом, Курочкин пришел к вышестоящему начальству, обвинил Васильева и потребовал его увольнения.

Ситуация 2:

Устроившись на работу в эту фирму, Светлана была счастлива. А как же иначе - компания с именем, должность заместителя начальника отдела, блестящие перспективы. Хотя некоторые вещи показались ей странными уже при первом визите на новое место работы: будущий начальник то просил объяснить ему какие-то термины, то путался в обозначениях простейших понятий... В тот момент Светлана не придавала этому особого значения. Теперь она штатный сотрудник корпорации. Сегодня ей по одному из проектов - её первому достижению - провести заключительные консультации с шефом. Перебирая доклады, Светлана вдруг вспомнила, как недавно один менеджер мимоходом заметил, что Светлане просто повезло: никто из старых сотрудников не рвался занять место помощника шефа. «Это почему же?» - спросила Светлана, делая вид, что тема её не очень интересует. «Скорее всего, дело в самом Валерии Ильиче», - буркнул менеджер.

Теперь Светлана сама шла к шефу для серьезного обсуждения. Разговор получился долгий и мучительный. Странное чувство, что они говорят на разных языках, не покидало её, а к середине беседы она поняла: у её начальника явно недостаточно профессиональных знаний. Он спрашивал её невпопад, а его вопросы ставили в тупик не своей каверзностью, а абсолютной беспомощностью. Единственное, в чем он был силен, - это обязанности, собственные и подчиненных. Валерий Ильич пришел в компанию из другой сферы, управленцем был неплохим, но как специалист оставлял желать лучшего. Проект Светланы был готов, даже предварительные договоры с партнерами уже заключили, дело оставалось за визой шефа. Но Валерий Петрович решил отказаться, аргументировав это тем, что предложение слишком рискованно, а он пока не разобрался в деталях, что знания знаниями, а опыт важнее. Его взгляд был красноречивее любых слов - спорить просто бесполезно.

ТЕМА 3. СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ КОНФЛИКТОВ

Вопросы:

1. Что общего и в чем отличия таких явлений, как соревнование, состязание, конкуренция, конфликт?
2. В чем специфика источников конфликтов в сфере организационно-управленческих отношений?
3. Какие виды конфликтов возможны в системе государственного и муниципального управления? Почему? Каковы их причины? Кто может быть участниками таких конфликтов?
4. Возможны ли конфликты между чиновниками и общественностью или предпринимателями? Почему? Приведите примеры таких конфликтов?
5. Приведите примеры участников конфликтного взаимодействия (подстрекатель, пособник, организатор, посредников) из нашумевших конфликтных взаимоотношений или литературных источников?
6. Действия конфликтующих сторон: наступательные и оборонительные.
7. Психология участников конфликта. Типы конфликтных личностей.
8. Пять типов девиантного поведения Мертона.
9. Восприятие человека человеком. Особенности восприятия.
10. Социальные и психологические мотивы конфликтов.

11. Механизм психологической защиты в конфликтной ситуации.

12. Поведение индивида в условиях конкуренции.

Практическое задание 1.

Определите природу конфликта (тип А, Б, В) по Шейнову В.П. (см. приложение 7) в следующей ситуации.

Задача 1.

Руководитель принял на работу неподготовленного работника, не согласовав это с заместителем, у которого тот в подчинении. Вскоре выясняется неспособность принятого работника выполнять свою работу. Заместитель представляет руководителю докладную записку об этом. Руководитель тут же рвет данную записку.

Задача 2.

При распределении премии начальник не выделил ее одному из подчиненных. Оснований для премирования не было. На вопрос подчиненного руководитель не смог объяснить причины, сказал только: «Это я вас учу».

Задача 3.

Беседуя с претендентом на вакантную должность, руководитель дает обещание в дальнейшем повысить его в должности. Вновь принятый с воодушевлением приступает к работе, проявляя высокую работоспособность и добросовестность. Руководство постоянно увеличивает нагрузку, не прибавляя зарплат и не повышая в должности. Спустя некоторое время работник начинает проявлять признаки недовольства... Назревает конфликт.

Практическое задание 2. «Внутриличностный конфликт»

Цель задания: Показать студентам механизмы вовлечения человека в состояние внутриличностного конфликта и выхода из него, научить их методам стрессоустойчивости.

Участники игры:

Чиновник.

Начальник чиновника.

Представитель общественности.

Проситель.

Представитель местной мафии.

Жена чиновника.

Совесть чиновника.

Группа экспертов.

В игре могут принять участие от 7-8 до 30 и более человек.

Ситуация:

Муниципальный отдел по аренде и использованию земли возглавляет некий чиновник. Отдел получил распоряжение соответствующих городских властей, запрещающий использование детских, спортивных, игровых и иных площадок для каких-либо других целей (например, застройки, организация автостоянок и др.). Однако непосредственный начальник чиновника интерпретирует полученное распоряжение по-своему и требует от чиновника дать соответствующие указания на ликвидацию некой детской площадки. Чиновник начинает выполнять указание начальника.

В это же время к чиновнику на прием приходят просители: представитель общественности, который требует соблюдения закона и восстановления детской площадки; проситель, предлагающий взятку за предоставление ему в аренду очищаемой (освобождаемой) территории; представитель местной мафии, угрожающий чиновнику расправой, если искомая территория не будет передана его людям.

Окончив рабочий день, чиновник идет домой и с ним происходит следующее: диалог со своей совестью по поводу того, что произошло с ним за день; разговор с женой, которая недовольна его постоянными задержками на работе («дети без отца; жена без мужа»). В свою очередь, чиновника раздражает то, что его не понимают даже дома, в семье.

Порядок проведения задания:

Распределить все перечисленные роли среди студентов (роль чиновника распределяется только по желанию претендента). Назначить группу экспертов.

Игра начинается с разговора начальника с чиновником. Дальнейший порядок игры описан в «Игровой ситуации».

В ходе игры участники меняются ролями, привлекаются еще не вовлеченные непосредственно игроки.

ТЕМА 4. ПРАКТИКА УРЕГУЛИРОВАНИЯ И РАЗРЕШЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ КОНФЛИКТОВ

Вопросы:

1. Перечислите основные этапы управления конфликтом. В чем особенность каждого этапа?
2. Какие существуют формы разрешения конфликтов?
3. Всегда ли завершение конфликта является его разрешением?
4. Какие принципы необходимо учитывать при урегулировании конфликта?
5. Какие негативные факторы принятия решения выделяют Х. Корнелиус и Ш. Фэйр?
6. Какие вы знаете методы поддержания и развития сотрудничества?
7. Что такое трансактный анализ? В чем его суть? Можно ли утверждать, что параллельный трансакт лучше, чем перекрестный? Поясните свой ответ.
8. Какие основные стадии переговоров?
9. Какие стили делового общения партнера при проведении переговоров вам известны?
10. Какие типы конфликтных собеседников вам известны? В чем заключаются особенности психологически грамотного поведения с ними?
11. Каковы типичные ошибки, возникающие в ходе переговоров?
12. Каковы основные фазы общения в переговорном процессе?
13. Каковы основные методы психологического воздействия, применяемые на переговорах?
14. Каковы основные этические нормы и принципы переговорного процесса?
15. Объясните, что такое «эффект ореола», «эффект стереотипизации», «эффект первичности и новизны»?
16. Какие механизмы познания другого человека вы знаете?
17. Какие можно использовать методы психологического воздействия на другого человека в процессе переговоров?
18. Перечислите три метода ведения переговоров и объясните, в чем их особенности?
19. Какие возможны ошибки при ведении переговорного процесса?
20. Какую роль играет политический лидер в межэтнических конфликтах?
21. Как взаимосвязаны межэтнические конфликты с политической ситуацией в стране?
22. Какое влияние экономическая ситуация оказывает на остроту межэтнического конфликта?
23. Какие методы используются для разрешения межэтнических конфликтов? Возможно ли разрешение межэтнических конфликтов?
24. Каким образом политические и межэтнические конфликты связаны между собой?
25. Какие методы могут быть использованы при разрешении политических конфликтов? Какие методы разрешения политических конфликтов использовались раньше? Какие методы являются более приоритетными сейчас? Почему?

Практическое задание.

Решение ситуационных задач. Проанализируйте эго-состояния участников конфликтного взаимодействия в предложенных вам ситуациях. Аргументируйте свой ответ. Проведите анализ межличностного взаимодействия, составьте схему и оцените конфликтность взаимодействия.

Задача 1. Предприниматель обращается к налоговому инспектору: «На каком основании вы наложили штраф?». Инспектор: «Давайте разберемся». И, используя документы, разъясняет причину штрафа.

Задача 2. Руководитель спрашивает у своего заместителя: «Как вы думаете, что нужно сделать, чтобы исключить опоздания на работу сотрудников?». Заместитель: «У меня есть некоторые соображения по этому поводу».

Задача 3. Руководитель обращается к своему заместителю со словами упрека: «Вы не смогли обеспечить своевременность выполнения поставленной задачи». Заместитель: «Меня отвлекли семейные обстоятельства».

Задача 4. Начальник отдела в конце рабочего дня обращается к сотруднику с просьбой остаться после работы для составления срочного отчета. Сотрудник отказывается, ссылаясь на усталость и на то, что рабочий день уже закончился.

Задача 5. Анна обращается к младшей сестре: «Давай живо раздевайся, нечего тут как цуцик дрожать. С платьем можешь распрощаться, похоже, ты во всех ручьях перекупалась!» Сестренка отвечает: «Только в одном. Поскользнулась».

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО СОДЕРЖАНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Классические исследования конфликта.
2. «Теория конфликта» как альтернатива «теории порядка».
3. Конфликтология как самостоятельная дисциплина.
4. Методология конфликтологии.
5. Как в жизни и работе могут пригодиться знания, полученные в рамках курса «Конфликтология»?
6. Конфликт, его границы и функции.
7. Типология конфликтов.
8. Причины конфликтов.
9. Участники конфликта
10. Конфликтная ситуация ее типы.
11. Динамика как важная характеристика конфликта.
12. Основные этапы конфликта.
13. Цикличность конфликтов.
14. Длительность конфликта.
15. «Ремиссии» и эскалация конфликта.
16. Функциональные и дисфункциональные последствия конфликта.
17. Конфликт, его границы и функции.
18. Типология конфликтов.
19. Причины конфликтов.
20. Участники конфликта
21. Действия конфликтующих сторон: наступательные и оборонительные.
22. Психология участников конфликта. Типы конфликтных личностей.
23. Пять типов девиантного поведения Мертона.
24. Восприятие человека человеком. Особенности восприятия.
25. Социальные и психологические мотивы конфликтов.
26. Механизм психологической защиты в конфликтной ситуации.
27. Поведение индивида в условиях конкуренции.
28. Управление конфликтом как целенаправленный процесс оптимизации систем. Этапы управления конфликтом.
29. Формы разрешения конфликтов: переговоры; посредничество; арбитраж.
30. Профилактика конфликта – одно из направлений профессиональной деятельности специалиста-конфликтолога-психолога.
31. Теория трансактного анализа Э.Берна: основные эго-состояния и виды трансакций

32. Организация переговоров в конфликтных ситуациях.
33. Виды и формы посредничества.
34. Основные стратегии поведения людей в конфликтных ситуациях.
35. Основные принципы и направления урегулирования конфликтов.
36. Межличностные конфликты: их особенности и основные формы завершения.
37. Управление межличностными конфликтами.
38. Управление конфликтами типа «личность - группа».
39. Управление межгрупповыми конфликтами.
40. Профилактика и пути разрешения внутриличностных конфликтов.
41. Переговорный процесс и его стадии.
42. Технология ведения переговорного процесса.
43. Стили общения в переговорах.
44. Психологические механизмы переговоров.
45. Типичные искажения представлений о другом человеке.
46. Специфические особенности ведения переговоров с конфликтным оппонентом.
47. Регуляция психологической атмосферы на переговорах.
48. Правила подготовки и ведения переговоров.
49. Сущность, особенности, принципы регуляции межэтнических конфликтов.
50. Специфика межэтнических конфликтов.
51. Психологические и социальные аспекты межэтнических конфликтов.
52. Сущность политических конфликтов.
53. Роль личности политического лидера в создании и разрешении политических конфликтов.
54. Последствия политических конфликтов.
55. Создание коалиций для участия в политическом конфликте.

5. ТЕМАТИКА СООБЩЕНИЙ

1. Природа, феноменология и динамика конфликтов в современном мире.
2. Социологические подходы к анализу конфликтов. Перспективные направления современной социологической теории конфликтов.
3. Теоретические предпосылки возникновения и этапы развития конфликтологии.
4. Социальные конфликты в современной России.
5. Эволюция научных воззрений на конфликт: К. Маркс, Г. Зиммель, Л. Козер, Р. Боулдинг.
6. Природа человека и социальный конфликт: концепция Аристотеля и Гоббса.
7. Модернизация и глубинный конфликт ценностей в России.
8. Особенности отношения к конфликту в отечественной науке.
9. Межнациональные конфликты: содержание, признаки, динамика развития, методы решения.
10. Межнациональные конфликты на постсоветском пространстве.
11. Основные причины и формы проявления внутриличностного конфликта (З. Фрейд, Э. Фромм, А. Адлер).
12. Конфликты в системе государственного управления.
13. Семейные конфликты.
14. Технология ведения и стили общения в переговорном процессе.
15. Специфические особенности ведения переговоров с конфликтным оппонентом.
16. Регуляция психологической атмосферы на переговорах.
17. Конфликтология предпринимательства.
18. Этика посредничества. Роль посредника в конфликте.
19. Механизм психологической защиты в конфликтной ситуации.
20. Успехи в карьере. Само-PR.

21. Что помогает и что мешает общению. Принципы успешного общения.
22. Модели поведения в конфликте в зависимости от статуса сторон и ситуации.
23. Формы корпоративного шантажа и психологического давления.
24. Манипуляции, ловушки и давление в процессе переговоров.
25. Методы обнаружения манипуляций.
26. Защита от манипуляций.
27. Конфликты больших социальных групп.
28. Конфликты переходного периода в России.
29. Социально-трудовые конфликты.
30. Конфликты в сфере культуры.
31. Конфликты в сфере образования.
32. Насилие и его формы.
33. Конфликт и депрессия.
34. Конфликт и стресс.
35. Конфликт и суицид.
36. Барьеры коммуникативного взаимодействия как основа социального конфликта.
37. Барьер характера и темперамента как основа социального конфликта.
38. Барьер отрицательных эмоций как основа социального конфликта.
39. Барьер техники и навыков общения как основа социального конфликта.
40. Барьер социального восприятия как основа социального конфликта.
41. Агрессия и насилие как деструктивные формы воздействия на конфликты.
42. Социальное партнерство.
43. Регулирование экономического конфликта на промышленном предприятии.
44. Организационные и трудовые конфликты.
45. Индустриальный конфликт, его причины и формы.
46. Забастовки и их классификация. Причины и стадии развития забастовок.

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

Л. Б. Винникова

**Методические указания по проведению практических занятий
по математике
для студентов инженерного факультета**

Рязань, 2015

Методические указания обсуждены на заседании кафедры бизнес - информатики и прикладной математики Рязанского государственного агротехнологического университета и рекомендовано к опубликованию «25» 11 2015 г. Протокол № 45

Зав. кафедрой бизнес - информатики и прикладной математики, д.э.н., профессор



И.Г.Шашкова

Методические указания утверждены методической комиссией инженерного факультета Рязанского государственного агротехнологического университета «25» 11 2015 г. Протокол № 4

Председатель методической комиссии инженерного факультета



Д.О. Олейник

Вишникова Л.Б. Методические указания по проведению практических занятий по математике для студентов инженерного факультета: методические указания. - Рязань: Издательство ФГБОУ ВО РГАТУ, 2015. - 128 с.

Методические указания предназначены для студентов первого курса инженерного факультета. Материал методических указаний соответствует Федеральным государственным образовательным стандартам третьего поколения. Пособие содержит краткий теоретический материал, решения типовых примеров.

Рецензенты:

Е. И. Троицкий, к. ф.-м. н., доцент кафедры бизнес - информатики и прикладной математики.

А. П. Бачурин, к.т.н., доцент кафедры ЭМТФ.

Методические указания обсуждены на заседании кафедры высшей математики Рязанского государственного агротехнологического университета и рекомендовано опубликованию « 17 » июня 2015 г. Протокол № 9

Зав. кафедрой высшей математики,
канд. физ.-мат. наук, доцент

Е.И. Троицкий

Методические указания утверждены методической комиссией инженерного факультета Рязанского государственного агротехнологического университета «___» _____2015 г. Протокол №__

Председатель методической комиссии
инженерного факультета

Д.О. Олейник

Винникова Л.Б. Методические указания по проведению практических занятий по математике для студентов инженерного факультета: методические указания. – Рязань: Издательство ФГБОУ ВО РГАТУ, 2015. – 128 с.

Методические указания предназначены для студентов первого курса инженерного факультета. Материал методических указаний соответствует Федеральным государственным образовательным стандартам третьего поколения. Пособие содержит краткий теоретический материал, решения типовых примеров.

Рецензенты:

Е. И. Троицкий, к. ф.-м. н., доцент, зав. кафедрой высшей математики.

А. Н. Бачурин, к.т.н., доцент кафедры ЭМТП.

Содержание

§1.ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА.....	6
§2. ВЕКТОРНАЯ АЛГЕБРА	14
§3. УРАВНЕНИЯ ЛИНИИ НА ПЛОСКОСТИ	19
§4. КРИВЫЕ ВТОРОГО ПОРЯДКА	22
§5.УРАВНЕНИЯ ПЛОСКОСТИ И ПРЯМОЙ В ПРОСТРАНСТВЕ	25
§6. ПРЕДЕЛ ФУНКЦИИ	28
§7. НЕПРЕРЫВНОСТЬ ФУНКЦИИ	31
§8.ПРОИЗВОДНАЯ ФУНКЦИИ.....	33
§9. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ... ..	79
§10.ПРИМЕНЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИЙ И ПОСТРОЕНИЯ ИХ ГРАФИКОВ	84
§11. ЭЛЕМЕНТЫ ВЫСШЕЙ АЛГЕБРЫ	91
§12 НЕОПРЕДЕЛЕННЫЙ ИНТЕГРАЛ	94
§13. ОПРЕДЕЛЕННЫЙ ИНТЕГРАЛ.....	101
§14. ПРИЛОЖЕНИЯ ОПРЕДЕЛЕННОГО ИНТЕГРАЛА. ВЫЧИСЛЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ ПЛОСКИХ ФИГУР	103
§15.ФУНКЦИИ НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ	107
§16. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ПЕРВГО ПОРЯДКА	112
§17. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ВЫСШИХ ПОРЯДКОВ. ЛИНЕЙНЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ	115
§18. ЛИНЕЙНЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ С ПОСТОЯННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ	117
§19. КРАТНЫЕ ИНТЕГРАЛЫ	119
§20. ЧИСЛОВЫЕ РЯДЫ	125
§21. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЯДЫ.....	130
§22. СТЕПЕННЫЕ РЯДЫ	131
§23. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ	133
§24. СЛУЧАЙНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ.....	140
§ 26. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИКИ	148
§ 27. ПРОВЕРКА СТАТИСТИЧЕСКИХ ГИПОТЕЗ	154
§ 28. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ РЕГРЕССИИ	161

Введение

Методические указания предназначены для студентов инженерных специальностей и составлены с целью помочь студентам при работе на практических занятиях.

Студенты решают задачи по мере изучения материала. Рекомендуется следующий порядок работы: кратко повторить теоретический материал, разобрать предложенные типовые задачи, выполнить задания типового расчёта.

Данные методические указания являются полезными как в период семестрового обучения, так и для подготовки к зачётам и экзаменам.

§1.ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА

П. 1.1. Матрицы

Определение 1. Числовой матрицей порядка $m \times n$ называется таблица из чисел, содержащих m строк, n столбцов. Если $m = n$, матрица называется квадратной.

Суммой двух матриц A и B одинаковых порядков $m \times n$ называется матрица C , элементы которой определяются по формуле $c_{ij} = a_{ij} + b_{ij}$ (i – номер строки, j – номер столбца).

Произведением матрицы A на вещественное число λ называется матрица C , элементы которой определяются по формуле $c_{ij} = \lambda a_{ij}$.

Разность двух матриц A и B одинаковых порядков называется такая матрица C того же порядка, которая в сумме с B даёт A . $C = A - B$, $c_{ij} = a_{ij} - b_{ij}$

Произведением матрицы $A_{m \times n}$ (порядка $m \times n$) на $B_{n \times p}$ называется матрица $C_{m \times p}$, элементы которой находятся по формуле $c_{ij} = \sum_{k=1}^n a_{ik} \cdot b_{kj}$.

Замечание: Переместительный закон умножения для матриц не выполняется.

$$A \cdot B \neq B \cdot A !$$

Пример 1.

Даны матрицы A и B . Найти их произведение $A \cdot B$:

$$1) A = (1 \ 2 \ 3 \ 4) \quad B = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ 5 \\ 1 \end{pmatrix}. \quad 2) A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ -1 & 2 & 3 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 3 & -1 \\ 1 & 2 \\ 4 & 5 \end{pmatrix}$$

Решение: 1) Матрица A имеет порядок 1×4 , матрица B – 4×1 . Согласно определению произведения матриц в результате получается матрица 1×1 , то есть число.

$$A \cdot B = (1 \ 2 \ 3 \ 4) \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ 5 \\ 1 \end{pmatrix} = (1 \cdot 1 + 2 \cdot 3 + 3 \cdot 5 + 4 \cdot 1) = (26)$$

Пример 2.

При перемножении матриц $A_{2 \times 3}$ и $B_{3 \times 2}$ получим матрицу $C_{2 \times 2}$. Найдём её элементы. Нетрудно видеть, что элемент c_{ij} получается как произведение i -й строки матрицы A и j -го столба матрицы B .

$$c_{11} = (2 \ 1 \ 0) \cdot \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \\ 4 \end{pmatrix} = 2 \cdot 3 + 1 \cdot 1 + 0 \cdot 4 = 7$$

$$c_{12} = 2 \cdot (-1) + 1 \cdot 2 + 0 \cdot 5 = 0$$

$$c_{21} = -1 \cdot 3 + 2 \cdot 1 + 3 \cdot 4 = 11$$

$$c_{22} = (-1) \cdot (-1) + 2 \cdot 2 + 3 \cdot 5 = 20$$

$$C = A \cdot B = \begin{pmatrix} 7 & 0 \\ 11 & 20 \end{pmatrix}.$$

П.1.2. Определители.

Определение 1.2. *Определителем второго порядка называется число, обозначаемое символом $\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$ и определённое равенством $\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} = a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}$.*

Определение 1.3. *Определителем третьего порядка называется число, обозначаемое символом $\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$ и определяемое равенством $\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} =$*

$$a_{11}a_{22}a_{33} + a_{12}a_{23}a_{31} + a_{21}a_{32}a_{13} - a_{13}a_{22}a_{31} - a_{21}a_{12}a_{33} - a_{11}a_{23}a_{32}.$$

Определение 1.4. *Минором любого элемента a_{ij} матрицы $A_{n \times m}$ называется определитель порядка $n-1$, который получается из определителя порядка n вычёркиванием строки с номером i и столбца с номером j . Обозначается минор M_{ij} .*

Определение 1.5. *Алгебраическим дополнением A_{ij} элемента a_{ij} , матрицы A называется минор этого элемента, умноженный на $(-1)^{i+j}$:*

$$A_{ij} = (-1)^{i+j} \cdot M_{ij}.$$

Величина определителя n -го порядка равна сумме произведений элементов какой-либо строки (столбца) на соответствующие этим элементам алгебраические дополнения: $\Delta = \sum a_{ij} \cdot M_{ij}$.

Свойства определителей

1) Величина определителя от перестановки любых двух строк (столбцов) меняет знак на противоположный.

2) Величина определителя не изменится, если к элементам некоторой строки (столбца) прибавить элементы другой строки (столбца), умноженные на одно и то же число.

3) Общий множитель элементов одного ряда (строки или столбца) можно вынести за знак определителя.

Пример 1. Упростить и вычислить определитель: $\begin{vmatrix} 1 & 2 & 5 \\ 3 & -4 & 7 \\ -3 & 12 & -15 \end{vmatrix}$.

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}.$$

Добавив к матрице системы столбец свободных членов получим расширенную матрицу системы(1.1)

$$B = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} & b_1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} & b_m \end{pmatrix}.$$

Теорема Кронекера-Капелли. Система(1.1) совместна тогда и только тогда, когда $r(A)=r(B)$ (ранг матрицы системы равен рангу ее расширенной матрицы)

Замечание. Обозначим $r(A)=r(B)=r$, n - число неизвестных. При этом $n \geq r$. Если $r=n$, то система определена. Если $r < n$, то система неопределенна.

Следующие преобразования матрицы называются элементарными преобразованиями:

- 1) перестановка двух строк(столбцов) матрицы;
- 2) умножение всех элементов строки (столбца) на число, отличное от нуля
- 3) прибавление к элементам строки (столбца) соответствующих элементов другой строки (столбца), умноженных на одно и то же число.

Элементарные преобразования матрицы не меняют ее ранга.

В результате элементарных преобразований расширенной матрицы системы получим систему, равносильную данной.

Решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса.

Пусть система(1.1) совместна. Путем элементарных преобразований приведем расширенную матрицу системы к виду

$$\begin{pmatrix} a_{11} & \dots & \dots & a_{1r} & a_{1r+1} & \dots & a_{1n} & b_1 \\ 0 & a_{22} & \dots & a_{2r} & a_{2r+1} & \dots & a_{2n} & b_2 \\ 0 & 0 & a_{33} & \dots & a_{3r} & a_{3r+1} & \dots & a_{3n} & b_3 \\ \dots & \dots \\ 0 & \dots & \dots & 0 & a_{rr} & a_{rr+1} & \dots & a_{rn} & b_r \end{pmatrix},$$

где $r=r(A)=r(B)$ - ранг матрицы.

Неизвестные x_1, \dots, x_r назовем базисными, x_{r+1}, \dots, x_n - свободными.

Перенесем свободные в правые части уравнений. Система примет вид

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + \dots + a_{1r}x_r = b_1 - a_{1r+1} - \dots - a_{1n}, \\ a_{22}x_2 + \dots + a_{2r}x_r = b_2 - a_{2r+1} - \dots - a_{2n}, \\ \dots \\ a_{rr}x_r = b_r - a_{rr+1} - \dots - a_{rn}, \end{cases} \quad (1.2)$$

Полученная система(1.2) равносильна системе(1.1)

Выразим из последнего уравнения системы(1.2) x_r :

$$A^{-1} = \begin{pmatrix} \frac{A_{11}}{\Delta} & \frac{A_{21}}{\Delta} & \dots & \frac{A_{n1}}{\Delta} \\ \frac{A_{12}}{\Delta} & \frac{A_{22}}{\Delta} & \dots & \frac{A_{n2}}{\Delta} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{A_{1n}}{\Delta} & \frac{A_{2n}}{\Delta} & \dots & \frac{A_{nn}}{\Delta} \end{pmatrix} = \frac{1}{\Delta} \cdot \begin{pmatrix} A_{11} & A_{21} & \dots & A_{n1} \\ A_{12} & A_{22} & \dots & A_{n2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{1n} & A_{2n} & \dots & A_{nn} \end{pmatrix}$$

A^{-1} существует тогда и только тогда, когда $\Delta \neq 0$.

Согласно правилу перемножения матриц систему(1.3) можно переписать в виде

$$A \cdot X = B,$$

Где A – матрица системы;

X – матрица-столбец из неизвестных, $X = \begin{pmatrix} x_1 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix}$;

B – матрица столбец свободных членов, $B = \begin{pmatrix} b_1 \\ \dots \\ b_x \end{pmatrix}$.

Решение системы(1.4) находится по формуле(1.5)

$$X = A^{-1} \cdot B. \quad (1.5)$$

Пример 1. Исследовать системы уравнений. Совместные системы решить двумя способами: матричным и методом Гаусса.

$$\text{а) } \begin{cases} 2x - y + z = 3 \\ x + 4y - 3z = 5 \\ 4x + 7y - 5z = 8 \end{cases} \quad \text{б) } \begin{cases} 2x - y + z = 6 \\ 3x + 2u - z = 0 \\ -x - y + z = 3 \end{cases}$$

Решение. а) Выпишем расширенную матрицу системы и выполним над ней ряд элементарных преобразований:

$$\begin{pmatrix} 2 & -11 & 3 \\ 1 & 4 & -3 & 5 \\ 4 & 7 & -5 & 8 \end{pmatrix} \sim \begin{pmatrix} 1 & 4 & -3 & 5 \\ 2 & -11 & 3 & \\ 4 & 7 & -5 & 8 \end{pmatrix} \begin{matrix} (-2) & (-4) \\ \downarrow & \downarrow \\ \leftarrow & \downarrow \end{matrix} \sim \begin{pmatrix} 1 & 4 & -3 & 5 \\ 0 & -9 & 7 & -7 \\ 0 & -9 & 7 & 12 \end{pmatrix} \begin{matrix} (-1) \\ \downarrow \end{matrix} \sim \begin{pmatrix} 1 & 4 & -3 & 5 \\ 0 & -9 & 7 & -7 \\ 0 & 0 & 0 & -5 \end{pmatrix}$$

Над расширенной матрицей системы B и, соответственно, над матрицей системы A выполнены следующие элементарные преобразования:

- 1) перестановка строк;
- 2) умножение первой строки матрицы на -2 и сложение со второй строкой(первую строку при этом переписываем без изменений);
- 3) умножение первой строки матрицы на-4 и сложение с третьей строкой;
- 4) умножение второй строки полученной матрицы на -1 и сложение с третьей строкой.

Элементарные преобразования матрицы не меняют ее ранга.

Можно показать, что ранг полученной матрицы равен числу ее ненулевых строк. (Строка матрицы называется нулевой, если она состоит из одних нулей).

Таким образом $r(A)=2, r(B)=3$. Ранг матрицы системы отличен от ранга ее расширенной матрицы. Следовательно, система несовместна.

$$\text{б) } \begin{pmatrix} 2 & -11 & 6 \\ 3 & 2 & -10 \\ -1 & -11 & 3 \end{pmatrix} \sim \begin{pmatrix} -1 & -11 & 3 \\ 2 & -11 & 6 \\ 3 & 2 & -10 \end{pmatrix} \begin{matrix} (2) (3) \\ \swarrow \downarrow \\ \leftarrow \downarrow \end{matrix} \sim \begin{pmatrix} -1 & -11 & 3 \\ 0 & -3 & 12 \\ 0 & -1 & 29 \end{pmatrix} \sim \begin{pmatrix} -1 & -11 & 3 \\ 0 & -1 & 29 \\ 0 & -3 & 12 \end{pmatrix} \begin{matrix} \\ (-3) \\ \swarrow \end{matrix} \sim \begin{pmatrix} -1 & -11 & 3 \\ 0 & -1 & 29 \\ 0 & 0 & -15 \end{pmatrix}$$

$r(A)=r(B)=3$. Система совместна. Причем, число неизвестных $n=3, n=r=3$. Система определена, то есть имеет единственное решение. Найдем это решение методом Гаусса.

В результате элементарных преобразований система приняла вид

$$\begin{cases} -x - y + z = 3, \\ -y + 2z = 9, \\ -3z = -15. \end{cases}$$

Выразим z из последнего уравнения системы $z = \frac{-15}{-3} = 5$.

Подставив найденное z во второе уравнение системы, найдем y .

$$\begin{aligned} -y + 2 \cdot 5 &= 9, \\ y &= 1. \end{aligned}$$

Аналогично, подставляя найденные z и y в первое уравнение, найдем x .

$$\begin{aligned} -x - 1 + 5 &= 3, \\ x &= 1. \end{aligned}$$

Решим теперь ту же систему матричным методом.

Систему $\begin{cases} 2x - y + z = 6, \\ 3x + 2y - z = 0, \\ -x - y + z = 3, \end{cases}$ можно переписать в виде $A \cdot X = B$, где

$$A = \begin{pmatrix} 2 & -11 & 6 \\ 3 & 3 & -1 \\ -1 & -11 & 3 \end{pmatrix} - \text{ матрица системы, } X = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} - \text{ матрица-столбец неизвестных,}$$

$$B = \begin{pmatrix} 6 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix} - \text{ матрица-столбец свободных членов.}$$

Решение системы найдём по формуле $X = A^{-1} \cdot B$,

$$A^{-1} = \begin{pmatrix} \frac{A_{11}}{\Delta} & \frac{A_{21}}{\Delta} & \frac{A_{31}}{\Delta} \\ \frac{A_{12}}{\Delta} & \frac{A_{22}}{\Delta} & \frac{A_{32}}{\Delta} \\ \frac{A_{13}}{\Delta} & \frac{A_{23}}{\Delta} & \frac{A_{33}}{\Delta} \end{pmatrix} = \frac{1}{\Delta} \cdot \begin{pmatrix} A_{11} & A_{21} & A_{31} \\ A_{12} & A_{22} & A_{32} \\ A_{13} & A_{23} & A_{33} \end{pmatrix}, \text{ где } A_{ij} - \text{ алгебраическое дополнение}$$

элемента a_{ij} матрицы A .

$$\Delta = \begin{vmatrix} 2 & -1 & 1 \\ 3 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \end{vmatrix} = 2 \cdot \begin{vmatrix} 2 & 2 \\ -1 & -1 \end{vmatrix} - (-1) \cdot \begin{vmatrix} 3 & -1 \\ -1 & 1 \end{vmatrix} + 1 \cdot \begin{vmatrix} 3 & 2 \\ -1 & -1 \end{vmatrix} = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 2 + 1 \cdot (-1) = 3,$$

$$A_{11} = (-1)^{1+1} \cdot M_{11} = \begin{vmatrix} 2 & -1 \\ -1 & 1 \end{vmatrix} = 2 \cdot 1 - (-1) \cdot (-1) = 1,$$

$$A_{12} = - \begin{vmatrix} 3 & -1 \\ -1 & 1 \end{vmatrix} = -(3 \cdot 1 - (-1) \cdot (-1)) = -2,$$

$$A_{13} = \begin{vmatrix} 3 & 2 \\ -1 & -1 \end{vmatrix} = -3 + 2 = -1,$$

$$A_{21} = \begin{vmatrix} -1 & 1 \\ -1 & 1 \end{vmatrix} = 0,$$

$$A_{22} = \begin{vmatrix} 2 & 1 \\ -1 & 1 \end{vmatrix} = 3,$$

$$A_{23} = \begin{vmatrix} 2 & -1 \\ -1 & -1 \end{vmatrix} = 3,$$

$$A_{31} = \begin{vmatrix} -1 & 1 \\ 2 & -1 \end{vmatrix} = -1,$$

$$A_{32} = \begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 3 & -1 \end{vmatrix} = 5,$$

$$A_{33} = \begin{vmatrix} 2 & -1 \\ 3 & 2 \end{vmatrix} = 7.$$

$$A^{-1} = \frac{1}{3} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ -2 & 3 & 5 \\ -1 & 3 & 7 \end{pmatrix};$$

$$X = \frac{1}{3} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ -2 & 3 & 5 \\ -1 & 3 & 7 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 6 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix} = \frac{1}{3} \begin{pmatrix} 1 \cdot 6 + 0 \cdot 0 - 1 \cdot 3 \\ -2 \cdot 6 + 3 \cdot 0 + 5 \cdot 3 \\ -1 \cdot 6 + 3 \cdot 0 + 7 \cdot 3 \end{pmatrix} = \frac{1}{3} \cdot \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \\ 15 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 5 \end{pmatrix};$$

$x=1, y=1, z=5.$

Запишем теперь ответ.

Ответ:(1;1;5).

Задания из типового расчёта № 1: 1, 2, 3, 4.

§2. ВЕКТОРНАЯ АЛГЕБРА

П. 2.1. Линейные операции над векторами.

Определение 2.1. Вектором называется направленный отрезок или упорядоченная пара точек. Обозначается вектор $\overrightarrow{AB} = \vec{a}$. Где точка A - начало вектора, B - конец.

Векторы, параллельные одной прямой, называются коллинеарными. Векторы, параллельные одной плоскости, называются компланарными.

Два вектора равны, если они:

- 1) имеют равные модули;
- 2) коллинеарны и направлены в одну сторону (сонаправлены).

Правило треугольника сложения векторов \vec{a} и \vec{b} : если вектор \vec{b} отложен от конца вектора \vec{a} , то суммой векторов \vec{a} и \vec{b} называется вектор \vec{c} , проведенный из начала вектора \vec{a} в конец вектора \vec{b} (рис.21).

Правило параллелограмма сложения векторов: если вектора \vec{a} и \vec{b} отложены от одной точки, то суммой векторов \vec{a} и \vec{b} называется вектор \vec{c} , отложенный от той же точки, образующий диагональ параллелограмма, построенного на векторах \vec{a} и \vec{b} как на сторонах (рис. 2.2).

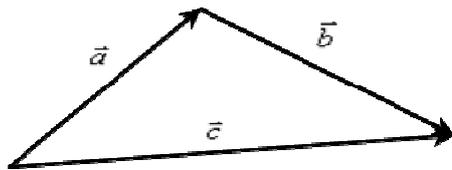


Рисунок 2.1

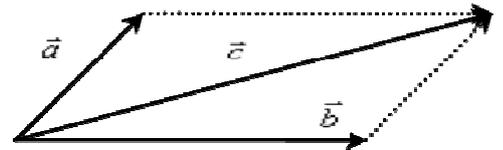


Рисунок 2.2

Произведением вектора \vec{a} на число (скаляр) λ называется новый вектор \vec{b} , имеющий длину $|\lambda| \cdot |\vec{a}|$, сонаправленный с \vec{a} при $\lambda > 0$ и противоположно-направленный при $\lambda < 0$.

Любой вектор может быть представлен в виде линейной комбинации трех некопланарных векторов, в частности, векторов \vec{i} , \vec{j} , \vec{k} (вектора \vec{i} , \vec{j} , \vec{k} взаимно ортогональны, $|\vec{i}| = |\vec{j}| = |\vec{k}| = 1$).

$$\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k} \quad (2.1)$$

Формулу(2.1) можно записать в виде

$$\vec{a} = (a_x; a_y; a_z) \quad (2.2)$$

Числа $a_x; a_y; a_z$ называются координатами вектора \vec{a} .

Аналогично $\vec{b} = (b_x; b_y; b_z)$.

Линейные операции над векторами в координатной форме:

$$\lambda \vec{a} = (\lambda a_x; \lambda a_y; \lambda a_z) \quad (2.3)$$

$$\vec{a} + \vec{b} = (a_x + b_x; a_y + b_y; a_z + b_z) \quad (2.4)$$

$$\vec{a} - \vec{b} = (a_x - b_x; a_y - b_y; a_z - b_z) \quad (2.5)$$

Под разностью векторов \vec{a} и \vec{b} понимают третий вектор, который в сумме с вектором \vec{b} дает вектор \vec{a} .

Пусть $A(x_1; y_1; z_1), B(x_2; y_2; z_2)$. Тогда

$$\overrightarrow{AB} = (x_2 - x_1; y_2 - y_1; z_2 - z_1). \quad (2.6)$$

Свойства линейных операций над векторами

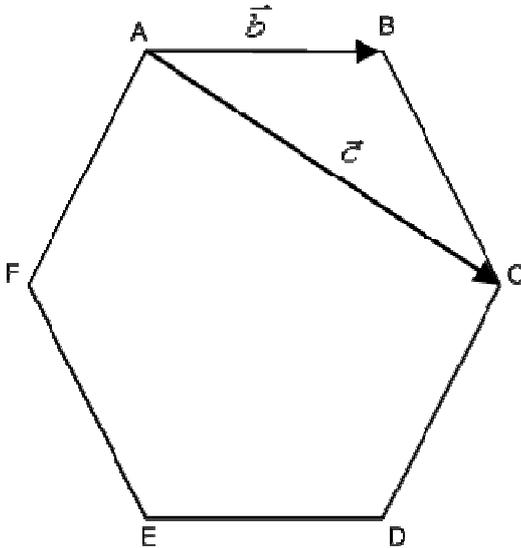
- 1) $\vec{a} + \vec{b} = \vec{b} + \vec{a}$
- 2) $(\vec{a} + \vec{b}) + \vec{c} = \vec{a} + (\vec{b} + \vec{c})$
- 3) $\lambda \cdot (\vec{a} \pm \vec{b}) = \lambda \vec{a} \pm \lambda \vec{b}$

Условие коллинеарности векторов:

$$\vec{a} \parallel \vec{b} \Leftrightarrow \vec{b} = \lambda \vec{a} \quad \text{или} \quad \frac{b_x}{a_x} = \frac{b_y}{a_y} = \frac{b_z}{a_z} = \lambda \quad (\text{координаты векторов пропорциональны}).$$

Пример 1. В правильном шестиугольнике ABCDEF $\overrightarrow{AB} = \vec{b}$, $\overrightarrow{AC} = \vec{c}$. Выразить через \vec{b} и \vec{c} векторы \overrightarrow{BC} , \overrightarrow{AD} , \overrightarrow{DC} , \overrightarrow{AE} .

Решение: выполним рисунок.



По правилу треугольника сложения векторов $\overrightarrow{BC} = \overrightarrow{BA} + \overrightarrow{AC}$. Но $\overrightarrow{BA} = -\overrightarrow{AB}$, так как векторы \overrightarrow{BA} и \overrightarrow{AB} имеют одинаковые длины и противоположные направления. Таким образом, $\overrightarrow{BC} = -\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{AC} = -\vec{b} + \vec{c}$. Аналогично находим другие векторы. $\overrightarrow{AD} = 2\overrightarrow{BC}$, так как шестиугольник правильный.

$$\overrightarrow{AD} = 2(\vec{c} - \vec{b}) = 2\vec{c} - 2\vec{b},$$

$$\overrightarrow{DC} = \overrightarrow{DA} + \overrightarrow{AC} = -\overrightarrow{AD} + \overrightarrow{AC} = 2\vec{b} - 2\vec{c} + \vec{c} = 2\vec{b} - \vec{c}$$

$$\overrightarrow{AE} = \overrightarrow{AD} + \overrightarrow{DE} = 2\vec{c} - 2\vec{b} - \vec{b} = 2\vec{c} - 3\vec{b}$$

Ответ: $\overrightarrow{BC} = -\vec{b} + \vec{c}$, $\overrightarrow{AD} = 2\vec{c} - 2\vec{b}$, $\overrightarrow{DC} = 2\vec{b} - \vec{c}$, $\overrightarrow{AE} = 2\vec{c} - 3\vec{b}$.

П. 2.2. Скалярное произведение двух векторов.

Определение 2.2. Скалярным произведением двух векторов называется произведение их модулей, умноженное на косинус угла между ними.

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \cos \varphi. \quad (2.7)$$

Определение 2.3. Проекцией вектора \vec{b} на вектор \vec{a} называется произведение модуля вектора \vec{b} на косинус угла между векторами \vec{a} и \vec{b} . Обозначается $\text{pr}_{\vec{a}} \vec{b}$

$$\text{pr}_{\vec{a}} \vec{b} = |\vec{b}| \cdot \cos \varphi. \quad (2.8)$$

Свойства скалярного произведения векторов

- 1) $\vec{a} \cdot \vec{b} = \vec{b} \cdot \vec{a}$ - переместительный закон,
- 2) $\vec{a} \cdot (\vec{b} + \vec{c}) = \vec{a} \cdot \vec{b} + \vec{a} \cdot \vec{c}$ - распределительный закон.

Пусть векторы \vec{a} и \vec{b} заданы своими координатами: $\vec{a} = (a_x; a_y; a_z)$, $\vec{b} = (b_x; b_y; b_z)$.

Скалярное произведение векторов в координатной форме:

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z, (2.9)$$

Модуль вектора:

$$|\vec{a}| = \sqrt{|\vec{a}|^2} = \sqrt{\vec{a} \cdot \vec{a}} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} (2.10)$$

Угол между векторами:

$$\cos \varphi = \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{|\vec{a}| \cdot |\vec{b}|} = \frac{a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z}{\sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} \cdot \sqrt{b_x^2 + b_y^2 + b_z^2}}. (2.11)$$

$$\text{пр}_{\vec{a}} \vec{b} = \frac{a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z}{\sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}} (2.12)$$

Аналогично:

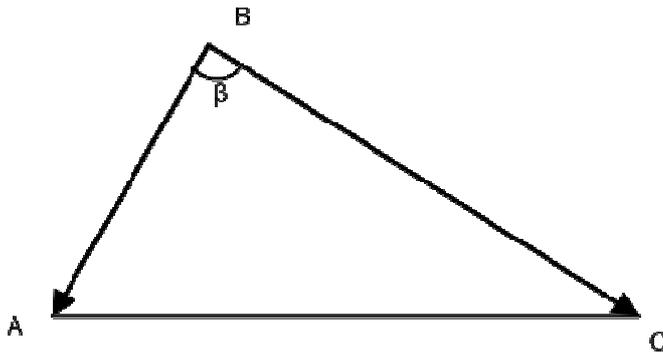
$$\text{пр}_{\vec{b}} \vec{a} = \frac{a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z}{\sqrt{b_x^2 + b_y^2 + b_z^2}} (2.13)$$

Условие ортогональности векторов:

$$\vec{a} \perp \vec{b} \Leftrightarrow \vec{a} \cdot \vec{b} \text{ или } a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z = 0.$$

Пример 1. Даны точки A(1; -2; 4), B(0; 3; 5), C(-1; 2; 1). Найти угол β при вершине B в треугольнике ABC.

Решение: Выполним схематически рисунок.



Из рисунка видно, что искомый угол β - это угол между векторами \vec{BA} и \vec{BC} . Чтобы найти координаты вектора, нужно из координат его конца вычесть координаты его начала (см. формулу 2.6).

$$\vec{BA} = (1-0; -2-3; 4-5) = (1; -5; -1),$$

Рисунок 2.6

$$\vec{BC} = (-1, -1, -4).$$

По формуле (2.16) найдем косинус угла между векторами \vec{BA} и \vec{BC} .

$$\cos \beta = \frac{\vec{BA} \cdot \vec{BC}}{|\vec{BA}| \cdot |\vec{BC}|},$$

$$\cos \beta = \frac{1 \cdot (-1) + (-5) \cdot (-1) + (-1) \cdot (-4)}{\sqrt{1^2 + (-5)^2 + (-1)^2} \cdot \sqrt{(-1)^2 + (-1)^2 + (-4)^2}} = \frac{-1 + 5 + 4}{\sqrt{27} \cdot \sqrt{18}} = \frac{8}{\sqrt{3 \cdot 9} \cdot \sqrt{2 \cdot 9}} = \frac{8}{9\sqrt{6}},$$

$$\beta = \arccos \frac{8}{9\sqrt{6}}.$$

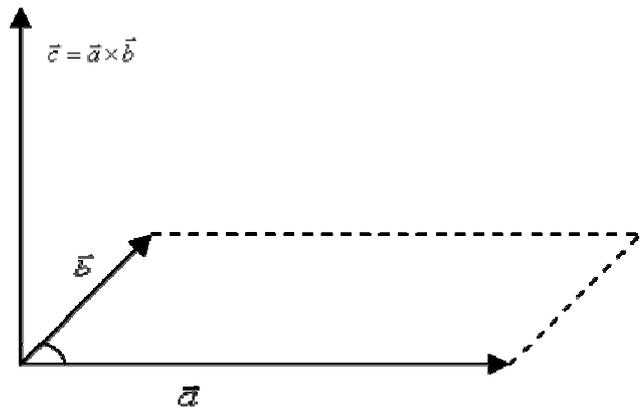
Ответ: $\beta = \arccos \frac{8}{9\sqrt{6}}.$

П. 2.3. Векторное произведение двух векторов.

Определение 2.4. Векторным произведением вектора \vec{a} на вектор \vec{b} называется третий вектор \vec{c} , который:

1) перпендикулярен к векторам \vec{a} и \vec{b} ($\vec{c} \perp \vec{a}$, $\vec{c} \perp \vec{b}$) и направлен в ту сторону, с которой вращение от \vec{a} к \vec{b} на наименьший угол рассматривается совершающимся против часовой стрелки;

2) имеет модуль, численно равный площади параллелограмма, построенного на векторах \vec{a} и \vec{b} ($|\vec{c}| = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \sin \varphi$).



Векторное произведение обозначается $\vec{a} \times \vec{b}$.

Свойства векторного произведения

1) $\vec{a} \times \vec{b} = -\vec{b} \times \vec{a}$,

2) $\vec{a} \times (\vec{b} + \vec{c}) = \vec{a} \times \vec{b} + \vec{a} \times \vec{c}$, - распределительный закон,

3) если $\vec{a} \parallel \vec{b}$ то $\vec{a} \times \vec{b} = 0$.

Векторное произведение векторов в координатной форме:

Пусть $\vec{a} = (a_x, a_y, a_z)$, $\vec{b} = (b_x, b_y, b_z)$, тогда

$$\vec{c} = \vec{a} \times \vec{b} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix}. \quad (2.14)$$

Площадь параллелограмма, построенного на векторах \vec{a} и \vec{b} :

$$S_{\diamond} = |\vec{a} \times \vec{b}|. \quad (2.15)$$

Площадь треугольника, построенного на векторах \vec{a} и \vec{b} :

$$S_{\Delta} = \frac{1}{2} |\vec{a} \times \vec{b}|. \quad (2.16)$$

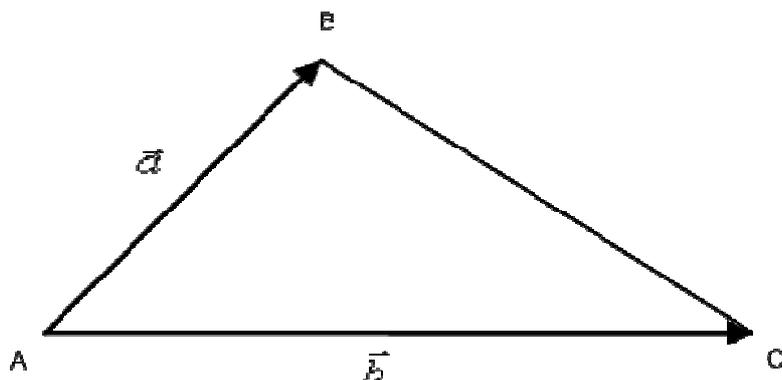
Пример 1. Найти площадь треугольника, заданного координатами своих вершин. А (2;-1;0); В (-2;3;1); С(1;0;1).

Решение: Построим два вектора $\overrightarrow{AB} = \vec{a}$ и $\overrightarrow{AC} = \vec{b}$, \vec{a} (-4;4;1), \vec{b} (-1;1;1),

$$S_{ABC} = \frac{1}{2} |\vec{a} \times \vec{b}|.$$

Найдем векторное произведение

$$\vec{a} \times \vec{b} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ -4 & 4 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \end{vmatrix} = \vec{i} \cdot \begin{vmatrix} 4 & 1 \\ 1 & 1 \end{vmatrix} - \vec{j} \cdot \begin{vmatrix} -4 & 1 \\ -1 & 1 \end{vmatrix} + \vec{k} \cdot \begin{vmatrix} -4 & 4 \\ -1 & 1 \end{vmatrix} = 3\vec{i} + 3\vec{j};$$



$$S_{ABC} = \frac{1}{2} |\vec{a} \times \vec{b}| = \frac{1}{2} \sqrt{3^2 + 3^2 + 0^2} = \frac{3\sqrt{2}}{2} (a^2).$$

Ответ: $S_{ABC} = \frac{3\sqrt{2}}{2} (a^2).$

П. 2.4. Смешанное произведение трёх векторов.

Определение 2.5. Смешанным произведением векторов \vec{a} , \vec{b} и \vec{c} называется скалярное произведение векторного произведения векторов на вектор \vec{c}

$$\vec{a} \cdot \vec{b} \cdot \vec{c} = (\vec{a} \times \vec{b}) \cdot \vec{c}.$$

Свойства смешанного произведения

- 1) $(\vec{a} \times \vec{b}) \cdot \vec{c} = \vec{a} \cdot (\vec{b} \times \vec{c}).$
- 2) $(\vec{a} \times \vec{b}) \cdot \vec{c} = -(\vec{a} \times \vec{c}) \cdot \vec{b} = -(\vec{c} \times \vec{b}) \cdot \vec{a}$ (от перестановки двух сомножителей смешанное произведение меняет знак).
- 3) Если два из трех данных векторов равны или параллельны, то их смешанное произведение равно 0.

Смешанное произведение в координатной форме:

Пусть $\vec{a} = (a_x; a_y; a_z)$, $\vec{b} = (b_x; b_y; b_z)$, $\vec{c} = (c_x; c_y; c_z)$,

тогда

$$\vec{a} \cdot \vec{b} \cdot \vec{c} = \begin{vmatrix} a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \\ c_x & c_y & c_z \end{vmatrix}. \quad (2.17)$$

Объем параллелепипеда, построенного на векторах \vec{a} , \vec{b} и \vec{c} :

$$V_{\text{ип}} = |\vec{a} \cdot \vec{b} \cdot \vec{c}|. \quad (2.18)$$

Объем пирамиды, построенной на векторах \vec{a} , \vec{b} , \vec{c} :

$$V_{\text{п}} = \frac{1}{6} |\vec{a} \cdot \vec{b} \cdot \vec{c}| \quad (2.19)$$

Условие компланарности векторов: векторы \vec{a} , \vec{b} и \vec{c} компланарны тогда и только тогда, когда $\vec{a} \cdot \vec{b} \cdot \vec{c} = 0$.

Пример 1. Дана пирамида с вершинами в $A(1;-2;0)$, $B(1;2;-1)$, $C(3;-1;0)$, $D(0;-3;2)$. Найти ее объем и длину высоты, опущенной из вершины A.

Решение: Рассмотрим три вектора:

$$\vec{CB} = (-2; 3; -1); \vec{CA} = (-2; -1; 0); \vec{CD} = (-3; -2; 2).$$

$$V_{i\ddot{o}} = \frac{1}{6} |\vec{CA} \cdot \vec{CB} \cdot \vec{CD}|$$

$$\vec{CA} \cdot \vec{CB} \cdot \vec{CD} = \begin{vmatrix} -2 & -1 & 0 \\ -2 & 3 & -1 \\ -3 & -2 & 2 \end{vmatrix} = -2 \begin{vmatrix} 3 & -1 \\ -2 & 2 \end{vmatrix} - 2 \begin{vmatrix} -2 & -1 \\ -3 & 2 \end{vmatrix} = -2 \cdot 4 + (-7) = -15,$$

$$V_{i\ddot{o}} = \frac{1}{6} \cdot |-15| = \frac{15}{6} = 2,5(\text{ед}^3).$$

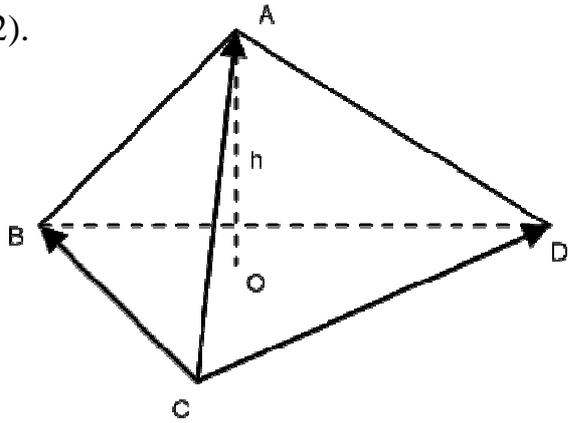
С другой стороны, $V_{i\ddot{o}} = \frac{1}{3} \cdot S_{\text{ин}} \cdot h$, $S_{\text{ин}} = S_{BCD} = \frac{1}{2} |\vec{CB} \times \vec{CD}|$;

$$\vec{CB} \times \vec{CD} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ -2 & 3 & -1 \\ -3 & -2 & 2 \end{vmatrix} = \vec{i} \cdot \begin{vmatrix} 3 & -1 \\ -2 & 2 \end{vmatrix} - \vec{j} \cdot \begin{vmatrix} -2 & -1 \\ -3 & 2 \end{vmatrix} + \vec{k} \cdot \begin{vmatrix} -2 & 3 \\ -3 & -2 \end{vmatrix} = 4\vec{i} + 7\vec{j} + 13\vec{k},$$

$$h = \frac{3V}{S_{\text{ин}}},$$

$$h = \frac{3 \cdot 2,5 \cdot 2}{\sqrt{234}} = \frac{15}{\sqrt{234}} (\text{ед}).$$

Ответ: $V_{i\ddot{o}} = 2,5(\text{ед}^3)$, $h = \frac{15}{\sqrt{234}} (\text{ед}).$



Задания из типового расчёта № 1: 5, 6, 7.

§3. УРАВНЕНИЯ ЛИНИИ НА ПЛОСКОСТИ

П. 1.1. Уравнение прямой с угловым коэффициентом

$$y = kx + b \quad (3.1)$$

Параметр k равен тангенсу угла α наклона прямой к оси Ox ($k = \operatorname{tg} \alpha$) и называется угловым коэффициентом. Параметр b - ордината точки пересечения прямой с осью Oy . x и y - координаты произвольной точки прямой.

Уравнение прямой, проходящей через заданную точку $M_0(x_0; y_0)$, перпендикулярно заданному вектору $\vec{n}=(A; B)$

$$A(x - x_0) + B(y - y_0) = 0 \quad (3.2)$$

Общее уравнение прямой

$$Ax + By + C = 0 \quad (3.3)$$

A, B - координаты вектора нормали к прямой.

Уравнение прямой в отрезках на осях

$$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} = 1 \quad (3.4)$$

Параметры a и b величины отрезков, отсекаемых прямой на осях координат.

Уравнение прямой, проходящей через две данные точки $M_1(x_1; y_1)$, $M_2(x_2; y_2)$.

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1} \quad (3.5)$$

В уравнениях(3.1)-(3.5) y - координаты произвольной точки прямой

Нормальное уравнение прямой

$$x \cos \beta + y \sin \beta - p = 0 \quad (3.6)$$

где p - длина перпендикуляра, опущенного из начала координат на прямую, β - угол наклона этого перпендикуляра Ox . Чтобы привести общее уравнение прямой $Ax + By + C = 0$ к нормальному виду, нужно все члены его умножить на нормирующий множитель $M = \pm \frac{1}{\sqrt{A^2 + B^2}}$ взятый со знаком, противоположным знаку свободного члена C .

Расстояние d от точки $(x_0; y_0)$ до прямой

$$d = |x_0 \cos \beta + y_0 \sin \beta - p| \quad (3.71)$$

Или

$$d = \frac{|Ax_0 + By_0 + C|}{\sqrt{A^2 + B^2}} \quad (3.8)$$

Угол между прямыми

Угол φ отсчитанный против часовой стрелки от прямой $y = k_1x + b_1$ до прямой $y = k_2x + b_2$, определяется формулой

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{k_2 - k_1}{1 + k_1 k_2} \quad (3.9)$$

Для прямых, заданных общими уравнениями

$$A_1x + B_1y + C_1 = 0 \text{ и } A_2x + B_2y + C_2 = 0,$$

формула(3.9) примет вид

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{A_1B_1 - A_2B_2}{A_1A_2 + B_1B_2}. \quad (3.10)$$

Условие параллельности прямых:

$$k_1 = k_2 \text{ или } \frac{A_1}{A_2} = \frac{B_1}{B_2}.$$

Условие перпендикулярности прямых:

$$k_2 = -\frac{1}{k_1} \text{ или } A_1A_2 + B_1B_2 = 0.$$

Пример 1. Записать общее уравнение прямой, проходящей через точки А(6;2) и В(-3;-4). Полученное уравнение привести к виду в отрезках на осях.

Решение: В уравнение прямой, проходящей через 2 данные точки,

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1}$$

подставим координаты точек А и В:

$$\frac{x - 6}{-3 - 6} = \frac{y - 2}{-4 - 2},$$
$$\frac{x - 6}{-9} = \frac{y - 2}{-6}.$$

По основному свойству пропорции

$$\begin{aligned} -6(x - 6) &= -9(y - 2) \\ -6x + 36 &= -9y + 18 \\ -6x + 9y + 18 &= 0 \\ 2x - 3y - 6 &= 0. \end{aligned}$$

Получили общее уравнение прямой. Приведём его к виду в отрезках на осях.

$$2x - 3y = 6 \quad | :6$$

$$\frac{x}{3} + \frac{y}{-2} = 1.$$

Задания из типового расчёта № 1: 8.

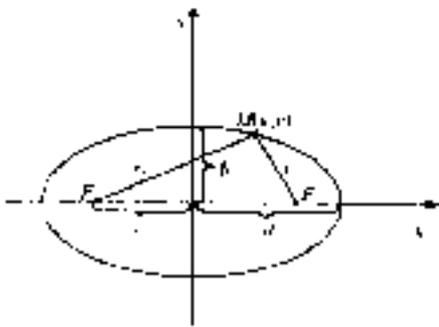
§4. Кривые второго порядка

П.4.1. КРИВЫЕ ВТОРОГО ПОРЯДКА.

Определение 4.1. Окружностью называется геометрическое место точек, одинаково удаленных от точки $C(a;b)$, называемой центром окружности. Уравнение окружности с центром в точке $C(a;b)$ и радиусом, равным R : $(x-a)^2 + (y-b)^2 = R^2$ (4.1)

Определение 4.2. Эллипсом называется геометрическое место точек, сумма расстояний от каждой из которых до двух данных точек F и F_1 , называемых фокусами, есть постоянная величина $2a$, большая $F F_1$. Каноническое (простейшее) уравнение эллипса:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$



Эллипс, заданный уравнением (4.2), симметричен относительно осей координат (рисунок 4.1).

Пусть $a > b$. Тогда параметр a называют большой полуосью, b - малой полуосью эллипса.

При $a > b$ фокусы F и F_1 находятся на оси Ox .

Координаты фокусов: $F(c;0)$, $F_1(-c;0)$, где

$$c = \sqrt{a^2 - b^2}. \text{ Отношение } \frac{c}{a} = \varepsilon < 1$$

называется эксцентриситетом эллипса. Расстояния от точки $M(x;y)$ эллипса до его фокусов (фокальные радиус-векторы) определяются формулами

$$r = a - \varepsilon x, \quad r_1 = a + \varepsilon x.$$

Если $b > a$, то фокусы находятся на оси Oy , $F(0;c)$, $F_1(0;-c)$, $c = \sqrt{b^2 - a^2}$,

$$\varepsilon = \frac{c}{b}, \quad r = b \pm \varepsilon y$$

Прямые $x = \pm \frac{a}{\varepsilon}$ называются директрисами эллипса. Директрисы эллипса обладают следующим свойством: отношение расстояния от произвольной точки эллипса до его фокуса к расстоянию от той же точки до соответствующей этому фокусу директрисы есть величина постоянная, равная ε .

Написать уравнение окружности, проходящей через точки $A(-1;3)$, $B(0;2)$ и $C(1;-1)$. Найти ее центр и радиус.

Решение: Запишем каноническое уравнение окружности с центром $C(a,b)$ и радиусом R :

$$(x-a)^2 + (y-b)^2 = R^2.$$

Если в уравнении (4.1) раскрыть скобки и привести подобные, то оно примет вид

$$x^2 + y^2 + mx + ny + p = 0.$$

Здесь x, y - координаты произвольной точки окружности; m, n, p - параметры окружности, которые необходимо определить.

Подставим вместо x , координаты заданных точек окружности

$$\begin{cases} (-1)^2 + 3^2 - m + 3n + p = 0, \\ 0^2 + 2^2 + 0 \cdot m + 2n + p = 0, \\ 1^2 + (-1)^2 + m - n + p = 0, \end{cases}$$

Решая полученную систему, найдем параметры m, n, p

$$\begin{cases} -m + 3n + p = 0, \\ m - n + p = -2, \\ 2n + p = 4, \end{cases} \begin{cases} -m + 3n + p = -10, \\ 2n + 2p = -12, \\ 2n + p = -4, \end{cases} \begin{cases} -m + 3n + p = -10, \\ 2n + 2p = -12, \\ p = -8, \end{cases}$$

$$p = -8 \Rightarrow 2n = -12 - 2p = -12 + 16 = 4 \Rightarrow n = 2;$$

$$-m = -10 - p - 3n = -10 + 8 - 6 = -8$$

$$m = 8.$$

Запишем уравнение окружности

$$x^2 + y^2 + 8x + 2y - 8 = 0.$$

Для нахождения центра и радиуса окружности выделим в полученном уравнении полные квадраты

$$(x^2 + 8x + 16) - 16 + (y^2 + 2y + 1) - 1 - 8 = 0;$$

$$(x + 4)^2 + (y + 1)^2 = 25$$

Ответ: центр окружности $O(-4; -1)$, радиус $R=5$.#

Определение 4.3. Гиперболой называется геометрическое место точек, разность расстояний от каждой из которых до двух данных точек F и F_1 , называемых фокусами, есть постоянная величина $2a$ ($0 < 2a < F_1F$).

Каноническое уравнение гиперболы

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$$

Гипербола, заданная уравнением (4.3), симметрична относительно осей координат (рисунок 4.2).

Она пересекает ось Ox в точках $A(a; 0)$ и $A_1(-a; 0)$ - вершинах гиперболы и не пересекает ось Oy .

Параметр

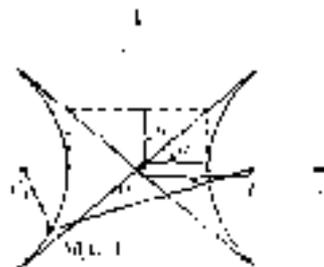
a называется вещественной полуосью, b - мнимой полуосью.

Координаты фокусов: $F(c; 0)$, $F_1(-c; 0)$, где

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}.$$

Отношение $\frac{c}{a} = \varepsilon > 1$ называется эксцентриситетом гиперболы.

Прямые $y = \pm \frac{b}{a}x$ называются асимптотами гиперболы.



Расстояние от точки $M(x; y)$ гиперболы до ее фокусов (фокальные радиусы-векторы) определяются формулами $r = |\varepsilon x - a|$, $r_1 = |\varepsilon x + a|$.

Гипербола, пересекающая ось Oy и симметричная относительно координат

натных осей, задается уравнением

$$\frac{y^2}{b^2} - \frac{x^2}{a^2} = 1$$

Здесь b - действительная полуось, a - мнимая полуось. $F(0; c)$, $F_1(0; -c)$.
Прямые $x = \pm \frac{a}{e}$ называются директрисами гиперболы. Директрисы гиперболы обладают тем же свойством, что и директрисы эллипса.

Определение 4.4. Параболой называется геометрическое место точек, одинаково удаленных от данной точки, называемой фокусом и данной прямой, называемой директрисой.

Каноническое уравнение параболы имеет два вида:

1) $y^2 = 2px$

-парабола симметрична относительно оси Ox

2) $x^2 = 2py$

-парабола симметрична относительно оси Oy

Парабола $y^2 = 2px$ имеет фокус $F\left(\frac{p}{2}; 0\right)$ и директрису $x = -\frac{p}{2}; r = x + \frac{p}{2}$ -
фокальный радиус-вектор точки $M(x; y)$ на параболе.

Парабола $x^2 = 2py$ имеет фокус $F\left(0; \frac{p}{2}\right)$ и директрису $y = -\frac{p}{2}; r = y + \frac{p}{2}$ -
фокальный радиус-вектор точки $M(x; y)$ на параболе.

§5. УРАВНЕНИЯ ПЛОСКОСТИ И ПРЯМОЙ В ПРОСТРАНСТВЕ

П 5.1. Плоскость

Уравнение плоскости, проходящей через заданную точку $M_0(x_0; y_0; z_0)$ и перпендикулярной данному вектору $\vec{n} = (A; B; C)$:

$$A(x - x_0) + B(y - y_0) + C(z - z_0) = 0$$

Общее уравнение плоскости:

$$Ax + By + Cz + D = 0$$

Уравнение плоскости, проходящей через три заданные точки

$M_1(x_1; y_1; z_1)$; $M_2(x_2; y_2; z_2)$ и $M_3(x_3; y_3; z_3)$:

$$\begin{vmatrix} x - x_1 & y - y_1 & z - z_1 \\ x_2 - x_1 & y_2 - y_1 & z_2 - z_1 \\ x_3 - x_1 & y_3 - y_1 & z_3 - z_1 \end{vmatrix}$$

Уравнение плоскости в отрезках на осях:

$$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} + \frac{z}{c} = 1.$$

В уравнениях $x; y; z$ - координаты произвольной точки плоскости.

Угол между двумя плоскостями равен углу между их нормальными векторами:

$$\cos \varphi = \frac{|\vec{n} \cdot \vec{n}_1|}{|\vec{n}| \cdot |\vec{n}_1|} = \frac{|AA_1 + BB_1 + CC_1|}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2} \cdot \sqrt{A_1^2 + B_1^2 + C_1^2}}$$

Условие параллельности:

$$\frac{A}{A_1} = \frac{B}{B_1} = \frac{C}{C_1}.$$

Условие перпендикулярности:

$$AA_1 + BB_1 + CC_1 = 0.$$

Расстояние от точки $M_0(x_0, y_0, z_0)$ до плоскости $Ax + By + Cz + D = 0$:

$$d = \frac{|Ax_0 + By_0 + Cz_0 + D|}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}}$$

Пример 1. Показать, что точки $A(1;1;6)$, $B(2;0;5)$, $C(1;-1;0)$ и $D(-1;1;2)$ лежат в одной плоскости.

Решение: Запишем уравнение плоскости, проходящей через точки A , B и C :

$$\begin{vmatrix} x-1 & y+1 & z \\ 1-1 & 1+1 & 6 \\ 2-1 & 0+1 & 5 \end{vmatrix} = 0$$

$$\begin{vmatrix} x-1 & y+1 & z \\ 0 & 2 & 6 \\ 1 & 1 & 5 \end{vmatrix} = (x-1) \cdot 4 - (y+1) \cdot (-6) + z \cdot (-2) = 0,$$

$$4x + 6y - 2z + 2 = 0,$$

$$2x + 3y - z + 1 = 0.$$

Подставляя в найденное уравнение координаты точки D , получим верное равенство: точки лежат в одной плоскости. #

П.5.2. ПРЯМАЯ В ПРОСТРАНСТВЕ.

Уравнения прямой, проходящей через точку $M_0(x_0, y_0, z_0)$ и параллельной вектору $\vec{i} = (m; n; p)$:

$$\frac{x - x_0}{m} = \frac{y - y_0}{n} = \frac{z - z_0}{p}$$

Уравнения называются каноническими уравнениями прямой, вектор $\vec{i} = (m; n; p)$ называется направляющим вектором прямой.

Параметрические уравнения прямой:

$$\begin{cases} x = x_0 + mt, \\ y = y_0 + nt, \\ z = z_0 + pt, \end{cases}$$

Уравнения прямой, проходящей через две заданные точки $M_1(x_1, y_1, z_1)$ и $M_2(x_2, y_2, z_2)$:

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{z - z_1}{z_2 - z_1}$$

Общие уравнения прямой:

$$\begin{cases} Ax + By + Cz + D = 0 \\ A_1x + B_1y + C_1z + D_1 = 0 \end{cases}$$

Уравнения прямой в проекциях:

$$x = mz + x_0$$

$$y = nz + y_0$$

В уравнениях (5.9) - (5.13) x, y, z - координаты произвольной точки прямой.

Пример 2. Найти расстояние от точки $M(2; -1; 3)$ до прямой

$$\frac{x+1}{3} = \frac{y+2}{4} = \frac{z-1}{5}$$

Решение: Искомое расстояние $d = MC$ - длина перпендикуляра, опущенного из точки M на прямую.

Из прямоугольного треугольника

AMC находим $MC = AM \cdot \sin \alpha$

. Точка $A(-1; -2; 1)$ лежит на прямой.

$$\vec{AM} = (3; 1; 2).$$

Вектор $\vec{p} = (3; 4; 5)$ - направляющий вектор прямой.

Тогда α - угол между векторами \vec{AM} и \vec{p} .

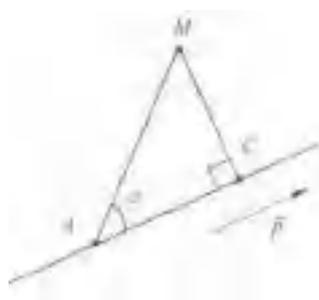
Согласно определению векторного произведения векторов модуль векторного произведения двух векторов равен площади параллелограмма, построенного

на этих - векторах как на сторонах $|\vec{AM} \times \vec{p}| = S_{нар}$.

С другой стороны, $S_{нар} = |\vec{p}| \cdot |\vec{AM}| \cdot \sin \alpha$

$$\sin \alpha = \frac{|\vec{AM} \times \vec{p}|}{|\vec{p}| \cdot |\vec{AM}|};$$

$$MC = \frac{|\vec{AM}| \cdot |\vec{AM} \times \vec{p}|}{|\vec{p}| \cdot |\vec{AM}|} = \frac{|\vec{AM} \times \vec{p}|}{|\vec{p}|},$$



Задания из типового расчёта № 1: 9, 10.

§6. ПРЕДЕЛ ФУНКЦИИ

Определение 6.1. Число A называется пределом функции $f(x)$ при $x \rightarrow a$, если для любого сколь угодно малого $\varepsilon > 0$ найдется такое $\delta > 0$, что $|f(x) - A| < \varepsilon$ при $|x - a| < \delta$. Это записывают так:

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = A$$

Условно записывают: $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = \infty$, если $|f(x)| > M$ при $|x - a| < \delta$, где M - произвольное положительное число.

В этом случае функция $f(x)$ называется бесконечно большой величиной при $x \rightarrow a$.

Если $\lim_{x \rightarrow a} \alpha(x) = 0$, то функция $\alpha(x)$ называется бесконечно малой величиной при $x \rightarrow a$.

Величина, обратная к бесконечно большой, является бесконечно малой

$$\left(\frac{1}{\infty} \rightarrow 0 \right).$$

Величина, обратная к бесконечно малой, является бесконечно большой

$$\left(\frac{1}{0} \rightarrow \infty \right).$$

Предел функции на бесконечности

Определение 6.2. Число A называется пределом функции $f(x)$ на бесконечности, то есть при $x \rightarrow \infty$ ($x \rightarrow -\infty$), если для $\forall \varepsilon > 0, \exists M (M > 0)$ такое, что $\forall x$ удовлетворяющих условию $|x| > M$, выполняется условие $|f(x) - A| < \varepsilon$

Обозначим:

$$A = \lim_{x \rightarrow \infty} f(x) \quad (A = \lim_{x \rightarrow -\infty} f(x))$$

Односторонние пределы

Если $x < a$ и $x \rightarrow a$, то употребляют запись $x \rightarrow a - 0$, если $x > a$ и $x \rightarrow a$ - запись $x \rightarrow a + 0$. Числа $f(a - 0) = \lim_{x \rightarrow a - 0} f(x)$ и $f(a + 0) = \lim_{x \rightarrow a + 0} f(x)$ называются соответственно левым и правым пределом функции $f(x)$ в точке a .

Для существования предела функции $f(x)$ при $x \rightarrow a$ необходимо и достаточно, чтобы $f(a - 0) = f(a + 0)$.

Практическое вычисление пределов основывается на следующих теоретических положениях: если существуют $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$ и $\lim_{x \rightarrow a} g(x)$, то

- 1) $\lim_{x \rightarrow a} [f(x) + g(x)] = \lim_{x \rightarrow a} f(x) + \lim_{x \rightarrow a} g(x)$;
- 2) $\lim_{x \rightarrow a} [f(x) \cdot g(x)] = \lim_{x \rightarrow a} f(x) \cdot \lim_{x \rightarrow a} g(x)$;
- 3) $\lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x)}{g(x)} = \frac{\lim_{x \rightarrow a} f(x)}{\lim_{x \rightarrow a} g(x)}$ (при условии $\lim_{x \rightarrow a} g(x) \neq 0$).

Используются также следующие пределы:

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$$

- первый замечательный предел;

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{x}\right)^x = e$$

-второй замечательный предел.

$$\lim_{a \rightarrow 0} \frac{\ln(1+a)}{a} = 1; \lim_{x \rightarrow 0} \frac{a^x - 1}{x} = \ln a; \lim_{x \rightarrow 0} \frac{(1+x)^m - 1}{x} = m.$$

Пример 1. $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{3-x}{5x+2}$

Решение: Так как $x \rightarrow 2$, то числитель дроби стремится к числу $3-2=1$, а знаменатель – к числу $5 \cdot 2 + 2 = 12$. Следовательно, $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{3-x}{5x+2} = \frac{1}{12}$. #

Пример 2. $\lim_{x \rightarrow -2} \frac{x^2 - 2}{x^2 - x - 6}$

Решение: При $x \rightarrow -2$ и числитель и знаменатель стремятся к нулю (получается неопределенность вида $\frac{0}{0}$). Преобразуем выражение

$$\frac{x^2 - 4}{x^2 - x - 6} = \frac{(x-2)(x+2)}{(x+2)(x-3)} = \frac{x-2}{x-3}; \lim_{x \rightarrow -2} \frac{x-2}{x-3} = \frac{4}{5}.$$
 #

Пример 3. $\lim_{x \rightarrow 7} \frac{2 - \sqrt{x-3}}{x^2 - 49}$

Решение: При $x \rightarrow 7$ получается неопределенность $\frac{0}{0}$. Умножив числитель и

знаменатель на $2 + \sqrt{x-3}$, получим:

$$\frac{(2 - \sqrt{x-3})(2 + \sqrt{x-3})}{(x^2 - 49)(2 + \sqrt{x-3})} = \frac{4 - (x-3)}{(x-7)(x+7)(2 + \sqrt{x-3})} = \frac{-7 + x}{(7-x)(x+7)(2 + \sqrt{x-3})} = -\frac{1}{(x+7)(\sqrt{x-3} + 2)}$$

$$\lim_{x \rightarrow 7} \frac{-1}{(x+7)(2 + \sqrt{x-3})} = \frac{-1}{96}.$$
 #

Пример 4. $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{x} - 6x}{3x + 1}$

Решение: Это неопределенность вида $\frac{\infty}{\infty}$. Разделим числитель и знаменатель на старшую степень переменной x , то есть на x :

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\frac{x^{1/2}}{x} - \frac{6x}{x}}{\frac{3x}{x} + \frac{1}{x}} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\frac{1}{x^{1/2}} - 6}{3 + \frac{1}{x}} = -\frac{6}{3} = -2$$
 #

Пример 5. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 4x}{\sqrt{x+1}-1}$

Решение: Неопределенность вида $\frac{0}{0}$. Умножив числитель и знаменатель на $\sqrt{x+1}+1$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 4x(\sqrt{x+1}+1)}{(\sqrt{x+1}-1)(\sqrt{x+1}+1)} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 4x(\sqrt{x+1}+1)}{x+1-1} = \lim_{x \rightarrow 0} \left[\frac{\sin 4x}{x} \cdot (\sqrt{x+1}+1) \right] = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{4 \sin 4x}{4x} (\sqrt{x+1}+1) = 4 \cdot 1 \cdot 2 = 8. \#$$

,получим

Пример 6. $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{2x+1}{2x+3} \right)^{\frac{x}{3}}$

Решение: Неопределенность вида 1^∞ . Преобразуем выражение

$$\left(\frac{2x+1}{2x+3} \right)^{\frac{x}{3}} = \left(\frac{2x+3-2}{2x+3} \right)^{\frac{x}{3}} = \left[\left(1 + \frac{-2}{2x+3} \right)^{\frac{2x+3}{-2}} \right]^{\frac{x}{3} \cdot \frac{-2}{2x+3}} ; \lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{-2}{2x+3} \right)^{\frac{2x+3}{-2}} = e^{\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{-2x}{6x+9}} = e^{-\frac{1}{3}} = \frac{1}{\sqrt[3]{e}} \#$$

Задания из типового расчёта № 1: 12.

§7. НЕПРЕРЫВНОСТЬ ФУНКЦИИ

Определение 7.1. Функция $f(x)$ непрерывна при значении $x = x_0$ (или в точке $x = x_0$), если выполняется соотношение $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = f(x_0)$, если же оно нарушено, то говорят, что при этом значении (или в этой точке) функции имеет разрыв.

Данное определение непрерывности функции является основным.

Функция $y = f(x)$ является непрерывной в точке x_0 , если выполняется одно из условий:

- 1) Если существует $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = f(x_0)$;
- 2) Существуют односторонние пределы и они равны значению функции в данной точке, то есть $f(x_0 - 0) = f(x_0 + 0) = f(x_0)$;
- 3) Если $\Delta x \rightarrow 0 \Rightarrow \Delta y \rightarrow 0$.

Если две функции $f(x)$ и $g(x)$ определены в окрестности точки x_0 и непрерывны в точке x_0 , то функции $f(x) \pm g(x)$; $f(x) \cdot g(x)$; $\frac{f(x)}{g(x)}$, где $g(x_0) \neq 0$ будут непрерывными в точке x_0 , так же, как и суперпозиция этих функций есть функция непрерывная.

Функция $y = f(x)$ называется непрерывной на множестве X , если она непрерывна в каждой точке X . Всякая элементарная функция непрерывна области определения.

Некоторые свойства непрерывной на $[a; b]$ функции.

- 1) Достигает своего наименьшего и наибольшего значения (если она определена на $[a; b]$)
- 2) Если $f(a) \cdot f(b) < 0$, то $\exists c \in (a; b)$, что $f(c) = 0$ (по крайней мере, одна);
- 3) Если значение $f(x) \in [A; B]$ и $\forall D \in [A; B]$, то $\exists d \in [a; b]$, что $f(d) = D$; то есть значение функции сплошь заполняют некоторый промежуток.

Точками разрыва, называют точки, в которых функция не обладает свойством непрерывности, а также точки, в которых функция неопределенна, но в любой их окрестности есть точки из области определения функции.

Точки разрыва делятся на два типа.

Точки разрыва I рода, когда:

$$f(x_0 - 0) = f(x_0 + 0) \neq f(x_0), \text{ или не существует } f(x_0) \text{ (устранимый разрыв)}$$
$$f(x_0 - 0) \neq f(x_0 + 0) \text{ (разрыв с конечным скачком).}$$

Точки разрыва II рода, когда; нет хотя бы одного одностороннего предела (или он равен бесконечности).

Пример 1. Исследовать функцию на непрерывность и схематически построить ее график:

$$f(x) = \begin{cases} 3x - 10 & \text{при } x \leq 1 \\ (x + 1)^2 & \text{при } x > 1 \end{cases}$$

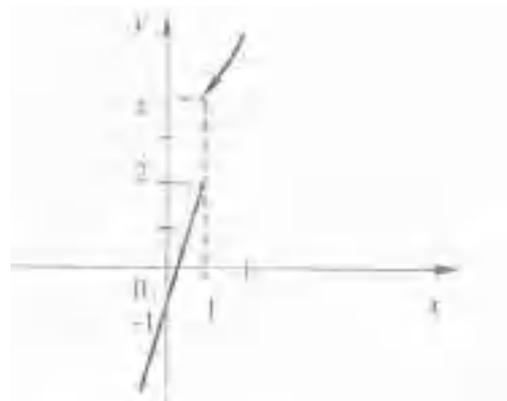
Решение: Функции $y = 3x - 10$, $y = (x + 1)^2$ - непрерывна в области определения как элементарные функции. Остается исследовать точку $x_0 = 1$

$$f(x_0 - 0) = \lim_{x \rightarrow 1-0} (3x - 1) = 2$$

$$f(x_0 + 0) = \lim_{x \rightarrow 1+0} (x + 1)^2 = 4$$

$$f(x_0) = f(1) = 3 \cdot 1 - 1 = 2,$$

Имеем, что $f(x_0 - 0) \neq f(x_0 + 0) \Rightarrow x_0 = 1$ - точка разрыва первого рода #



Пример 2. Исследовать функцию на непрерывность и схематически построить ее график:

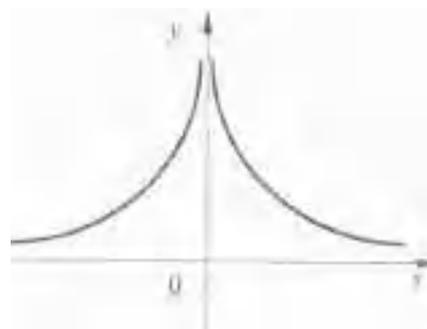
$$y = \frac{1}{x^2}, x \neq 0.$$

Решение:

$$f(x_0 - 0) = \lim_{x \rightarrow 0-0} \frac{1}{x^2} = +\infty,$$

$$f(x_0 + 0) = \lim_{x \rightarrow 0+0} \frac{1}{x^2} = +\infty$$

$x_0 = 0$ - точка разрыва 2-го рода.#



Задания из типового расчёта № 1: 13.

§8.ПРОИЗВОДНАЯ ФУНКЦИИ

П.8.1 Понятие производной

Пусть x_1 и x_2 - значения аргумента, $y_1=f(x_1)$ и $y_2=f(x_2)$ - соответствующие значения функции $y=f(x)$. Разность $\Delta x = x_2 - x_1$ называется приращением аргумента, а разность $\Delta y = y_2 - y_1 = f(x_2) - f(x_1)$ - приращением функции на отрезке $[x_1, x_2]$.

Определение 8.1. Производной от функции $y=f(x)$ по аргументу x называется предел отношений приращения функции к приращению аргумента, когда приращение аргумента стремится к нулю:

$$y' = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x}, \text{ или } f'(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}$$

(Производная обозначается также $\frac{dy}{dx}$)

Геометрически производная представляет собой угловой коэффициент касательной к графику функции $y=f(x)$ в точке x , то есть $y' = \text{tg} \alpha$. Производная есть скорость изменения функции в точке x .

Таблица производных основных элементарных функций

$$1. c' = 0, c = \text{const}$$

$$2. (x^n)' = nx^{n-1}$$

$$3. (a^x)' = a^x \cdot \ln a$$

$$4. (e^x)' = e^x$$

$$5. (\log_a x)' = \frac{1}{x \ln a}$$

$$6. (\ln x)' = \frac{1}{x}$$

$$7. (\sin x)' = \cos x$$

$$8. (\cos x)' = -\sin x$$

$$9. (\sqrt{x})' = \frac{1}{2\sqrt{x}}$$

$$10. (\operatorname{tg} x)' = \frac{1}{\cos^2 x}$$

$$11. (\operatorname{ctg} x)' = -\frac{1}{\sin^2 x}$$

$$12. (\arcsin x)' = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$$

$$13. (\arccos x)' = -\frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$$

$$14. (\operatorname{arctg} x)' = \frac{1}{1+x^2}$$

$$15. (\operatorname{arcctg} x)' = -\frac{1}{1+x^2}$$

$$16. (\operatorname{sh} x)' = \operatorname{ch} x$$

$$17. (\operatorname{ch} x)' = \operatorname{sh} x$$

$$18. (\operatorname{th} x)' = \frac{1}{\operatorname{ch}^2 x}$$

$$19. (\operatorname{th} x)' = -\frac{1}{\operatorname{sh}^2 x}$$

Основные правила дифференцирования

Пусть C - постоянная, $u = u(x)$, $o = o(x)$ - функции, имеющие производные.

Тогда: 1) $C' = 0$; 2) $x' = 1$; 3) $(u \pm v)' = u' \pm v'$; 4) $(Cu)' = Cu'$; 5) $(uv)' = u'v + uv'$;

$$6) \left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{u'v - v'u}{v^2}$$

Пример 1. Исходя из определения производной найти производную функции

$$y = \sqrt{x}.$$

Решение: 1. Зададим приращение аргумента $\Delta x \neq 0$.

2. Вычислим приращение функции $\Delta y = \sqrt{x + \Delta x} - \sqrt{x}$.

3. Найдем отношение приращения функции к приращению аргумента

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\sqrt{x + \Delta x} - \sqrt{x}}{\Delta x}$$

4. Предел отношения $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ при условии, что $\Delta x \rightarrow 0$

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{x + \Delta x} - \sqrt{x}}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{(\sqrt{x + \Delta x} - \sqrt{x})(\sqrt{x + \Delta x} + \sqrt{x})}{\Delta x(\sqrt{x + \Delta x} + \sqrt{x})} =$$

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{x + \Delta x - x}{\Delta x(\sqrt{x + \Delta x} + \sqrt{x})} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{1}{\sqrt{x + \Delta x} + \sqrt{x}} = \frac{1}{2\sqrt{x}} \quad \#$$

Решение:

$$y = 2x^3 - 5x^{-2} + x^{\frac{1}{3}} - 3x + 1$$

$$y' = (2x^3)' - (5x^{-2})' + (x^{\frac{1}{3}})' - (3x)' + (1)' = 2(x^3)' - 5(x^{-2})' + (x^{\frac{1}{3}})' - 3x' + 1' = 2 \cdot 3x^{3-1} - 5 \cdot (-2)x^{-2-1} +$$

$$+ \frac{1}{3}x^{\frac{1}{3}-1} - 3 \cdot 1 = 6x^2 + 10x^{-\frac{2}{3}} + \frac{1}{3}x^{-\frac{2}{3}} - 3$$

$$y' = 6x^2 + \frac{10}{x^{\frac{2}{3}}} + \frac{1}{3 \cdot \sqrt[3]{x^2}} - 3 \quad \#$$

Пример 2. $y = x\sqrt{x}(3\ln x - 2)$

$$y = x^{\frac{3}{2}}(3\ln x - 2)$$

$$y' = (x^{\frac{3}{2}})'(3\ln x - 2) + x^{\frac{3}{2}} \cdot (3\ln x - 2)' = \frac{3}{2}x^{\frac{3}{2}-1}(3\ln x - 2) + x^{\frac{3}{2}} \cdot 3 \cdot \frac{1}{x} = \frac{3}{2}x^{\frac{1}{2}}(3\ln x - 2) + x^{\frac{3}{2}} =$$

$$= \frac{3}{2}x^{\frac{1}{2}} \cdot 3\ln x - 3x^{\frac{1}{2}} + 3x^{\frac{1}{2}} = \frac{9}{2}x^{\frac{1}{2}} \ln x = \frac{9\sqrt{x} \ln x}{2} \quad \#$$

Пример 3. $y = \frac{\sin x - \cos x}{\sin x + \cos x}$

$$y' = \frac{(\sin x - \cos x)'(\sin x + \cos x) - (\sin x + \cos x)'(\sin x - \cos x)}{(\sin x + \cos x)^2}$$

Решение:

$$= \frac{(\cos x + \sin x)(\sin x + \cos x) - (\cos x - \sin x)(\sin x - \cos x)}{(\sin x + \cos x)^2} = \frac{(\cos x + \sin x)^2 + (\sin x - \cos x)^2}{(\sin x + \cos x)^2} =$$

$$\frac{\cos^2 x + 2 \cos x \sin x + \sin^2 x - 2 \sin x \cos x + \cos^2 x}{(\sin x + \cos x)^2} = \frac{2}{(\sin x + \cos x)^2} \#$$

П.8.2. ПРОИЗВОДНАЯ СЛОЖНОЙ ФУНКЦИИ

Правило дифференцирования сложной функции

Если $y = f(u)$, $u = u(x)$, то есть $y = f[u(x)]$, где функции $f(u)$ и $u(x)$ имеют производные, то $y'_x = f'(u) \cdot u'(x)$ или $y'_x = y'_u \cdot u'_x$

$$y = \ln \operatorname{tg} \frac{x}{2}$$

Пример 1. Найти производную

$$\text{Решение: } y' = \frac{1}{\operatorname{tg} \frac{x}{2}} \left(\operatorname{tg} \frac{x}{2} \right)' = \frac{1}{\operatorname{tg} \frac{x}{2}} \cdot \frac{1}{\cos^2 \frac{x}{2}} \cdot \left(\frac{x}{2} \right)' = \frac{\cos \frac{x}{2}}{2 \sin \frac{x}{2} \cdot \cos^2 \frac{x}{2}} = \frac{1}{2 \sin \frac{x}{2} \cos \frac{x}{2}} = \frac{1}{\sin x} \#$$

Пример 2. Найти производную $y = \arcsin \frac{2x^2}{1+x^4}$.

$$\begin{aligned} \text{Решение: } y' &= \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{2x^2}{1+x^4} \right)^2}} \cdot \left(\frac{2x^2}{1+x^4} \right)' = \frac{1+x^4}{\sqrt{(1+x^4)^2 - 4x^4}} \cdot \frac{4x(1+x^4) - 4x^3 \cdot 2x^2}{(1+x^4)^2} = \\ &= \frac{1+x^4}{\sqrt{1+2x^4+x^8-4x^4}} \cdot \frac{4x+4x^5-8x^5}{(1+x^4)^2} = \frac{4x-4x^5}{\sqrt{1-2x^4+x^8}(1+x^4)} = \frac{4x(1-x^4)}{\sqrt{(1-x^4)^2}(1+x^4)} = \\ &= \frac{4x(1-x^4)}{(1-x^4)(1+x^4)} = \frac{4x}{1+x^4} \# \end{aligned}$$

П.8.3 ЛОГАРИФМИЧЕСКАЯ ПРОИЗВОДНАЯ

Логарифмическая производная (производная показательно-степенной функции) $y = u^v$, где $u = u(x)$, $v = v(x)$ - некоторые функции аргумента, называется показательно-степенной. Пусть $u(x)$ и $v(x)$ - дифференцируемые функции, тогда $(u^v)' = u^v \ln u \cdot u' + v u^{v-1} u'$.

Пример 1. Найти производную $y = (\sin x)^{\operatorname{tg} x}$.

Решение: Логарифмируя обе части равенства, получим

$$\ln y = \ln(\sin x)^{\operatorname{tg} x}, \ln y = \operatorname{tg} x \cdot \ln \sin x$$

Дифференцируем обе части по переменной x

$$(\ln y)' = (\operatorname{tg} x \cdot \ln \sin x)',$$

$$\frac{y'}{y} = \operatorname{tg}' x \cdot \ln \sin x + \operatorname{tg} x \cdot (\ln \sin x)'$$

$$\frac{y'}{y} = \frac{1}{\cos^2 x} \ln \sin x + \operatorname{tg} x \cdot \frac{1}{\sin x} \cdot \cos x$$

$$y' = y \left(\frac{\ln \sin x}{\cos^2 x} + 1 \right)$$

$$y' = (\sin x)^{\operatorname{tg} x} \left(1 + \frac{\ln \sin x}{\cos^2 x} \right) \#$$

Пример 2. Найти производную

Решение: Заданную функцию полезно предварительно прологарифмировать

$$\ln y = \ln \frac{(2x-1)^3 \sqrt{3x+2}}{(5x+4)^2 \sqrt[3]{1-x}}$$

$$\ln y = 3 \ln(2x-1) + \frac{1}{2} \ln(3x+2) - 2 \ln(5x+4) - \frac{1}{3} \ln(1-x)$$

$$\frac{y'}{y} = \frac{6}{2x-1} + \frac{3}{2} \frac{1}{3x+2} - \frac{10}{5x+4} + \frac{1}{3(1-x)}$$

$$y' = \frac{(2x-1)^3 \sqrt{3x+2}}{(5x+4)^2 \sqrt[3]{1-x}} \left(\frac{6}{2x-1} + \frac{3}{2} \frac{1}{3x+2} - \frac{10}{5x+4} + \frac{1}{3(1-x)} \right) \#$$

П.8.4. Производная неявно заданной функции

Пусть уравнение $F(x, y) = 0$ определяет как неявную функцию от x , которая имеет производную. Продифференцировав обе части по x , получим уравнение первой степени относительно y' . Выразим из полученного уравнения y' .

Полученная производная тоже будет выражена неявно.

Найти производную y'_x от неявных функций:

Пример 1. $x^3 + \ln y - x^2 \cdot e^y = 0$

Решение: Дифференцируя по хобе части уравнения, получим:

$$3x^2 + \frac{1}{y} \cdot y' - x^2 e^y \cdot y' - 2xe^y = 0$$

$$\text{Выразим } y': y' \left(\frac{1}{y} - x^2 e^y \right) = 2xe^y - 3x^2, y' = \frac{2xe^y - 3x^2}{\frac{1}{y} - x^2 e^y}; y' = \frac{(2xe^y - 3x^2) \cdot y}{1 - x^2 e^y y} \#$$

П.8.5. ПРОИЗВОДНАЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКИ ЗАДАННОЙ ФУНКЦИИ

Если функция y аргумента x задана параметрическими уравнениями

$$\begin{cases} x = \varphi(t) \\ y = \psi(t), t \in R_{\text{ТО}} \end{cases} \quad \begin{cases} y'_x = \frac{y'_t}{x'_t} \\ x = \varphi(t) \end{cases}$$

Пример 1. Найти производную

$$\begin{cases} x = t^3 + 3t + 1 \\ y = 3t^5 + 5t^3 + 1 \end{cases}$$

$$\text{Решение: } y'_x = \frac{(3t^5 + 5t^3 + 1)'}{(t^3 + 3t + 1)'} = \frac{15t^4 + 15t^2}{3t^2 + 3} = \frac{15t^2(t^2 + 1)}{3(t^2 + 1)} = 5t^2$$

Получили параметрически заданную функцию:

$$\begin{cases} x = t^3 + 3t + 1 \\ y'_x = 5t^2 \# \end{cases}$$

П.8.6. ПРОИЗВОДНЫЕ ВЫСШИХ ПОРЯДКОВ

Производной второго порядка (второй производной) функции $y=f(x)$ называется производная от её производной. Вторая производная обозначается так:

y'' или $\frac{d^2 y}{dx^2}$, или $f''(x)$. Если $s = f(t)$ - закон прямолинейного движения точки, то

вторая производная пути по времени $\frac{d^2 s}{dt^2}$ есть ускорение этого движения.

Аналогично производная третьего порядка функции $y = f(x)$ есть производная от производной второго порядка: $y''' = (y'')'$.

Вообще, производной n -го порядка от функции $y=f(x)$ называется производная от производной $(n-1)$ -го порядка: $y^{(n)}=(y^{(n-1)})'$. Обозначается: $y^{(n)}$ или $\frac{d^n y}{dx^n}$, или $f^{(n)}(x)$

Если функция задана параметрически: $x = \varphi(t)$; $y = \psi(t)$, то производные

вычисляются по формулам:
$$\begin{cases} y''_{2x} = \frac{(y'_x)'_t}{x'_t}; \\ x = \varphi(t) \end{cases}; \begin{cases} y'''_{xxx} = \frac{(y''_{2x})'_x}{x'_t} \\ x = \varphi(t) \end{cases} \text{ И т.д.}$$

Пример 1. $y = x^5 + 2x^4 - 3x^3 - x^2 - \frac{1}{2}x + 7$. Найти: y' ; y'' ; y''' , ...

Решение: $y' = 5x^4 - 8x^3 - 9x^2 - 2x - \frac{1}{2}$

$y'' = 20x^3 + 24x^2 - 18x - 2$

$y''' = 60x^2 + 48x - 18$

$y^{IV} = 20x + 48$; $y^V = 120$; $y^{VI} = y^{VII} = \dots = 0$ #

Пример 2. Найти y''_{xx} если $\begin{cases} x = a \cos 3t \\ y = a \sin 3t \end{cases}$

Решение: $y'_x = \frac{(a \sin^3 t)'_t}{(a \cos^3 t)'_t} = \frac{a \cdot 3 \sin^2 t \cos t}{-a \cdot 3 \cos^2 t \sin t} = -tg t$

$\begin{cases} y'_x = -tg t \\ x = a \cos^3 t \end{cases}$

$y''_{xx} = \frac{(-tg t)'_t}{(a \cos^3 t)'_t} = \frac{-1}{-\cos^2 t \cdot a 3 \cos^3 t \sin t} = \frac{1}{3a \cos^4 t \sin t}$ #

П.8.7. ПРИЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДНОЙ К ЗАДАЧАМ ГЕОМЕТРИИ И МЕХАНИКИ

Если кривая задана уравнением $y = f(x)$, то $f'(x_0) = tg a$, где a - угол, образованный с положительным направлением оси Ox касательной к кривой в точке абсциссой x_0 .

Уравнение касательной к кривой $y=f(x)$ в точке $M_0(x_0, y_0)$ имеет вид

$$y - y_0 = f'(x_0)(x - x_0),$$

где $f'(x_0)$ значение производной в точке M_0

Нормалью к кривой называется прямая, перпендикулярная касательной

и проходящая через точку касания.

Уравнение нормали имеет вид

$$y - y_0 = -\frac{1}{f'(x_0)}(x - x_0)$$

Углом между двумя кривыми $y=f_1(x)$ и $y=f_2(x)$ в точке их пересечения $M_0(x_0; y_0)$ называется угол между касательными к этим кривым в точке M_0 .

Этот угол находится по формуле

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{f_2'(x_0) - f_1'(x_0)}{1 + f_1'(x_0) \cdot f_2'(x_0)}$$

Если при прямолинейном движении точки задан закон движения $s=s(t)$, то скорость движения в момент t_0 есть производная пути по времени $v=s'(t_0)$.

Пример 1. Какой угол образует с осью абсцисс касательная к параболе $y=x^2-3x+5$, проведенная в точке $M(2,3)$. Написать уравнение касательной.

Решение: $\operatorname{tga} = f'(x_0)$; $f'(x) = (x^2 - 3x + 5)' = 2x - 3$; $f'(2) = 2 \cdot 2 - 3 = 4 - 3 = 1$,

$\operatorname{tga} = 1$; $a = \frac{\pi}{4}$ - угол, образованный касательной к графику функции $y=x^2-3x+5$ в точке $M(2,3)$.

Напишем уравнение касательной

$$y - 3 = 1(x - 2), \quad y = x + 1. \#$$

П.8.8. Дифференциал функции

Определение 8.1. Дифференциалом (первого порядка) функции $y=f(x)$ называется главная часть ее приращения, линейная относительно приращения аргумента. Дифференциалом аргумента называется приращение аргумента $dx = \Delta x$

Дифференциал функции равен произведению ее производной на дифференциал аргумента: $dy = f'(x) dx$

Геометрически дифференциал представляет собой приращение ординаты касательной графика функции в точке $M(x, y)$. Если приращение Δx мало по абсолютной величине, то $\Delta y \approx dx$ и $f(x + \Delta x) \approx f(x) + f'(x)\Delta x$. Таким образом, дифференциал функции может применяться для приближенных вычислений.

Пример 1. Найти дифференциал функции $y = \operatorname{tg}^2 x$.

$$dy = (\operatorname{tg}^2 x)' dx = 2 \operatorname{tg} x \frac{2 \sin x}{\cos^3 x} dx. \#$$

Пример 2. Вычислить приближенно значение $\sin 46^\circ$.

Решение: Рассмотрим функцию $y = \sin x$. Полагая $x = \frac{\pi}{4}$; $\Delta x = \frac{\pi}{180}$ и применяя

формулу $\sin(x + \Delta x) \approx \sin x + \cos x \cdot \Delta x$, получаем $\sin 46^\circ \approx \sin \frac{\pi}{4} + \cos \frac{\pi}{4} \cdot \frac{\pi}{180}$

$$\sin 46^\circ \approx \frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{1}{60} \approx 0.7194 \quad \text{или} \quad \sin 46^\circ \approx 0.7194\#$$

Задания типового расчёта № 1: 14, 15.

§9. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ

П.9.1. Основные теоремы

Теорема Ферма. Пусть функция $f(x)$ задана на интервале (a, b) и в точке $x = c \in (a; b)$ имеет своё наибольшее или наименьшее значение. Если в этой точке $x = c$ существует производная, то она равна нулю.

Теорема Ролля. Если функция $f(x)$:

- 1) непрерывна на $[a; b]$;
- 2) дифференцируема на $(a; b)$;
- 3) $f(a) = f(b)$, то \exists хотя бы одна точка $x = c \in (a, b)$, в которой производная данной функции равна нулю

Теорема Лагранжа. Если функция $f(x)$:

- 1) непрерывна на $[a, b]$;
- 2) дифференцируема на (a, b) , то \exists хотя бы одна точка $x = c \in (a, b)$ такая, что

$$f'(c) = \frac{f(b) - f(a)}{b - a}$$

Теорема Коши. Пусть функции $f(x)$ и $\varphi(x)$ непрерывны на $[a; b]$ и дифференцируемы на (a, b) , причем, $\forall x \in (a, b) \varphi'(x) \neq 0$, тогда существует хотя бы одна точка $x = c \in (a, b)$ такая, что

$$\frac{f(b) - f(a)}{\varphi(b) - \varphi(a)} = \frac{f'(c)}{\varphi'(c)}$$

П.9.2. Правило Лопиталья

Пусть в некоторой окрестности точки x_0 (кроме, может быть, самой точки x_0) функции $f(x)$ и $\varphi(x)$ дифференцируемы и $\varphi'(x) \neq 0$

Если $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = \lim_{x \rightarrow x_0} \varphi(x) = 0$ или $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = \lim_{x \rightarrow x_0} \varphi(x) = \infty$, то есть частное

$f(x)/\varphi(x)$ в точке $x = x_0$ представляет собой неопределенность вида $\frac{0}{0}$ или $\frac{\infty}{\infty}$

то $\lim_{x \rightarrow x_0} \frac{f(x)}{\varphi(x)} = \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{f'(x)}{\varphi'(x)}$ если предел в правой части этого равенства существует.

Если частное $f'(x)/\varphi'(x)$ в точке $x = x_0$ также есть неопределенность вида $\frac{0}{0}$ или $\frac{\infty}{\infty}$ и производные $f(x)$ и $\varphi'(x)$ удовлетворяют соответствующим условиям, то

следует перейти к отношению вторых производных и т.д.

В случае неопределенности вида $0 \cdot \infty$ или $\infty - \infty$ следует алгебраически преобразовать данную функцию так, чтобы привести ее к неопределенности вида $\frac{0}{0}$ или $\frac{\infty}{\infty}$ и далее воспользоваться правилом Лопиталья.

В случае неопределенности вида 0^0 или ∞^0 или 1^0 следует прологарифмировать данную функцию и найти предел ее логарифма.

Поясним на примерах.

Пример 1. Найти $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 5x}{x}$

Решение: Числитель и знаменатель стремится к нулю при $x \rightarrow 0$, а потому имеем неопределенность вида $\frac{0}{0}$. Воспользуемся правилом Лопиталья, то есть рассмотрим предел отношения производных заданных функций:

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 5x}{x} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{(\sin 5x)'}{x'} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{5 \cos 5x}{1} = 5 \cdot \lim_{x \rightarrow 0} \cos 5x = 5 \quad \#$$

Пример 2. Найти $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2}{e^x}$

Решение: Здесь числитель и знаменатель представляют собой бесконечно большие функции при $x \rightarrow +\infty$. Применяя два раза правило Лопиталья, находим

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{x^2}{e^x} = \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{2x}{x} = \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{2}{e^x} = 0 \quad \#$$

Пример 3. Найти $\lim_{x \rightarrow +\infty} (1+x^2)^{1/x}$

Решение. В этом случае $(1+x^2) \rightarrow +\infty$, $1/x \rightarrow 0$, и мы имеем неопределенность вида ∞^0 . Обозначим $y = (1+x^2)^{1/x}$. Логарифмируя, находим

$$\ln y = \frac{1}{x} \ln(1+x^2) = \frac{\ln(1+x^2)}{x}$$

Так как при $x \rightarrow +\infty$ числитель и знаменатель стремятся к бесконечности, то получаем

неопределенность вида $\frac{\infty}{\infty}$. Применяем правило Лопиталья:

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} \ln y = \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{\ln(1+x^2)}{x} = \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{2x}{1+x^2} = 0$$

Так как $\ln y$ – функция непрерывная, то $\lim_{x \rightarrow +\infty} (\ln y) = \ln(\lim_{x \rightarrow +\infty} y)$; следовательно, $\ln(\lim_{x \rightarrow +\infty} y) = 0$ и $\lim_{x \rightarrow +\infty} y = 1$. И так $\lim_{x \rightarrow +\infty} (1+x^2)^{1/x} = 1$ #

П.9.3 ФОРМУЛА ТЕЙЛОРА

Если функция $y=f(x)$ имеет производные до $(n+1)$ -го порядка включительно в некоторой δ окрестности точки a ($\delta(a)$), то для всякого $x \in \delta(a)$ справедлива формула

$$f(x) = f(a) + \frac{f'(a)}{1!}(x-a) + \frac{f''(a)}{2!}(x-a)^2 + \dots + \frac{f^{(n)}(a)}{n!}(x-a)^n + R_n,$$

$$R_n = \frac{f^{(n+1)}(\xi)}{(n+1)!}(x-a)^{n+1}$$

где $\xi = a + \theta(x-a)$, причем $0 < \theta < 1$,

при $a=0$ получается формула Маклорена

$$f(x) = f(0) + \frac{f'(0)}{1!}x + \frac{f''(0)}{2!}x^2 + \dots + \frac{f^{(n)}(0)}{n!}x^n + R_n$$

$$R_n = \frac{f^{(n+1)}(\theta x)}{(n+1)!}x^{n+1}, \quad 0 < \theta < 1$$

Разложение не которых функций по формуле Маклорена:

$$e^x = 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots + \frac{x^n}{n!} + R_n$$

$$R_n = \frac{e^{\theta x}}{(n+1)!} x^{n+1}$$

$$\sin x = \frac{x}{1!} - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \dots + \frac{(-1)^{m+1} x^{2m-1}}{(2m-1)!} + R_{2m}$$

$$R_{2m} = (-1)^m \cos \theta x \frac{x^{2m+1}}{(2m+1)!}$$

$$\cos x = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \dots + \frac{(-1)^m x^{2m}}{(2m)!} + R_{2m+1}$$

$$R_{2m+1} = (-1)^{m+1} \cos \theta x \frac{x^{2m+2}}{(2m+2)!}$$

$$(1+x)^m = 1 + \frac{m}{1!} x + \frac{m(m-1)}{2!} x^2 + \frac{m(m-1)(m-2)}{3!} x^3 + \dots + \frac{m(m-1)\dots[m-(n-1)]}{n!} x^n + R_n$$

$$R_n = \frac{m(m-1)\dots(m-n)}{n!} x^{n+1} (1+\theta x)^{m-n-1}$$

Пример 1. Представить функцию $f(x) = \sqrt[3]{x}$ в виде многочлена пятой степени относительно двучлена $x-1$.

Решение: Вычислим значения функции $f(x) = x^{1/3}$ и её производных до пятого порядка включительно

$$f(1) = 1; f'(x) = \frac{1}{3} x^{-2/3}; f'(1) = \frac{1}{3}; f''(x) = -\frac{2}{9} x^{-5/3}; f''(1) = -\frac{2}{9}; f'''(x) = \frac{10}{27} x^{-8/3}; f'''(1) = \frac{10}{27};$$

$$f^{IV}(x) = -\frac{80}{81} x^{-11/3}; f^{IV}(1) = -\frac{80}{81}; f^V(x) = \frac{880}{243} x^{-14/3}; f^V(1) = \frac{880}{243}$$

По формуле Тейлора получим

$$\sqrt[3]{x} = 1 + \frac{1}{3}(x-1) - \frac{2}{9 \cdot 2!}(x-1)^2 + \frac{10}{27 \cdot 3!}(x-1)^3 - \frac{80}{81 \cdot 4!}(x-1)^4 + \frac{880}{243 \cdot 5!}(x-1)^5 + R_5 \quad \#$$

Пример 2. Вычислить \sqrt{e} с точностью до 0,0001.

Решение: Воспользуемся формулой Маклорена для функции e^x

$$e^x = 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots + \frac{x^n}{n!} + R_n, \quad \text{где } R_n = \frac{e^{\theta x}}{(n+1)!} x^{n+1}, \quad 0 < \theta < 1, \quad \text{Полагая } x = \frac{1}{2} \text{ получаем}$$

$$\sqrt{e} = 1 + \frac{1}{2 \cdot 1!} + \frac{1}{2^2 \cdot 2!} + \frac{1}{2^3 \cdot 3!} + \dots + \frac{1}{2^n \cdot n!} + R_n, \quad \text{где } R_n = \frac{e^{\theta/2}}{2^{n+1} (n+1)!}, \quad 0 < \theta < 1$$

Так как $0 < \theta < 1$, $2 < e < 3$, то $R_n < \frac{e^{1/2}}{2^{n+1} (n+1)!}$. Но $e^{1/2} < 2$, поэтому $R_n < \frac{1}{2^{n+1} (n+1)!}$

Требуется определить n так, чтобы выполнялась неравенство $R_3 < 0.0001$.

Если $n=3$, то $R_3 < \frac{1}{8 \cdot 24}$; $R_3 < \frac{1}{192}$,

$$n = 4 \quad R_4 < \frac{1}{16 \cdot 120}; \quad R_4 < \frac{1}{1920}$$

$$n = 5 \quad R_5 < \frac{1}{32 \cdot 720}; \quad R_5 < 0.0001$$

Для определения \sqrt{e} с точностью до 0,0001 получим приближенное равенство: $\sqrt{e} \approx 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2^2 \cdot 2!} + \frac{1}{2^3 \cdot 3!} + \frac{1}{2^4 \cdot 4!} + \frac{1}{2^5 \cdot 5!}$

$$\sqrt{e} \approx 1.6487 \text{ или } \sqrt{e} = 1.6487 + 0.0001\#$$

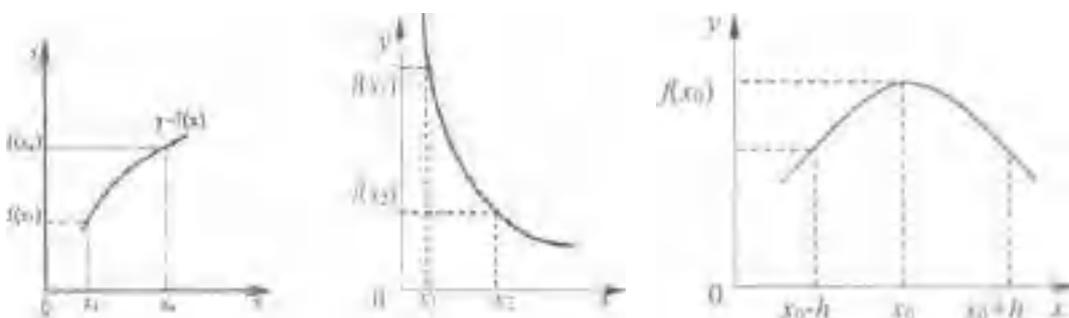
§10. ПРИМЕНЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИЙ И ПОСТРОЕНИЯ ИХ ГРАФИКОВ

П.10.1 ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИЙ

Возрастание и убывание функции. Экстремум функции

Определение 10.1. Функция $f(x)$ называется возрастающей в интервале (a,b) , если для любых двух точек x_1 и x_2 из указанного интервала, удовлетворяющих неравенству $x_1 < x_2$, выполняется неравенство $f(x_1) < f(x_2)$ (рисунок 11.1).

Функция $f(x)$ называется убывающей в интервале $(a;b)$, если для любых точек x_1 и x_2 из указанного интервала, удовлетворяющих неравенству $x_1 < x_2$, выполняется неравенство $f(x_1) > f(x_2)$ (рисунок 11.2).



Достаточное условие возрастания (убывания) функции

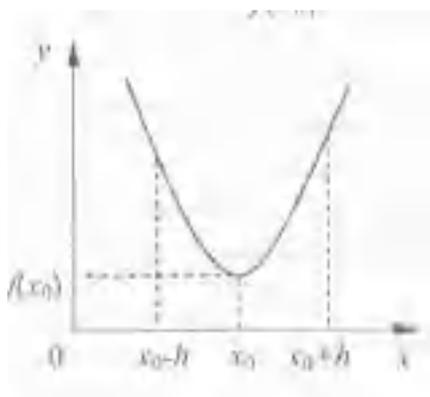
Если функция $y = f(x)$ дифференцируема на интервале $(a;b)$ и $f'(x) > 0$ ($f'(x) < 0$), $x \in (a;b)$, то функция $f(x)$ возрастает (убывает) в интервале $(a;b)$.

Значение $f(x_0)$ называется максимумом функции $f(x)$, если существует U

$h > 0$, для которого выполняется условие $f(x_0-h) < f(x_0)$ и $f(x_0+h) < f(x_0)$. Точка x_0 называется в этом случае точкой максимума функции $f(x)$ (рисунок 11.3).

Значение $f(x_0)$ называется минимумом функции $f(x)$, если существует $h > 0$, для которого выполняется условие $f(x_0-h) > f(x_0)$ и $f(x_0+h) > f(x_0)$. Точка x_0 называется в этом случае точкой минимума функции $f(x)$.

Минимум или максимум функции называется экстремумом функции. Точка максимума или минимума называется точкой экстремума.



Необходимое условие экстремума

Если функция $f(x)$ в точке x_0 имеет экстремум, то производная $f'(x_0)$ обращается в нуль или не существует.

Точка x_0 , в которой $f'(x_0) = 0$, называется стационарной точкой. Точки, в которых $f'(x_0) = 0$ или $f'(x)$ не существует, называются критическими точками. Не всякая критическая точка является точкой экстремума.

Достаточные условия экстремума

Правило 1. Если x_0 - критическая точка функции $f(x)$ и при произвольном, достаточно малом $h > 0$ выполняется неравенство $f'(x_0-h) > 0$ и $f'(x_0+h) < 0$, то функция $f(x)$ в точке x_0 имеет максимум; если же $f'(x_0-h) < 0$; $f'(x_0+h) > 0$, то функции $f(x)$ в точке x_0 имеет минимум. Если знаки $f'(x_0-h)$ и $f'(x_0+h)$ одинаковы, то функция $f(x)$ в точке x_0 экстремума не имеет.

Правило 2. Если $f'(x_0) = 0$ $f''(x_0) \neq 0$, то функция $f(x)$ имеет в точке x_0 экстремум: максимум, если $f''(x_0) < 0$, минимум, если $f''(x_0) > 0$.

Пример 1. Исследовать на экстремум функцию $y = x\sqrt{1-x^2}$. Область определения: $1-x^2 \geq 0$ $D(y) = [-1; 1]$.

Решение: Найдем производную $y' = \frac{1-2x^2}{\sqrt{1-x^2}}$, $y' = 0$ при $1-2x^2=0$; отсюда $x_1 = -\frac{1}{\sqrt{2}}$; $x_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}$ (стационарные точки); y' не существует при $x = \pm 1$, то есть на границах области определения функции

Найдем вторую производную: $y'' = \frac{x(2x^2-3)}{(1-x^2)^{3/2}}$. вычислим значение второй производной в стационарных точках.

При $x = \frac{1}{\sqrt{2}}$ имеем $y'' = \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right) = \frac{1 \cdot (1-3)}{\sqrt{2} \left(1 - \frac{1}{2}\right)^{3/2}} < 0$, следовательно, в точке $x = \frac{1}{\sqrt{2}}$

функция имеет максимум $y_{\max} = \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right) \sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}$.

При $x = -\frac{1}{\sqrt{2}}$ имеем $y'' = \left(-\frac{1}{\sqrt{2}}\right) = -\frac{1 \cdot (1-3)}{\sqrt{2} \left(1 - \frac{1}{2}\right)^{3/2}} > 0$, в точке $x = -\frac{1}{\sqrt{2}}$ - минимум

При $x = -\frac{1}{\sqrt{2}}$

$y_{\min} = -\frac{1}{2}$
В критических точках $x = \pm 1$ экстремума нет, так как по определению точками экстремума могут быть лишь внутренние точки области определения функции
#

Пример 2. Найти такой цилиндр, который бы имел наибольший объем при

данной полной поверхности S .

Решение : Пусть радиус основания цилиндра равен x , а высота y . Тогда

$$S = 2\pi x^2 + 2\pi xy \quad \text{то есть} \quad y = \frac{s - 2\pi x^2}{2\pi x} = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{s}{x} - 2\pi x \right)$$

Следовательно, объем цилиндра выразится так: $V(x) = \pi x^2 \frac{1}{2\pi} \left(\frac{s}{x} - 2\pi x \right) = \frac{s}{2} x - \pi x^3$

Исследуем полученную функцию на экстремумы при условии $x > 0$

$$V'_x = \frac{s}{2} - 3\pi x^2; \quad \frac{s}{2} - 3\pi x^2 = 0; \quad x = \sqrt{\frac{s}{6\pi}}$$

Вторая производная $V''(x) = -6\pi x$ при $x = \sqrt{\frac{s}{6\pi}}$ $V'' = -6\pi \sqrt{\frac{s}{6\pi}} = -\sqrt{6\pi s} < 0$

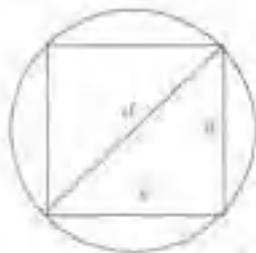
Следовательно $x = \sqrt{\frac{s}{6\pi}}$ - является точкой максимума. Причем

$$y = \frac{s - 2\pi \cdot \frac{s}{6\pi}}{2\pi \cdot \sqrt{\frac{s}{6\pi}}} = 2\sqrt{\frac{s}{6\pi}} = 2x$$

, то есть осевое сечение цилиндра является квадратом. #

Пример 3. Из круглого бревна данного диаметра d требуется вырезать балку прямоугольного сечения так, чтобы она, находясь в горизонтальном положении, обладала наибольшей прочностью (известно, что прочность прямо пропорциональна произведению ширины сечения на квадрат высоты сечения).

Решение: Обозначим ширину сечения через x , а высоту через h , как показано на рисунке 11.5. Тогда сопротивление представится формулой $\varphi = kxh^2$, где k - коэффициент пропорциональности. Кроме того, как видно из чертежа (рисунок 11.6), зависимость между x и h определяется равенством $x^2 + h^2 = d^2$, откуда $h^2 = d^2 - x^2$. Подставляя это значение, получим функцию одной переменной $\varphi(x) = kx(d^2 - x^2)$, где $0 \leq x \leq d$. Исследуем её ($\varphi'(x) = k(d^2 - 3x^2)$, $d^2 - 3x^2 = 0$,



откуда $x = \frac{d}{\sqrt{3}}$. Так как $\varphi(x)$ непрерывна на $[0, d]$, неотрицательна $\varphi(0) = \varphi(d) = 0$, то можно утверждать, что $\varphi\left(\frac{d}{\sqrt{3}}\right)$ будет наибольшим значением функции, то есть

наибольшим сопротивлением.

При этом $h = d^2 - \frac{d^2}{3} = d\sqrt{\frac{2}{3}}$ и отношение $\frac{h}{x} = \frac{d\sqrt{\frac{2}{3}}\sqrt{3}}{d} = \sqrt{2}$

Таким образом, максимальная сопротивляемость балки на изгиб будет в том случае, когда высота поперечного сечения в $\sqrt{2}$ раз будет больше ширины.

Выпуклость, вогнутость. Точки перегиба

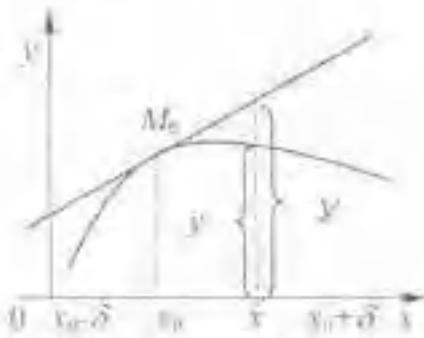


Рисунок 11.9



Рисунок 11.10

График функции $y=f(x)$ называется выпуклым в интервале (a,b) , если он расположен ниже касательной, проведенной в любой точке этого интервала (рисунок 11.9).

График функции $y=f(x)$ называется вогнутым в интервале (a,b) , если он расположен выше касательной, проведенной в любой точке этого интервала (рисунок 11.10)

Достаточное условие выпуклости (вогнутости) графика функции. Если $f''(x) < 0$ в интервале (a,b) , то график функции является выпуклым в этом интервале; если же $f''(x) > 0$, то в интервале (a,b) график функции - вогнутый.

Точка $[x_0, f(x_0)]$ графика функции, в которой кривая меняет направление выпуклости, называется точкой перегиба (рисунок 11.11).

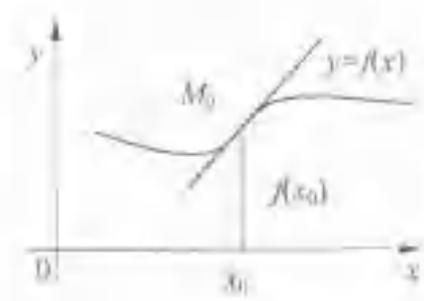


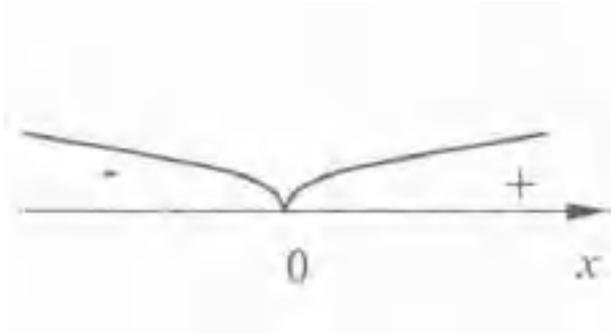
Рисунок 11.11

Если x_0 - абсцисса точки перегиба графика функции $y=f(x)$, то вторая производная равна нулю или не существует. Точки, в которых $f''(x)=0$ или не существует, называются критическими точками II рода.

Если x_0 — критическая точка II рода и при произвольно достаточно малом $h > 0$ выполняются неравенства $f''(x_0-h) < 0$ и $f''(x_0+h) > 0$, или $f''(x_0-h) > 0$ и $f''(x_0+h) < 0$, то точка кривой с абсциссой x_0 является точкой перегиба.

Если же $f''(x_0-h)$ и $f''(x_0+h)$ имеют одинаковые знаки, то точка кривой $y=f(x)$ с абсциссой x_0 точкой перегиба не является.

Пример. 4. Найти точки перегиба графика функции $y=(x+1)^2(x-2)$.



Пример 4. Найти точки перегиба графика функции $y = (x+1)^2(x-2)$

Решение: $y' = 3(x^2 - 1)$ – первая производная

$y'' = 6x$ – вторая производная $y'' = 0$, при $x = 0$. Исследуем знаки второй производной в окрестности точки $x = 0$

$\forall x \in (-\infty; 0) y'' < 0$, график функции выпуклый.

$\forall x \in (0; \infty) y'' > 0$ – вогнутый

$x = 0$ – точка перегиба.

$f(0) = (0+1)^2(0-2) = -2$ #

Асимптоты

Определение 10.2. Прямая l называется асимптотой кривой $y = f(x)$, если расстояние точки $M(x, y)$ кривой от прямой l стремится к нулю при неограниченном удалении этой точки по кривой от начала координат (то есть при стремлении хотя бы одной из координат к бесконечности).

Пример 5. Найти асимптоты кривой $y = \sqrt{\frac{x^3}{x-2}}$

Решение: Функция определена в интервале $(-\infty; 0) \cup (2; \infty)$

Так как $\lim_{x \rightarrow 2+0} \sqrt{\frac{x^3}{x-2}} = \infty$, то прямая $x = 2$ является вертикальной асимптотой кривой.

Горизонтальных асимптот кривая не имеет, так как $\lim_{x \rightarrow \infty} \sqrt{\frac{x^3}{x-2}} = \infty$, $\lim_{x \rightarrow -\infty} \sqrt{\frac{x^3}{x-2}} = \infty$

$$k_1 = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{f(x)}{x} = \lim_{x \rightarrow \infty} \sqrt{\frac{x^3}{x^2(x-2)}} = \lim_{x \rightarrow \infty} \sqrt{\frac{x}{x-2}} = \lim_{x \rightarrow \infty} \sqrt{\frac{1}{1-\frac{2}{x}}} = 1,$$

$$b_1 = \lim_{x \rightarrow \infty} (f(x) - kx) = \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\sqrt{\frac{x^3}{x-2}} - x \right) = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x(\sqrt{x} - \sqrt{x-2})}{\sqrt{x-2}} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x(x-x+2)}{\sqrt{x-2}(\sqrt{x} + \sqrt{x-2})} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2}{\sqrt{1-\frac{2}{x}}(1 + \sqrt{1-\frac{2}{x}})} = 1$$

Наклонные асимптоты

Существует правая наклонная асимптота $y = x+1$

$$k_2 = - \lim_{x \rightarrow -\infty} \sqrt{\frac{1}{1 - \frac{2}{x}}} = -1$$

$$b_2 = \lim_{x \rightarrow -\infty} \left(\sqrt{\frac{x^3}{x-2}} + x \right) = \lim_{x \rightarrow -\infty} \left(\sqrt{\frac{(-x)^2}{2-x}} + x \right) = \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{-x\sqrt{-x} + x\sqrt{2-x}}{\sqrt{2-x}} =$$

$$= - \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{x(\sqrt{-x} - \sqrt{2-x})}{\sqrt{2-x}} = - \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{x(-x-2+x)}{\sqrt{2-x}(\sqrt{-x} + \sqrt{2-x})} = -1$$

Существует левая наклонная асимптота $y = -x - 1$. #

Пример 6. Исследовать функцию и построить её график.

При построении графика функции $y=f(x)$ полезно выяснить его характерные особенности. Для этого надо: найти область определения; исследовать функцию на четность и нечетность; найти точки пересечения графика функции с осями координат; исследовать функцию на непрерывность, найти точки разрыва (если они существуют) и установить характер разрыва; найти асимптоты кривой $y=f(x)$; найти интервалы возрастания и убывания функции и её экстремумы; найти интервалы выпуклости и вогнутости кривой и точки её перегиба.

Пример 7. $y = \frac{x^3}{3-x^2}$

Решение:

1) Область определения $D(y) = (-\infty; -\sqrt{3}) \cup (-\sqrt{3}; \sqrt{3}) \cup (\sqrt{3}; \infty)$

2) Функция нечетная, так как $f(x) = \frac{(-x)^3}{3-(-x)^2} = \frac{-x^3}{3-x^2} = -f(x)$. Её график

симметричен относительно начала координат. На этом основании можно ограничиться исследованием и построением графика только $0 \leq x < \infty$. Затем, пользуясь симметричностью, можно будет легко получить и остальную часть графика.

3) Функция имеет разрыв второго рода в точке $x = \sqrt{3}$, причем

$$\lim_{x \rightarrow \sqrt{3}-0} \frac{x^3}{3-x^2} = +\infty; \quad \lim_{x \rightarrow \sqrt{3}+0} \frac{x^3}{3-x^2} = -\infty$$

Прямая $x = \sqrt{3}$ является вертикальной асимптотой кривой.

4) Находим производную

$$y' = \frac{3x^2(3-x^2) + 2x \cdot x^3}{(3-x^2)^2} = \frac{9x^2 - x^4}{(3-x^2)^2} = \frac{x^2(3-x)(3+x)}{(3-x^2)^2}$$

Приравниваем ее к нулю: $\frac{x^2(3-x)(3+x)}{(3-x^2)^2} = 0$; $x = 0$; $x = 3$; $x = -3$

Будем исследовать на экстремум только $x=3$ (точку $x=0$ на экстремум не исследуем, так как она является крайней точкой области $[0; +\infty]$). Знак производной слева и справа от точки $x=3$ будет зависеть от знака числителя в выражении производной, так как знаменатель всегда положителен. В

окрестности точки $x=3$ имеем: $y' > 0$ при $x < 3$ и $y' < 0$ при $x > 3$.

Следовательно, в точке $x=3$ функция имеет

максимум, $y_{\max} = -4\frac{1}{2}$

5) так как $y=0$ только при $x=0$, то пересечение с осями координат происходит только в начале координат.

б) определим точки перегиба и интервалы, в которых функция сохраняет направление вогнутости. Находим вторую производную

$y'' = 0$ только при $x=0$. При этом в окрестности точки $x=0$ $y'' < 0$ при $x < 0$ и

$y'' > 0$ при $x > 0$. Следовательно, в начале координат кривая имеет перегиб

(впрочем, наличие перегиба в начале координат обнаруживается и после

симметричного продолжения графика налево от оси OY). Иногда направление вогнутости может измениться при переходе через разрыв кривой, поэтому

следует выяснить знак y'' и около точек разрыва функции. В данном случае

$y > 0$ на промежутке $(0; \sqrt{3})$ и $y < 0$ на промежутке $(\sqrt{3}; \infty)$. Следовательно,

кривая выпукла на $(0; \sqrt{3})$ и вогнута на $(\sqrt{3}; \infty)$.

Исследуемая кривая характеризуется для $x \geq 0$ следующей таблицей

x	0	$(0; \sqrt{3})$	$\sqrt{3}$	$(\sqrt{3}; 3)$	3	$(\sqrt{3}; \infty)$
y'	0	-	Не существует	+	0	-
y''	0	+	Не существует	-	-	-
y	0	Возрастает	Не существует	Возрастает	Максимум $y = -4\frac{1}{2}$	Убывает
		Выпуклая		Вогнута		Вогнута

7) асимптоты.

Наличие вертикальной асимптоты установлено

$x = \sqrt{3}$. $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^3}{3 - x^2} = \infty$. Следовательно,

горизонтальных асимптот нет.

Наклонная асимптота

$$k = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{f(x)}{x} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^3}{x(3 - x^2)} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2}{3 - x^2} = -1,$$

$$b = \lim_{x \rightarrow \infty} (f(x) - kx) = \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{x^3}{3 - x^2} + x \right) = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^3 + 3x - x^3}{3 - x^2} =$$

$$= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3x}{3 - x^2} = 0$$

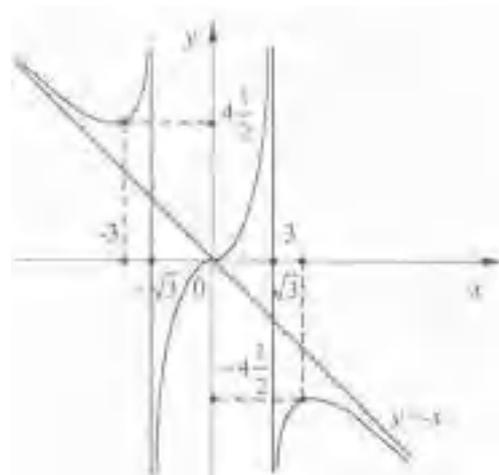
Прямая $y = -x$ является наклонной асимптотой. Так как пределы найдены для

$x \rightarrow \infty$ (то есть они одинаковы и при $x \rightarrow \infty$ и $x \rightarrow -\infty$), то к асимптоте $y = -x$

график функции будет приближаться как при удалении вправо, так и удалении влево.

График функции представлен на рисунке.

Задания из типового расчёта № 1: 16, 17.



§11. ЭЛЕМЕНТЫ ВЫСШЕЙ АЛГЕБРЫ

Комплексным числом называется выражение вида $x + yi$, где x и y - вещественные числа, i - мнимая единица, $i^2 = -1$.

x - действительная часть числа; y - мнимая часть числа.

Пусть $z = x + yi$ - некоторое комплексное число; $z_1 = x_1 + y_1i$ - называют равным числу z , если $x_1 = x$, $y_1 = y$; $\bar{z} = x - yi$ - называют комплексно-сопряженным числу z . $z = x + yi$ - алгебраическая форма комплексного числа. Сложение, умножение, вычитание, возведение в степень комплексных чисел в алгебраической форме можно выполнить по правилам этих действий над многочленами. Для

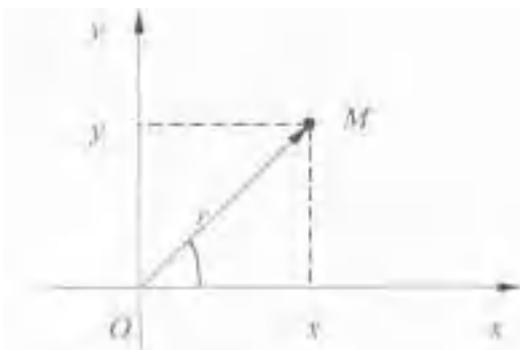
деления комплексных чисел рекомендуется пользоваться формулой

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{z_1 \cdot \bar{z}_2}{z_2 \cdot \bar{z}_2}$$

Пример 1. Выполнить действия.

Решение: $\frac{1+i}{1-i} = \frac{(1+i)(1+i)}{(1-i)(1+i)} = \frac{1+2i+i^2}{1-i^2} = \frac{1+2i-1}{1+1} = \frac{2i}{2} = i \quad \#$

Геометрическая интерпретация комплексных чисел



Комплексное число $z = x + yi$ определяется парой действительных чисел $(x; y)$ и изображается точкой $M(x; y)$ или радиусом-вектором OM . Длина радиуса-вектора $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ называется модулем комплексного числа $|z|$, а угол, образованный радиусом-вектором и осью Ox - аргументом комплексного числа $\varphi =$

$$\arg z = \arctg \frac{y}{x}, \text{ где } 0 \leq \varphi \leq 2\pi$$

$$\begin{cases} \arctg \frac{y}{x} \text{ при } x > 0 \\ \arctg \frac{y}{x} - \pi \text{ при } x < 0 \\ \frac{\pi}{2} \operatorname{Sgny} \text{ при } x = 0 \end{cases}$$

Так как $x = r \cdot \cos \varphi$, $y = r \cdot \sin \varphi$, то $x + yi = r(\cos \varphi + i \sin \varphi)$ тригонометрическая форма комплексного числа.

Действия над комплексными числами в тригонометрической форме.

$$z_1 = r_1(\cos \varphi_1 + i \sin \varphi_1), \quad z_2 = r_2(\cos \varphi_2 + i \sin \varphi_2)$$

$$z_1 \cdot z_2 = r_1 r_2 (\cos(\varphi_1 + \varphi_2) + i \sin(\varphi_1 + \varphi_2))$$

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{r_1}{r_2} (\cos(\varphi_1 - \varphi_2) + i \sin(\varphi_1 - \varphi_2))$$

Формула Муавра:

$$z^n = r^n (\cos n\varphi + i \sin n\varphi)$$

$$(\sqrt[n]{z})_k = \sqrt[n]{r} \left(\cos \frac{\varphi + 2k\pi}{n} + i \sin \frac{\varphi + 2k\pi}{n} \right) \quad k = 0; 1; 2; \dots; n-1$$

$\sqrt[n]{r}$ – арифметический корень

Формула Эйлера: $e^{i\varphi} = \cos \varphi + i \sin \varphi$

Показательная форма комплексного числа:

$z = r e^{i\varphi}$, где r – модуль, φ – аргумент.

Пример 2. $z = -\sqrt{3} - i$.

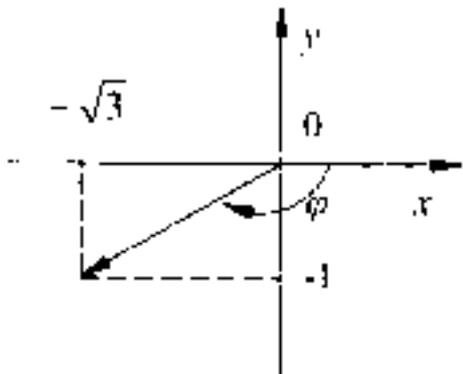
Решение:

$x = -\sqrt{3}$, $y = -1$. Построим вектор с началом в точке $O(0;0)$ и концом в точке $(-\sqrt{3}; -1)$

$$r = \sqrt{(-\sqrt{3})^2 + (-1)^2} = \sqrt{3+1} = 2$$

$$\varphi = \operatorname{arctg} \frac{y}{x} = \operatorname{arctg} \frac{-1}{-\sqrt{3}} = \frac{\pi}{6} + \pi = \frac{7\pi}{6} \text{ или } (2\pi - \frac{7\pi}{6}) = -\frac{5\pi}{6}$$

$$z = 2 \left(\cos \frac{7\pi}{6} + i \sin \frac{7\pi}{6} \right) = 2 \left(\cos \left(-\frac{5\pi}{6} \right) + i \sin \left(-\frac{5\pi}{6} \right) \right) = 2 \left(\cos \frac{5\pi}{6} - i \sin \frac{5\pi}{6} \right). \quad \#$$



Пример 3. Найти все значения $\sqrt[3]{i}$ и изобразить их радиусами-векторами.

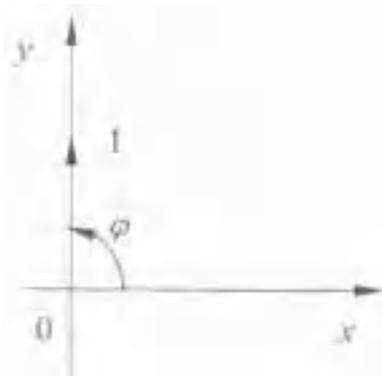
Решение: Представим число $z = i$ в тригонометрической форме. $r = 1$, $\varphi =$

$$\frac{\pi}{2}, \quad z = \cos \frac{\pi}{2} + i \sin \frac{\pi}{2}, \quad k = 0, 1, 2$$

$$\sqrt[3]{i} = \sqrt[3]{1} \left(\cos \frac{\frac{\pi}{2} + 2k\pi}{3} + i \sin \frac{\frac{\pi}{2} + 2k\pi}{3} \right), \quad k = 0 \quad \sqrt[3]{i} = \cos \frac{\pi}{6} + i \sin \frac{\pi}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}i ;$$

$$k = 1 \quad \sqrt[3]{i} = \cos \frac{\frac{\pi}{2} + 2\pi}{3} + i \sin \frac{\frac{\pi}{2} + 2\pi}{3} = \cos \frac{5\pi}{6} + i \sin \frac{5\pi}{6} = -\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}i$$

$$k = 2 \quad \sqrt[3]{i} = \cos \frac{\frac{\pi}{2} + 4\pi}{3} + i \sin \frac{\frac{\pi}{2} + 4\pi}{3} = \cos \frac{3\pi}{2} + i \sin \frac{3\pi}{2} = -i$$



Задания типового расчёта № 2: 7.

§12 НЕОПРЕДЕЛЕННЫЙ ИНТЕГРАЛ

П.12.1. НЕПОСРЕДСТВЕННОЕ ИНТЕГРИРОВАНИЕ

Определение 12.1. Функция $F(x)$ называется первообразной от функции $f(x)$ на $[a, b]$, если $x \in [a; b]$ выполняется равенство $F'(x) = f(x)$.

Теорема 12.1. Если $F_1(x)$ и $F_2(x)$ - две первообразные от функции $f(x)$ на $[a, b]$, то разность между ними равна постоянному числу.

Определение 12.2. Если $F(x)$ является первообразной для $f(x)$, то выражение $F(x) + C$ называется неопределенным интегралом от $f(x)$ и обозначается символом $\int f(x) dx$, то есть $\int f(x) dx = F(x) + C$

При этом функцию $f(x)$ называют подынтегральной, $f(x) dx$ - подынтегральным выражением, знак \int - знаком интеграла.

Некоторые свойства неопределенного интеграла

1). $(\int f(x) dx)' = (F(x) + C)' = f(x)$

2). $d(\int f(x) dx) = f(x) dx$

3). $\int dF(x) = F(x) + C$

4). $\int [f(x) \pm g(x)] dx = \int f(x) dx \pm \int g(x) dx$

5). $\int af(x) dx = a \int f(x) dx$, где $a = const$

6). $\int f(ax + b) dx = \frac{1}{a} F(ax + b) + c$, где $a, b = const$

Пример 1.

$$\int \frac{\sqrt{x} - 2^x \cdot x^3}{x^3} dx = \int \left(\frac{x^{\frac{1}{2}}}{x^3} - \frac{2^x \cdot x^3}{x^3} \right) dx = \int (x^{-\frac{5}{2}} - 2^x) dx = \int x^{-\frac{5}{2}} dx - \int 2^x dx =$$
$$\frac{x^{-\frac{3}{2}}}{-\frac{3}{2}} - \frac{2^x}{\ln 2} + C = -\frac{2}{3x\sqrt{x}} - \frac{2^x}{\ln 2} + C. \#$$

Пример 2.

$$\int \frac{2 - x^4}{1 + x^2} dx = \int \frac{1 + 1 - x^4}{1 + x^2} dx = \int \left(\frac{1}{1 + x^2} + \frac{1 - x^4}{1 + x^2} \right) dx = \int \frac{1}{1 + x^2} dx + \int \frac{(1 - x^2)(1 + x^2)}{1 + x^2} dx =$$
$$= \arctg x + \int (1 - x^2) dx = \arctg x + x - \frac{x^3}{3} + C. \#$$

П.12.2. Интегрирование подстановкой или замена переменной

Требуется найти $\int f(x) dx$, причем непосредственно подобрать первообразную для $f(x)$ не можем, но известно, что она существует.

Сделаем замену переменной, положив $x = \varphi(t)$, где $\varphi(t)$ - функция с непрерывной

производной, имеющая обратную функцию. Тогда $dx = \varphi'(t)dt$ имеет место следующее равенство:

$$\int f(x)dx = \int f[\varphi(t)]\varphi'(t)dt.$$

При интегрировании иногда целесообразно использовать полученное равенство справа налево:

$$\int f[\varphi(x)] \cdot \varphi'(x)dx = \int f(t)dt,$$

Где $\varphi(x)=t$, $\varphi'(x)dx=dt$

Пример 1.

$$\int \frac{2xdx}{1+x^2} = \left| \begin{array}{l} t = 1+x^2 \\ dt = 2xdx \end{array} \right| = \int \frac{dt}{t} = \ln|t| + c = \ln|1+x^2| + C. \#$$

Пример 2.

$$\int \frac{\cos x dx}{9 + \sin^2 x} = \left| \begin{array}{l} t = \sin x \\ dt = \cos x dx \end{array} \right| = \int \frac{dt}{3^2 + t^2} + \frac{1}{3} \operatorname{arctg} \frac{t}{3} + C = \frac{1}{3} \operatorname{arctg} \frac{\sin x}{3} + C. \#$$

Пример 3.

$$\int \frac{e^{2x} dx}{e^{4x} - 25} = \left| \begin{array}{l} t = e^{2x} \\ dt = 2e^{2x} dx \end{array} \right| = \frac{1}{2} \int \frac{dt}{t^2 - 25} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2 \cdot 5} \ln \left| \frac{t-5}{t+5} \right| + C = \frac{1}{20} \ln \left| \frac{e^{2x} - 5}{e^{2x} + 5} \right| + C. \#$$

П.12.3. Интегрирование по частям

Формула интегрирования по частям:

$\int U \cdot dv = U \cdot V - \int VdU$ Эта формула чаще всего применяется к интегрированию следующих выражений:

а) $\int x^\alpha \cdot \sin \beta x dx, \int x^\alpha e^{\beta x} dx, \quad (u = x^\alpha)$

б) $\int x^\alpha \cdot \ln \beta x dx, \quad (u = \ln \beta x)$

в) $\int x^\alpha \cdot \operatorname{arctg} \beta x dx, \quad (u = \operatorname{arctg} \beta x)$

г) $\int e^{\alpha x} \cdot \sin \beta x dx, \int e^{\alpha x} \cdot \cos \beta x dx, \quad (u = e^{\alpha x})$

д) $\int \sqrt{a^2 - x^2} dx = \int \frac{a^2 - x^2}{\sqrt{a^2 - x^2}} dx, \quad (u = x)$

Пример 1.

$$\int \operatorname{arctg} x dx = \left| \begin{array}{l} u = \operatorname{arctg} x, du = \frac{dx}{1+x^2} \\ dv = dx, v = x \end{array} \right| = x \operatorname{arctg} x - \int \frac{xdx}{1+x^2} = x \operatorname{arctg} x - \frac{1}{2} \ln|1+x^2| + C. \#$$

Пример 2.

$$\int x \cdot e^{-x} dx = \left| \begin{array}{l} u = x, du = dx \\ dv = e^{-x} dx, v = -e^{-x} \end{array} \right| = -xe^{-x} + \int e^{-x} dx = -xe^{-x} - e^{-x} + C. \#$$

Пример 3.

$$\int x^2 \sin x dx = \left| \begin{array}{l} u = x^2, du = 2x dx \\ dv = \sin x dx, v = -\cos x \end{array} \right| = -x^2 \cos x + \int 2x \cos x dx = \left| \begin{array}{l} u = x, du = dx \\ dv = \cos x dx, v = \sin x \end{array} \right| =$$

$$= -x^2 \cos x + 2(x \sin x - \int \sin x dx) = -x^2 \cos x + 2x \sin x + 2 \cos x + C. \#$$

П.12.4. ИНТЕГРИРОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ДРОБЕЙ С ПОМОЩЬЮ РАЗЛОЖЕНИЯ НА ПРОСТЕЙШИЕ

Определение 12.3. Простейшими дробями называются правильные рациональные дроби вида

$$\frac{A}{x-a}, \frac{A}{(x-a)^k}, \frac{Ax+B}{x^2+px+g}, \frac{Ax+B}{(x^2+px+g)^k},$$

Простейшие дроби всегда можно проинтегрировать.

Всякую правильную рациональную дробь можно разложить на сумму простейших дробей, например:

$$\frac{P(x)}{Q(x)} = \frac{P(x)}{(x-a_1)(x-a_2)^\alpha \cdot (x^2+p_1x+g_1)(x^2+p_2x+g_2)^\beta} =$$

$$\frac{A_1}{x-a_1} + \frac{B_1}{x-a_2} + \frac{B_2}{(x-a_2)^2} + \frac{B_3}{(x-a_2)} + \dots + \frac{B_\alpha}{(x-a_2)^\alpha} + \frac{C_1x+D_1}{x^2+p_1x+g_1} + \frac{M_1x+N_1}{x^2+p_2x+g_2} +$$

$$+ \frac{M_2x+N_2}{(x^2+p_2x+g_2)^2} + \dots + \frac{M_\beta x+N_\beta}{(x^2+p_2x+g_2)^\beta}.$$

Где P(x)-многочлен степени ниже степени Q(x)

Пример 1

$$\int \frac{2x^2-5x-1}{x(x-1)} \cdot dx = \left| \frac{2x^2-5x-1}{x(x-1)^2} = \frac{A}{x} + \frac{B}{x-1} + \frac{C}{(x-1)^2} \right|$$

$$= \frac{A(x^2-2x+1)+B \cdot x(x-1)+C \cdot x}{x(x-1)^2} = \frac{x^2(A+B)+x(-2A-B+C)+A}{x(x-1)^2};$$

$$\left. \begin{array}{l} A+B=2 \\ -2A-B+C=-5 \end{array} \right\} \begin{array}{l} A=-1 \\ B=3 \\ C=-4 \end{array} \left| = \int \left(\frac{-1}{x} + \frac{3}{x-1} + \frac{-4}{(x-1)^2} \right) dx = -\ln|x| + 3\ln|x-1| + \frac{4}{x-1} + C. \#$$

Пример 2.

$$\int \frac{dx}{x^4 - 1} = \left| \frac{1}{x^4 - 1} = \frac{1}{(x-1)(x+1)(x^2+1)} = \frac{A}{x-1} + \frac{B}{x+1} + \frac{C \cdot x + D}{x^2+1} = \frac{A(x+1)(x^2+1) + B(x-1)(x^2+1) + (Cx+D)(x^2-1)}{(x-1)(x+1)(x^2+1)} = \frac{Ax^3 + Ax^2 + Ax + A + Bx^3 - Bx^2 + Bx - B + Cx^3 + Dx^2 - Cx - D}{(x-1)(x+1)(x^2+1)}; \right.$$

$$\left. \begin{array}{l} A + B + C = 0 \\ A - B + D = 0 \\ A + B - C = 0 \\ A - B - D = 1 \end{array} \right\} \begin{array}{l} A + B = 0 \\ A - B = \frac{1}{2} \end{array}$$

$$A = \frac{1}{4}, D = -\frac{1}{4}, C = 0, D = -\frac{1}{2}$$

$$= \int \left(\frac{1}{4} \frac{1}{x-1} + \frac{-1}{4} \frac{1}{x+1} + \frac{-1}{2} \frac{1}{x^2+1} \right) dx = \frac{1}{4} \ln|x-1| - \frac{1}{4} \ln|x+1| - \frac{1}{2} \arctg x + C. \#$$

П.12.5. Интегрирование выражений, содержащих тригонометрические функции

а) «Универсальная тригонометрическая подстановка».

Рассмотрим интеграл вида $\int R(\sin x, \cos x) dx$, где R – рациональная функция.

$$t = \operatorname{tg} \frac{x}{2} \Rightarrow \sin x = \frac{2t}{1+t^2}, \cos x = \frac{1-t^2}{1+t^2}, dx = \frac{2dt}{1+t^2}$$

б) Если R – нечетное относительно $\sin x$, то есть $R(-\sin x, \cos x) = -R(\sin x, \cos x)$, тогда $R = R_1(\sin^2 x, \cos x) \cdot \sin x$, $R = R_1(1 - \cos^2 x, \cos x) \cdot \sin x$ и замена $t = \cos x$.

в) R – нечетное, относительно $\cos x$, тогда $R = R_2(\sin x, \cos^2 x) \cdot \cos x$, $R = R_2(\sin x, 1 - \sin^2 x) \cdot \cos x$ и замена $t = \sin x$.

г) R – нечетное, относительно $\sin x$ и $\cos x$, тогда замена

$$t = \operatorname{tg} x \Rightarrow \sin^2 x = \frac{t^2}{1+t^2}, \cos^2 x = \frac{1}{1+t^2}, dx = \frac{dt}{1+t^2}$$

Замечание: $\int \sin^m x \cdot \cos^n x dx$, где

- m, n – одно из целых чисел нечетное;
- m и n – четные положительные;
- m и n – четные, но хотя бы одно из них отрицательно.

$$\text{д) } \int \sin mx \cdot \cos n x dx = \frac{1}{2} \int [\sin(m-n)x + \sin(m+n)x] dx.$$

$$\int \cos mx \cdot \cos n x dx = \frac{1}{2} \int [\cos(m-n)x + \cos(m+n)x] dx.$$

$$\int \sin mx \cdot \sin n x dx = \frac{1}{2} \int [\cos(m-n)x - \cos(m+n)x] dx$$

Пример 1.

$$\int \frac{dx}{\sin x} = \left| \begin{array}{l} t = \operatorname{tg} \frac{x}{2}, \\ \sin x = \frac{2t}{1+t^2}, dx = \frac{2dt}{1+t^2} \end{array} \right| = \int \frac{\frac{2dt}{1+t^2}}{\frac{2t}{1+t^2}} = \int \frac{dt}{t} = \ln|t| + C = \ln \left| \operatorname{tg} \frac{x}{2} \right| + C. \#$$

Пример 2.

$$\int \frac{\sin^3 x dx}{1 + \cos^2 x} = \left| \begin{array}{l} t = \cos x, dt = -\sin x dx \\ \sin^3 x = \sin^2 x \cdot \sin x = (1 - \cos^2 x) \cdot \sin x \end{array} \right| = \int \frac{(1-t^2)(-dt)}{1+t^2} = \int \frac{t^2-1}{t^2+1} dt =$$

$$= \int \left(1 - \frac{2}{t^2+1}\right) dt = t - 2 \operatorname{arctg} t + C = \cos x - 2 \operatorname{arctg} \cos x + C. \#$$

Пример 3.

$$\int \frac{dx}{2 - \sin^2 x} = \left| \begin{array}{l} t = \operatorname{tg} x, \\ dx = \frac{dt}{1+t^2}, \sin^2 x = \frac{t^2}{1+t^2} \end{array} \right| = \int \frac{\frac{dt}{1+t^2}}{2 - \frac{t^2}{1+t^2}} = \int \frac{dt}{2+t^2} = \frac{1}{\sqrt{2}} \operatorname{arctg} \frac{t}{\sqrt{2}} + C = \frac{1}{\sqrt{2}} \operatorname{arctg} \left(\frac{\operatorname{tg} x}{\sqrt{2}} \right) + C. \#$$

П.12.6. Интегрирование некоторых рациональных выражений.

а) $\int R\left(x, x^{\frac{m}{n}}, \dots, x^{\frac{p}{s}}\right) dx$, $x = t^K$, K - общий знаменатель дробей $\frac{m}{n}, \dots, \frac{p}{s}$

$$\int R\left[x, \left(\frac{ax+b}{cx+d}\right)^{\frac{m}{n}}, \dots, \left(\frac{ax+b}{cx+d}\right)^{\frac{p}{s}}\right] dx,$$

$\frac{ax+b}{cx+d} = t^K$, где K - общий знаменатель дробей $\frac{m}{n}, \dots, \frac{p}{s}$

б) $\int R(x, \sqrt{ax^2 + bx + c}) dx$.

Первая подстановка Эйлера:

$$\sqrt{ax^2 + bx + c} = \pm\sqrt{ax} + t, \text{ если } a > 0.$$

Вторая подстановка Эйлера:

$$\sqrt{ax^2 + bx + c} = tx \pm \sqrt{c}, \text{ если } c > 0.$$

Третья подстановка Эйлера:

$$\sqrt{ax^2 + bx + c} = (x - \alpha) \cdot t, \text{ если } ax^2 + bx + c = a(x - \alpha)(x - \beta).$$

в) $\int x^m (a + bx^n)^p dx$, если m, n, p - рациональные числа, берется в конечном виде в трех случаях.

Если p - целое число, то разложением.

Если $\frac{m+1}{n}$ - целое число, $t^S = a + bx^n$

Если $\frac{m+1}{n} + p$ - целое число, $t^S = ax^{-n} + b$, где S - знаменатель дроби p .

г) $\int R(x, \sqrt{a^2 - x^2}) dx$, то $x = a \cdot \sin t$

$$\int R(x, \sqrt{a^2 + x^2}) dx, \text{ то } x = a \cdot \operatorname{tg} t$$

$$\int R(x, \sqrt{a^2 - x^2}) dx, \text{ то } x = \frac{a}{\operatorname{cost}}$$

Пример 1.

$$\begin{aligned} \int \frac{dx}{(\sqrt[4]{x+3}-1) \cdot \sqrt{x+3}} &= \left| \begin{array}{l} x+3 = t^4, \quad t = \sqrt[4]{x+3} \\ dx = 4t^3 dt \end{array} \right| = \int \frac{4t^3 dt}{(t-1) \cdot t^2} = 4 \int \frac{tdt}{t-1} = \\ &= 4 \int \frac{t-1+1}{t-1} dt = 4 \int \left(1 + \frac{1}{t-1} \right) dt = 4(t + \ln|t-1|) + C = 4(\sqrt[4]{x+3} + \ln|\sqrt[4]{x+3}-1|) + C. \quad \# \end{aligned}$$

Пример 2.

$$\int \frac{dx}{(4-x^2)^3} = \left| \begin{array}{l} x = 2 \sin t \\ dx = 2 \cos t dt \end{array} \right| = \int \frac{2 \cos t dt}{\sqrt{(4-4 \sin^2 t)^3}} = \int \frac{2 \cos t dt}{2^3 \cos^3 t} = \frac{1}{4} \int \frac{dt}{\cos^2 t} = \frac{1}{4} \operatorname{tg} t + C =$$
$$= \frac{1}{4} \cdot \frac{\sin t}{\cos t} + C = \frac{1}{4} \cdot \frac{\sin t}{\sqrt{1-\sin^2 t}} + C = \frac{1}{4} \cdot \frac{\frac{x}{2}}{\sqrt{1-\frac{x^2}{4}}} + C = \frac{1}{4} \cdot \frac{x}{\sqrt{4-x^2}} + C. \#$$

Задание типового расчёта № 1: 18, 19.

§13. ОПРЕДЕЛЕННЫЙ ИНТЕГРАЛ

Пусть на отрезке $[a, b]$ определена ограниченная функция $y=f(x)$. Разобьем отрезок $[a, b]$ произвольным образом на n частей точками $a = x_0 < x_1 < x_2 < \dots < x_n = b$. Внутри или на границе каждого отрезка $[x_{i-1}, x_i]$ выберем произвольную точку ξ_i и составим сумму:

$$\sum_{i=1}^n f(\xi_i) \Delta x_i$$

где $\Delta x_i = x_i - x_{i-1}$, которая называется интегральной суммой.

Определение 13.1. Определенным интегралом от функции $y=f(x)$ в пределах от a до b называется предел интегральной суммы при $n \rightarrow \infty$ и $\max(\Delta x_i) \rightarrow 0$, не зависящий ни от способа разбиения отрезка $[a, b]$, ни от выбора точек ξ_i , если он существует и конечен и обозначается:

$$\int_b^a f(x) dx = \lim_{\substack{n \rightarrow \infty \\ \max(\Delta x_i) \rightarrow 0}} \sum_{i=1}^n f(\xi_i) \Delta x_i$$

Теорема 13.1. Для существования определенного интеграла достаточно, чтобы на отрезке $[a, b]$ функция $f(x)$ была непрерывна или имела конечное число конечных разрывов (точек разрыва первого рода).

Для вычисления определенного интеграла используют формулу Ньютона-Лейбница

$$\int_b^a f(x) dx = F(x) \Big|_a^b = F(b) - F(a)$$

где $F(x)$ - первообразная функции $f(x)$ на $[a, b]$.

Свойства определенного интеграла

- 1) $\int_b^a f(x) dx = 0$
- 2) $\int_a^b f(x) dx = - \int_b^a f(x) dx$
- 3) $\int_a^b f(x) dx = \int_a^c f(x) dx + \int_c^b f(x) dx \quad c \in (a, b)$.
- 4) $\int_a^b (f(x) \pm g(x)) dx = \int_a^b f(x) dx \pm \int_a^b g(x) dx$.
- 5) $\int_a^b K \cdot f(x) dx = K \cdot \int_a^b f(x) dx, \quad K = Const$.

Теорема 13.2. Пусть функция $f(x)$ непрерывна на отрезке $[a, b]$, функция $\varphi(t)$ определена и непрерывна вместе со своей производной на отрезке $[\alpha, \beta]$,

$a = \varphi(\alpha) \leq \varphi(t) \leq \varphi(\beta) = b$, тогда справедлива формула:

$$\int_a^b f(x) dx = \int_a^\beta f(\varphi(t)) \cdot \varphi'(t) dt$$

Теорема 13.3. Пусть функция $u(x)$ и $v(x)$ имеет непрерывные производные на отрезке $[a, b]$, тогда имеет место следующая формула интегрирования по частям для определенного интеграла

$$\int_a^b u \cdot dv = u \cdot v \Big|_a^b - \int_a^b v du$$

Пример 1. Используя свойства определенного интеграла, вычислить

$$\int_0^\pi \sin^2 \frac{x}{2} dx$$

Решение: $\int_0^\pi \sin^2 \frac{x}{2} dx = \int_0^\pi \frac{1 - \cos x}{2} dx = \int_0^\pi \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos x \right) dx = \left(\frac{1}{2} x - \frac{1}{2} \sin x \right) \Big|_0^\pi = \frac{1}{2} \cdot \pi - 0 = \frac{\pi}{2} \#$

Пример 2. Используя основные методы интегрирования, вычислить $\int_0^5 \frac{xdx}{\sqrt{1+3x}}$.

Решение:

$$\int_0^5 \frac{xdx}{\sqrt{1+3x}} \left| \begin{array}{l} t = \sqrt{1+3x} \Rightarrow \\ t^2 = 1+3x \Rightarrow x = \frac{t^2-1}{3} \\ \frac{dx}{dt} = \frac{2}{3} t \end{array} \right. = \int_1^4 \frac{(t^2-1)}{3t} \cdot \frac{2}{3} t dt = \int_1^4 \frac{2}{9} (t^2-1) dt = \frac{2}{9} \left(\frac{t^3}{3} - t \right) \Big|_1^4 = \frac{2}{9} \left(\frac{64}{3} - 4 - \frac{1}{3} + 1 \right) = 4 \#$$

Пример 3. Используя основные методы интегрирования, вычислить

$$\int_0^1 \arcsin x dx$$

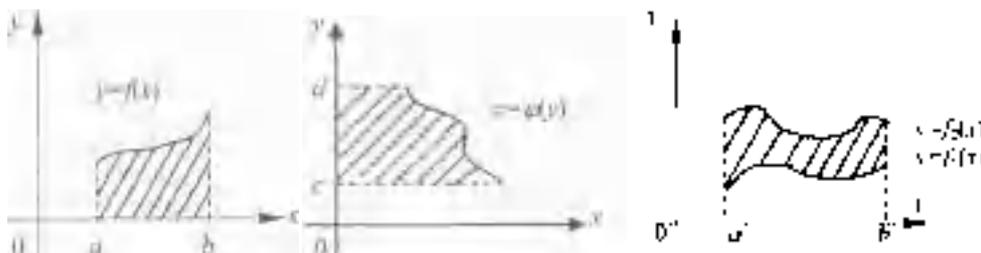
Решение:

$$\int_0^1 \arcsin x dx = \left| \begin{array}{l} u = \arcsin x \\ dv = dx \end{array} \right. \quad \left| \begin{array}{l} du = \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}} \\ v = x \end{array} \right. = x \cdot \arcsin x \Big|_0^1 - \int_0^1 \frac{xdx}{\sqrt{1-x^2}} = \arcsin x \Big|_0^1 + \sqrt{1-x^2} \Big|_0^1 = \frac{\pi}{2} - 1 \#$$

§14. ПРИЛОЖЕНИЯ ОПРЕДЕЛЕННОГО ИНТЕГРАЛА. ВЫЧИСЛЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ ПЛОСКИХ ФИГУР

Вычисление площадей плоских фигур

Вычисление площадей криволинейных трапеций в декартовой системе координат, а также криволинейной фигуры производятся по следующим формулам:



$$S = \int_a^b f(x)dx \quad S = \int_c^d \varphi(y)dy \quad S = \int_a^b (f_2(x) - f_1(x))dx$$

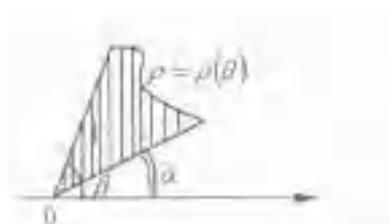
Если кривая задана параметрическими уравнениями

$$\begin{cases} x = \varphi(t) \\ y = \psi(t) \end{cases} \quad t_1 \leq t \leq t_2$$

То площадь криволинейной трапеции $S = \int_{t_1}^{t_2} \psi(t) \cdot \varphi'(t) dt$

Площадь криволинейной сектора, ограниченного кривой, заданной в полярных координатах уравнением $p = p(\theta)$ и двумя полярными радиусами

$\theta = \alpha, \theta = \beta$ определяется по формуле $S = \frac{1}{2} \int_{\alpha}^{\beta} p^2 d\theta$



Вычисление объемов тел вращения

Если тело образовано вращением вокруг оси Ox криволинейной трапеции, ограниченной кривой $y = f(x)$, осью Ox и прямыми $x=a, x=b$, то его объем вычисляется по формуле

$$V_x = \pi \cdot \int_a^b y^2 dx$$

Если тело образовано вращением вокруг оси Oy криволинейной трапеции, ограниченной кривой $x = \varphi(y)$, осью Oy и прямыми $y = c, y = d$, то его объем

вычисляется по формуле

$$V_y = \pi \int_c^d x^2 dy$$

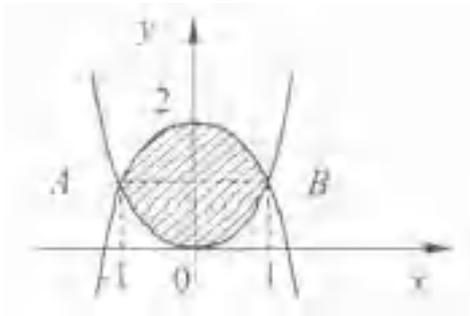
Пример 1. Вычислить площадь фигуры, ограниченную линиями $y = x^2$, $y = 2 - x^2$.

Решение: Найдем точки пересечения кривых:

$$\left. \begin{array}{l} y = x^2 \\ y = 2 - x^2 \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} x^2 = 2 - x^2 \\ y = x^2 \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} x^2 = 1 \\ y = x^2 \end{array} \right\} \Rightarrow x_1 = 1, x_2 = -1, y_2 = 1$$

Точки пересечения кривых А(-1;1); В(1;1).

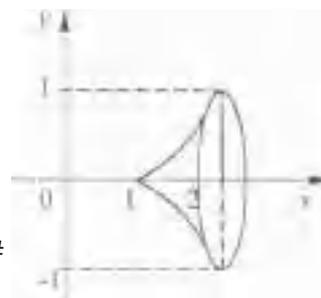
$$S = \int_{-1}^1 (2 - x^2 - x^2) dx = 2 \int_0^1 (2 - 2x^2) dx = 2 \cdot \left(2x - \frac{2x^3}{3} \right) \Big|_0^1 = 2 \left(2 - \frac{2}{3} \right) = \frac{8}{3} = 2 \frac{2}{3} e\delta^2 \#$$



Пример 2. Определить объем тела, образованного вращением фигуры, ограниченной линиями $y^2 = (x - 1)^3$, $x = 2$ вокруг оси Ox

Решение: Построим графики функций и изобразим фигуру вращения

$$V_x = \pi \int_1^2 y^2 dx = \pi \int_1^2 (x - 1)^3 dx = \frac{\pi(x - 1)^4}{4} \Big|_1^2 = \frac{\pi}{4} e\delta^3 \#$$



Пример 3. Найти длину дуги кривой $y = \ln x$ от $x = \frac{3}{4}$ до $x = \frac{12}{5}$
 Решение:

$$l = \int_{\frac{3}{4}}^{\frac{12}{5}} \sqrt{1+(y)'}^2 dx = \int_{\frac{3}{4}}^{\frac{12}{5}} \sqrt{1+\frac{1}{x^2}} dx = \int_{\frac{3}{4}}^{\frac{12}{5}} \frac{\sqrt{x^2+1}}{x} dx =$$

$x^2 + 1 = t^2$	
$x = \sqrt{t^2 - 1}$	
$dx = \frac{1}{\sqrt{t^2 - 1}} dt$	
x	$\frac{3}{4} \quad \frac{12}{5}$
t	$\frac{5}{4} \quad \frac{13}{5}$

$$\int_{\frac{5}{4}}^{\frac{13}{5}} \frac{t}{\sqrt{t^2-1}} \cdot \frac{1}{\sqrt{t^2-1}} dt = \int_{\frac{5}{4}}^{\frac{13}{5}} \frac{t^2}{t^2-1} dt = \int_{\frac{5}{4}}^{\frac{13}{5}} \left(1 + \frac{1}{t^2-1}\right) dt = \int_{\frac{5}{4}}^{\frac{13}{5}} \left(1 + \frac{(t+1)-(t-1)}{2(t+1)(t-1)}\right) dt = \int_{\frac{5}{4}}^{\frac{13}{5}} \left(1 + \frac{1}{2(t-1)} - \frac{1}{2(t+1)}\right) dt =$$

$$= \left(t + \frac{1}{2} \ln|t-1| - \frac{1}{2} \ln|t+1| \right) \Big|_{\frac{5}{4}}^{\frac{13}{5}} = 1,35 + \ln 2 \#$$

Вычисление несобственных интегралов

Пусть функция $f(x)$ определена на полуинтервале $[a; \infty)$ и для каждого $\beta > a$ существует интеграл $\int_a^\beta f(x) dx$

Определение: Несобственным интегралом с бесконечными пределами (I рода) $\int_a^\infty f(x) dx$ называется предел $\lim_{\beta \rightarrow \infty} \int_a^\beta f(x) dx$ т.е.

$$\int_a^\infty f(x) dx = \lim_{\beta \rightarrow \infty} \int_a^\beta f(x) dx$$

Аналогично определяются интегралы:

$$\int_{-\infty}^b f(x) dx = \lim_{A \rightarrow -\infty} \int_A^b f(x) dx$$

$$\int_{-\infty}^\infty f(x) dx = \int_{-\infty}^a f(x) dx + \int_a^\infty f(x) dx, \text{ где } a \text{ - любое число.}$$

Пусть функция $f(x)$ определена на полуинтервале $[a, b)$ и интегрируема на

Отрезке $[a, b-\varepsilon]$, где $0 < \varepsilon < b-a$ и неограниченна на $[b-\varepsilon, b)$.

Определение: Несобственным интегралом от неограниченной подынтегральной функцией (II рода) $\int_{\alpha}^{\beta} f(x) dx$ называется предел

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \int_{-\varepsilon}^{\beta} f(x) dx \text{ т.е.}$$

$$\int_b^a f(x) dx = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \int_a^{a-\varepsilon} f(x) dx$$

Пример 1. Вычислить несобственный интеграл или установить его

расходимость $\int_1^{\infty} \frac{dx}{x^4}$

Решение:

$$\int_1^{\infty} \frac{dx}{x^4} = \lim_{B \rightarrow \infty} \int_1^B \frac{dx}{x^4} = \lim_{B \rightarrow \infty} \left(-\frac{1}{3x^2} \Big|_1^B \right) = \lim_{B \rightarrow \infty} \left(-\frac{1}{3B^2} + \frac{1}{3} \right) = \frac{1}{3} \#.$$

Задания из типового расчёта № 1: 20, 21, 22.

§15. ФУНКЦИИ НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ

П. 15.1.

Определение 1: Если каждой упорядоченной совокупности независимых переменных x_1, x_2, \dots, x_n из области их изменения D поставлено в соответствие по заданному правилу f определенное значение величины W , то говорят, что в области D задана функция n переменных и обозначается

$$W = f(x_1, x_2, \dots, x_n).$$

Область D называется областью определения функции.

Рассмотрим функцию $z = f(x, y)$, определенную в области D . Полным приращением функции называется величина

$$\Delta z = f(x + \Delta x, y + \Delta y) - f(x, y).$$

Частные приращения вдоль оси Ox , Oy :

$$\Delta_x z = f(x + \Delta x, y) - f(x, y)$$

$$\Delta_y z = f(x, y + \Delta y) - f(x, y)$$

Где $\Delta x, \Delta y$ – приращения аргументов x, y соответственно.

Частные производные первого порядка

$$\frac{\partial z}{\partial x} = z'_x = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta_x z}{\Delta x}$$

$$\frac{\partial z}{\partial y} = z'_y = \lim_{\Delta y \rightarrow 0} \frac{\Delta_y z}{\Delta y}$$

Частные производные второго порядка

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = z''_{xx} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial z}{\partial x} \right), \quad \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} = z''_{xy} = \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial z}{\partial x} \right),$$

$$\frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = z''_{yy} = \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right), \quad \frac{\partial^2 z}{\partial y \partial x} = z''_{yx} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right).$$

Теорема 1. Вторые смешанные производные $\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}$ и $\frac{\partial^2 z}{\partial y \partial x}$ функции $z = f(x, y)$ при условии их непрерывности в точке $M(x, y)$ равны между собой в этой точке.

Определение 2. Частной производной n -го порядка функции $z = f(x, y)$ называется частная производная от производной $(n-1)$ -го порядка.

Частные дифференциалы по x и y :

$$d_x z = z'_x \Delta x,$$

$$d_y z = z'_y \Delta y.$$

Полный дифференциал функции $z = f(x, y)$

$$dz = z'_x \Delta x + z'_y \Delta y \text{ или } dz = z'_x dx + z'_y dy.$$

При достаточно малых приращениях $\Delta x, \Delta y$ справедливо соотношение

$$\Delta z \approx dz \text{ или } f(x, y) \approx f(x_0, y_0) + df(x_0, y_0).$$

Пример 1. Найти частные производные функции по каждой из независимых переменных $z = x^3 \cdot y - y^3 \cdot x$.

Решение: $z'_x = 3x^2 \cdot y - y^3$; $z'_y = x^3 - 3y^2 \cdot x$. #

Пример 2. Найти полный дифференциал функции $z = x^2 y$

Решение: $dz = \frac{\partial z}{\partial x} \partial x + \frac{\partial z}{\partial y} \partial y$; $\frac{\partial z}{\partial x} = 2xy$; $\frac{\partial z}{\partial y} = x^2$; $dz = 2xydx + x^2 dy$

П.15.2. Экстремум функции нескольких переменных.

Пусть функция $F(x, y, z) = 0$ дифференцируема в т. $M_0(x_0, y_0, z_0)$ и представлена поверхностью S .

Уравнение касательной плоскости к поверхности S в т. $M_0(x_0, y_0, z_0)$ имеет

$$\frac{\partial F(M_0)}{\partial x} (x - x_0) + \frac{\partial F(M_0)}{\partial y} (y - y_0) + \frac{\partial F(M_0)}{\partial z} (z - z_0) = 0.$$

Уравнение нормали к поверхности S в т. $M_0(x_0, y_0, z_0)$ имеет вид

$$\frac{x - x_0}{F'_x(M_0)} = \frac{y - y_0}{F'_y(M_0)} = \frac{z - z_0}{F'_z(M_0)}$$

Рассмотрим функцию $U = f(x, y, z)$ в т. $M_0(x_0, y_0, z_0)$ в области определения D этой функции. Пусть луч исходит из т. M_0 и образует с положительными направлениями осей Ox , Oy , Oz углы α , β , γ соответственно.

Рассмотрим функцию $U_\lambda = f(x_0 + p \cos \alpha, y_0 + p \cos \beta, z_0 + p \cos \gamma)$, где p - расстояние между точками M_0 и M ($M \in D$ - произвольная точка на луче λ). Приращение этой функции определяется следующим образом

$$\Delta U_\lambda = f(x_0 + p \cos \alpha, y_0 + p \cos \beta, z_0 + p \cos \gamma) - f(x_0, y_0, z_0)$$

Определение 2. Если существует предел $\lim_{p \rightarrow 0} \frac{\Delta U_\lambda}{p}$, то он называется производной функции $U = f(x, y, z)$ по направлению λ в т. $M_0(x_0, y_0, z_0)$ и обозначается $(\frac{\partial U}{\partial \lambda})_{M_0}$ или $f'_\lambda(x_0, y_0, z_0)$

Теорема 1. Если функция $U = f(x, y, z)$ дифференцируема в т. $M_0(x_0, y_0, z_0)$, то она имеет в этой точке производную по любому направлению λ ,

$$f'_\lambda(x_0, y_0, z_0) = f'_x(x_0, y_0, z_0) \cos \alpha + f'_y(x_0, y_0, z_0) \cos \beta + f'_z(x_0, y_0, z_0) \cos \gamma$$

Градиентом функции $U = f(x, y, z)$ в т. $M_0(x_0, y_0, z_0)$ называется вектор

$$\text{grad} U(M_0) = \frac{\partial f}{\partial x} \Big|_{M_0} \vec{i}_{M_0} + \frac{\partial f}{\partial y} \Big|_{M_0} \vec{j}_{M_0} + \frac{\partial f}{\partial z} \Big|_{M_0} \vec{k}_{M_0}$$

Градиент указывает направление и величину $\sqrt{(f'_x)^2 + (f'_y)^2 + (f'_z)^2}$ наибольшего возрастания функции в данной точке.

Определение 20.2. Точка $M_0(x_0, y_0, \dots, z_0)$ называется точкой экстремума функции $U = f(x, y, \dots, z)$, если $\exists \delta(M_0)$ такая, что $\forall M(x, y, \dots, z) \in \delta(M_0) (M \neq M_0)$ разность

$$\Delta U = f(x_0, y_0, \dots, z_0) - f(x, y, \dots, z)$$

сохраняет свой знак и отлична от нуля.

При этом, если $\Delta U > 0$ экстремум называют максимумом ($\max f(x, y, z)$); если $\Delta U < 0$ - минимумом ($\min f(x, y, z)$).

Теорема 2. (Необходимое условие экстремума).

Если дифференцируемая функция $U = f(x, y, \dots, z)$ достигает в точке

$M_0(x_0, y_0, \dots, z_0)$ экстремума, то ее частные производные $\frac{\partial U}{\partial x}, \frac{\partial U}{\partial y}, \dots, \frac{\partial U}{\partial z}$

в этой точке равны нулю.

Точки, удовлетворяющие необходимому условию, называются стационарными.

Пусть $M_0(0;0)$ - стационарная точка функции $z=f(x,y)$, где $z=f(x,y)$ дважды непрерывно дифференцируема в точке M_0 . Обозначим

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} \Big|_{M_0} = A; \quad \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} \Big|_{M_0} = B; \quad \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} \Big|_{M_0} = C; \quad \Delta = \begin{vmatrix} A & B \\ B & C \end{vmatrix}$$

Теорема 3. (достаточное условие экстремума функции двух переменных).

Пусть M_0 - стационарная точка функции $z=f(x,y)$, тогда:

4) Если $\Delta > 0$, то функция $z=f(x,y)$ в точке M_0 достигает экстремума, причем

$f(x_0, y_0) = \max f(x, y)$, если $A < 0$ ($C < 0$);

$f(x_0, y_0) = \min f(x, y)$, если $A > 0$ ($C > 0$)

5) Если $\Delta < 0$, то функция в т. M_0 не имеет экстремума.

6) Если $\Delta = 0$, то вопрос о существовании экстремума остается открытым (требуется дополнительные исследования).

Пример 1. Написать уравнение касательной плоскости к поверхности $z=x^2 + 2y^2$ в точке $(1;1;3)$.

Решение: Найдем координаты вектора нормали к данной поверхности $x^2 + 2y^2 - z = 0$ в точке $(1;1;3)$, где $F(x,y,z) = x^2 + 2y^2 - z$

$$\frac{\partial F}{\partial x} = 2 \cdot x, \quad \frac{\partial F}{\partial x} \Big|_{(1;1;3)} = 2 \cdot 1 = 2; \quad \frac{\partial F}{\partial y} = 4 \cdot y, \quad \frac{\partial F}{\partial y} \Big|_{(1;1;3)} = 4 \cdot 1 = 4; \quad \frac{\partial F}{\partial z} = -1, \quad \frac{\partial F}{\partial z} \Big|_{(1;1;3)} = -1, \quad \vec{N} = (2; 4; -1).$$

Уравнение касательной плоскости:

$$2(x-1) + 4(y-1) - 1(z-3) = 0,$$

$$2x + 4y - z - 3 = 0.$$

Ответ: $2x + 4y - z - 3 = 0$

Пример 2. Найти производную функции $u = \ln(e^x + e^y)$ в направлении, параллельном биссектрисе координатного угла.

Решение:

$$\frac{\partial u}{\partial l} = \frac{\partial u}{\partial x} \cos \alpha + \frac{\partial u}{\partial y} \cos \beta$$

, где $\vec{l}_0 = (\cos \alpha, \cos \beta)$ - единичный вектор направления \vec{l} .

$$\alpha = \beta = \frac{\pi}{4} \Rightarrow \cos \alpha = \cos \beta = \frac{\sqrt{2}}{2}.$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{e^x}{e^x + e^y}, \quad \frac{\partial u}{\partial y} = \frac{e^y}{e^x + e^y},$$

$$\frac{\partial u}{\partial l} = \frac{e^x}{e^x + e^y} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{e^y}{e^x + e^y} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \left(\frac{e^x + e^y}{e^x + e^y} \right) = \frac{\sqrt{2}}{2}.$$

Ответ: $\frac{\sqrt{2}}{2}$

Пример 3. Найти экстремум функции $z = x^2 + xy + y^2 - 3x - 6y$.

Решение:

$$\frac{\partial z}{\partial x} = 2x + y - 3, \quad \frac{\partial z}{\partial y} = x + 2y - 6$$

Найдем стационарные точки

$$\begin{cases} 2x + y - 3 = 0 \\ x + 2y - 6 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0 \\ y = 3 \end{cases}$$

$M(0;3)$ – стационарная точка.

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = 2 \quad \left. \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} \right|_M = 2(A),$$

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} = 1 \quad \left. \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} \right|_M = 1 \quad (B),$$

$$\frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = 2 \quad \left. \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} \right|_M = 2 \quad (C),$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} A & B \\ B & C \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{vmatrix} = 2 \cdot 2 - 1 = 3 > 0$$

\Rightarrow т. $M(0;3)$ является точкой экстремума, а так как $A=2>0 \Rightarrow$ в т. $M(0;3)$, данная функция имеет минимум и $z_{min} = z|_{M(0;3)} = -9$.

Ответ: $z_{min} = z|_{M(0;3)} = -9$

П.15.3. Нахождение наибольшего и наименьшего значений функции.

Непрерывная функция достигает наименьшее или наибольшее значение в заданной области либо в стационарной точке функции, принадлежащей этой области, либо в граничной точке области.

Метод множителей Лагранжа

Для нахождения экстремума функции $z = f(x, y)$ при условии, что x и y связаны уравнением $\varphi(x, y) = 0$, составляется вспомогательная функция Лагранжа $u = f(x, y) + \lambda \varphi(x, y)$. Экстремум функции Лагранжа является условным экстремумом функции $z = f(x, y)$.

Координаты экстремальной точки должны удовлетворять уравнениям

$$\begin{cases} \varphi(x, y) = 0, \\ \frac{\partial u}{\partial x} = 0, \\ \frac{\partial u}{\partial y} = 0. \end{cases}$$

Пример 1. Найти наибольшее и наименьшее значения функции $z = x^2 + 2xy - 4x + 8y$ в прямоугольнике, ограниченном прямыми $x=0, y=0, x=1, y=2$.

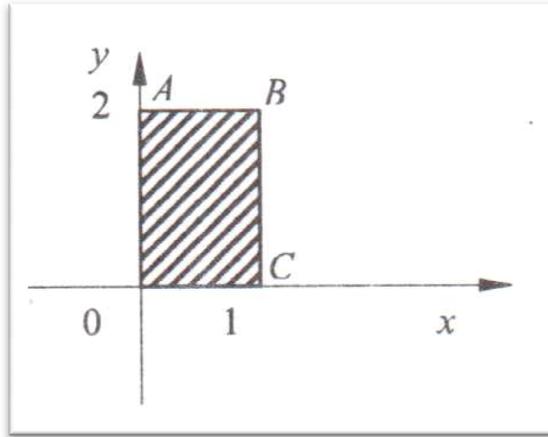
Решение: 1) Найдем стационарные точки функции $z = z(x, y)$:

$$\frac{\partial z}{\partial x} = 2x + 2y - 4; \quad \frac{\partial z}{\partial y} = 2x + 8.$$

Решая систему уравнений

$$\begin{cases} 2x + 2y - 4 = 0, \\ 2x + 8 = 0. \end{cases}$$

найдем стационарную точку $M(-4; 6)$, которая не принадлежит прямоугольнику $OABC$: ($x = 0, y = 0, x = 1, y = 2$)



(рисунок 1). Поэтому наибольшее и наименьшее значения функция $z = x^2 + 2xy - 4x + 8y$ принимает на границах области $OABC$.

2) Исследуем функцию $z = z(x, y)$ на границах области $OABC$, состоящей из участков OA , AB , BC , CO .

2.1) На участке OA : $x=0$, поэтому $z=8y$, где $y \in [0; 2]$.

$z'_x = 8 > 0 \Rightarrow$ функция $z=8y$ возрастает на $[0; 2]$ и наибольшее и наименьшее значения на участке OA принимает на границах отрезка $[0; 2]$. Значения функции $z(0)=0$; $z(2) = 16$ или $z(0,0) = 0$; $z(0,2) = 16$.

2.2) На участке AB : $y=2$, поэтому $z=x^2+16$, где $x \in [0; 1]$.

$z'_x = 2x$ и $z'_x = 0$ при $x=0 \Rightarrow x=0$ - стационарная точка функции $z=x^2+16$.

Наибольшее и наименьшее значения на участке AB функция $z=x^2+16$ принимает либо в стационарной точке $x=0$, либо на границах отрезка $[0; 1]$.

Значения функции $z(0)=16$, $z(1)=17$ или $z(0,2)=16$; $z(1, 2) = 17$.

2.3) На участке BC : $x=1$, поэтому $z=-3+10y$, где $y \in [0; 2]$.

$z'_y = 10 > 0 \Rightarrow$ функция $z=-3+10y$ возрастает на $[0; 2]$ и наибольшее и наименьшее значения на участке BC принимает на границах отрезка $[0; 2]$. Значения функции $z(0) = -3$; $z(2)=17$ или $z(1,2) = 17$; $z(1,0)=-3$.

2.4) На участке CO : $y=0$, поэтому $z=x^2-4x$, где $x \in [0; 1]$.

$z'_x = 2x-4$ и $z'_x = 0$ при $x=2 \Rightarrow x=2$ - стационарная точка функции $z=x^2-4x$. Так как стационарная точка $x=2$ не принадлежит прямоугольнику $OABC$, то наибольшее и наименьшее значения на участке CO функция $z=x^2-4x$ принимает на границах отрезка $[0; 1]$. Значения функции $z(0)=0$, $z(1) = -3$ или $z(1,0) = -3$, $z(0,0) = 0$.

Сравнивая все найденные значения функции z , имеем:

Наибольшее значение $z = 17$ при $x = 1, y = 2$;

Наименьшее значение $z = -3$ при $x = 1, y = 0$.

Ответ. $z_{\text{наиб}} = 17$ при $x=1, y = 2$; $z_{\text{наим}} = -3$ при $x = 1, y = 0$.

Задания из типового расчёта № 1: 23, 24, 25, 26.

§16. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ПЕРВОГО ПОРЯДКА

П.16.1. Основные понятия.

Обыкновенным дифференциальным уравнением n -го порядка называется уравнение

$$F(x, y, x', y', y'', \dots, y^n) = 0 \quad (1)$$

Решением дифференциального уравнения называется функция $y = \varphi(x)$, которая при подстановке в уравнение превращает его в тождество.

Функция

$$y = \psi(x, C_1, C_2, \dots, C_n), \quad (2)$$

где C_1, C_2, \dots, C_n — произвольные постоянные, называется общим решением уравнения если:

- 1) для любых значений C_1, C_2, \dots, C_n функция (2) является решением (1),
- 2) любое не особое решение уравнения (1) получается из (2) при определенном наборе C_1, C_2, \dots, C_n .

Дифференциальное уравнение первого порядка имеет вид

$$F(x, y, y') = 0, \quad (3)$$

или (в разрешенном относительно y' виде)

$$y' = f(x, y). \quad (4)$$

Если в некоторой области функция $f(x, y)$ непрерывна и имеет ограниченную частную производную $f'_y(x, y)$, то через каждую внутреннюю точку (x_0, y_0) этой области пройдет единственная интегральная кривая.

В такой области уравнение (4) имеет общий интеграл $y = \varphi(x, c)$ или $\varphi(x, y, c) = 0$, из которого можно найти единственное частное решение, удовлетворяющее начальным условиям $y = y_0$ при $x = x_0$.

П.16.2. УРАВНЕНИЯ С РАЗДЕЛЯЮЩИМИСЯ ПЕРЕМЕННЫМИ

Дифференциальное уравнение вида

$$\varphi(x)dx = \psi(y)dy, \quad (5)$$

называется уравнением с разделенными переменными. Уравнение, которое приводится к виду (5), называется дифференциальным уравнением с разделяющимися переменными.

Пример 7. Решить дифференциальное уравнение

$$x(y^2 - 9)dx + ydy = 0. \quad (6)$$

Решение: Разделив обе части уравнения на $y^2 - 9 \neq 0$, имеем $x dx + \frac{y}{y^2 - 9} dy = 0$ или $x dx = -\frac{y dy}{y^2 - 9}$. Интегрируя, находим

$$\int x dx = -\int \frac{y dy}{y^2 - 9}; \quad \int x dx = -\frac{1}{2} \int \frac{2y dy}{y^2 - 9}; \quad \frac{x^2}{2} = -\frac{1}{2} \ln|y^2 - 9| + \frac{1}{2} \ln|c|$$

, где $c \neq 0$.

$$x^2 + \ln|y^2 - 9| = \ln|c|, \quad y^2 - 9 = C e^{-x^2}$$

- решение дифференциального уравнения (6) (для всех $c \neq 0$)

Пусть теперь $y^2 - 9 = 0$, т.е. $y = \pm 3$. Непосредственной подстановкой убеждаемся, что $y = 3$ и $y = -3$ - решения исходного дифференциального

уравнения. Они получаются из $y^2 - 9 = Ce^{-x^2}$ при $C=0$.

Таким образом, $y^2 - 9 = Ce^{-x^2}$, где C - любое действительное число, есть общее решение дифференциального уравнения (6)

П.16.3. Однородные дифференциальные уравнения первого порядка

Дифференциальное уравнение

$$P(x,y)dx + Q(x,y)dy = 0, \quad (7)$$

Называется однородным, если $P(x,y)$ и $Q(x,y)$ –однородные функции одинакового измерения.

Уравнение (7) может быть приведенным к виду

$$y' = f\left(\frac{y}{x}\right), \quad (8)$$

И при помощи подстановки $y=ux$ (или $x=uy$), где u – новая неизвестная функция, преобразуется в уравнение с разделяющимися переменными.

Пример 1. Найти общее решение уравнения $y' = e^{\frac{y}{x}} + \frac{y}{x}$.

Решение: Полагаем $y=ux$, тогда $u'x + u = e^u + u$ или $x \frac{\partial u}{\partial x} = e^u, e^{-u} du = \frac{\partial}{\partial x}$.

Интегрируя, получаем $e^{-u} = -\ln|x| + \ln|c|, e^{-u} = \ln\left|\frac{c}{x}\right|, u = -\ln\ln\left|\frac{c}{x}\right|,$
 $y = -x \ln\ln\frac{c}{x}.$

П.16.4. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка

Дифференциальное уравнение вида

$$y' + p(x)y = q(x), \quad (9)$$

Называется линейным. Если $q=0$, то уравнение (9) принимает вид

$$y' + p(x)y = 0, \quad (10)$$

И называется однородным линейным дифференциальным уравнением.

Пример 1. Найти общее решение дифференциального уравнения $y' - \frac{2}{x+1}y = (x+1)^2$ и частное решение, удовлетворяющее начальному условию $y(0)=3$.

Решение: Вначале решим соответствующее однородное уравнение $y' - \frac{2}{x+1}y = 0$. Разделив переменные получаем $\frac{dy}{y} = \frac{2dx}{x+1}$;

$$\int \frac{dy}{y} = 2 \int \frac{dx}{x+1}; \ln|y| = 2\ln|x+1| + \ln|c|, \quad y = c(x+1)^2.$$

Используя метод вариации произвольной постоянной, находим решение исходного неоднородного уравнения в виде $y = c(x)(x+1)^2$ и ее производную $y' = c'(x+1)^2 + 2c(x)(x+1)$, получаем уравнение

$$c'(x+1)^2 + 2c(x)(x+1) - \frac{2}{x+1}c(x)(x+1)^2 = (x+1)^2 \text{ или}$$

$$c'(x+1)^2 = (x+1)^2,$$

Откуда $c'(x) = 1$ и $c(x) = x + 1$

Таким образом, общее решение данного уравнения записывается в виде $y = (x+c)(x+1)^2$. Используя начальное условие $y(0)=3$, получаем $3 = (0+c)(0+1)^2$, откуда $c=3$.

Следовательно, искомое частное решение имеет вид

$$y = (x + 3)(x + 1)^2$$

П.16.5. Уравнения в полных дифференциалах

Если в дифференциальном уравнении $P(x,y)dx + Q(x,y)dy = 0$, $\frac{dP}{dx} = \frac{dQ}{dy}$, то оно имеет вид $du = 0$ и его общий интеграл будет $u = c$.

Пример 1. Решить дифференциальное уравнение

$$2x\cos^2 y dx + (2y - x^2 \sin 2y) dy = 0.$$

Решение: Здесь $P(x,y) = 2x\cos^2 y$, $Q(x,y) = 2y - x^2 \sin 2y$,

$\frac{dP}{dy} = 2x \cdot 2\cos y(-\sin y) = -2x\sin 2y$, $\frac{dQ}{dx} = -2x\sin 2y$. Имеем уравнение в полных дифференциалах.

Значит, существует функция $u(x,y)$ такая, что $du = 2x\cos^2 y dx + (2y - x^2 \sin 2y) dy$.

Поэтому $\frac{du}{dx} = 2x\cos^2 y$. Отсюда $u = \int 2x\cos^2 y dx = x^2 \cos^2 y + f(y)$, где функция $f(y)$ зависит только от y .

Дифференцируя найденную функцию по y , получим выражение

$$\frac{du}{dy} = -x^2 \sin 2y + f'(y) = Q(x,y) = 2y - x^2 \sin 2y \Rightarrow f'(y) = 2y.$$

Тогда $f(y) = y^2 - c$ и $u = x^2 \cos^2 y + y^2 - c$.

Окончательно получим $x^2 \cos^2 y + y^2 = c$.

Задания из типового расчёта № 2: 4.

§17. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ВЫСШИХ ПОРЯДКОВ. ЛИНЕЙНЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ

Уравнение вида $y^{(n)} = f(x)$

Решение этого уравнения находится n -кратным интегрированием.

Пример 1. Решить дифференциальное уравнение $y^{(IV)} = \sin x$.

Решение: Проинтегрируем данное уравнение 4 раза

$$\int (y''''(x))' dx = \int \sin x dx; y'''' = -\cos x + C_1.$$

$$\int (y'''(x))' dx = \int (-\cos x + C_1) dx; y''' = -\sin x + C_1x + C_2.$$

$$\int (y''(x))' dx = \int (-\sin x + C_1x + C_2) dx; y'' = \cos x + C_1 \frac{x^2}{2} + C_2x + C_3.$$

$$\int dy = \int (\cos x + C_1 \frac{x^2}{2} + C_2x + C_3) dx; y = \sin x + C_1 \frac{x^3}{3} + C_2 \frac{x^2}{2} + C_3x + C_4.$$

Уравнение, не содержащие явно функцию y

$$F(x, y^{(k)}, y^{(k+1)}, \dots, y^{(n)}) = 0.$$

Порядок такого уравнения можно понизить, взяв за новую неизвестную функцию низшую из производных данного уравнения, то есть полагая $y^{(k)} = z$. Тогда получим уравнение $F(x, z, z^1, \dots, z^{(n-k)}) = 0$.

Пример 2. Решить дифференциальное уравнение $x^2y'' + xy' = 1$.

Решение: Сделав замену $y' = z(x)$, $y'' = z'(x)$, получим уравнение $x^2z' + xz = 1$. Это линейное дифференциальное уравнение первого порядка, которое можно решить с помощью замены $z = uv$. Подставив это выражение в уравнение $x^2z' + xz = 1$, получим

$$x^2 \cdot u'v + xu(xv' + v) = 1$$

Приравниваем выражение в скобках к нулю: $xv' + v = 0$ и находим v

$$\frac{dv}{v} = -\frac{dx}{x} \Rightarrow \ln|v| = \ln \left| \frac{1}{x} \right| \Rightarrow v = \frac{1}{x}.$$

Подставляем его и находим u : $xu' = 1 \Rightarrow du = \frac{dx}{x} \Rightarrow u = \ln|C_1x|$.

Отсюда $z = \frac{1}{x} \ln|C_1x|$ и, следовательно, $y' = \frac{1}{x} \ln|C_1x|$.

Находим y : $\int \ln|C_1x| \frac{1}{x} dx = \frac{1}{2} \ln^2|C_1x| + C_2$.

Дифференциальное уравнение вида $F(x, y^{(k)}, y^{(k+1)}, \dots, y^{(n)}) = 0$, не содержащее независимой переменной

Уравнение этого вида допускает понижение порядка на единицу, если положить $y' = p(y)$. Тогда $y'' = p \frac{dp}{dy}$, $y''' = p(p \cdot p'' + (p')^2)$ и т.д.

Пример 3. Найти частное решение дифференциального уравнения $y'' + 2yy' = 0$, если даны начальные условия $y(0) = 2, \dots, y'(0) = -4$.

Решение: После замены $y' = p$, $y'' = p \cdot p'$ получим уравнение первого порядка относительно $p(y)$: $p \cdot p' + 2yp = 0$ или $p' = -2y$.

Отсюда находим p : $\frac{dp}{dy} = -2y$, $\int dp = -2 \int y dy$, $p = -y^2 + C_1$.

Следовательно $y' = -y^2 + C_1$. Подставляя начальные данные, получаем:
 $-4 = -4 + C_1 \Rightarrow C_1 = 0$. Отсюда $y' = -y^2$, $\frac{dy}{-y^2} = dx$, $\frac{1}{y} = x + C_2$, $y = \frac{1}{x+C_2}$.

Подставляем начальные данные: $2 = \frac{1}{0+C_2} \Rightarrow C_2 = \frac{1}{2}$.

Таким образом, частное решение имеет вид: $y = \frac{1}{2x+1}$.

§18. ЛИНЕЙНЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ С ПОСТОЯННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

П.18.1. Однородные дифференциальные уравнения.

$$y^{(n)} + p_1 \cdot y^{(n-1)} + \dots + p_n \cdot y = 0, \quad (1)$$

(p_i - действительные числа) имеет общее решение вида

$$y = C_1 \cdot y_1 + C_2 \cdot y_2 + \dots + C_n \cdot y_n = 0$$

где y_1, y_2, \dots, y_n - линейно независимые частные решения уравнения (1), а C_1, C_2, \dots, C_n - произвольные постоянные.

Частные решения y_1, y_2, \dots, y_n находятся с помощью характеристического уравнения

$$k^n + p_1 \cdot k^{n-1} + \dots + p_n = 0, \quad (2)$$

по следующему принципу:

1)каждому вещественному корню $k=d$ уравнения (2) кратности m соответствуют m частных решений: $e^{\alpha x}, xe^{\alpha x}, \dots, x^{m-1}e^{\alpha x}$;

2)каждой паре комплексных корней $k = \alpha \pm \beta i$ кратности m соответствует m пар частных решений:

$(e^{\alpha x} \cos \beta x, e^{\alpha x} \sin \beta x), (xe^{\alpha x} \cos \beta x, xe^{\alpha x} \sin \beta x), \dots, (x^{m-1}e^{\alpha x} \cos \beta x, x^{m-1}e^{\alpha x} \sin \beta x)$;

Пример 1.Найти общее решение дифференциального уравнения $y''' - 2y'' + y' = 0$.

Решение: Характеристическое уравнение $k^3 - 2k^2 + k = 0$ имеет корни $k_1 = 0, k_2 = k_3 = 1$. Значение $k=1$ является двукратным корнем, поэтому линейно независимыми частными решениями служат $1, e^x, xe^x$. Общее решение имеет вид: $y = C_1 + C_2 e^x + C_3 x e^x$.

Пример 2. Найти общее решение дифференциального уравнения $y'' - 4y' + 13y = 0$.

Решение: Характеристическое уравнение $k^2 - 4k + 13 = 0$ имеет корни $k = 2 \pm 3i$, которым соответствуют частные решения, $e^{2x} \sin 3x, e^{2x} \cos 3x$. Следовательно, общее решение есть $y = e^{2x} \cdot (C_1 \sin 3x + C_2 \cos 3x)$

П.18.2. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами

Рассмотрим линейное неоднородное уравнение с постоянными коэффициентами

$$y^{(n)} + p_1 y^{(n-1)} + \dots + p_n y = f(x). \quad (3)$$

Общее решение y уравнения (3) имеет следующую структуру: $y = \tilde{y} + \bar{y}$, где \tilde{y} - частное решение неоднородного уравнения (3), \bar{y} - общее решение соответствующего уравнения (1).

Если правая часть $f(x)$ имеет специальный вид $f(x) = e^{\alpha x} (P_n(x) \cos \beta x + Q_m(x) \sin \beta x)$, то для нахождения \tilde{y} можно применить метод неопределенных коэффициентов.

Частное решение уравнения (3), где $f(x)$ имеет указанный вид, следует искать в виде:

$$\tilde{y}(x) = x^r \cdot e^{\alpha x} (P_1(x) \cos \beta x + Q_1(x) \sin \beta x),$$

где r равно кратности корня $\alpha + \beta i$ в характеристическом уравнении $k^n + p_1 k^{n-1} + \dots + p_n = 0$ (если характеристическое уравнение такого корня не имеет, то следует положить $r=0$);

$P_1(x)$ и $Q_1(x)$ - многочлены от x степени l (l равно наибольшему из чисел m и n) с неопределенными коэффициентами.

Неопределенные коэффициенты можно найти из системы линейных алгебраических уравнений, получаемых приравниванием коэффициентов при одинаковых функциях в левой и правой частях исходного уравнения после подстановки в него \tilde{y} вместо y .

Пример 1. Найти общее решение линейного неоднородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами $y'' - 2y' + 5y = 5x^2 - 9x + 9$ и частное решение, удовлетворяющее начальным условиям $y(0) = 3, y'(0) = -1$.

Решение: Составляем характеристическое уравнение и находим его корни: $p^2 - 2p + 5 = 0, D = -16, p_1 = 1 + 2i, p_2 = 1 - 2i$. Общее решение соответствующего линейного однородного дифференциального уравнения $\bar{y} = e^x(C_1 \cos 2x + C_2 \sin 2x)$.

Частное решение \tilde{y} будем искать в виде $y = Ax^2 + Bx + C$ (правая часть уравнения $f(x) = 5x^2 - 9x + 9, \alpha = 0, \beta = 0, \alpha + \beta i = 0$ не является корнем характеристического уравнения).

Подберем коэффициенты A, B, C таким образом, чтобы \tilde{y} был решением данного уравнения. Для этого найдем $\tilde{y}' = 2Ax + B, \tilde{y}'' = 2A$ и подставим $\tilde{y}, \tilde{y}', \tilde{y}''$ в исходное уравнение $2A - 2(2Ax + Bx + C) = 5x^2 - 9x + 9$ или (после приведения подобных в левой части) $5Ax^2 + (5B - 4A)x + (2A - 2B + 5C) = 5x^2 - 9x + 9$.

$$\text{Получаем систему уравнений: } \begin{cases} 5A = 5, \\ 5B - 4A = -9, \\ 2A - 2B + 5C = 9, \end{cases} \text{ из которой } A = -1; B = -1; C = 1.$$

Мы нашли некоторое частное решение $\bar{y} = x^2 - x + 1$.

Общее решение исходного неоднородного дифференциального уравнения $y = \tilde{y} + \bar{y} = x^2 - x + 1 + e^x \cdot (C_1 \cos 2x + C_2 \sin 2x)$.

Найдем C_1 и C_2 , используя начальные условия. Предварительно продифференцируем y :

$$\begin{cases} y' = 2x - 1 + e^x(C_1 \cos 2x + C_2 \sin 2x - 2C_1 \sin 2x + 2C_2 \cos 2x), \\ 1 + e^0(C_1 \cos 0 + C_2 \sin 0) = 3, \\ -1 + e^0(C_1 \cos 0 + C_2 \sin 0 - 2C_1 \sin 0 + 2C_2 \cos 0) = -1, \end{cases} \text{ или } \begin{cases} 1 + C_1 = 3, \\ -1 + C_1 + 2C_2 = -1. \end{cases}$$

Откуда $C_1 = 2, C_2 = -1$, и искомое частное решение

$$y = x^2 - x + 1 + e^x(2 \cos 2x - \sin 2x)$$

Задания из типового расчёта № 2: 5, 6.

§19. КРАТНЫЕ ИНТЕГРАЛЫ

П.19.1. Двойной интеграл

Пусть функция $f(x,y) = f(M)$ определена и непрерывна в ограниченной замкнутой области D плоскости xOy . Разобьем область D произвольным образом на n элементарных областей, имеющих площади $\Delta S_1, \Delta S_2, \dots, \Delta S_n$ и диаметры d_1, d_2, \dots, d_n (диаметром области называется наибольшее из расстояний между двумя точками границы этой области). Выберем в каждой элементарной области произвольную точку M_i и умножим $f(M_i)$ на площадь этой области.

Тогда сумма

$$\sigma_n = \sum_{i=1}^n f(M_i) \cdot \Delta S_i = f(M_1) \cdot \Delta S_1 + f(M_2) \cdot \Delta S_2 + \dots + f(M_n) \cdot \Delta S_n,$$

называется интегральной суммой для функции $f(x,y)$ по области D .

Определение 1. Если при $n \rightarrow \infty$ ($\max d_i \rightarrow 0$) существует конечный предел последовательности интегральных сумм σ_n и он не зависит ни от способа разбиения области D на элементарные области, ни от выбора точек M_i , то этот предел называется двойным интегралом от функции $f(x,y)$ в области D и обозначается $\iint_D f(x,y) dS$.

Таким образом,

$$\lim_{\substack{n \rightarrow \infty \\ (\max d_i \rightarrow 0)}} \sum_{i=1}^n f(M_i) \Delta S_i = \iint_D f(x,y) dx dy$$

Если $f(x,y) > 0$ в области D , то двойной интеграл равен объему цилиндрического тела, ограниченного сверху поверхностью $z = f(x,y)$, сбоку цилиндрической поверхностью с образующими, параллельными оси Oz , снизу областью D плоскости xOy .

Основные свойства двойного интеграла

Свойство 1. Если в области D интегрируемы функции $f(x,y)$ и $g(x,y)$, то интегрируема и функция $f(x,y) \pm g(x,y)$, причем

$$\iint_D [f(x,y) \pm g(x,y)] dx dy = \iint_D f(x,y) dx dy \pm \iint_D g(x,y) dx dy$$

Замечание: Доказательство этого и нижеследующих свойств вполне аналогично доказательству таких же свойств для определенного интеграла.

Свойство 2. Если умножить интегрируемую в D функцию $f(x,y)$ на постоянную k , то полученная функция также будет интегрируема и при этом

$$\iint_D kf(x,y) dx dy = k \iint_D f(x,y) dx dy$$

Свойство 3. Если для интегрируемых в D функций $f(x,y)$ и $g(x,y)$ выполняется неравенство $f(x,y) \leq g(x,y)$, то

$$f(x, y) \leq g(x, y), \text{ то } \iint_D f(x, y) dx dy \leq \iint_D g(x, y) dx dy$$

Свойство 4. В случае интегрируемости функции $f(x, y)$ интегрируема и функция $|f(x, y)|$, и имеет место неравенство

$$\left| \iint_D f(x, y) dx dy \right| \leq \iint_D |f(x, y)| dx dy$$

Свойство 5. Если область D , в которой задана интегрируемая функция $f(x, y)$, кривой L (площадью 0) разложена на две области D_1 и D_2 то функция $f(x, y)$ интегрируема в области D_1 и D_2 при этом

$$\iint_D f(x, y) dx dy = \iint_{D_1} f(x, y) dx dy + \iint_{D_2} f(x, y) dx dy$$

Свойство 6. (оценка двойного интеграла). Если интегрируемая в D функция $f(x, y)$ удовлетворяет неравенству $m \leq f(x, y) \leq M$, то

$$m \cdot S_D \leq \iint_D f(x, y) dx dy \leq M \cdot S_D,$$

где S_D - площадь области D .

Свойство 7. (теорема о среднем значении). Если интегрируемая в D функция $f(x, y)$ удовлетворяет условию: $m \leq f(x, y) \leq M$, то существует точка $(\bar{x}, \bar{y}) \in D$, такая, что

$$\iint_D f(x, y) dx dy = f(\bar{x}, \bar{y}) \cdot S_D$$

Правила вычисления двойных интегралов в декартовых прямоугольных координатах

Вычисление двойного интеграла сводится к вычислению повторных интегралов следующим образом.

Различают два основных вида области интегрирования (см. рисунок 1, рисунок 2). Рассмотрим область D , ограниченную снизу и сверху двумя непрерывными кривыми $y = \varphi_1(x)$ и $y = \varphi_2(x)$, причем $\varphi_1(x) \leq \varphi_2(x)$ на $[a, b]$, а с боков - двумя ординатами $x=a$, $x=b$. Такая область называется правильной в направлении оси Oy .

Аналогично определяется правильная область в направлении оси Ox . Она

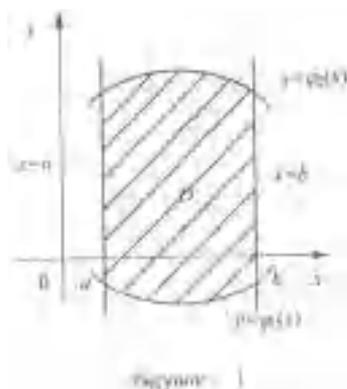


Рисунок 1

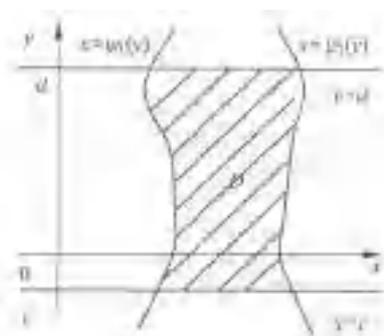


Рисунок 2

ограничена кривыми $x = \psi_1(y)$, $x = \psi_2(y)$, где $\psi_1(y) \leq \psi_2(y)$ на $[c, d]$ и прямыми $y=c$; $y=d$.

Область, правильная в направлении обеих осей Ox и Oy , называется правильной.

Теорема 1. Если для функции $f(x, y)$, определенной в области D , существует двойной интеграл $\iint_D f(x, y) dx dy$ и при каждом постоянном значении $x \in [a, b]$ существует простой интеграл $J(x) = \int_{\varphi_1(x)}^{\varphi_2(x)} f(x, y) dy$, то существует также повторный интеграл $\int_a^b dx \int_{\varphi_1(x)}^{\varphi_2(x)} f(x, y) dy$, причем

$$\iint_D f(x, y) dx dy = \int_a^b dx \int_{\varphi_1(x)}^{\varphi_2(x)} f(x, y) dy$$

Для области, изображенной на рисунке 1:

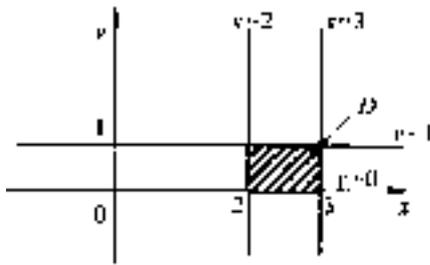


Рисунок 3

$$\iint_D f(x, y) dx dy = \int_a^b dx \int_{\varphi_1(x)}^{\varphi_2(x)} f(x, y) dy$$

Причем сначала вычисляется внутренний интеграл $\int_{\varphi_1(x)}^{\varphi_2(x)} f(x, y) dy$, в котором x считается постоянным

Для области, изображенной на рисунке 2:

$$\iint_D f(x, y) dx dy = \int_c^d dy \int_{\psi_1(y)}^{\psi_2(y)} f(x, y) dx$$

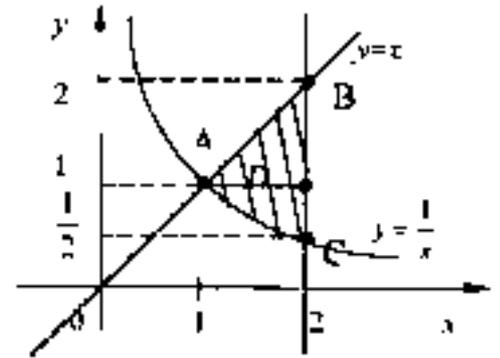
Причем сначала вычисляется внутренний интеграл $\int_{\psi_1(y)}^{\psi_2(y)} f(x, y) dx$, в котором y считается постоянным.

В общем случае область интегрирования путем разбиения на части сводится к основным областям.

Пример 1. Расставить пределы интегрирования двумя способами и вычислить двойной интеграл $\iint_D (x - 3y) dx dy$, если область D ограничена линиями: $x=2$, $x=3$, $y=0$, $y=1$.

Решение:

$$\begin{aligned}
 \text{а) } & \iint_D (x - 3y) dx dy = \\
 & = \int_{\frac{2}{3}}^3 dx \int_0^1 (x - 3y) dy = \\
 & = \int_{\frac{2}{3}}^3 dx \left(xy - 3 \frac{y^2}{2} \right) \Big|_0^1 = \\
 & = \int_{\frac{2}{3}}^3 dx \left(x - \frac{3}{2} \right) = \\
 & = \left. \frac{x^2}{2} - \frac{3}{2}x \right|_{\frac{2}{3}}^3 = \frac{9}{2} - \frac{9}{2} - \frac{4}{2} + \frac{3}{2} \cdot 2 = 1
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 \text{б) } & \iint_D (x - 3y) dx dy = \int_0^1 dy \int_{\frac{2}{3}}^3 (x - 3y) dx = \int_0^1 dy \left(\frac{x^2}{2} - 3xy \right) \Big|_{\frac{2}{3}}^3 \\
 & = \int_0^1 dy \left(\frac{9}{2} - 9y - 2 + 6y \right) \\
 & = \int_0^1 \left(\frac{5}{2}y - 3 \frac{y^2}{2} \right) dy = \left(\frac{5}{2}y - 3 \frac{y^2}{2} \right) \Big|_0^1 = \frac{5}{2} - \frac{3}{2} - 0 + 0 = 1
 \end{aligned}$$

Пример 2. Вычислить $\iint_D \frac{x^2}{y^2} dx dy$, где D ограничена линиями $x=2$, $y=x$, $y=\frac{1}{x}$.

Решение: Построим область D : $y=x$ – прямая линия, проходящая через начало координат; $x=2$ – прямая линия, параллельная оси Oy ; $y=\frac{1}{x}$ – гипербола, лежащая в I и III координатных четвертях (по условию задачи рассматриваем I четверть). Решая совместно уравнения $y=x$ и $y=\frac{1}{x}$ ($x>0$), найдем координату точки пересечения – $A(1;1)$; аналогично находятся координаты точек пересечения: $B(2;2)$ и $C(2;\frac{1}{2})$.

Полученная область D – правильная в направлении оси Oy , поэтому от двойного интеграла можно перейти к повторному так:

$$\begin{aligned}
\iint_D \frac{x^2}{y^2} dx dy &= \int_1^2 x^2 dx \int_{\frac{1}{x}}^x \frac{1}{y^2} dy \\
&= \int_1^2 x^2 dx \left(-\frac{1}{y}\right) \Big|_{\frac{1}{x}}^x \\
&= \int_1^2 x^2 dx \left(-\frac{1}{x} + x\right) = \int_1^2 (x^3 - x) dx = \left(\frac{x^4}{4} - \frac{x^2}{2}\right) \Big|_1^2 \\
&= 4 - 2 - \frac{1}{4} + \frac{1}{2} = 2\frac{1}{4}
\end{aligned}$$

Если изменить порядок интегрирования, то область D представим в виде двух правильных областей в направлении Ox , и тогда

$$\begin{aligned}
\iint_D \frac{x^2}{y^2} dx dy &= \int_{\frac{1}{2}}^1 \frac{dy}{y^2} \int_{\frac{1}{y}}^2 x^2 dx \\
&\quad + \int_1^2 \frac{dy}{y^2} \int_y^2 x^2 dx \\
&= \int_{\frac{1}{2}}^1 \frac{dy}{y^2} \left(\frac{x^3}{3}\right) \Big|_{\frac{1}{y}}^2 \\
&\quad + \int_1^2 \frac{dy}{y^2} \left(\frac{x^3}{3}\right) \Big|_y^2 \\
&= \int_{\frac{1}{2}}^1 \frac{dy}{y^2} \left(\frac{8}{3} - \frac{1}{3y^3}\right) \\
&\quad + \int_1^2 \frac{dy}{y^2} \left(\frac{8}{3} - \frac{y^3}{3}\right) = \left(-\frac{8}{3y} + \frac{1}{12y^4}\right) \Big|_{\frac{1}{2}}^1 + \left(-\frac{8}{3y} - \frac{y^2}{6}\right) \Big|_1^2 \\
&= \left(-\frac{8}{3} + \frac{1}{12} + \frac{16}{3} - \frac{16}{12}\right) + \left(-\frac{4}{3} - \frac{4}{6} + \frac{8}{3} + \frac{1}{6}\right) = 2\frac{1}{4}
\end{aligned}$$

П.19.2. Приложения двойного интеграла

Если пластинка занимает область D плоскости xOy и имеет переменную поверхностную плотность $\rho = \rho(x, y)$, тогда масса пластины m , статические моменты S_x, S_y относительно осей Ox и Oy , координаты центра тяжести x_c и y_c , моменты инерции J_x, J_y относительно осей Ox и Oy вычисляются по формулам:

$$m = \iint_D \rho(x; y) dx dy;$$

$$S_x = \iint_D y \rho(x; y) dx dy; \quad S_y = \iint_D x \rho(x; y) dx dy;$$

$$x_c = \frac{S_y}{m}; \quad y_c = \frac{S_x}{m};$$

$$J_x = \iint_D y^2 \rho(x, y) dx dy; \quad J_y = \iint_D x^2 \rho(x, y) dx dy.$$

Если $\rho(x, y) = 1$, то

$$m = S = \iint_D dx dy$$

- площадь плоской фигуры.

Задания из типового расчёта № 2: 1, 2, 3.

§20. ЧИСЛОВЫЕ РЯДЫ

Определение 1. Пусть $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, \dots$, бесконечная числовая последовательность. Выражение

$$a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + \dots$$

называется числовым рядом a_n - общий член ряда.

Определение 2. Ряд называется $\sum_{n=1}^{\infty} a_n = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + \dots$ сходящимся, если сумма S_n его n первых членов при $n \rightarrow \infty$ стремится к конечному пределу S : $\lim_{n \rightarrow \infty} S_n = S$. Число S называется суммой сходящегося ряда.

Необходимый признак сходимости

Если ряд $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ сходится, то $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 0$.

Достаточные признаки сходимости рядов с положительными членами Интегральный признак Коши

Если $a_n = f(n)$, где $f(x)$ при $x \geq 1$ - непрерывная, положительная и монотонно убывающая функция, и

$$\int_1^{\infty} f(x) dx = \begin{cases} A, & \text{то ряд сходится} \\ \infty, & \text{то ряд расходится} \end{cases}$$

Радикальный признак Коши

Если для ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} a_n$$

Существует предел

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{a_n} = 1 \begin{cases} < 1, & \text{ряд сходится,} \\ > 1, & \text{ряд расходится,} \\ = 1, & \text{вопрос остается нерешенным.} \end{cases}$$

Признак Даламбера

Если для ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} a_n; \quad \forall n \quad a_n > 0$$

существует

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_{n+1}}{a_n} = 1 \begin{cases} < 1, & \text{ряд сходится,} \\ > 1, & \text{ряд расходится,} \\ = 1, & \text{вопрос остается нерешенным} \end{cases}$$

Признаки сравнения

Первый:

$$\sum_{n=1}^{\infty} a_n; \sum_{n=1}^{\infty} b_n; a_n > b_n.$$

Если

$$\sum_{n=1}^{\infty} a_n \text{ сходится, то } \sum_{n=1}^{\infty} b_n - \text{сходится.}$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} b_n \text{ расходится, то } \sum_{n=1}^{\infty} a_n - \text{расходится.}$$

Второй: если существует конечный и отличный от нуля предел

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_n}{b_n} = k,$$

то оба ряда либо одновременно сходятся, либо одновременно расходятся.

Признак сходимости знакочередующегося ряда (признак Лейбница)

Теорема 1. Знакочередующийся ряд $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} a_n$ сходится, если абсолютные величины его членов монотонно убывают, а общий член стремится к нулю, то есть если выполняются следующие условия:

$$1) a_1 > a_2 > a_3 > \dots \text{ и } 2) \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 0.$$

Знакопеременный ряд $a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + \dots$ сходится, если сходится ряд $|a_1| + |a_2| + |a_3| + \dots + |a_n| + \dots$ — В этом случае исходный ряд называется абсолютно сходящимся. Сходящийся ряд $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} a_n$ сходится условно, если ряд $\sum_{n=1}^{\infty} |a_n|$ расходится.

Эталонные ряды

$$\sum_{n=1}^{\infty} q^n - \begin{cases} q < 1, \text{сходится,} \\ q \geq 1, \text{расходится.} \end{cases}$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^\alpha} - \begin{cases} \alpha \leq 1, \text{расходится,} \\ \alpha > 1, \text{сходится.} \end{cases}$$

Пример 1. Найти сумму ряда $\frac{1}{1 \cdot 3} + \frac{1}{3 \cdot 5} + \frac{1}{5 \cdot 7} + \frac{1}{7 \cdot 9} + \dots + \frac{1}{(2n-1)(2n+1)} + \dots$

Решение:

$$a_n = \frac{1}{(2n-1)(2n+1)} = \frac{A}{(2n-1)} + \frac{B}{(2n+1)} = \frac{A(2n+1) + B(2n-1)}{(2n-1)(2n+1)},$$

$$A(2n+1) + B(2n-1) = 1$$

$$n = \frac{1}{2} \quad 2A = 1 \quad A = \frac{1}{2}; \quad n = -\frac{1}{2} \quad -2B = 1 \quad B = -\frac{1}{2}.$$

$$a_n = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2n-1} - \frac{1}{2n+1} \right).$$

Откуда:

$$a_1 = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{3}\right); \quad a_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{5}\right); \quad a_3 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{5} - \frac{1}{7}\right); \quad a_4 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{7} - \frac{1}{9}\right), \dots$$

Следовательно,

$$\begin{aligned} S_n &= \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{3}\right) + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{5}\right) + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{5} - \frac{1}{7}\right) + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{7} - \frac{1}{9}\right) + \dots \\ &\quad + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2n-1} - \frac{1}{2n+1}\right) \\ &= \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{3} - \frac{1}{5} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \frac{1}{7} - \frac{1}{9} + \dots + \frac{1}{2n-1} - \frac{1}{2n+1}\right) \\ &= \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{2n+1}\right) \end{aligned}$$

Так как

$$\lim_{n \rightarrow \infty} S_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{2n+1}\right) = \frac{1}{2} \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{1}{2n+1}\right) = \frac{1}{2},$$

то ряд сходится и его сумма $S = \frac{1}{2}$.

Пример 2. Проверить выполнение необходимого признака сходимости

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\sqrt[3]{n+1}}$$

Решение: $a_n = \frac{1}{\sqrt[3]{n+1}}$, $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{\sqrt[3]{n+1}} = 0$.

Необходимый признак выполняется, ряд может сходиться.

Пример 3. Проверить выполнение необходимого признака сходимости

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{n+1}$$

Решение: $a_n = \frac{n}{n+1}$, $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n}{n+1} = 1 \neq 0$

Необходимый признак не выполнен, ряд расходится.

Пример 4. Используя интегральный признак, исследовать ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{dx}{\sqrt[3]{x+1}}$

Решение: Рассмотрим функцию $f(x) = \frac{1}{\sqrt[3]{x+1}}$ и вычислим $\int_1^{\infty} \frac{dx}{\sqrt[3]{x+1}}$.

$$\begin{aligned} \int_1^{\infty} \frac{dx}{\sqrt[3]{x+1}} &= \lim_{b \rightarrow \infty} \int_1^b (x+1)^{-\frac{1}{3}} dx = \lim_{b \rightarrow \infty} \frac{(x+1)^{-\frac{1}{3}+1}}{-\frac{1}{3}+1} \Big|_1^b = \\ &= \lim_{b \rightarrow \infty} \frac{3}{2} (x+1)^{2/3} \Big|_1^b = \frac{3}{2} \lim_{b \rightarrow \infty} \left((b+1)^{2/3} - 2^{2/3} \right) = \infty \end{aligned}$$

Интеграл, а, следовательно, и ряд расходится.

Пример 5. Исследовать сходимость ряда с помощью признаков сравнения

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^{n+1}}$$

Решение: Сравним ряд с бесконечно убывающей геометрической прогрессией

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \dots$$

Для всякого n выполняется неравенство $\frac{1}{2^{n+1}} < \frac{1}{2^n}$. Из сходимости «большого» ряда следует сходимость «меньшего». Ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^{n+1}}$ – сходится.

Пример 6. Исследовать сходимость ряда с помощью признаков сравнения $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\pi}{n}$.

Решение: Сравним ряд с расходящимся гармоническим рядом $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n}$. Найдем

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sin \frac{\pi}{n}}{\frac{1}{n}} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\pi \sin \frac{\pi}{n}}{\frac{\pi}{n}} = \pi.$$

Так как предел конечен и отличен от нуля и ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n}$ расходится, то и ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\pi}{n}$ расходится.

Пример 7. Исследовать сходимость ряда с помощью радикального признака Коши $\frac{1}{3} + \left(\frac{2}{5}\right)^2 + \left(\frac{3}{7}\right)^3 + \dots + \left(\frac{n}{2n+1}\right)^n + \dots$.

Решение:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{a_n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{\left(\frac{n}{2n+1}\right)^n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n}{2n+1} = \frac{1}{2} < 1,$$

ряд сходится.

Пример 8. Исследовать сходимость ряда с помощью признака Даламбера $\frac{2^2}{2^{10}} + \frac{2^3}{3^{10}} + \dots + \frac{2^n}{n^{10}} + \dots$.

Решение:

$$a^n = \frac{2^n}{n^{10}}; a_{n+1} = \frac{2^{n+1}}{(n+1)^{10}}.$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_{n+1}}{a_n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2^{n+1} n^{10}}{(n+1)^{10} 2^n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2n^{10}}{(n+1)^{10}} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2}{\left(1 + \frac{1}{n}\right)^{10}} = 2 > 1,$$

ряд расходится.

Пример 9. Исследовать сходимость ряда с помощью признака Лейбница

$$\frac{1}{2} - \frac{2}{2^2 + 1} + \frac{3}{3^2 + 1} - \frac{4}{4^2 + 1} + \dots + (-1)^n \frac{n}{n^2 + 1} + \dots$$

Решение: Составим ряд из модулей

$$\frac{1}{2} + \frac{2}{2^2 + 1} + \frac{3}{3^2 + 1} + \frac{4}{4^2 + 1} + \dots + (-1)^n \frac{n}{n^2 + 1} + \dots$$

Для исследования сходимости ряда воспользуемся признаком сравнения.

Сравним ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{n^2+1}$ с расходящимся гармоническим рядом $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n}$.

$$a_n = \frac{n}{n^2+1}; b_n = \frac{1}{n}. \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_n}{b_n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^2}{n^2+1} = 1.$$

Ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{n^2+1}$ – расходится.

Проверим выполнение условий признака Лейбница

$$\begin{cases} \lim_{n \rightarrow \infty} |a_n| = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n}{n^2+1} = 0, \\ \frac{1}{2} > \frac{2}{5} > \frac{3}{10} > \frac{4}{17} > \dots \end{cases}$$

Оба условия признака Лейбница выполняются. Следовательно, ряд $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{n}{n^2+1}$ сходится условно.

Задания из типового расчёта № 2: 8.

§21. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЯДЫ

Определение 1. Ряд $u_1(x) + u_2(x) + u_3(x) + \dots + u_n(x) + \dots$ члены которого - функции от x , определенные на некотором множестве X , называется функциональным.

Совокупность значений x , при которых ряд $\sum_{n=1}^{\infty} u_n(x)$, называется областью сходимости этого ряда.

Функция $S(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} S_n(x)$ называется его суммой, а разность $R_n(x) = S(x) - S_n(x)$ - остатком ряда.

Определение 2. Ряд называется равномерно сходящимся на отрезке $[a, b]$, если для всякого $\varepsilon > 0$ можно найти такой номер N , что при $n > N$ и любом x на отрезке $[a, b]$ будет выполнено условие $|R_n(x)| < \varepsilon$

Признак равномерной сходимости

Ряд $\sum_{n=1}^{\infty} u_n(x)$ сходится абсолютно и равномерно на отрезке $[a, b]$, если существует числовой сходящийся ряд с положительными членами $C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n + \dots$, такой, что $|u_n(x)| < c_n$ при $a \leq x \leq b$.

Если ряд $\sum_{n=1}^{\infty} u_n(x)$, где $u_i(x)$ ($i=1, 2, 3, \dots, n, \dots$) непрерывные функции, равномерно сходится в некоторой области X и имеет сумму $S(x)$, то ряд

$$\int_a^b u_1(x) dx + \int_a^b u_2(x) dx + \int_a^b u_3(x) dx + \dots + \int_a^b u_n(x) dx + \dots,$$

сходится и имеет сумму

$$\int_a^b S(x) dx \quad ([a, b] \in X).$$

Пусть в некоторой области X определены и имеют производные функции $u_1(x); u_2(x); u_3(x); \dots; u_n(x); \dots$. Если ряд $\sum_{n=1}^{\infty} u'_n(x)$ сходится равномерно, то его сумма равна производной от суммы первоначального ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} u'_n(x) = \left(\sum_{n=1}^{\infty} u_n(x) \right)'_x.$$

§22. СТЕПЕННЫЕ РЯДЫ

Определение 1. Функциональный ряд вида

$$a_0 + a_1(x - x_0) + a_2(x - x_0)^2 + \dots + a_n(x - x_0)^n + \dots, \quad (1)$$

, где $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, x_0$ - действительные числа, называется степенным.

Теорема 1. (Абеля). Если степенной ряд сходится при $x=x_0$, то он абсолютно сходится для всех значений $x: |x| < |\bar{x}|$. Если же ряд (1) расходится в точке $x = \bar{x} \neq 0$, то он расходится для всех $x: |x| < |\bar{x}|$.

Число R называют радиусом сходимости ряда $\sum_{n=1}^{\infty} a_n(x - x_0)^n$, если при $|x - x_0| < R$ ряд сходится, а при $|x - x_0| > R$ - расходится. Радиус сходимости R можно найти исследованием сходимости ряда по признаку Даламбера или Коши, или когда все a_i отличны от нуля, по формуле $R = \lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{a_n}{a_{n+1}} \right|$.

Ряды, полученные почленным дифференцированием и интегрированием степенного ряда, имеют тот же интервал сходимости и их сумма внутри интервала сходимости равна соответственно производной и интегралу от суммы первоначального ряда.

Пример 1. Исследовать сходимость ряда

$$2x^5 + \frac{4x^{10}}{3} + \frac{8x^{15}}{5} + \dots + \frac{2^n x^{5n}}{2n-1} + \dots$$

Решение: Воспользуемся признаком Даламбера

$$u_n = \frac{2^n x^{5n}}{2n-1}; \quad u_{n+1} = \frac{2^{n+1} x^{5(n+1)}}{2(n+1)-1} = \frac{2 \cdot 2^n \cdot x^{5n} \cdot x^5}{2n+1};$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{u_{n-1}}{u_n} \right| = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2 \cdot 2^n \cdot x^{5n} \cdot x^5 (2n-1)}{(2n+1) \cdot 2^n \cdot x^{5n}} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2n-1}{2n+1} \cdot 2|x^5| = 2|x^5|.$$

По признаку Даламбера ряд сходится, если

$$2|x^5| < 1, \quad |x^5| < \frac{1}{2}, \quad -\frac{1}{\sqrt[5]{2}} < x < \frac{1}{\sqrt[5]{2}}.$$

Исследуем ряд на концах интервала:

$$x = -\frac{1}{\sqrt[5]{2}}; \quad \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^n \left(-\frac{1}{\sqrt[5]{2}}\right)^{5n}}{2n-1} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{2n-1}$$

-знакопередающийся ряд. Оба условия признака Лейбница выполняются, ряд из модулей расходится. Ряд сходится условно.

$$x = \frac{1}{\sqrt[5]{2}}; \quad \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2n-1} \text{ - расходится (сравнить с гармоническим } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \text{)}.$$

Область сходимости ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^n \cdot x^{5n}}{2n-1}; \quad x \in \left[-\frac{1}{\sqrt[5]{2}}; \frac{1}{\sqrt[5]{2}} \right)$$

Пример 2. Найти область сходимости ряда $\frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots + \frac{x^n}{n!} + \dots$

Решение: $a_n = \frac{1}{n!}; \quad a_{n+1} = \frac{1}{(n+1)!}; \quad a_0 = 0.$

$$R = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(n+1)!}{n!} = \lim_{n \rightarrow \infty} (n+1) = \infty$$

Ряд сходится на всей числовой оси.

Задания из типового расчёта № 2: 9, 10, 11.

§23. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

П. 23.1.

Определение вероятности. Комбинаторика в теории вероятностей

Классическое определение вероятности события A

Определение 23.1. Вероятностью события A называется отношение числа исходов, благоприятствующих появлению этого события, к общему числу всех исходов, то есть

$$p(A) = \frac{m}{n} \quad (23.1)$$

где m - число элементарных исходов испытания, благоприятствующих появлению события A ;

n - общее число равновозможных элементарных исходов испытания.

Статистическое определение вероятности события A

Определение 23.2. Отношение числа опытов, в которых появилось событие A , к общему числу опытов в серии называется относительной частотой события A , то есть

$$p^*(A) = \frac{m}{n} \quad (23.2)$$

где m - число испытаний, в которых событие A наступило, n - общее число произведенных испытаний.

Определение 23.3. Вероятностью случайного события A называется постоянное число, около которого группируются относительные частоты этого события по мере увеличения числа опытов (испытаний).

Определение 23.4 Перестановками из n элементов называются их соединения, отличающиеся друг от друга только порядком входящих в них элементов. Число всех перестановок из n элементов равно

$$p_n = 1 \cdot 2 \cdot 3 \dots \cdot n = n!$$

Замечание: $0! = 1$ (по определению).

Определение 23.5. Размещениями из n элементов по m ($n > m$) называются соединения, включающие m элементов из n и отличающиеся либо составом элементов, либо их порядком. Число всех возможных размещений из n элементов по m равно

$$A_n^m = \frac{n!}{(n-m)!}$$

Определение 23.6. Сочетаниями из n элементов по m называются соединения элементов, включающие m элементов из n и отличающиеся только составом элементов. Число всех возможных сочетаний из n элементов по m равно

$$C_n^m = A_n^m = \frac{n!}{(n-m)!m!}$$

Пример 1. Брошена игральная кость. Найти вероятность того, что выпавшее число очков четно.

Решение: Событие A - выпавшее число очков четно.

$p(A) = \frac{m}{n}$ - число исходов опыта, благоприятствующих событию A (два очка, четыре очка, шесть очков).

$n = 6$ - общее число возможных исходов (всего шесть граней, в силу симметричности игральной кости выпадение любого числа очков равно возможно).

П.23.2.

Формулы сложения и умножения вероятностей

Несколько событий в данном опыте образуют полную группу событий, если в результате опыта должно непременно появиться хотя бы одно из них.

Определение 23.7. Событие A называется событием противоположным A , если A и A образуют полную группу.

Определение 23.8. Событие, которое в результате опыта непременно должно произойти, называется достоверным. Событие, противоположное достоверному, называется невозможным.

Суммой (объединением) событий A и B называется событие C , состоящее в наступлении хотя бы одного из этих событий

$$C = A + B \text{ или } C = A \cup B.$$

Произведением (пересечением) событий A и B называется событие C , состоящее в совместном появлении A и B

$$C = A \cdot B \text{ или } C = A \cap B.$$

Определение 23.9. Вероятность наступления события A , вычисленная при условии наступления другого события B , называется условной вероятностью события A по отношению к событию B и обозначается $P(A/B)$.

Вероятность произведения двух событий равна

$$P(A \cdot B) = P(A) \cdot P(B/A) = P(B) \cdot P(A/B). \quad (23.6)$$

Событие A называется независимым от события B , если вероятность события A не зависит от того, произошло событие B или нет.

Для независимых событий A и B

$$P(A \cdot B) = P(A) \cdot P(B). \quad (23.7)$$

Вероятность суммы двух событий

$$P(A+B) = P(A) + P(B) - P(A \cdot B). \quad (23.8)$$

Несколько событий называются несовместными в данном опыте, если появление любого из них исключает появление остальных.

Для несовместных событий A_1, A_2, \dots, A_n

$$P(A_1 + A_2 + \dots + A_n) = P(A_1) + P(A_2) + \dots + P(A_n). \quad (23.9)$$

Если события A_1, A_2, \dots, A_n образуют полную группу несовместных событий, то

$$P(A_1 + A_2 + \dots + A_n) = 1.$$

Сумма вероятностей противоположных событий равна 1.

$$p(A) + p(\bar{A}) = 1 \quad (23.10)$$

Пример 1. На стеллаже библиотеки в случайном порядке расставлено 15 учебников, причем пять из них в переплете. Библиотекарь берет наудачу три учебника. Найти вероятность того, что хотя бы один из взятых учебников окажется в переплете.

Решение: I способ.

Событие A - хотя бы один из трех взятых учебников в переплете.

Рассмотрим события:

B - один учебник в переплете; C - два учебника в переплете; D - три учебника в переплете. Согласно определению суммы событий $A = B + C + D$. Так как события B , C и D несовместные,

$$P(A) = P(B) + P(C) + P(D)$$

$$P(B) = \frac{C_5^1 * C_{10}^2}{C_{15}^3} = \frac{45}{91}$$

$$P(C) = \frac{C_5^2 * C_{10}^1}{C_{15}^3} = \frac{20}{91}$$

$$P(D) = \frac{C_5^3}{C_{15}^3} = \frac{2}{91}$$

$$P(A) = \frac{45}{91} + \frac{20}{91} + \frac{2}{91} = \frac{67}{91}$$

II способ.

Событие \bar{A} - ни один из взятых учебников не имеет переплета.

$$P(A) = 1 - P(\bar{A})$$

$$P(\bar{A}) = \frac{C_{10}^3}{C_{15}^3} = \frac{24}{91}$$

$$P(A) = 1 - \frac{24}{91} = \frac{67}{91}$$

Ответ: $P(A) = 1 - \frac{24}{91} = \frac{67}{91}$ #

Пример 2. В читальном зале имеется шесть учебников по теории вероятностей, из которых три новых. Библиотекарь наудачу взял два учебника. Найти вероятность того, что оба учебника окажутся новые.

Решение: I способ.

Событие A - оба учебника окажутся новые.

Рассмотрим события:

B - первый учебник новый; C - второй учебник новый. Согласно определению произведения событий $A = B \cdot C$

$$P(A) = P(B) \cdot P(C/B)$$

Согласно классическому определению вероятности $P(B) = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$. Аналогично $P(C/B) = \frac{2}{5}$ - вероятность события C при условии, что B произошло. Действительно, если событие B произошло, то есть первый взятый учебник оказался новым, то на полке осталось пять учебников по теории вероятностей (число всех равновозможных исходов испытания равно пяти, из них два новых (число исходов, благоприятствующих событию, равно двум)).

$$P(A) = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} = \frac{1}{5} = 0.2$$

II способ.

Пользуясь классическим определением вероятности и формулами комбинаторики, получим

$$p(A) = \frac{C_3^2}{C_6^2} = \frac{3}{15} = 0.2$$

Ответ: $p(A) = \frac{C_3^2}{C_6^2} = \frac{3}{15} = 0.2 \#$

П.23.3. ФОРМУЛА ПОЛНОЙ ВЕРОЯТНОСТИ. ФОРМУЛА БЕЙЕСА

Пусть событие A может наступить лишь в результате появления одного из несовместных событий (гипотез) образующих полную группу H_1, H_2, \dots, H_n . Тогда вероятность события A находится по формуле

$$P(A) = \sum_{i=1}^n P(H_i) \cdot P(A/H_i),$$

- формула полной вероятности.

Если событие A уже произошло, то вероятности гипотез могут быть переоценены по формулам Бейеса:

$$P(H_i/A) = \frac{P(H_i) \cdot P(A/H_i)}{P(A)}, \quad i = 1, \dots, n.$$

Пример 1. Имеются две одинаковые по количеству партии деталей, в одной из которых все детали удовлетворяют техническим условиям, а в другой 25% деталей бракованные. Взятая наудачу деталь оказалась качественной. Какова

вероятность того, что она была взята из первой партии?

Решение: Событие A - взятая наудачу деталь оказалась качественной - могло произойти при наступлении одного из двух событий (гипотез): H_1 - деталь взята из первой партии; H_2 - деталь взята из второй партии. По условию задачи событие A произошло. Необходимо найти вероятность того, что событие A произошло в результате наступления события H_1 . Искомая вероятность находится по формуле Байеса:

$$P(H_1 / A) = \frac{P(H_1) \cdot P(A / H_1)}{P(A)} = \frac{P(H_2) \cdot P(A / H_1)}{P(H_1) \cdot P(A / H_1) + P(H_2) \cdot P(A / H_2)}$$

Так как в обеих партиях одинаковое количество деталей, то

$$P(H_1) = P(H_2) = \frac{1}{2} = 0.5$$

$$P(A/H_1) = 1$$

потому что все детали первой партии качественные. Во второй партии 25% деталей бракованные, следовательно, качественных деталей 75%, то есть $P(A/H_2) = 0.75$

$$P(H_1/A) = \frac{0.5 \cdot 1}{0.5 \cdot 1 + 0.5 \cdot 0.75} = \frac{4}{7}$$

Ответ: $P(H_1/A) = \frac{4}{7}$

П.23.4 . ФОРМУЛА БЕРНУЛЛИ

Пусть производится n независимых испытаний. Вероятность появления события A в каждом испытании равна p .

Тогда вероятность того, что в n испытаниях событие A произойдет k раз равна

$$P_n(k) = C_n^k \cdot p^k \cdot q^{n-k}$$

$$C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!}, \quad q = 1 - p$$

Если числа n и k велики, подсчет $P_n(k)$ затруднителен. В этом случае используются нормальное или Пуассоновское приближение в схеме Бернулли. Локальная теорема Муавра-Лапласа:

$$P_n(k) \approx \frac{1}{\sqrt{npq}} \cdot \varphi(x),$$

$$x = \frac{k - np}{\sqrt{npq}}$$

$\varphi(x)$ находится по таблице приложения *E*.

Интегральная теорема Муавра-Лапласа:

Вероятность того, что событие *A* в *n* испытаниях произойдет не более k_1 , но не менее k_2 раз

$$P_n(k_1, k_2) = \Phi(x^n) - \Phi(x'),$$

где $x^n = \frac{k_2 - np}{\sqrt{npq}}$, $x' = \frac{k_1 - np}{\sqrt{npq}}$, $\Phi(x)$ - функция Лапласа, значения которой

находится по таблице приложения *A*.

При $p < 0,1$ используется Пуассоновское приближение в схеме Бернулли:

$$P_n(k) \approx \frac{\lambda^k \cdot e^{-\lambda}}{k!}$$

$$\lambda = np$$

Пример 1. Найти вероятность того, что событие *A* появится не менее трех раз в четырех независимых испытаниях, если вероятность появления события *A* в одном испытании равна 0,4.

Решение: Событие *B* - событие *A* появится не менее трех раз в четырех независимых испытаниях (три или четыре раза).

Так как испытания независимы и вероятность события *A* в одном испытании постоянна и равна $p = 0,4$, то применима формула Бернулли:

$$P(B) = P_4(3) + P_4(4) = \frac{4!}{3!1!} \cdot 0.4^3 \cdot 0.6 + \frac{4!}{4!0!} \cdot 0.4^4 = 4 \cdot 0.4^3 \cdot 0.6 + 0.4^4 = 0.2162$$

Ответ: $P(B) = 0.2162$ #

Пример 2. Найти вероятность того, что событие *A* наступит ровно 70 раз в 243 Испытаниях, если вероятность появления этого события в каждом испытании равна 0.25. Решение: По условию $n = 243$; $k = 70$; $p = 0.25$; $q = 0.75$.

Так как $n = 243$ - достаточно большое число, воспользуемся локальной теоремой Лапласа:

$$P_n(k) \approx \frac{1}{\sqrt{npq}} \cdot \varphi(x), \text{ где } x = \frac{k - np}{\sqrt{npq}}$$

Найдем значение x :

$$x = \frac{k - np}{\sqrt{npq}} = \frac{70 - 243 \cdot 0.25}{\sqrt{243 \cdot 0.25 \cdot 0.75}} = \frac{9.25}{6.75} = 1.37$$

По таблице приложения 1 найдем $\varphi(1,37) = 0,1561$. Искомая вероятность

$$P_{243}(70) = \frac{1}{6.75} \cdot 0.1561 = 0.0231$$

Ответ: $P_{243}(70) = 0.0231$

Пример 3. Вероятность появления события в каждом из 100 независимых испытаний постоянна и равна $p = 0,8$. Найти вероятность того, что событие появится не менее 75 раз и не более 90 раз.

Решение: Воспользуемся интегральной теоремой Лапласа.

$$P_n(k_1, k_2) = \Phi(x^n) - \Phi(x'), \text{ где } \Phi(x) - \text{Функция Лапласа}$$

$$x^n = \frac{k_2 - np}{\sqrt{npq}}, x' = \frac{k_1 - np}{\sqrt{npq}}$$

По условию $n = 100$; $p = 0.8$; $q = 0.2$; $k_1 = 75$; $k_2 = 90$

Вычислим x' и x^n

$$x' = \frac{k_1 - np}{\sqrt{npq}} = \frac{75 - 100 \cdot 0.8}{\sqrt{100 \cdot 0.8 \cdot 0.2}} = -1.25$$

$$x^n = \frac{k_2 - np}{\sqrt{npq}} = \frac{90 - 100 \cdot 0.8}{\sqrt{100 \cdot 0.8 \cdot 0.2}} = 2.5$$

Учитывая, что функция Лапласа нечетна, то есть $\Phi(-x) = -\Phi(x)$, получим P_{100}

$$P_{100}(75;90) = \Phi(2.5) - \Phi(-1.25) = \Phi(2.5) + \Phi(1.25)$$

По таблице приложений 2 найдем:

$$\Phi(2.5) = 0.4938; \Phi(1.25) = 0.3944$$

Искомая вероятность

$$P_{100}(75;90) = 0.4938 + 0.3944 = 0.8882 \text{ Ответ: } P_{100}(75;90) = 0.8882$$

Задания из типового расчёта № 2: 12, 13, 14, 15.

§24. СЛУЧАЙНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

П.24.1. Дискретные случайные величины. Числовые характеристики

Определение 24.1. Дискретной называют случайную величину, возможные значения которой есть отдельные изолированные числа, которые эта величина принимает с определенными вероятностями.

Определение 24.2. Законом распределения дискретной случайной величины называют перечень ее возможных значений и соответствующих им вероятностей.

Закон распределения дискретной случайной величины X может быть задан в виде таблицы (ряда распределения):

$$\begin{array}{l} X: x_1 \ x_2 \dots x_n \\ P: p_1 p_2 \dots p_n \end{array}$$

X_i - возможные значения X , p_i - соответствующие вероятности, $\sum_{i=1}^n p_i = 1$.

Закон распределения дискретной случайной величины можно изобразить графически в виде многоугольника распределения - ломаной линии, соединяющей точки $M_1(x_1; p_1), M_2(x_2; p_2) \dots M_n(x_n; p_n)$.

Определение 24.3. Биномиальным называют закон распределения дискретной случайной величины X - количества появлений события A в n независимых испытаниях, в каждом из которых вероятность появления события A равна p ; вероятность того, что случайная величина X примет значение k , вычисляется по формуле Бернулли:

$$P_n(k) = C_n^k p^k q^{n-k}$$

Числовые характеристики дискретной случайной величины X

Математическое ожидание

$$M[X] = \sum_{i=1}^n x_i p_i$$

Дисперсия

$$D[X] = M[(X - M[X])^2],$$

$$D[X] = \sum_{i=1}^n (x_i - M[X])^2 \cdot p_i$$

Дисперсию удобно вычислять по формуле

$$D[X] = M[X^2] - (M[X])^2$$

То есть для дискретной случайной величины X

$$D[X] = \sum_{i=1}^n x_i^2 p_i - (M[X])^2.$$

Средним квадратическим отклонением случайной величины X называют квадратный корень из дисперсии:

$$\delta[X] = \sqrt{D[X]}$$

Если случайная величина X имеет биномиальный закон распределения, то

$$\begin{aligned} M[X] &= np, \\ D[X] &= npq. \end{aligned}$$

Пример 1. Устройство состоит из трех независимо работающих элементов. Вероятность отказа каждого элемента в одном опыте равна 0,1. Составить ряд распределения, найти математическое ожидание и дисперсию числа отказавших элементов в одном опыте.

Решение: Случайная величина X - число отказавших элементов в одном опыте. Ее возможные значения: $x_1 = 0$ (ни один из элементов устройства не отказал), $x_2 = 1$ (отказал один элемент), $x_3 = 2$ (отказали два элемента) и $x_4 = 3$ (отказали три элемента). Для нахождения соответствующих этим значениям вероятностей воспользуемся формулой Бернулли (отказы элементов независимы один от другого, вероятность отказа каждого элемента одна и та же).

$$n = 3; p = 1; q = 1 - 0.1 = 0.9$$

$$P(x_1) = P_3(0) = q^3 = 0.9^3 = 0.729$$

$$P(x_2) = P_3(1) = C_3^1 p q^2 = 3 \cdot 0.1 \cdot 0.9^2 = 0.243$$

$$P(x_3) = P_3(2) = C_3^2 p^2 q = 3 \cdot 0.1^2 \cdot 0.9 = 0.027$$

$$P(x_4) = P_3(3) = p^3 = 0.1^3 = 0.001$$

Контроль: $0,729 + 0,243 + 0,027 + 0,001 = 1$.

Дискретная случайная величина X имеет биномиальный закон распределения (вероятности p_i вычислены по формуле Бернулли).

Ряд распределения:

X	0	1	2	3
p	0,729	0,243	0,027	0,001

Так как X распределена по биномиальному закону, то

$$M[X] = np = 3 \cdot 0.1 = 0.3$$

$$D[X] = npq = 3 \cdot 0.1 \cdot 0.9 = 0.27 \#$$

Пример 2. Найти математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , заданной рядом распределения:

X	-4	6	10
p	0,2	0,3	0,5

Решение: $M[X] = \sum_{i=1}^n x_i p_i = (-4) \cdot 0,2 + 6 \cdot 0,3 + 10 \cdot 0,5 = 6$,

$$D[X] = \sum_{i=1}^n x_i^2 p_i - (M[X])^2 = (-4)^2 \cdot 0,2 + 6^2 \cdot 0,3 + 10^2 \cdot 0,5 - 6^2 = 28$$

$$\delta[X] = \sqrt{D[X]} = \sqrt{28} = 2\sqrt{7}$$

Ответ: $M[X] = 6$, $\delta[X] = 2\sqrt{7}$ #

П.24.2. НЕПРЕРЫВНЫЕ СЛУЧАЙНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

Определение 24.4. Непрерывной называют случайную величину, которая может принимать все значения из некоторого конечного или бесконечного промежутка.

Определение 24.5. Функцией распределения (интегральной функцией распределения) $F(x)$ называют вероятность того, что случайная величина X примет значение, меньшее x , то есть

$$F(x) = P(X < x). \quad (24.9)$$

Свойство распределения:

1. $0 \leq F(x) \leq 1$.
2. $F(x)$ - функция неубывающая.
3. $P(\alpha < x < \beta) = F(\beta) - F(\alpha)$,
4. Вероятность того, что непрерывная случайная величина примет одно определенное значение, равна нулю.
 $P(X = x_1) = 0$ (X непрерывна!).
5. $F(-\infty) = 0$; $F(+\infty) = 1$.

Если все возможные значения случайной величины X принадлежат интервалу $(a; b)$, то

$$F(x) = 0 \text{ при } x \leq a$$

$$F(x) = 1 \text{ при } x \geq b$$

Определение 24.6. Плотностью распределения (плотностью вероятностей или дифференциальной функцией) непрерывной случайной величины называют первую производную от функции распределения:

$$f(x) = F'(x)$$

Свойства плотности распределения:

1. $f(x) \geq 0$

2. $\int_{-\infty}^{+\infty} f(x)dx = 1$

Если все возможные значения случайной величины принадлежат интервалу (a;b), то

$$\int_a^b f(x)dx = 1$$

3. $P(\alpha \leq x \leq \beta) = \int_{\alpha}^{\beta} f(x)dx$

4. $F(x) = \int_{-\infty}^x f(x)dx$

Числовые характеристики непрерывной случайной величины X

$$M[X] = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx$$

$$D[X] = \int_{-\infty}^{\infty} (x - M[X])^2 f(x)dx$$

Или $D[X] = \int_{-\infty}^{\infty} x^2 f(x)dx - (M[X])^2$

В частности, если возможные значения X принадлежат интервалу (a;b), то

$$M[X] = \int_a^b xf(x)dx$$

$$D[X] = \int_a^b (x - M[X])^2 f(x)dx$$

Или $D[X] = \int_a^b x^2 f(x)dx - (M[X])^2$

Пример 1. Случайная величина X задана функцией распределения

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq -1 \\ \frac{3}{4}x + \frac{3}{4} - 1 & -1 < x \leq \frac{1}{3} \\ 1 & \text{при } x > \frac{1}{3} \end{cases}$$

Найти вероятность того, что в результате испытания величина X примет значение, заключенное в интервале: а) $(0; \frac{1}{3})$; б) $(0; 2)$; в) $(-4; -1)$.

Решение: $P(\alpha < x < \beta) = F(\beta) - F(\alpha)$

$$\text{а) } P(0 < x < 2) = F\left(\frac{1}{3}\right) - F(0) = \left(\frac{3}{4} \cdot \frac{1}{3} + \frac{3}{4} - 1\right) - \left(\frac{3}{4} \cdot 0 + \frac{3}{4} - 1\right) = \frac{1}{4}$$

$$\text{б) } P(0 < x < 2) = F(2) - F(0) = 1 - \left(\frac{3}{4} \cdot 0 + \frac{3}{4} - 1\right) = \frac{1}{4}$$

$$\text{в) } P(-4 < x < -1) = F(-1) - F(-4) = 0$$

Замечание: По условию, все значения случайной величины X сосредоточены на интервале $(-1; \frac{1}{3})$. Поэтому $P(-4 < x < -1) = 0$, а $P(0 < x < 2) = P(0 < x < \frac{1}{3})$.

Ответ: $P(0 < x < 2) = \frac{1}{4}$, $P(0 < x < 2) = \frac{1}{4}$, $P(-4 < x < -1) = 0$ #

Пример 2. На рисунке представлен график функции $y = f(x)$. Записать ее аналитическое задание. Показать, что функция $f(x)$ может служить плотностью вероятностей некоторой случайной величины X . Найти $M[X]$ $D[X]$.

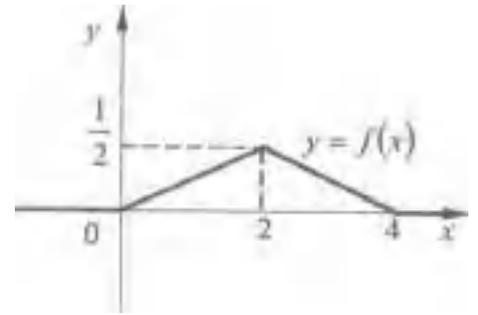
Решение: На промежутках $(-\infty; 0)$ и $(4; +\infty)$ график функции совпадает с осью Ox , то есть $f(x) = 0$.

На промежутке $[0; 2]$ график $f(x)$ представляет собой отрезок прямой $y = kx$, где k - угловой коэффициент прямой, равный тангенсу угла α между прямой и осью Ox . Из прямоугольного треугольника $\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{2} : 2 = \frac{1}{4}$, $f(x) = \frac{1}{4}x$

При $x \in [2; 4]$ $f(x) = kx + b$, k и b найдем, подставляя в уравнение $f(x) = kx + b$ координаты точек прямой $(2; \frac{1}{2})$ и $(4; 0)$. Получим $f(x) = -\frac{1}{4}x + 1$.

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0 \\ \frac{1}{4}x & \text{при } 0 \leq x \leq 2 \\ -\frac{1}{4}x + 1 & \text{при } 2 \leq x \leq 4 \\ 0 & \text{при } x > 4 \end{cases}$$

Функция $f(x)$ удовлетворяет свойствам плотности распределения случайной величины X : $f(x) \geq 0$, что очевидно уже из рисунка



$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1$$

Действительно,

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = \int_{-\infty}^0 0 dx + \int_0^2 \frac{1}{4} x dx + \int_2^4 \left(-\frac{1}{4} x + 1\right) dx +$$

$$+ \int_4^{\infty} 0 dx = 0 + \frac{1}{8} x^2 \Big|_0^2 + \left(\frac{1}{8} x^2 + x\right) \Big|_2^4 + 0 = \frac{1}{2} + (-2 + 4 + \frac{1}{2} - 2) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$$

Следовательно, $f(x)$ может служить плотностью вероятностей некоторой случайной величины X . Найдем ее числовые характеристики

$$M[X] = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx = \int_0^2 x \cdot \frac{1}{4} x dx + \int_2^4 x \left(-\frac{1}{4} x + 1\right) dx = \frac{x^3}{12} \Big|_0^2 + \left(-\frac{x^3}{12} + \frac{x^2}{2}\right) \Big|_2^4 = 2$$

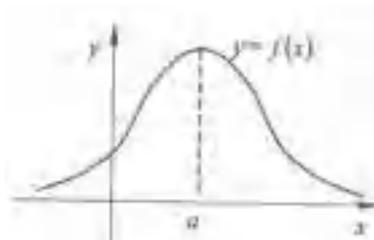
$$D[X] = \int_{-\infty}^{\infty} x^2 f(x) dx - (M[X])^2 = \int_0^2 x^2 \frac{1}{4} dx + \int_2^4 x^2 \left(-\frac{1}{4} x + 1\right) dx - 2^2 = \frac{2}{3}$$

Ответ: $M[X] = 2$; $D[X] = \frac{2}{3}$ #

Нормальный закон распределения

Непрерывная случайная величина X имеет нормальный закон распределения, если ее плотность вероятностей $f(x)$ равна:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}$$



Функция распределения для нормального закона

$$F(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\delta\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-a)^2}{2\delta^2}}$$

$$P(\alpha < x < \beta) = \Phi\left(\frac{\beta - a}{\delta}\right) - \Phi\left(\frac{\alpha - a}{\delta}\right)$$

$$P(|x - a| < \delta) = 2\Phi\left(\frac{\delta}{\sigma}\right),$$

Где $\Phi(x)$ – функция Лапласа.

Числовые характеристики:

$$M[X] = a$$

$$D[X] = \sigma^2$$

$$\sigma[X] = \sigma$$

Пример 1. Случайная величина X - число отказов автомобиля в процессе эксплуатации - распределена по закону Пуассона

Вероятность отказов автомобиля за время t :

$$P_i(X = k) = (\lambda t)^k \cdot e^{-\lambda t} / k!$$

Где λ - интенсивность отказов.

Пример 2. Автомат изготавливает шарики. Шарик считается годным, если отклонение X диаметра шарика от проектного размера по абсолютной величине меньше 0,7 мм. Считая, что случайная величина X распределена нормально со средним квадратическим отклонением $\sigma = 0,4$ мм, найти, сколько в среднем будет годных шариков среди ста изготовленных.

Решение: Случайная величина X - отклонение диаметра шарика от проектного размера. Очевидно, отклонение может с равной вероятностью проходить как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения диаметра, то есть $M[X] = a = 0$.

Согласно формуле

$$P(|X| < \delta) = 2\Phi\left(\frac{\delta}{\sigma}\right)$$

Подставим $\delta = 0.7$, $\sigma = 0.4$, получим $P(|X| < 0.7) = 2\Phi(1.75) = 2 \cdot 0.4599 = 0.92$

Ответ: 92 шарика. #

Задания типового расчёта № 2: 16.

§25.ЗАКОН БОЛЬШИХ ЧИСЕЛ

Вероятность того, что отклонение случайной величины X от ее математического ожидания по абсолютной величине меньше положительного числа ε , не меньше, чем $1 - \frac{D[X]}{\varepsilon^2}$

$$P(|X - M[X]| < \varepsilon) \geq 1 - \frac{D[X]}{\varepsilon^2}$$

§ 26. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИКИ

П.26.1. Генеральная и выборочная совокупности. Полигон и гистограмма

Определение 26.1. *Группа объектов, объединенных по некоторому качественному или количественному признаку, называется статической совокупностью. Различают генеральную и выборочную совокупности.*

Определение 26.2. *Выборочной совокупностью или выборкой называется совокупность случайно отобранных объектов.*

Определение 26.3. *Генеральной совокупностью называется совокупность всевозможных объектов, из которых производится выборка.*

Определение 26.4. *Объемом совокупности называется число объектов (n), входящих в эту совокупность.*

Определение 26.5. *Статическая совокупность, расположенная в порядке возрастания или убывания значения признака, называется вариационным рядом, а ее объекты – вариантами.*

Определение 26.6. *Вариационный ряд называется дискретным, если его члены принимают конкретные изолированные значения. Если члены вариационного ряда заполняют некоторый интервал, то такой ряд называют непрерывным.*

Определение 26.7. *Статическим распределением выборки называется отношение между вариантами x_i и соответствующими им частотами n_i или относительными частотами (частостями) ω_i ($\omega_i = \frac{n_i}{n}$)*

Статическое распределение можно представить в виде таблицы, в первую строку которой записываются варианты, а во вторую – соответствующие им частоты (или относительные частоты).

Таблица 26.1

x_i	x_1	x_2	x_3	...	x_n
n_i	n_1	n_2	n_3	...	n_n
ω_i	ω_1	ω_2	ω_3	...	ω_n

В таблице $n = \sum_{i=1}^k n_i$; $\sum_{i=1}^k \omega_i = 1$; $\omega_i = \frac{n_i}{n}$; $i=1, 2, \dots, k$.

Для непрерывного вариационного ряда составляется таблица (таблица 26.2), в первой строке которой помещены интервалы изменения вариантов, а во второй – соответствующие им частоты.

Таблица 26.2

x_i	$x_1 - x_2$	$x_2 - x_3$	$x_3 - x_4$...	$x_i - x_{i+1}$
n_i	n_1	n_2	n_3	...	n_l

Геометрически дискретное распределение можно представить в виде полигона частот (или частостей), а непрерывное распределение – в виде ступенчатой фигуры – гистограммы (площадь гистограммы частот равна сумме всех частот, то есть объему выборки).

Пример 1. Построить полигон частот по данному распределению выборки

x_i	1	4	5	7
n_i	20	10	14	6

Решение: Отложим на оси абсцисс варианты, а на оси ординат – соответствующие им частоты n_i , соединив точки (x_i, n_i) отрезками прямых, получим искомый полигон частот (рисунок 26.1)#

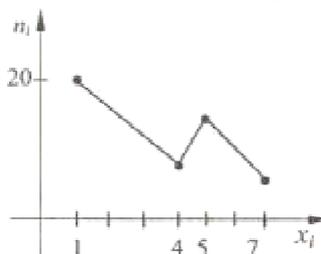


Рисунок 26.1

Пример 2. Построить гистограмму частот по данному распределению выборки объема $n=100$.

Номер интервала i	Частичный интервал $x_i - x_{i+1}$	Сумма частот вариант интервала n_i	Плотность частоты n_i/h
1	1-5	10	2,5
2	5-9	20	5
3	9-13	50	12,5
4	13-17	12	3
5	17-21	8	2

Решение: Построим на оси абсцисс заданные интервалы длины $h=4$. Проведем над этими интервалами отрезки, параллельные оси абсцисс и находящиеся от нее на расстояниях, равных соответствующим плотностям частоты n_i/h . Например, над интервалом (1,5) построим отрезок, параллельный оси абсцисс, на расстоянии $\frac{n_i}{h} = 10/4=2,5$; аналогично строят остальные отрезки.

Искомая гистограмма частот изображена на рисунке 26.2.#

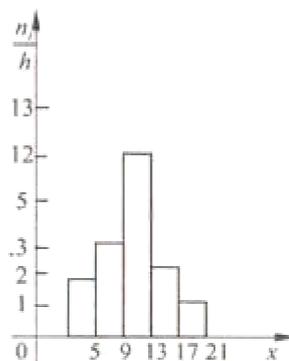


Рисунок 26.2

Пункт 26.2. Точечные оценки параметров распределения.

Определение 26.8. Точечной называют статистическую оценку, которая определяется одним числом $\theta^* = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, где x_1, x_2, \dots, x_n – результаты n наблюдений над количественным признаком X (выборка).

Определение 26.9. Несмещенной называют точечную оценку, математическое ожидание которой равно оцениваемому параметру при любом объеме выборки.

Определение 26.10. Смещенной называют точечную оценку, математическое ожидание которой не равно оцениваемому параметру.

Несмещенной оценкой генеральной средней (математического ожидания) служит выборочная средняя

$$\bar{x}_B = \left(\frac{\sum_{i=1}^k n_i x_i}{n} \right), \quad (26.1)$$

Где x_i – варианты выборки, n_i – частота варианта x_i , k – число различных вариантов выборки, $n = \sum_{i=1}^k n_i$ – объем выборки.

Смещенной оценкой генеральной дисперсии служит выборочная дисперсия

$$D_B = \sum_{i=1}^k \frac{n_i (x_i - \bar{x}_B)^2}{n}. \quad (26.2)$$

Более удобная формула

$$D_B = \bar{x}^2 - [\bar{x}]^2 = \frac{\sum_{i=1}^k n_i x_i^2}{n} - \left[\frac{\sum_{i=1}^k n_i x_i}{n} \right]^2 \quad (26.3)$$

Несмещенной оценкой генеральной дисперсии служит исправленная выборочная дисперсия

$$S^2 = \frac{n}{n-1} * D_B = \frac{\sum_{i=1}^k n_i (x_i - \bar{x}_B)^2}{n-1}. \quad (26.4)$$

Оценкой среднего квадратического отклонения является выборочное среднее квадратическое отклонение

$$\sigma_B = \tilde{\sigma} = \sqrt{D_B}, \quad (26.5)$$

Или «исправленное» среднее квадратическое отклонение

$$S = \tilde{\sigma} = \sqrt{S^2}. \quad (26.6)$$

Оценкой отклонения эмпирического распределения от нормального служит асимметрия и эксцесс.

Асимметрия и эксцесс эмпирического распределения определяются соответственно равенствами

$$a_3 = \frac{m_3}{\sigma_B^3}, l_k = \frac{m_4}{\sigma_B^4} - 3, \quad (26.7)$$

Здесь σ_B – выборочное среднее квадратическое отклонение; m_3 и m_4 – центральные эмпирические моменты третьего и четвертого порядков;

$$m_3 = \frac{\sum_{i=1}^k n_i (x_i - \bar{x}_B)^3}{n}, \quad (26.8)$$

$$m_4 = \frac{\sum_{i=1}^k n_i (x_i - \bar{x}_B)^4}{n}. \quad (26.9)$$

Замечание: Приведенные формулы для оценки асимметрии и эксцесса можно использовать только при больших объемах выборки. В других случаях

для оценивания этих показателей существуют специальные методы.

Пример 1. В итоге пяти измерений длины стержня одним прибором (без систематических ошибок) получены следующие результаты (в мм): 92; 94; 103; 105; 106. Найти: а) выборочную среднюю длину стержня; б) выборочную и исправленную дисперсии ошибок прибора.

Решение: а) Найдем выборочную среднюю

$\bar{x}_B = \frac{1}{5} * (92 + 94 + 103 + 105 + 106) = 100$; б) Найдем выборочную дисперсию:

$$D_B = \frac{\sum_{i=1}^k n_i (x_i - \bar{x}_B)^2}{n}$$
$$= [(92 - 100)^2 + (94 - 100)^2 + (103 - 100)^2 + (105 - 100)^2 + (106 - 100)^2] * \frac{1}{5} = 34.$$

Найдем исправленную дисперсию, используя формулу (26.4):

$$S^2 = \frac{n}{n-1} * D_B = \frac{5}{4} * 34 = 42,5.$$

П.26.3. Интервальные оценки параметров распределения

Определение 26.11. *Интервальной называют оценку, которая определяется двумя числами – концами интервала, показывающего оцениваемый параметр.*

Определение 26.12. *Доверительным называют интервал, который с заданной надежностью γ покрывает заданный параметр.*

Интервальной оценкой (с надежностью γ) математического ожидания a нормально распределенного количественного признака X по выборочной средней \bar{x}_B при известном среднем квадратическом отклонении σ генеральной совокупности служит доверительный интервал

$$\bar{x}_B - t * \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) < a < \bar{x}_B + t * \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right),$$

Где $t * \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) = \delta$ – точность оценки,

n – объем выборки

t – значение аргумента функции Лапласа $\Phi(t)$ (см. приложение А), при котором $\Phi(t) = \frac{\gamma}{2}$;

интервальной оценкой (с надежностью γ) математического ожидания a нормально распределенного количественного признака X по выборочной средней \bar{x}_B при неизвестном σ (и объеме выборки $n < 30$) служит доверительный интервал

$$\bar{x}_B - t_\gamma * \left(\frac{S}{\sqrt{n}} \right) < a < \bar{x}_B + t_\gamma * \left(\frac{S}{\sqrt{n}} \right),$$

Где S – «исправленное» выборочное среднее квадратическое

отклонение,

t_γ - находят по таблице приложения Б по заданным n и γ

Если требуется оценить математическое ожидание с наперед заданной точностью δ и надежностью γ , то минимальный объем выборки, который обеспечивает эту точность, находят по формуле

$$n = \frac{t^2 * \sigma^2}{\delta^2}.$$

Интервальной оценкой (с надежностью γ) среднего квадратического отклонения σ нормально распределенного количественного признака X по «исправленному» выборочному среднему квадратическому отклонению S служит доверительный интервал

$$\begin{aligned} S(1 - q) < \sigma < S(1 + q) \text{ (при } q < 1), \\ 0 < \sigma < S(1 + q) \text{ (при } q > 1), \end{aligned}$$

Где q находят по таблице, данной в приложении В по заданным n и γ

Пример 1. Случайная величина X имеет нормальное распределение с известным средним квадратическим отклонением $\sigma=3$. Найти доверительные интервалы для оценки неизвестного математического ожидания a по выборочным средним \bar{x}_B , если объем выборки $n=36$ и задана надежность оценки $\gamma=0,95$.

Решение: Найдем t . Из соотношения $2\Phi(t)=0,95$ получим $\Phi(t)=0,475$.

По таблице значений функции Лапласа (приложение А) находим $t=1,96$. Найдем точность оценки:

$$\delta = t * \frac{\sigma}{n} = \frac{1,96 * 3}{\sqrt{36}} = 0,98.$$

Получим доверительный интервал:

$$(\bar{x}_B - 0,98; \bar{x}_B + 0,98).$$

Например, если, то доверительный интервал имеет следующие границы:

$$\begin{aligned} \bar{x}_B - 0,98 &= 4,1 - 0,98 = 3,12; \\ \bar{x}_B + 0,98 &= 4,1 + 0,98 = 5,08. \end{aligned}$$

Таким образом, значения неизвестного параметра a , согласующиеся с данными выборки, удовлетворяют неравенству

$$3,12 < a < 5,08.$$

Пример 2. Найти минимальный объем выборки, при котором с надежностью $0,975$ точность оценки математического ожидания нормально распределенной генеральной совокупности по выборочной средней будет равна $\delta_\gamma=0,3$, если известно среднее квадратическое отклонение генеральной совокупности $\sigma_x=1,2$.

Решение: Воспользуемся формулой, определяющей точность оценки математического ожидания генеральной совокупности по выборочной средней:

$$\delta_\gamma = t * \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}.$$

Отсюда

$$n = \frac{t^2 * \sigma_x^2}{\delta_\gamma^2}.$$

По условию $\gamma=0,975$, следовательно,

$$\Phi(t) = \frac{0,975}{2} = 0,4875.$$

По таблице приложения А найдем $t=2,24$. Подставив $t=2,24$, $\sigma_x=1,2$ и $\sigma_\gamma=0,3$ в выражение для n , получим искомый объем выборки

$$n = \frac{2,24^2 * 1,2^2}{0,3^2} = 81; n = 81.$$

Пример 3. Количественный признак X генеральной совокупности распределен нормально. По выборке объема $n=16$ найдены выборочная средняя $\bar{x}_B = 20,2$ и «исправленное» среднее квадратическое отклонение $S=0,8$. Оценить неизвестное математическое ожидание при помощи доверительного интервала с надежностью 0,95.

Решение: Найдем t_γ , пользуясь таблицей приложения Б по $\gamma=0,95$ и $n=16$, находим $t_\gamma=2,13$. Найдем доверительные границы:

$$\begin{aligned}\bar{x}_B - t_\gamma * \frac{S}{\sqrt{n}} &= 20,2 - 2,13 * 0,8/\sqrt{16} = 19,774; \\ \bar{x}_B + t_\gamma * \frac{S}{\sqrt{n}} &= 20,2 + 2,13 * 0,8/\sqrt{16} = 20,626.\end{aligned}$$

Итак, с надежностью 0,95 неизвестный параметр a заключен в доверительном интервале $19,774 < a < 20,626$.

§ 27. ПРОВЕРКА СТАТИСТИЧЕСКИХ ГИПОТЕЗ

П 27.1. Основные понятия. Выдвижение (формирование) статистических гипотез.

Статистической называют гипотезу о виде неизвестного распределения или о параметрах известных распределений.

Нулевой (основной) называют выдвинутую гипотезу H_0 .

Конкурирующей (альтернативной) называют гипотезу H_1 , которая противоречит нулевой.

Различают гипотезы, которые содержат одно и более одного предположений.

Простой называют гипотезу, содержащую только одно предположение.

Сложной называют гипотезу, которая состоит из конечного или бесконечного числа простых гипотез.

При проверке гипотезы может быть допущена ошибка первого или второго рода.

Ошибка первого рода состоит в том, что отвергается правильная нулевая гипотеза. Вероятность ошибки первого рода называют уровнем значимости и обозначают через α .

Ошибка второго рода состоит в том, что принимается неправильная нулевая гипотеза. Вероятность ошибки второго рода обозначают через β .

Статистическим критерием (или просто критерием) называют случайную величину K , которая служит для проверки гипотезы.

Наблюдаемым (эмпирическим) значением критерия $K_{\text{набл}}$ называют то значение критерия, которое вычислено по выборкам.

Критической областью называют совокупность значений критерия, при которых нулевую гипотезу отвергают.

Областью принятия гипотезы (областью допустимых значений) называют совокупность значений критерия, при которых нулевую гипотезу принимают.

Основной принцип проверки статистических гипотез: если наблюдаемое значение критерия принадлежит критической области, то нулевую гипотезу отвергают; если наблюдаемое значение критерия принадлежит области принятия гипотезы, то гипотезу принимают.

Критическими точками (границами) $k_{\text{кр}}$ называют точки, отделяющие критическую область от области принятия гипотезы.

Правосторонней называют критическую область, определяемую неравенством $K > k_{\text{кр}}$ где $k_{\text{кр}}$ – положительное число.

Левосторонней называют критическую область, определяемую неравенством $K < k_{\text{кр}}$ где $k_{\text{кр}}$ – отрицательное число.

Двусторонней называют критическую область, определяемую неравенством $K < k_1, K > k_2$ где $k_2 > k_1$. В частности, если критические точки симметричны относительно нуля, то двусторонняя критическая область определяется неравенством (в предположении, что $k_{\text{кр}} > 0$)

$$K < -k_{кр}$$

Или равносильным неравенством

$$|K| > k_{кр}$$

Мощностью критерия называют вероятность попадания критерия в критическую область при условии, что справедлива конкурирующая гипотеза. Другими словами, мощность критерия есть вероятность того, что нулевая гипотеза будет отвергнута, если верна конкурирующая гипотеза.

Выбор той или иной гипотезы о виде закона распределения может быть осуществлен либо на основе каких-либо априорных соображений, либо по результатам предварительной обработки выборки.

Наиболее универсальным подходом к формированию гипотезы о законе распределения является построение эмпирических графиков, описывающих закон распределения выборки. Чаще всего для этих целей строится гистограмма частот или относительных частот.

По виду этой гистограммы, а также учитывая некоторые числовые характеристики выборки, делается предположение о законе распределения.

Уточнить сделанное по гистограмме предположение можно, используя оценки числовых характеристик:

$$\bar{x}_B = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \text{ (оценка математического ожидания), (27.1)}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_B)^2} \text{ (оценка среднеквадратического отклонения)} \quad (27.2)$$

$$a_S = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_B)^3}{n \cdot S_x^3} \text{ (оценка асимметрии), (27.3)}$$

$$e_k = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_B)^4}{n \cdot S_x^4} - 3 \text{ (оценка эксцесса), (27.4)}$$

Для основных законов распределения справедливы приведенные в таблице соотношения:

Таблица 27.1

Распределение	Связь $M[X]$ и σ_x	a_S	e_k
Нормальное	Не связаны	0	0
Показательное	$M[X] = \sigma_x$	2	6
Равномерное	Не связаны	0	$-\frac{6}{5}$

Пример 1. Располагая статистическими данными, выдвинуть гипотезу о законе распределения исследуемой случайной величины.

85,1	105,	87,6	44,6	22,6	280,	55,4	182,	81,	13,4	98,7	113,
	3				1		8	3			4

39,7	93,9	55,4	2,1	28,5	40,9	116,	119,	23,	140,	36,8	2,4
						1	7	2	6		
198,	12,1	17,6	166,	13,6	224,	270,	143,	20,	897	114,	38,2
5			5		7	8	6	8		2	
89,5	173,	26,5	323,	274,	24,1	409,	0,4	3,4	27,4	168,	27,1
	8		1	1		3				1	
36,1	123,	185,	49,9	149,	7,1	47,3	12,3	73,	9,9	22,9	122,
	5	9		4				4			4

Решение: 1. Всю выборку $n=60$ разбиваем на 7 интервалов, $k=7$, так как $k \geq 3,32 * \lg n + 1$; $k \geq 6,9$.

2. Определяем шаг разбиения:

$$h_1 = \frac{x_{max} - x_{min}}{k},$$

$$x_{max} = 409,3; x_{min} = 0,4, h_i = \frac{409,3-0,4}{7} \approx 58,41$$

И строим вариационный ряд.

Границы	0,4 –	58,81 –	117,22	175,64	234,05	292,47	350,88
интервалов	58,81	117,22	–	–	–	–	–
			175,64	234,05	292,47	350,88	409,32
Частота							
попадания	30	129	9	4	3	1	1
в интервал,							
n_i							
n_i/h_i	0,513	0,205	0,154	0,068	0,051	0,017	0,017

3. Строим гистограмму.

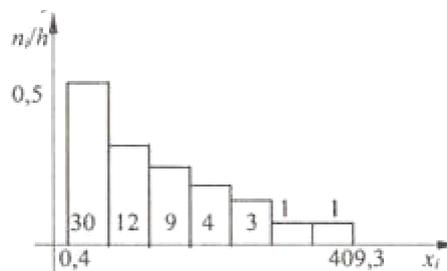


Рисунок 27.1

4. Находим оценки асимметрии и эксцесса случайной величины по формулам (27.3) и (27.4) соответственно.

$$a_S = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_B)^3}{n * S_x^3}, e_k = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_B)^4}{n * S_x^4} - 3,$$

Где $\bar{x}_B = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$, $S_x = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_B)$, найденные по формулам (27.1) и (27.2) соответственно.

5. По виду гистограммы, изображенной на рисунке, и с учетом значения оценок асимметрии и эксцесса выдвигаем гипотезу об экспоненциальном законе распределения случайной величины, значения которой даны в условии задачи.

П.27.2. Проверка статистических гипотез

Критерии, используемые при проверке гипотез относительно вида распределения, называют критериями согласия. Наиболее часто используемый и достаточно универсальный критерий – критерий согласия Пирсона или критерий χ^2

Статистика $\chi^2_{\text{набл}}$ вычисляется по формуле

$$\chi^2_{\text{набл}} = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i},$$

Где n_i – эмпирические частоты; n'_i – теоретические частоты; m – число интервалов, в которых $n_i \geq 5$ ($m \geq 5$).

Критическая точка $\chi^2_{\text{кр}}(\alpha, \tau)$ определяется по таблице критических точек распределения χ^2 (приложение 4), по заданному уровню значимости α и числу степеней свободы τ . $\tau = m - r - 1$, где r – число параметров предполагаемого закона распределения.

Если $\chi^2_{\text{набл}} < \chi^2_{\text{кр}}$ – нет оснований отвергнуть выдвинутую гипотезу.

Если $\chi^2_{\text{набл}} > \chi^2_{\text{кр}}$ – выдвинутую гипотезу отвергают.

Использование данного критерия возможно только при больших объемах выборки ($n \geq 50$).

При определении теоретических частот n'_i , считается, что в соответствии с большим объемом выборки точечные оценки параметров распределения являются достаточно «хорошими».

Для основных законов распределения при вычисленных \bar{x}_B, S_x , такими оценками являются:

-для нормального распределения $\tilde{a} = \bar{x}_B$; $\tilde{\sigma} = S_x$;

-для экспоненциального распределения $\tilde{\lambda} = \frac{1}{\bar{x}_B}$;

-для равномерного распределения оценки \tilde{a}, \tilde{b} параметров a, b (границ

интервала) определяются в результате решения системы

$$\begin{cases} \bar{x}_B = \frac{(\tilde{a}' + \tilde{b}')}{2}, \\ S_x = \frac{\tilde{b}' - \tilde{a}'}{2\sqrt{3}} \end{cases}$$

И в соответствии с выражениями $\tilde{a} = \min\{\tilde{a}', x_{min}\}$, $\tilde{b} = \max\{\tilde{b}', x_{max}\}$.
Теоретические частоты для i -го интервала определяются в соответствии с соотношением

$$n'_i = P_i * n,$$

Где P_i – вероятность попадания предполагаемой (теоретической) случайной величины в i -й интервал.

В частности:

-для нормального распределения

$$P_i = \Phi\left(\frac{x_{Bi} - \bar{x}_B}{S_x}\right) - \Phi\left(\frac{x_{Hi} - \bar{x}_B}{S_x}\right);$$

-для экспоненциально распределения

$$P_i = e^{-\frac{x_{Hi}}{\bar{x}_b}} - e^{-\frac{x_{Bi}}{\bar{x}_b}};$$

-для равномерного распределения

$$P_i = \frac{x_{Bi} - x_{Hi}}{\tilde{b} - \tilde{a}};$$

Где x_{Hi} – нижняя граница i -го интервала; x_{Bi} - верхняя граница i -го интервала.

Пример 1. Располагая статистическими данными

x_i	70,	71,	74,	75,	76,	77,	78,	79,	80,	81,	82,	83,	84,
	2	1	4	2	1	7	6	4	3	1	8	6	5
n_i	1	1	2	1	4	1	6	3	4	5	1	2	1
x_i	85,	86,	87,	87,	88,	89,	90,	92,	92,	93,	94,	98,	99,
	3	2	1	8	7	5	3	1	9	7	6	7	6
n_i	7	2	1	1	1	1	1	1	2	4	2	1	4

Проверить гипотезу о нормальном законе распределения исследуемой случайной величины X .

Решение: 1. Всю выборку разбиваем на $k \geq 3,32 * \lg n + 1$ интервалов:
 $k \geq 3,32 * \lg 60 + 1 \approx 6,9; k = 7$.

Вычисляем шаг $h_i = \frac{x_{max} - x_{min}}{k} = \frac{99,6 - 70,2}{7} = 4,2$.

Границы интервалов	70,2-74,	74,4-78,	78,6-82,	82,8-88	87-91,	91,2-95,	95,4-99,
	4	6	8	7	2	4	6

В

n_i - частота попадания в интервал	4	12	13	12	6	8	5
--------------------------------------	---	----	----	----	---	---	---

Объединяем интервалы, где эмпирическая частота $n_i < 5$.

2. Вычисляем оценки параметров предполагаемого закона распределения:

$$\tilde{M}[X] = \bar{x}_B = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n n_i x_i \approx 84,5;$$

$$\tilde{\sigma}[X] = S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}_i^2 \right)} \approx 7,56.$$

3. Вычисляем теоретические частоты по формуле $n'_i = P_i * n$,

$$\text{Где } P_i = \Phi\left(\frac{x_{Bi} - \bar{x}_B}{S_x}\right) - \Phi\left(\frac{x_{Hi} - \bar{x}_B}{S_x}\right);$$

$$P_1 = (-\infty < X < 78,6) = \Phi\left(\frac{76,8 - 84,5}{7,56}\right) - \Phi\left(\frac{-\infty - 84,5}{7,56}\right) = \Phi(-0,78) - \Phi(-\infty) = -0,2823 + 0,5 \approx 0,2177 \approx 0,22;$$

$$P_2 = (78,6 < X < 82,8) \approx 0,20;$$

$$P_3 = (82,8 < X < 87) \approx 0,23;$$

$$P_4 = (87 < X < 91,2) \approx 0,18;$$

$$P_5 = (91,2 < X < 95,4) \approx 0,11;$$

$$P_6 = (95,4 < X < \infty) \approx 0,06.$$

Границы интервалов	$(-\infty-78,6)$	$[78,6-82,8)$	$[82,8-87)$	$[87-91,2)$	$[91,2-95,4)$	$[95,4+\infty)$
n_i	16	13	12	6	8	5
n'_i	13,2	12	13,2	10,8	6,6	6,4
$(n_i - n'_i)^2 / n'_i$	0,59	0,08	0,11	2,13	0,30	0,54

$$\text{Вычислим } \chi^2_{\text{набл}} = \sum_{i=1}^n \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i} \approx 3,75.$$

Число степеней свободы $\tau = 6 - 2 - 1 = 3$.

По таблице «Критические точки распределения χ^2 » (приложение Г) :

$$x_{\text{кр}}^2(\tau; a) = x^2(3; 0,05) = 7,8.$$

Так как $x_{\text{набл}}^2 < x_{\text{кр}}^2$, то гипотеза о нормальном распределении принимается. Данные наблюдений согласуются с гипотезой о нормальном распределении генеральной совокупности.

Задания типового расчёта № 2: 17, 18.

§ 28. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ РЕГРЕССИИ

П. 28.1 Проверка гипотезы о значимости выборочного коэффициента корреляции

В инженерной практике часто требуется установить и оценить зависимость исследуемой случайной величины Y от одной или нескольких других величин. Если X и Y не являются независимыми, то между ними существует связь, проявляющаяся в том, что одна из этих величин реагирует на изменения другой изменением своего закона распределения. В частности, при изменении одной из величин изменяется среднее значение другой.

Пусть двумерная генеральная совокупность (X, Y) распределена нормально. Из этой совокупности извлечена выборка объема n (например, в результате n испытаний получено n точек $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$, среди которых могут быть и совпадающие).

Прежде всего следует выяснить, коррелированы ли величины X и Y . С точки зрения математической статистики постановка такого вопроса и ответ на него сводится к выдвижению и проверке гипотезы о некоррелированности величины X и Y . Выдвигается гипотеза о том, что величины X и Y некоррелированы, то есть коэффициент корреляции $\rho_{xy} = 0$.

Для проверки на уровне значимости α выдвинутой гипотезы по экспериментальной выборке находится выборочный коэффициент корреляции

$$r_{xy} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_B)(y_i - \bar{y}_B)}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_B)^2} \cdot \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_B)^2}}$$

И наблюдаемое значение критерия

$$T_{\text{набл}} = \sqrt{n-2} \cdot \frac{r_{xy}}{\sqrt{1-r_{xy}^2}}$$

Затем по таблице критических точек распределения Стьюдента по заданному уровню значимости α и числу степеней свободы $\tau = n - 2$ находят критическую точку $t_{\text{кр}}(\alpha, \tau)$. Если $|T_{\text{набл}}| < t_{\text{кр}}$ – нет оснований отвергнуть выдвинутую гипотезу. Если $|T_{\text{набл}}| > t_{\text{кр}}$ – выдвинутую гипотезу о том, что $\rho_{xy} = 0$ отвергают.

Пример 1. По выборке объема $n=122$, извлеченной из нормальной двумерной совокупности (X, Y) , найден выборочный коэффициент корреляции $r_{xy} = 0,4$. При уровне значимости 0,05 проверить нулевую гипотезу о равенстве нулю генерального коэффициента корреляции при конкурирующей гипотезе $r_{xy} \neq 0$.

Решение: Найдем наблюдаемое значение критерия:

$$T_{\text{набл}} = r_{xy} \sqrt{n-2} / \sqrt{1-r_{xy}^2} = 0,4 \sqrt{122-2} / \sqrt{1-0,16} = 4,78.$$

По условию конкурирующая гипотеза имеет вид $\rho_{xy} \neq 0$, поэтому критическая область – двухсторонняя.

По уровню значимости $\alpha = 0,05$ и числу степеней свободы $\tau = 122 - 2 = 120$ находим по таблице приложения Б («критические точки распределения Стьюдента») для двухсторонней критической области критическую точку $t_{кр} t_{кр(0,05;120)} = 1,98$.

Поскольку $T_{набл} > T_{кр}$ нулевую гипотезу отвергаем. Другими словами, выборочный коэффициент корреляции значимо отличается от нуля, то есть X и Y – коррелированы.

П. 28.2. Линия регрессии. Проверка качества построенной регрессионной модели

В тех случаях, когда приходится иметь дело с несколькими случайными величинами, например, с двумя, среднее значение и дисперсия могут характеризовать каждую из этих величин в отдельности. Однако в подобных случаях очень важно знать влияние одной величины на другую, то есть учитывать характер взаимосвязи между случайными величинами. Регрессия и корреляция как раз и служат для количественного выражения этой взаимосвязи.

$$M \left[\frac{Y}{X} = x \right] = \bar{y}(x) - \text{регрессия } Y \text{ по } X;$$

$$M \left[\frac{X}{Y} = y \right] = \bar{x}(y) - \text{регрессия } X \text{ по } Y.$$

Обозначения:

$y = \bar{y}(x)$ и $x = \bar{x}(y)$ - истинные линии регрессии;

$y = \hat{y}(x)$ и $x = \hat{x}(y)$ - эмпирические линии регрессии.

Исходя из тех или иных практических соображений исследователь выбирает модель регрессии

$$y = \hat{y}(x, a_1, a_2, \dots, a_m),$$

Где a_1, a_2, \dots, a_m – параметры регрессии.

Оценку параметров регрессии $\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_m$ находят с помощью метода наименьших квадратов.

Линейная по параметрам модель регрессии первого порядка имеет вид:

$$\hat{y}(x, a_0, a_1) = a_0 + a_1 x,$$

$$\tilde{a}_0 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i y_i \cdot \sum_{i=1}^n x_i}{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2};$$

$$\tilde{a}_1 = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n y_i}{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2};$$

x_i, y_i - результаты эксперимента;

n – число экспериментов

Оценки параметров \tilde{a}_0, \tilde{a}_1 можно вычислить по-другому:

$$\tilde{a}_1 = \frac{\frac{\sum x_i y_i}{n} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\frac{\sum x_i^2}{n} - (\bar{x})^2};$$

$$\tilde{a}_0 = \bar{y} - \tilde{a}_1 \cdot \bar{x}, \text{ где } \bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i; \bar{y} = \frac{1}{n} \sum y_i.$$

Линейная по параметрам модель регрессии второго порядка имеет вид:

$$\hat{y} = (x, a_0, a_1, a_2) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2,$$

Где оценки параметров $\tilde{a}_0, \tilde{a}_1, \tilde{a}_2$ находятся из системы:

$$\begin{cases} \tilde{a}_0 * n + \tilde{a}_1 \sum x_i + \tilde{a}_2 \sum x_i^2 = \sum y_i, \\ \tilde{a}_0 \sum x_i + \tilde{a}_1 \sum x_i^2 + \tilde{a}_2 \sum x_i^3 = \sum x_i y_i, \\ \tilde{a}_0 \sum x_i^2 + \tilde{a}_1 \sum x_i^3 + \tilde{a}_2 \sum x_i^4 = \sum x_i^2 y_i. \end{cases}$$

Для оценки качества аппроксимации экспериментальных данных выборочной функцией \hat{y} вычисляется коэффициент детерминации:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2},$$

Где $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum y_i$.

При $0,5 \leq R^2 < 1$ качество аппроксимации считается хорошим, при $0,35 < R^2 < 0,5$ – удовлетворительным, при $R^2 < 0,35$ – плохим.

Пример 1. Найти выборочное уравнение прямой линии регрессии Y и X по данным $n=5$ наблюдений.

x	1,00	1,50	3,00	4,50	5,00
y	1,25	1,40	1,50	1,75	2,25

Решение: $\hat{y}(x, a_0, a_1) = a_0 + a_1 x$. Составим таблицу

x_i	y_i	x_i^2	$x_i * y_i$
1,00	1,25	1,00	1,250
1,50	1,40	2,25	2,100
3,00	1,50	9,00	4,500
4,50	1,75	20,25	7,875
5,00	2,25	25,00	11,250
$\sum 15$	8,15	57,50	26,975

Найдем искомые параметры:

$$\begin{aligned}\tilde{a}_1 &= (5 \cdot 26,975 - 1,5 \cdot 8,15) / (5 \cdot 57,5 - 15^2) = 0,202, \\ \tilde{a}_0 &= (57,5 \cdot 8,15 - 15 \cdot 26,975) / 62,5 = 1,024.\end{aligned}$$

Напишем искомое уравнение регрессии:

$$\hat{Y} = 0,202x + 1,024.$$

Пример 2. Дана выборка

x_i	0,5427	0,3815	0,2912	0,4018	0,8434	0,2351	0,2151	0,0790
y_i	5,9238	5,6219	5,4298	5,7729	6,8679	5,3098	5,2681	4,9688

С помощью метода наименьших квадратов построить простейшую регрессионную модель $\hat{y} = a_1x + a_0$ и оценить ее качество.

Решение: Проверим гипотезу о некоррелированности случайных величин X и Y : $H_0: \rho_{xy} = 0$. Оценка коэффициента корреляции

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - \bar{y} \cdot \bar{x}}{S_x \cdot S_y},$$

Где $\bar{x} = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 x_i$; $\bar{y} = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 y_i$ – оценки математического ожидания;

$S_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$; $S_y = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}$ – оценки дисперсии.

$$\begin{aligned}\bar{x} &= 0,3737; \bar{y} = 5,6452; \\ S_x &= 0,2934; S_y = 0,5417; \\ r_{xy} &= \frac{\frac{17,875}{8} - 0,3737 \cdot 5,6452}{0,2934 \cdot 0,5417} = 0,988.\end{aligned}$$

$$\text{Вычислим } T_{\text{набл}} = \sqrt{n-2} \cdot \frac{r_{xy}}{\sqrt{1-r_{xy}^2}} = \sqrt{6} \cdot \frac{0,988}{\sqrt{1-0,988^2}} = 16,13.$$

По таблице «Критические точки распределения Стьюдента» (приложение Д) находим

$$t_{\text{кр}(0,05;6)} = 2,45.$$

Так как $T_{\text{набл}} > t_{\text{кр}}$, выдвинутую гипотезу о том, что $\rho_{xy} = 0$ отвергаем. Таким образом, r_{xy} значимо отличается от нуля.

Построим простейшую регрессионную модель $\hat{y} = \tilde{a}_1x + \tilde{a}_0$:

$$\tilde{a}_1 = \frac{\frac{\sum_{i=1}^8 x_i y_i}{8} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\frac{1}{8} \cdot \sum_{i=1}^8 x_i^2 - (\bar{x})^2} = \frac{\frac{17,8252}{8} - 0,3737 \cdot 5,6452}{\frac{1,5054}{8} - (0,3757)^2} = 2,4177,$$

$$\tilde{a}_0 = \bar{y} - \tilde{a}_1 \cdot \bar{x} = 5,6452 - 2,4177 \cdot 0,3737 = 4,7414.$$

$\hat{y} = 2,4177x + 4,7414$ - простейшая модель регрессии.

Оценим качество построенной модели. Вычислим коэффициент детерминации

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^8 (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^8 (y_i - \bar{y})^2} = 1 - \frac{0,035}{223,03} = 0,9998.$$

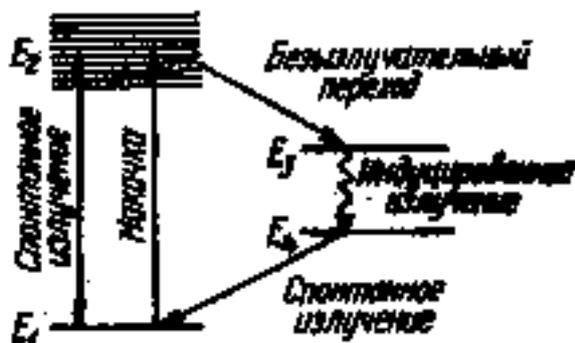
Условие $0,5 \leq R^2 < 1$ выполняется, следовательно, качество аппроксимации хорошее.

Задания типового расчёта № 2: 19.

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

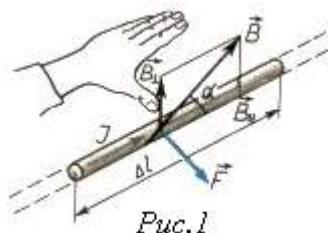
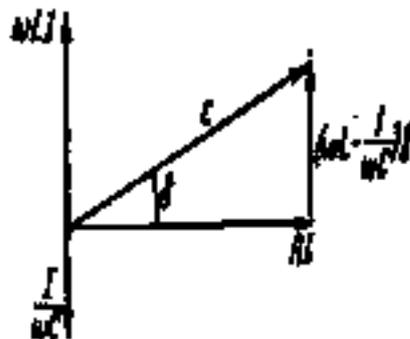
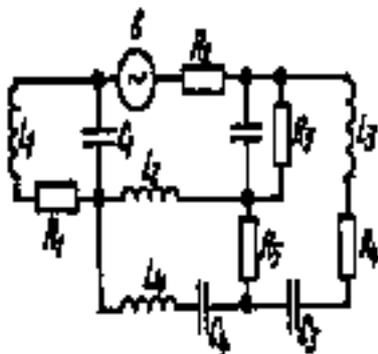
Кафедра
электротехники и физики

Афанасьев М.Ю.
Мишина Т.О.



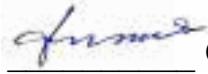
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторным и практическим занятиям
для студентов направления 13.03.02 Электроэнергетика и
электротехника

Электромагнетизм. Оптика.

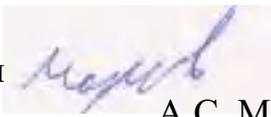


Рязань - 2020 г.

Методические указания к лабораторным и практическим занятиям
обсуждены и утверждены на заседании кафедры электротехники и физики
РГАТУ 31 августа 2020 г (протокол №_1_) и рекомендованы к изданию

Заведующий кафедрой электротехники и физики  С.О. Фатьянов

Методические указания к лабораторным и практическим занятиям
утверждены на заседании учебно-методической комиссии инженерного
факультета №_1_ от «_31_» ___08_____2020 г.

Председатель учебно-методической комиссии
инженерного факультета по направлению подготовки 
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника _____ А.С. Морозов

Оглавление
Лабораторные работы
Электромагнетизм

1. Исследование электростатического поля.....4 – 7
2. Определение сопротивления проводников мостиком Уитстона 7 – 10
3. Исследование разветвленных электрических цепей.....10 – 14
4. Определение удельного заряда электрона14 – 16
5. Определение горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли.....16 – 20
6. Определение коэффициента самоиндукции соленоида.....20 – 23
7. Определение коэффициента трансформации и КПД трансформатора23 - 27

Оптика

8. Определение световой отдачи и удельного расхода мощности лампы накаливания27 – 31
9. Определение показателя преломления стекла при помощи микроскопа31 – 34
10. Определение показателя преломления воды при помощи погруженной в нее линзы.....34 – 36
11. Измерение длины волны света при помощи дифракционной решетки36 – 40
12. Определение длины световой волны излучения гелий-неонового (He-Ne) лазера при помощи дифракционной решетки..... 40 - 42
13. Определение чувствительности фотоэлемента и силы света лампы накаливания..... 42 – 46

Практические занятия

1. Физические основы механики..... 47
2. Статистическая физика и термодинамика.....57
3. Электромагнетизм.....60
4. Оптика.....68
5. Квантовая физика.....70

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА



Электродинамика – теория поведения электромагнитного поля, осуществляющего взаимодействие между электрическими зарядами (электромагнитные взаимодействия). Среди всех известных видов взаимодействия электромагнитное занимает первое место по широте и разнообразию проявлений...

Лабораторная работа № 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 .

Напряжённостью электрического поля \vec{E} называется физическая векторная величина равная силе, с которой поле действует на положительный единичный точечный заряд, помещенный в данную точку поля.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q},$$

Напряжённость \vec{E} характеризует силовое действие поля на вносимые в него электрические заряды.

Потенциалом φ данной точки электрического поля называется физическая скалярная величина, численно равная потенциальной энергии положительного единичного точечного заряда, помещенного в данную точку, т.е.:

$$\varphi = \frac{W}{q},$$

где W – потенциальная энергия положительного заряда q в той точке, где определяется потенциал. Потенциал φ является 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):

$$\vec{E} = -\text{grad}\varphi.$$

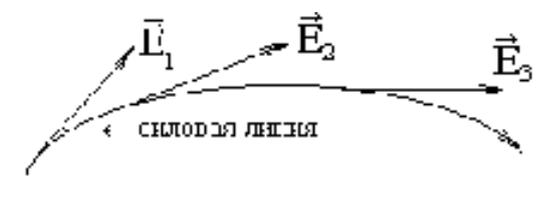
Градиент потенциала $grad\phi$ – это вектор, указывающий направление наиболее быстрого возрастания потенциала и численно равный изменению потенциала на единицу длины этого направления.

Для одномерного случая (например, для оси X в скалярной форме):

$$E = -\frac{d\phi}{dx} .$$

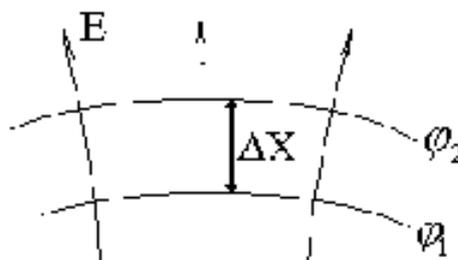
Более наглядным является предложенный Фарадеем метод изображения электрических полей с помощью *силовых линий* (*линий напряженности*).

Силовыми линиями называются направленные кривые, касательные к которым в каждой точке совпадают с направлением вектора напряженности поля. Число силовых линий на единицу площади поверхности характеризует величину 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.



$$E = -\frac{\Delta\phi}{\Delta x} , \quad (1)$$

$$\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1 < 0. \quad (2)$$

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 смоченный лист бумаги (вода является в данной работе проводящей средой — электролитом) на изолированную подставку, а на противоположные концы бумаги — электроды (металлические пластины, форма которых задается преподавателем). Обвести контуры электродов.

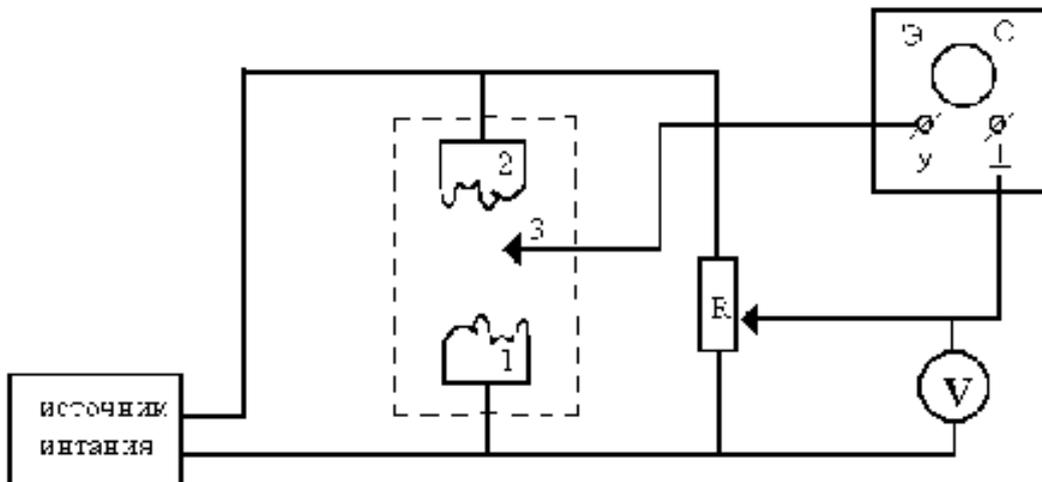


Рис. 1 Схеме экспериментальной установки

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. Сформулируйте теорему Остроградского-Гаусса.
5. Закон Ома в дифференциальной форме.
6. Объясните методику выполнения работы.

<i>Работа выполнена</i>	<i>Работа зачтена</i>

Лабораторная работа № 2

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 А и С этого контура соединены с полюсами источника тока, благодаря чему обладают постоянными потенциалами. На участках АВС и ADC происходит падение потенциала от А до С. Можно путём набора сопротивлений R_1 и R_3 найти такую точку D, потенциал которой будет равен потенциалу т. В, 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:

$$\varphi_A - \varphi_B = \varphi_A - \varphi_D \quad \text{и} \quad \varphi_B - \varphi_C = \varphi_D - \varphi_C \quad (1)$$

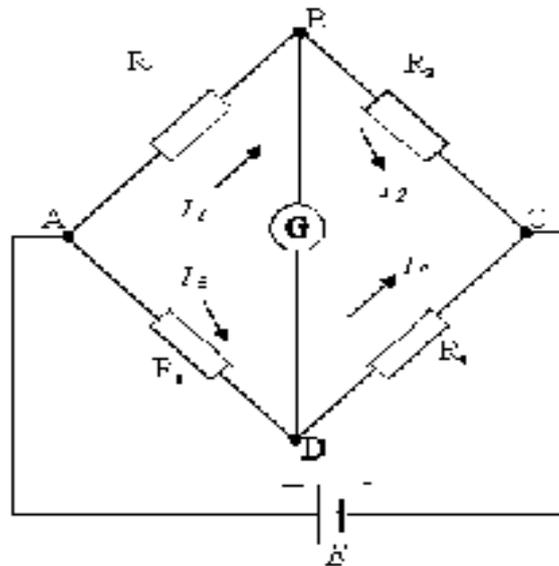


Рис.1

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:

$$\begin{aligned} I_1 \cdot R_1 &= I_3 \cdot R_3 \\ I_2 \cdot R_2 &= I_4 \cdot R_4 \end{aligned} \quad (2)$$

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:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} \quad (3)$$

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 четырех сопротивлений, если известны остальные три.

Искомое сопротивление R_x составляет одну ветвь мостика, 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 (рис.2). Перемещая скользящий контакт D по струне реохорда, можно подобрать отношения сопротивлений так, чтобы удовлетворялось равенство (3).

Сопротивление можно рассчитать по формуле:

$$R_3 = \rho \frac{l_3}{S}; \quad R_4 = \rho \frac{l_4}{S}.$$

Отношение сопротивлений R_3/R_4 равно отношению длин l_3/l_4 , так как сопротивление по всей длине однородно, и проволока одинаковой толщины.

Перемещают контакт D по струне AC до тех пор, пока стрелка гальванометра не встанет на нулевое деление. Тогда между четырьмя сопротивлениями существует соотношение:

$$\frac{R_x}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} = \frac{l_3}{l_4}. \quad \text{Откуда:} \quad R_x = R_2 \cdot \frac{l_3}{l_4} \quad (4)$$

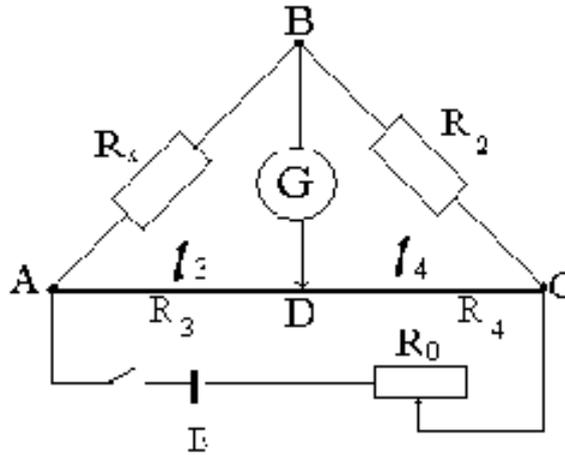


Рис.2

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_{noc} и $R_{нар}$ из таблицы 1 с их теоретическими значениями, полученными по формулам:

для последовательного соединения: $R_{noc} = R_{x1} + R_{x2}$, для параллельно-

$$\text{го: } R_{нар} = \frac{R_{x1} \cdot R_{x2}}{R_{x1} + R_{x2}}, \quad \text{где } R_{x1} = R_{x1 \text{ ср}} \text{ и } R_{x2} = R_{x2 \text{ ср}}.$$

Таблица 1

		$R_1, \text{ Ом}$	$l_3, \text{ м}$	$l_4, \text{ м}$	$R_x, \text{ Ом}$	$\Delta R_x, \text{ Ом}$	$\frac{\Delta R_x \text{ ср}}{R_x \text{ ср}}, \%$
R_{x1}	1						
	2						
	3						

	<i>Cp</i>						
R_{x2}	1						
	2						
	3						
	<i>Cp</i>						
R_{noc}	1						
	2						
	3						
	<i>Cp</i>						
$R_{нар}$	1						
	2						
	3						
	<i>Cp</i>						

Контрольные вопросы

1. Принцип работы моста Уитстона.
2. Выведите формулу для расчёта неизвестного сопротивления в мостике Уитстона.
3. Закон Ома для участка цепи.
4. Параллельное и последовательное соединения проводников.
5. С какой целью в схеме используется реохорд? Можно ли в качестве реохорда использовать медную проволоку?
6. Для измерения каких величин можно использовать мостовой способ?
7. С какими целями используют сопротивления в электрических схемах?

<i>Работа выполнена</i>	<i>Работа зачтена</i>

Лабораторная работа № 3

Исследование разветвлённых электрических систем

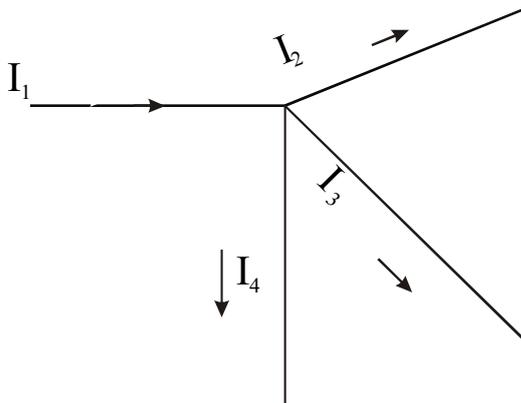
Цель работы: экспериментально проверить законы Кирхгофа для разветвленных электрических цепей.

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.



$$\sum_{i=1}^{i=n} I_i = 0. \quad (1)$$

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.

Рис. 1

Узел электрической цепи

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 электричество не накапливается и не убывает.

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 цепи.*

$$\sum_{i=1}^n E_i = \sum_{k=1}^l U_k. \quad (2)$$

Так как напряжение, действующее на участке цепи, равно произведению силы тока на сопротивление этого участка, то второй закон Кирхгофа можно выразить так:

$$\sum_{i=1}^n E_i = \sum_{k=1}^l I_k \cdot R_k, \quad (3)$$

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 (+), если не совпадает — со знаком (-).

3. ЭДС источников, находящихся в данном контуре, берется с (+), если при выбранном обходе контура осуществляется переход внутри источника от отрицательного полюса к положительному. В противном случае ЭДС берется со знаком (-).

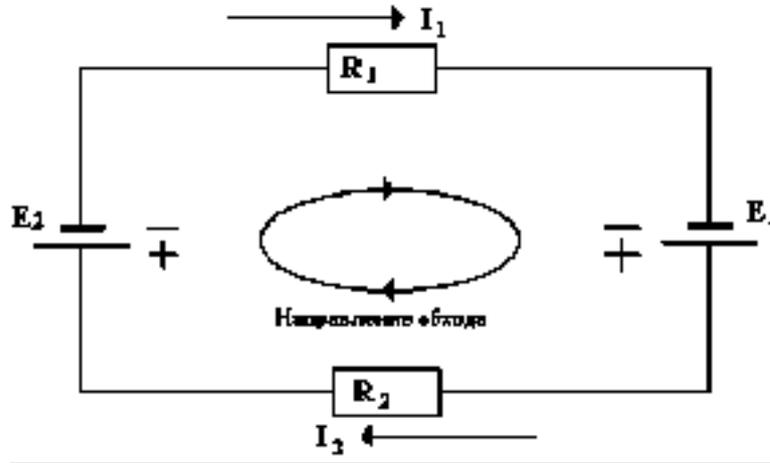


Рис.2

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.

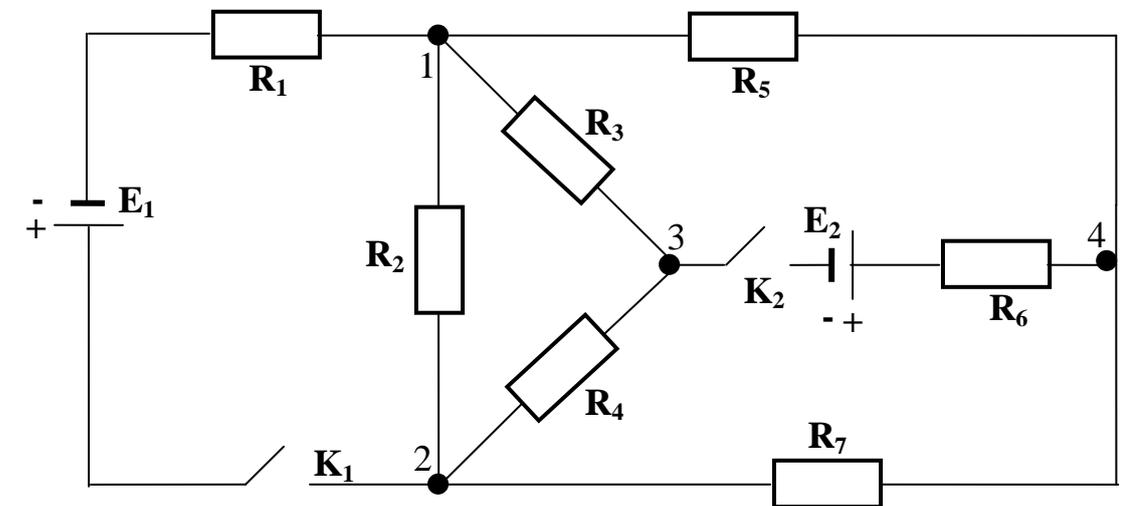


Рис.3

Многоконтурная электрическая цепь

1. Занести значения сопротивлений с панели в таблицу 1.
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.
9. Проверить справедливость формулы (2), рассчитав для выбранных контуров значения: $\sum_i^n E_i$, $\sum_k^l U_k$, $\sum_i^n E_i - \sum_k^l U_k$.
10. Сделать вывод.

Таблица 1

				Первый закон		Второй закон			
$R, \text{ Ом}$	$U, \text{ В}$	$I, \text{ А}$		№ узла	$\sum_{i=1}^n I_i \cdot A$	Контур	$\sum_i^n E_i$ B	$\sum_k^l U_k$ B	$\sum_i^n E_i - \sum_k^l U_k$ B
				1		1-2- E_1 -1			
				2		1-3-2-1			
				3		1-4-3-1			
				4		2-3-4-2			
				5					
				6					
				7					
				$E_1 =$	B	$E_2 = B$			

Контрольные вопросы

1. Когда целесообразно использовать законы Кирхгофа 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 2-й закон для контура в данной схеме по указанию преподавателя.

Работа выполнена	Работа зачтена

Лабораторная работа № 4

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 - на 1А.

Краткая теория

Заряд, приходящийся на единицу массы, 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 диода, который представляет собой приблизительно конденсатор с плоскопараллельными пластинами (электродами). Емкость C такого диода равна:

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 \cdot S}{d}, \quad (1)$$

где S – площадь электрода, d – расстояние между электродами, ϵ – относительная диэлектрическая проницаемость среды (для вакуума – 1). $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м – электрическая постоянная.

Заряд конденсатора равен: $q = C \cdot U = \frac{\epsilon_0 \cdot S \cdot U}{d}$, (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 :

$$I = \frac{q}{t} = \frac{\epsilon_0 \cdot S \cdot U}{d \cdot t}, \quad (3)$$

где t – время, в течение которого электроны пролетают межэлектродное расстояние.

Умножив числитель и знаменатель формулы (3) на d , получим:

$$I = \frac{\epsilon_0 \cdot S \cdot U \cdot d}{d^2 \cdot t},$$

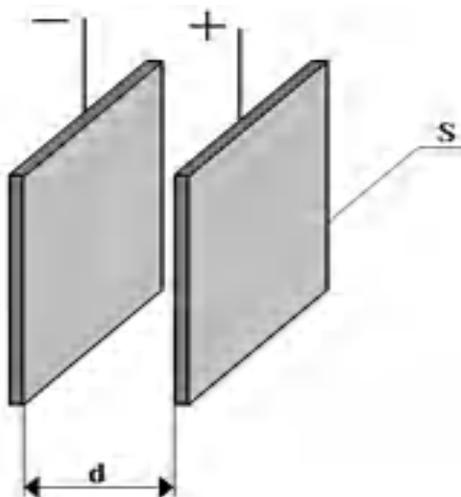


Рис.1 Электроды диода

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 v , то:

$$v_{cp} = d/t = \frac{1}{2}v$$

Скорость U 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_k :

$$A_{эл} = E_k$$

или
$$e \cdot U = \frac{m \cdot v^2}{2}, \quad (5)$$

откуда
$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U}{m}}. \quad (6)$$

Подставив это значение v в (4), получим:

$$I = \frac{\varepsilon_0 \cdot S \cdot U \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U}{m}}}{2 \cdot d^2}. \quad (7)$$

Возведём это равенство в квадрат:

$$I^2 = \frac{\varepsilon_0^2 S^2 2eU^3}{4d^4 m}, \quad \text{отсюда получим:} \quad \frac{e}{m} = \frac{2d^4}{\varepsilon_0^2 S^2} \cdot \frac{I^2}{U^3}. \quad (8)$$

Иногда энергию измеряют в эВ (электронвольт): 1 эВ – это энергия, которую приобретает электрон, ускоренный разностью потенциалов $1B$, т.е.: $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 1B = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$.

Выполнение работы

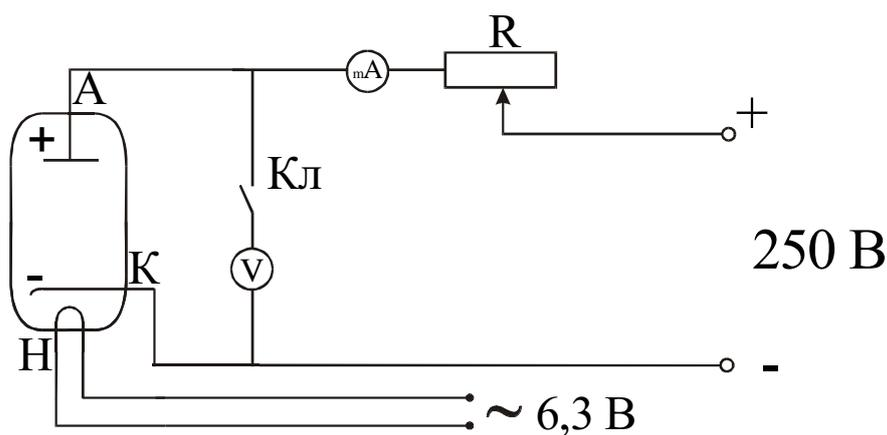


Рис.2

Схема экспериментальной установки

1. Собрать схему (рис.2)
2. Ввести реостат полностью против часовой стрелки (ручка реостата R находится на передней панели выпрямителя).

3. Разомкнуть ключ *Кл*. Включить установку в сеть. Когда стрелка миллиамперметра установится, замкнуть ключ *Кл*.
4. Установить реостатом величину подаваемого напряжения (разность потенциалов между катодом и анодом в пределах от 10 до 20 В), измерять каждый раз величину тока.
5. По формуле (8) вычислить величину e/m . Результаты занести в таблицу 1.
6. Вычислите удельный заряд электрона, зная его массу ($m=9,1 \cdot 10^{-31}$ кг) и заряд ($e=1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл), и сравните его с полученными экспериментальными данными, укажите причину погрешности.
7. Записать окончательный результат в виде: $\frac{e}{m} = \left(\frac{e}{m}\right)_{cp} \pm \Delta\left(\frac{e}{m}\right)_{cp}$

Рабочая площадь анода $S = 9 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$. Межэлектродное расстояние $d = 1,15 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

Таблица 1

№	$U, \text{ В}$	$I, \text{ А}$	$\frac{e}{m}, \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$	$\Delta\left(\frac{e}{m}\right), \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$	$\varepsilon, \%$
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.
5. Каким образом можно задавать траекторию движения электрона?
6. Вычислите удельный заряд электрона, зная его массу и заряд, сравните найденную величину с полученными экспериментальными данными, укажите причину погрешности.

<i>Работа выполнена</i>	<i>Работа зачтена</i>

Лабораторная работа № 5

Определение горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли

Цель работы: определение горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли.

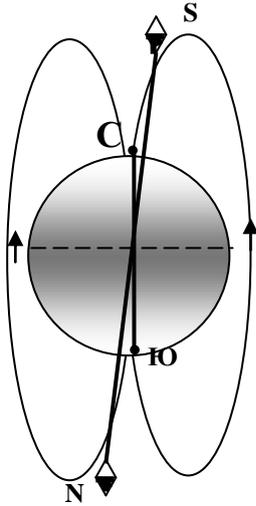


Рис.1

Магнитное поле 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 магнит, 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 совпала 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 наклона θ . Плоскость, в которой расположится стрелка, называется плоскостью магнитного меридиана. Вектор \vec{B} полной индукции магнитного поля Земли можно разложить на две составляющие: горизонтальную B_H и вертикальную B_V (рис. 2).

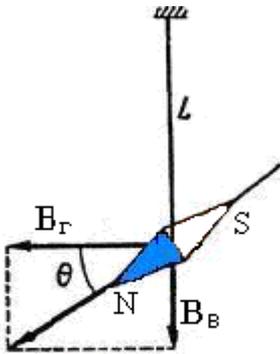


Рис.2

Горизонтально B_H и вертикально B_V 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_k (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:

$$B_{\Gamma} = \frac{B_{\kappa}}{\operatorname{tg}\alpha}$$

Для определения B_{Γ} служит тангенс-гальванометр. Он представляет собой катушку из нескольких витков. В центре катушки в горизонтальной плоскости расположен компас.

В отсутствие 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 повернется на некоторый угол, так как на стрелку будет действовать ещё одно магнитное поле — поле созданное током B_{κ} 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

На рис.3: B_{Γ} – вектор горизонтальной составляющей магнитного поля Земли, B_{κ} – индукция магнитного поля, созданного током, идущим по катушке; α - угол, на который повернулась стрелка компаса.

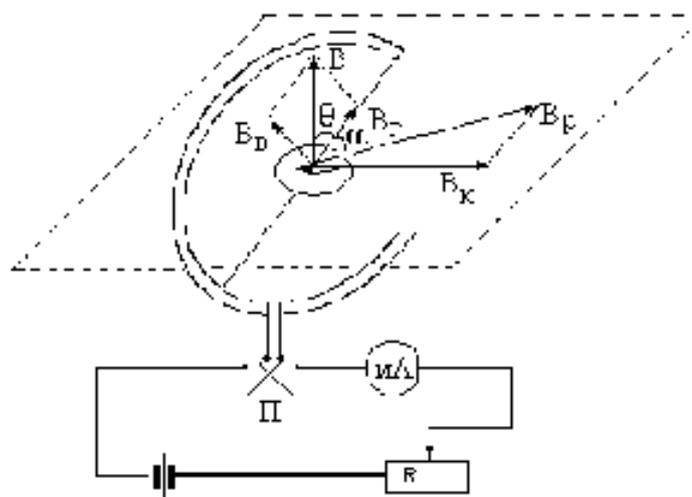


Рис.3

Схема урмановски

Из рисунка видно, что $\operatorname{tg}\alpha = \frac{B_{\kappa}}{B_{\Gamma}}$. Индукция магнитного поля для кругового витка (в данном случае для катушки) с током в его центре определяется по формуле: $B_{\kappa} = \mu\mu_0 \frac{IN}{2R}$, где μ - относительная магнитная проницаемость среды (для $\mu = 1$), $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\Gamma_{\text{H}}}{\text{м}}$ - магнитная постоянная, I – сила тока в катушке, N – число витков в катушке, R – радиус витков провода катушки.

С учётом двух последних формул получаем:

$$B_{\Gamma} = \mu\mu_0 \frac{I \cdot N}{2R \cdot \operatorname{tg}\alpha}. \quad (1)$$

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 $\alpha_{cp} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}$. Опыт повторить три раза при различных значениях тока.
5. По расчётной формуле (1) каждый раз определить B_{Γ} . Результаты измерений занести в таблицу 1.
6. Определить абсолютную и относительную погрешности измерений. Записать численный результат в виде: $B_{\Gamma} = B_{\Gamma \text{ cp}} \pm \Delta B_{\Gamma \text{ cp}}$ (Тл) *Таблица 1*

№	I, A	α_{cp}	$\operatorname{tg}\alpha$	R, m	N	$B_{\Gamma}, Tл$	$\frac{\Delta B_{\Gamma}}{Tл}$	$\varepsilon = \frac{\Delta B_{\Gamma \text{ cp}}}{B_{\Gamma \text{ cp}}} 100\%$
1								
2								
3								
С								
р								

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?
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?

<i>Работа выполнена</i>	<i>Работа зачтена</i>

Лабораторная работа № 6

Определение коэффициента самоиндукции соленоида

Цель работы: определить коэффициент самоиндукции соленоида с металлическим разомкнутым, замкнутым сердечником и без него.

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**):
$$E \propto \frac{d\Phi}{dt},$$

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:

$$E = -\frac{d\Phi}{dt}. \quad (1)$$

Частный случай электромагнитной индукции - явление **самоиндукции**. Заключается оно в следующем: если по проводнику идёт переменный ток, то маг-

нитное поле, создаваемое этим током, также непостоянно, 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:

$$\Phi = L \cdot I \quad (2)$$

Подставим значение (2) в формулу (1):

$$E = -\frac{d(L \cdot I)}{dt} = -L \frac{dI}{dt}, \quad (3)$$

где L – коэффициент самоиндукции или индуктивность проводника, измеряемая в генри (Гн).

Индуктивность (из уравнения (3)) – физическая величина, численно равная ЭДС самоин-

дукции при равномерном изменении силы тока в проводнике на 1 A за 1 с .

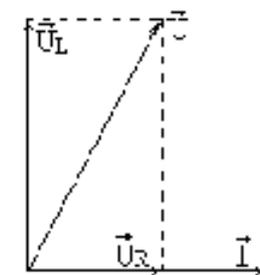


Рис. 1
Векторная диаграмма
тока и напряжений

Для экспериментального определения коэффициента самоиндукции L выведем закон Ома для цепи переменного тока, содержащей активное и индуктивное сопротивление. Для этого построим векторную диаграмму тока и напряжений (рис.1).

Диаграммы токов и напряжений принято строить для действующих (эффективных) или амплитудных значений токов и напряжений. На данной диаграмме отложим векторы, численно равные действующим значениям токов и напряжений.

$$I_{\text{эф}} = I_0 / \sqrt{2} \quad U_R = I_0 R / \sqrt{2}, \quad U_L = I_0 \omega L / \sqrt{2},$$

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.

Длину 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 с элементами R и L :

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (\omega \cdot L)^2}}. \quad (4)$$

Решим уравнение относительно L и получим:

$$L = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{U^2}{I^2} - R^2} . \quad (5)$$

Индуктивность L зависит от формы и размеров проводника, а также от магнитных свойств сердечника катушки.

Выполнение работы

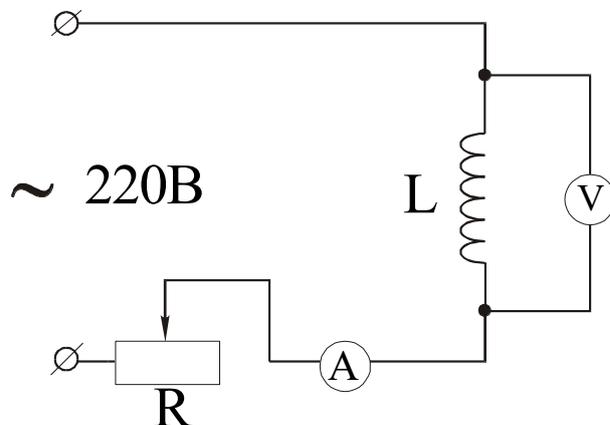


Рис.2

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 L для каждого значения I и U , где $\nu = 50 \text{ Гц}$, $\omega = 2\pi\nu$.
6. Результаты измерений занести в таблицу 1.
7. Определить погрешности измерений.
8. Записать окончательный результат для каждого случая в виде: $L = L_{cp} \pm \Delta L_{cp}$. (Гн)
9. Сравнить полученные значения L в 3-х случаях, сделать вывод.

Таблица 1

Вид опыта		$U, В$	$I, А$	$R, Ом$	$L, Гн$	$\Delta L, Гн$	$\varepsilon = \frac{\Delta L_{cp}}{L_{cp}} \%$
Без сердечника	1						
	2						
	3						
	C_p						
С сердечником	1						
	2						
	3						
	C_p						
С замкнутым сердечником	1						

Контрольные вопросы

1. Что называется явлением электромагнитной индукции?
2. Сформулируйте закон Фарадея, правило Ленца для электромагнитной индукции.
3. Какое явление называется явлением самоиндукции?
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.

Работа выполнена	Работа зачтена

Лабораторная работа № 8

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 $5 А$, 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 называется *первичной*, к другой обмотке подключается потребитель (U_2) — это *вторичная* обмотка (рис1). Обмотки электрически не связаны 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:

$$\Phi = \Phi_0 \sin \omega t, \quad (1)$$

где Φ_0 — максимальное значение магнитного потока, ω — циклическая частота тока, $\omega = 2\pi\nu$. Часто используется ток с $\nu = 50$ Гц, например, генерируемый на электростанциях в России.

Этот магнитный поток Φ пронизывает и вторичную обмотку, в которой возникает Э.Д.С. индукции и индукционный ток.

ЭДС индукции, возникающие в первичной и вторичной обмотках, согласно закону Фарадея, равны соответственно: $E_1 = -N_1 \frac{d\Phi}{dt}$, $E_2 = -N_2 \frac{d\Phi}{dt}$.

$$E_2 = -N_2 \frac{d\Phi}{dt}. \quad (3)$$

Исходя из закона Ома для участка цепи с ЭДС можно записать, что напряжение на каждой обмотке, с учетом формул (2) и (3), будет равно:

$$U_1 = I_1 \cdot R_1 - E_1 = I_1 \cdot R_1 + N_1 \frac{d\Phi}{dt}, \quad (4) \quad U_2 = I_2 \cdot R_2 - E_2 = I_2 \cdot R_2 + N_2 \frac{d\Phi}{dt}, \quad (5)$$

где I_1 и I_2 — ток в первичной и вторичной обмотках, R_1 и R_2 — сопротивления первичной и вторичной обмоток.

У технических трансформаторов обычно $I_1 \cdot R_1 \leq E_1$. 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)

K — 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 первич-

ной 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:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \approx \frac{I_2 U_2}{I_1 U_1} \cdot 100\% . \quad (7)$$

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 вращающихся частей, часто его *КПД* может приближаться к 100%. При $\eta = 100\%$ можно считать, что $P_1 = P_2$ и тогда:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{U_2}{U_1} = K . \quad (8)$$

Выполнение работы

1. Собрать электрическую цепь по схеме (рис1), 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 . Повторить измерения I_2 до 4,5 А через 0,5 А. Данные занести в таблицу 1. Вычислить мощности $P_1 = I_1 \cdot U_1$ и $P_2 = I_2 \cdot U_2$.
4. Рассчитать *КПД* по формуле (7).
5. Построить график $\eta = f(I_2)$.

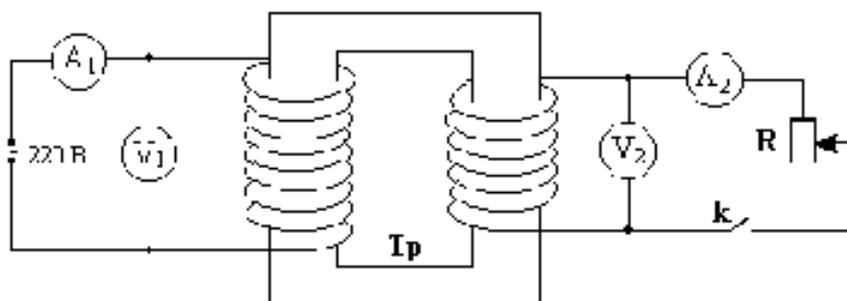


Рис.1

Схема подключения трансформатора

Таблица 1

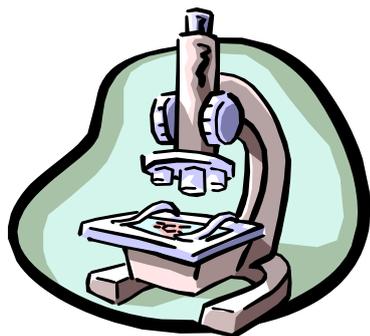
№	U_1, B	I_1, A	U_2, B	I_2, A	K	P_1, Bm	P_2, Bm	$\eta, \%$
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Контрольные вопросы

1. Какой прибор называется трансформатором и для каких целей он используется?
2. Устройство и принцип действия трансформатора.
3. Что такое явление электромагнитной индукции?
4. Что называется коэффициентом трансформации?
5. Назначение трансформатора повышающего, понижающего.
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



Оптика – раздел физики, в котором изучаются оптическое излучение (свет), процессы его распространения и явления, наблюдаемые при взаимодействии света и вещества...

Лабораторная работа № 9

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 инженерам, биофизикам, биохимикам, агрономам, биологам и др.

Работникам сельскохозяйственного производства, в том числе инженерам, следует знать фотометрические нормы для успешного развития растениеводства, плодоводства, животноводства и т.д. Фотометрия занимает важнейшее место в оптических устройствах автомобилей, сельскохозяйственной техники, в исследованиях обмена веществ и энергии в организмах, в изучении фотосинтеза растений.

При изучении биологических процессов возникает необходимость рассмотрения различных физических факторов. 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 $S = 1/600000 \text{ м}^2$ полного излучателя в перпендикулярном направлении при температуре излучателя, равной температуре затвердевания платины при нормальном атмосферном давлении.

С 1979 года определение канделы дается также следующим образом: *кандела* – это сила света «I» в данном направлении от источника, испускающего монохроматическое излучение с частотой $\nu = 540 \cdot 10^{12} \text{ Гц}$ ($\lambda \approx 555 \text{ нм}$), энергетическая сила света которого в этом направлении $I_e = 1,683 \text{ Вт/ср}$. (1 ср – стерадиан – телесный угол).

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 (1 лм). 1 лм – это световой поток, испускаемый точечным источником света в телесный угол 1 ср при силе света 1 кд. $[\Phi] = 1 \text{ кд} \cdot 1 \text{ ср} = 1 \text{ лм}$. Световой поток определяет ощущение света, которое вызывает поток (мощность) излучения источника света.

Силу света источника можно найти по формуле $I = \frac{d\Phi}{d\Omega}$, а для точечного источника полный телесный угол равен 4π ($\Omega = 4\pi$), тогда $I = \frac{\Phi}{4\pi}$.

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. $1 \text{ лк} = 1 \text{ лм} / 1 \text{ м}^2$.

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.

$$[B_\varphi] = 1 \text{ кд/1 м}^2.$$

Эту единицу яркости иногда называют 1 нит ($1 \text{ нит} = 1 \text{ кд/1 м}^2$).

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:
 $dS_0 = d\Omega \cdot R^2$

Тогда формула для ее освещенности будет иметь вид:

$$E = \frac{d\Phi}{dS_0} = \frac{I \cdot d\Omega}{d\Omega \cdot R^2} = \frac{I}{R^2}. \quad (1)$$

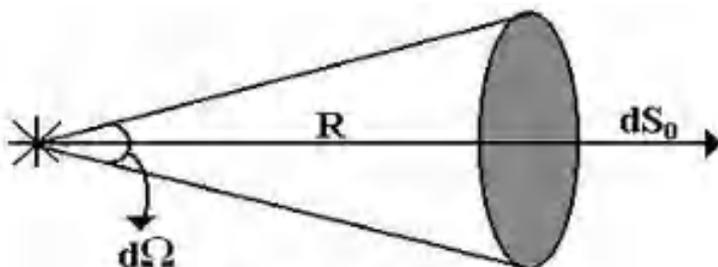


Рис.1

Освещенность поверхности dS_0 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_0) (рис.2), то площадь dS больше площади dS_0 , 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).

$$E' = \frac{d\Phi}{dS} = \frac{d\Phi}{dS_0} \cdot \cos \alpha \quad \text{или} \quad E' = E \cdot \cos \alpha. \quad (2)$$

Подставив (2) в формулу (1), получаем: $E = \frac{I}{R^2} \cdot \cos \alpha. \quad (3)$

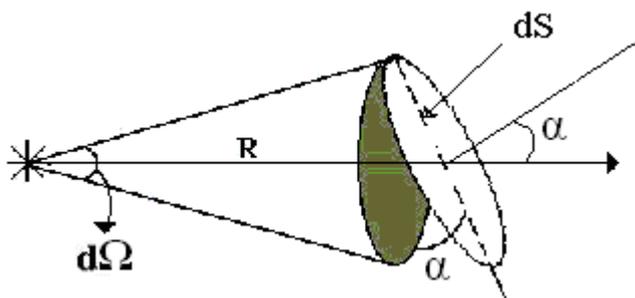


Рис.2

*Освещенность поверхности dS
 точечным источником света силой света I*

Закон освещенности: освещенность поверхности тела прямо пропорциональна силе света, косинусу угла падения лучей 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 , т.е.: $d \ll R$.

Если источником является светящаяся бесконечная плоскость, то освещенность не зависит от расстояния. Это используется при освещении просторных помещений, аудиторий, теплиц, оранжерей.

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 Φ , получаемому с единицы потребляемой мощности P .

$$\gamma = \frac{\Phi}{P}, \quad \left(\frac{\text{лм}}{\text{Вт}} \right). \quad (4)$$

Удельным расходом мощности β называют физическую величину, численно равную мощности электрической энергии P , необходимой для получения средней силы света в одну канделу.

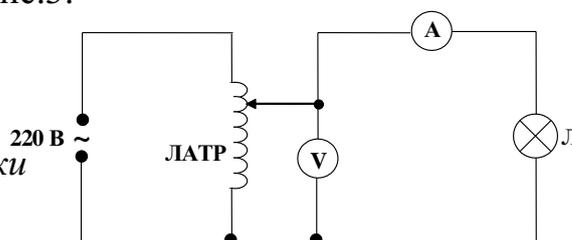
$$\beta = \frac{P}{I}, \quad \left(\frac{\text{Вт}}{\text{кд}} \right). \quad (5)$$

Световая отдача и удельный расход мощности являются показателями экономичности источников света.

Выполнение работы

1. Собрать электрическую цепь по схеме рис.3:

Рис.3
Схема экспериментальной установки



- Установить ЛАТРОм максимальное напряжение 220 В (на вольтметре). Записать в таблицу показания вольтметра, амперметра, люксметра (расстояние $R = 40 \text{ см}$ от фотоэлемента до испытуемой лампы оставляют постоянным).
- Уменьшают напряжение на 20 В и вновь измеряют напряжение U , силу тока i , освещенность E .
- Произвести измерения для пяти различных напряжений.
- Для каждого измерения найти потребляемую лампой мощность по формуле $P = i \cdot U$.
- По значениям R и E определить силу света испытуемой лампы по формуле $I = E \cdot R^2$.
- Считая испытуемую лампу равномерным точечным источником света, вычислить ее световой поток по формуле $\Phi = 4\pi I$
- По формулам (4) и (5) для каждого значения мощности находят световую отдачу γ и удельный расход мощности β . Данные занести в таблицу 1.

Таблица 1

№	i, A	U, B	$P, Вт$	$R, м$	$E, лк$	$I, кд$	$\Phi, лм$	$\gamma, лм/Вт$	$\beta, Вт/кд$
1		220							
2		200							
3		180							
4		160							
5		140							

1. Построить графики зависимости светового потока, световой отдачи и удельного расхода мощности от потребляемой мощности: $\Phi = f(P)$, $\gamma = f(P)$, $\beta = f(P)$.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение основных фотометрических характеристик и их единиц измерения.
2. Сформулируйте и запишите закон освещенности.
3. Дайте определение удельного расхода мощности, световой отдачи лампы накаливания.
4. Какие значения должны иметь удельный расход мощности и световая отдача (большие или меньшие) наиболее экономичные источники света?
5. Приведите примеры световой чувствительности глаза человека, у разных видов животных и растений.
6. Почему необходимо знание законов фотометрии инженерным и другим работникам сельского хозяйства?

Работа выполнена	Работа зачтена

Лабораторная работа № 10

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:

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** этих веществ ($n_{1,2}$).

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n_{1,2}. \quad (1)$$

Относительный показатель преломления определяется также отношением скорости света в первой среде v_1 к скорости света во второй среде v_2 :

$$n_{1,2} = \frac{v_1}{v_2}. \quad (2)$$

Если в качестве первой среды рассматривается вакуум, то показатель преломления *относительно вакуума* n называется *абсолютным*:

$$n = \frac{c}{v}, \text{ где } c \text{ – скорость света в вакууме.} \quad (3)$$

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)

Так как большинство оптически прозрачных сред немагнитные ($\mu \approx 1$), то для таких сред $n \approx \sqrt{\varepsilon}$.

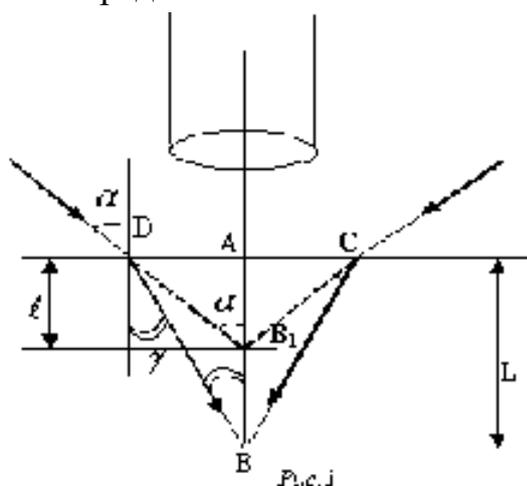


Рис.1
Код в лучей в стеклянной пластинке толщиной L .
Ц – слой в экспериментальной установке

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 прозрачного предмета l (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:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{AD}{AB}, \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{AD}{AB_1}.$$

Тогда

$$n \approx \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \gamma} = \frac{AD \cdot AB}{AB_1 \cdot AD} = \frac{AB}{AB_1}$$

или

$$n \approx \frac{L}{l}, \quad (6)$$

где L – толщина пластинки, l – перемещение 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 перемещение l тубуса микроскопа. Измерение повторить не менее пяти 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 $n = n_{cp} \pm \Delta n_{cp}$.

Таблица 1

№	$L, м$	$l, м$	n	Δn	$\varepsilon = \frac{\Delta n_{cp}}{n_{cp}} \cdot 100\%$
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.
5. Начертить ход лучей в простейшем микроскопе (система двух линз).
6. Что понимается под разрешающей способностью микроскопа, от чего и как она зависит?

<i>Работа выполнена</i>	<i>Работа зачтена</i>

Лабораторная работа № 11

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 светопрозрачного материала, ограниченные двумя сферическими соосными поверхностями (одна поверхность может быть плоской), показатель преломления которого n отличается от показателя преломления среды.

Линзы делятся на *собирающие* и *рассеивающие* в зависимости от того, куда они отклоняют лучи: к главной оптической оси или от нее.

Линза характеризуется радиусами R_1 и R_2 кривизны сферических поверхностей, показателем преломления материала, из которого она выполнена, фокусным расстоянием F .

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:

$$\begin{aligned} \frac{1}{F_1} &= \left(\frac{n}{n_1} - 1 \right) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right), \\ \frac{1}{F_2} &= \left(\frac{n}{n_2} - 1 \right) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right), \end{aligned} \quad (1)$$

где n_1 или n_2 – показатель преломления среды, окружающей линзу;

n – абсолютный показатель преломления материала линзы;

R_1, R_2 - радиусы кривизны поверхностей, ограничивающих линзу;

F_1 и F_2 - фокусные расстояния линзы соответственно в среде с n_1 или n_2 .

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):

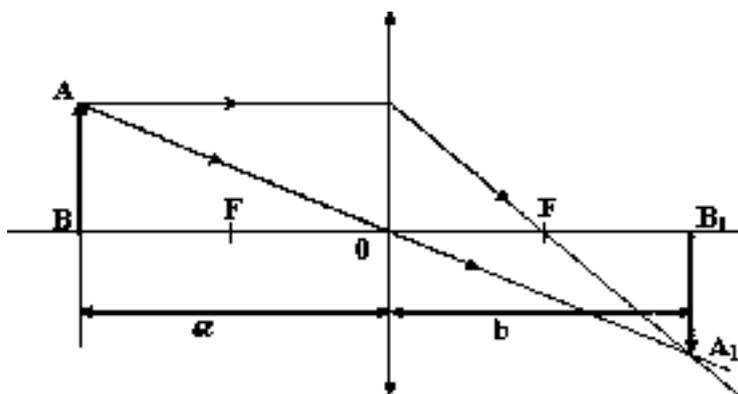


Рис.1

Изображение A_1B_1 предмета AB в собирающей линзе

Исходя из рис.1 можно найти фокусное расстояние линзы F :

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \Rightarrow F = \frac{a \cdot b}{a + b} . \quad (2)$$

Для нахождения показателя преломления окружающей среды n_2 необходимо решить совместно уравнения (1). Решая эти уравнения, получаем:

$$n_2 = \frac{F_2 \cdot n \cdot n_1}{F_1(n - n_1) + F_2 \cdot n_1} , \quad (3)$$

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 исследуемую жидкость.

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): $F_1 = \frac{a_1 \cdot b_1}{a_1 + b_1}$.

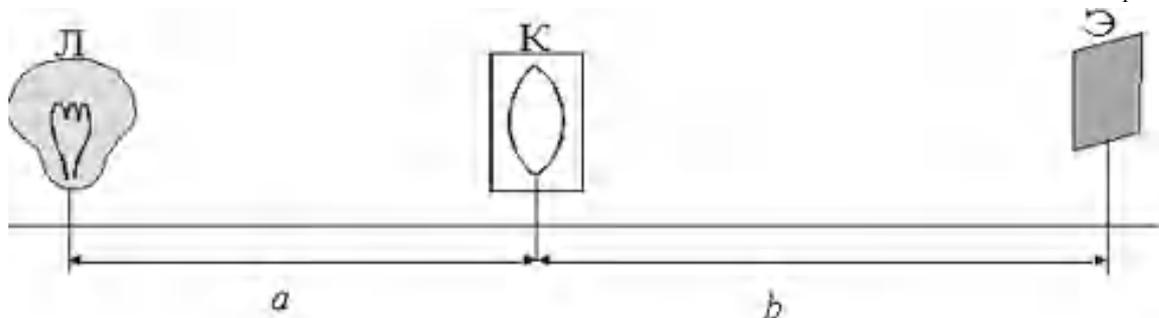


Рис.2

Схема экспериментальной установки

2. Измерения провести три раза, изменяя положение линзы и экрана.

Полученные данные занести в таблицу 1.

- Заполнить кювету жидкостью, измерить a_2 и b_2 , рассчитать F_2 по формуле (2): $F_2 = \frac{a_2 \cdot b_2}{a_2 + b_2}$. Выполнить измерения три раза, изменяя положение линзы и экрана.
- По формуле (3) рассчитать n_2 и найти его среднее значение $n_{2\text{ ср}}$.
- Вычислить погрешности измерений.

Таблица 1

№	$a_1, \text{ м}$	$b_1, \text{ м}$	$F_1, \text{ м}$	$a_2, \text{ м}$	$b_2, \text{ м}$	$F_2, \text{ м}$	n_2	Δn_2	$\varepsilon = \frac{\Delta n_{2\text{ ср}}}{n_{2\text{ ср}}} 100\%$
1									
2									
3									
<i>C</i> <i>p</i>									

- Окончательный результат записать в виде $n_2 = n_{2\text{ ср}} \pm \Delta n_{2\text{ ср}}$.

Контрольные вопросы

- Что называется абсолютным и относительным показателями преломления?
- Что называется линзой?
- Линзы собирающие и рассеивающие. Ход лучей и построение изображений в линзах.
- Что называется фокусом линзы, фокусным расстоянием и оптической силой линзы?
- Как фокусное расстояние линзы зависит от среды, окружающей линзу?
- Записать формулы для фокусного расстояния линзы и показателя преломления окружающей среды. Может ли двояковыпуклая (двояковогнутая) линза быть рассеивающей (собирающей)?
- Особенности строения глаза как оптической системы. Возможные дефекты зрения и методы их исправления.

Работа выполнена	Работа зачтена

Лабораторная работа № 12

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 распространения вблизи непрозрачных препятствий (огибание светом препятствий). Размеры препятствия при этом должны быть сравнимы с длиной волны. Дифракция света обусловлена взаимодействием световых волн с краями препятствий. Лучи света после прохождения препятствия 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 прохождении 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 .

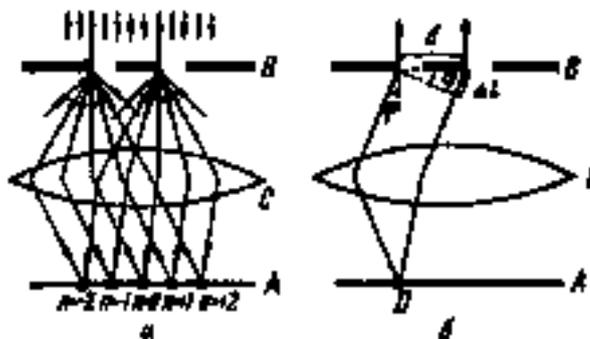


Рис.1 Дифракция на дифракционной решетке лучей, составляющих угол φ с нормалью к решетке

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 Δ равна: $\Delta = AC = (a+b)\sin\varphi = d \cdot \sin\varphi$ (1), где $d = a+b$ – период решетки.

На экран лучи будут падать от разных точек щели, то есть они будут иметь разность хода Δ 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

$$\Delta = d \cdot \sin\varphi = 2n \frac{\lambda}{2}, \quad \text{где } n = 0, 1, 2, \dots \quad (2)$$

Максимумы, удовлетворяющие данному условию, называются главными. Интенсивность максимумов постепенно убывает при увеличении порядка максимума n . Чем больше постоянная решетки d , тем больше число спектров

можно получить и тем менее яркими и более узкими становятся отдельные спектральные линии. При разности хода, равной нечетному числу полувольт:

$$\Delta = d \cdot \sin \varphi = (2n + 1) \cdot \frac{\lambda}{2} \quad - \text{лучи на экране дадут минимум.}$$

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).

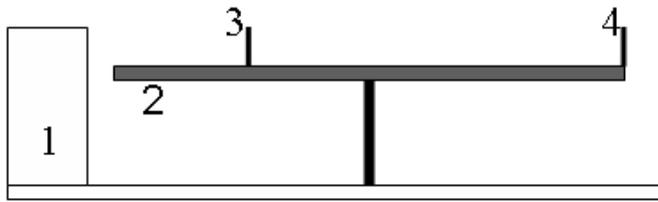


Рис.2

Схема установки:

1 – источник света, 2 – линейка,
3 – шкала с отверстием, 4 – дифракционная решетка.

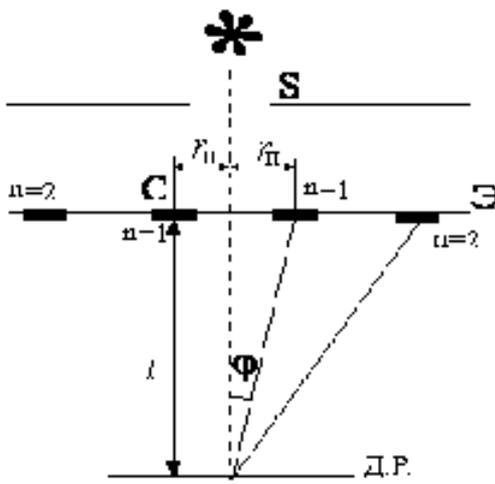


Рис.3

Схема экспериментальной установки

d округлить до целого числа). Значение r_{cp} определяется как среднее арифметическое от r_L и r_P :

$$r_{cp} = \frac{r_L + r_P}{2}.$$

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.

3. Измерить расстояния r_L , r_P от щели до середины красной линии в спектрах первого и второго 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 $\sin \varphi \approx \operatorname{tg} \varphi$; из рис.3 $\operatorname{tg} \varphi = \frac{r_{cp}}{l}$, тогда

получаем:

$$d = \frac{n\lambda}{\sin \varphi} \approx \frac{n\lambda}{\operatorname{tg} \varphi} = \frac{n\lambda}{r_{cp}}$$

$$\Rightarrow d = \frac{n\lambda}{r_{cp}}.$$

Цвет свето- филт- ра	λ , мкм	Поря- док спек- тра n	$r_{л}, м$	$r_{п}, м$	$r_{ср}, м$	$l, м$	d , мкм	Δd , мкм	$\varepsilon = \frac{\Delta d_{ср}}{d_{ср}} \cdot 100\%$
Крас- ный	0,7	1							
		2							
Среднее									

Таблица 1

5. Используя найденное значение постоянной решетки d , определить длины волн для зеленого, желтого и фиолетового цветов, повторяя п. 2, 3, по формуле:

$$\lambda = \frac{d \cdot \sin \varphi}{n} \approx \frac{d \cdot \operatorname{tg} \varphi}{n} = \frac{d \cdot r_{ср}}{n \cdot l} \Rightarrow \lambda = \frac{d \cdot r_{ср}}{n \cdot l} \quad \text{при } n = 1 \text{ и } 2.$$

Полученные данные занести в таблицу 2.

Таблица

2

Цвет свето- филт- ра	Поря- док спектра n	$r_{л}, м$	$r_{п}, м$	$r_{ср}, м$	$l, м$	$d_{ср}, мкм$	λ , мкм	$\Delta \lambda$, мкм	$\frac{\Delta \lambda_{ср}}{\lambda_{ср}} \cdot 100\%$	
Жёл- тый	1									
	2									
Сред- нее										
Зелёный	1									
	2									
Среднее										
Фиоле- товый	1									
	2									
Сред- нее										

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 уравнения максимумов и минимумов при дифракции на дифракционной решетке.
7. Каков порядок следования цветов в дифракционных спектрах?

<i>Работа выполнена</i>	<i>Работа зачтена</i>

Лабораторная работа № 13

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

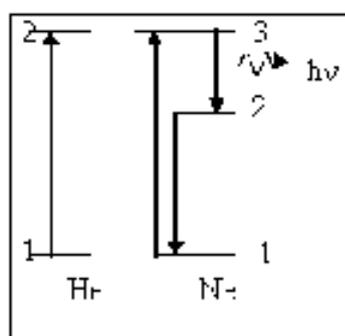
В 1950-х годах были созданы устройства, при прохождении через которые электромагнитные волны усиливаются за счет вынужденного излучения. Такие приборы, работающие в видимом диапазоне длин волн, получили название *лазер*, либо их так же называют оптическими квантовыми генераторами.

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

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 $\lambda = 632,8 \text{ нм} \approx 0,63 \text{ мкм}$.

Лазерное излучение отличается рядом замечательных особенностей:

- 1) строгая монохроматичность;
- 2) высокая временная и пространственная когерентность;
- 3) большая интенсивность; узость пучка.

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:

$$\lambda = \frac{d \cdot \sin \varphi}{n}, \quad \text{где } d \text{ — период решётки, } n = 1, 2, 3 \dots$$

Выполнение работы

1. Записать в таблицу 1 период дифракционной решетки $d = 0,01 \text{ мм} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ м}$.
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 от центрального максимума до максимума первого порядка l . Результаты занести в таблицу 1.
5. Рассчитать значение $\sin \varphi = \frac{l}{S}$, где $S = \sqrt{l^2 + L^2}$.
6. Определить длину волны для максимума первого порядка ($n = 1$)

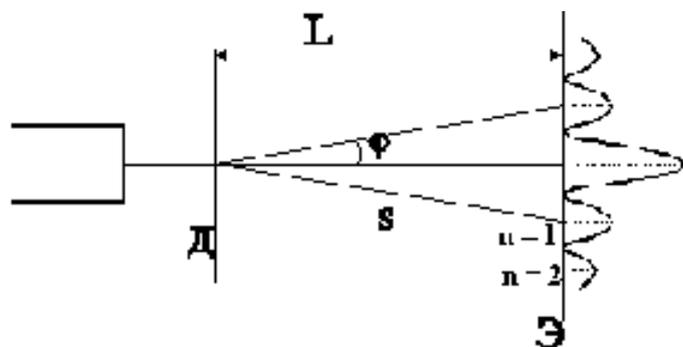


Рис.2

Схема экспериментальной установки

7. Повторить аналогичные измерения для максимумов второго и третьего порядка ($n=2,3$). Рассчитать длину волны λ (теоретически - $\lambda \approx 0,63$ мкм).
8. Вычислить среднюю длину лазерного излучения. Рассчитать погрешности измерений.
9. Окончательный результат записать в виде: $\lambda = \lambda_{cp} \pm \Delta \lambda_{cp}$ (м)

Таблица 1

	$d, м$	$l, м$	$L, м$	$\sin \varphi$	$\lambda, м$	$\Delta \lambda, м$	$\frac{\Delta \lambda_{cp}}{\lambda_{cp}} \cdot 100\%$
$n = 1$							
$n = 2$							
$n = 3$							
<i>Ср.</i>							

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.

<i>Работа выполнена</i>	<i>Работа зачтена</i>

Лабораторная работа № 14

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 испытываемая 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* излучения, согласно которой излучение и поглощение света происходит отдельными порциями — квантами света (фотонами). Энергия одного кванта света:

$$\varepsilon = h\nu,$$

где $h \approx 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с — постоянная Планка. ν — частота электромагнитной волны света.

Законы внешнего фотоэффекта получены 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).

$$I_{нас} = \mu \cdot \Phi, \quad \text{где } \mu \text{ — фоточувствительность фотоэлемента.}$$

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_0 (максимальной длине волны λ_0) 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 $\frac{mv^2_{\max}}{2}$, т.е.: $h \cdot \nu = A + \frac{mv^2_{\max}}{2}$ (1) -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

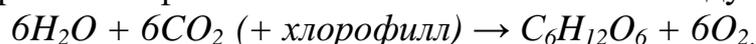
станет равной нулю и фотоэффект прекратиться. Тогда из уравнения (1)

получаем: $h \cdot \nu_0 = A$, откуда $\nu_0 = \frac{A}{h}$ или с учетом того, что $\lambda_0 = \frac{c}{\nu_0}$ 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:



В науке и технике широкое применение получили *фотоэлементы* — приборы, использующие явление фотоэффекта. Вакуумный фотоэлемент представляет собой откачанный стеклянный или кварцевый баллон, внутри него на слой магния или серебра нанесен слой светочувствительного металла. Этот слой излучает электроны при освещении его светом (К - катод). Его соединяют с минусом источника. В середине фотоэлемента расположен металлический анод (А) в виде кольца (рис.1). Электрическое поле направляет вылетающие электроны к аноду. Сила тока при этом регистрируется гальванометром «Г» (рис.1).

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:
2. Осветить фотоэлемент лампочкой с известной силой (эталона) света I_0 и записать показания гальванометра (n_0). Вычислить силу тока i : $i = n \cdot c$, где n — число делений гальванометра, c - цена деления гальванометра.

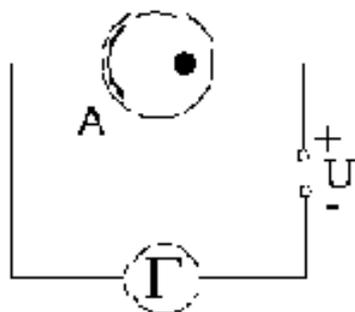


Рис.1
Схема электрической цепи установки с гальванометром Г, источника постоянного тока напряжением U

3. Повторить опыт для пяти различных расстояний r между фотоэлементом и лампочкой? Занести данные в таблицу 1.
4. Найти освещенность E по формуле $E = \frac{I_{\text{э}}}{r^2}$.
5. Найти чувствительность фотоэлемента (площадь катода $S = 3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$)

$$\mu = \frac{i}{E \cdot S}$$
6. Построить график зависимости $E = f(r)$.

Упражнение 2. Определение силы света источника

1. Сменить эталонную лампу на исследуемую с силой света $I_{\text{иссл}}$ и осветить фотоэлемент.
2. Располагая исследуемую лампу на тех же расстояниях, что и эталонную (см. таблицу 1), записать показания отклонения светового «зайчика» гальванометра $n_{\text{иссл}}$ в таблицу 2.
3. Рассчитать силу света $I_{\text{иссл}}$, используя соотношение: $\frac{I_{\text{э}}}{I_{\text{иссл}}} = \frac{n_{\text{э}}}{n_{\text{иссл}}}$. Из этого соотношения получаем: $I_{\text{иссл}} = I_{\text{э}} \frac{n_{\text{иссл}}}{n_{\text{э}}}$, где $I_{\text{э}}$ и $n_{\text{э}}$ берутся из таблицы 1 и заносятся в таблицу 2..
4. Рассчитать среднюю силу света $I_{\text{иссл.ср}}$.

Таблица 1

№	$I_{\text{э}}, \text{кд}$	$r, \text{м}$	$n_{\text{э}}$	$i, \text{мкА}$	$E, \text{лк}$	$\mu, \frac{\text{мкА}}{\text{лм}}$	$\Delta\mu, \frac{\text{мкА}}{\text{лм}}$	$\frac{\Delta\mu_{\text{ср}}}{\mu_{\text{ср}}}, \%$
1	70							
2								
3								
4								
5								
Ср.	----- -	-----	-----	-----	-----			

Таблица 2

№	$I_{\text{э}}, \text{кд}$	$n_{\text{э}}$	$n_{\text{иссл}}$	$I_{\text{иссл}}, \text{кд}$	$\Delta I_{\text{иссл}}, \text{кд}$	$\frac{\Delta I_{\text{иссл}}}{I_{\text{иссл}}}, \%$
1	70					
2						
3						
4						
5						
Ср.		-----	-----			

5. Окончательные результаты записать в виде:

$$\mu = \mu_{cp} \pm \Delta\mu_{cp}; \quad I_{иссл} = I_{cp.иссл} \pm \Delta I_{cp.иссл}$$

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?

<i>Работа выполнена</i>	<i>Работа зачтена</i>

- 26) Точка движется по прямой согласно уравнению $x=At+Bt^2+Ct^3$, где $A = 5$ м/с, $B = 9$ м/с², $C = -3$ м/с³. Найти скорость в момент, когда ускорение равно нулю.
- 27) Точка движется по прямой согласно уравнению $x=At+Bt^2+Ct^3$, где $A = 6$ м/с, $B = 6$ м/с², $C = -2$ м/с³. Найти скорость в момент, когда ускорение равно нулю.
- 28) Точка движется по прямой согласно уравнению $x=At+Bt^2+Ct^3$, где $A = 3$ м/с, $B = 6$ м/с², $C = -6$ м/с³. Найти скорость в момент, когда ускорение равно нулю.
- 29) Точка движется по прямой согласно уравнению $x=At^2-Bt^3$, где $A = 3$ м/с, $B = 1$ м/с². Найти координату в момент, когда ускорение равно нулю.
- 30) Точка движется по прямой согласно уравнению $x=At^2-Bt^3$, где $A = 3$ м/с, $B = 2$ м/с². Найти координату в момент, когда ускорение равно нулю.
- 31) Точка движется по прямой согласно уравнению $x=At^2-Bt^3$, где $A = 6$ м/с, $B = 1$ м/с². Найти координату в момент, когда ускорение равно нулю.
- 32) Точка движется по прямой согласно уравнению $x=At^2-Bt^3$, где $A = 6$ м/с, $B = 2$ м/с². Найти координату в момент, когда ускорение равно нулю.
- 33) 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 $A_1=20$ м, $A_2=2$ м, $B_1=B_2=2$ м/с, $C_1=-4$ м/с², $C_2=0,5$ м/с². В какой момент времени t скорости этих точек будут одинаковыми?
- 34) 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 $A_1=4$ м, $A_2=-2$ м, $B_1=1$ м/с, $B_2=5$ м/с, $C_1=3$ м/с², $C_2=1$ м/с². В какой момент времени t скорости этих точек будут одинаковыми?
- 35) 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 $A_1=3$ м, $A_2=12$ м, $B_1=-1$ м/с, $B_2=5$ м/с, $C_1=2$ м/с², $C_2=0,5$ м/с². В какой момент времени t скорости этих точек будут одинаковыми?
- 36) 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 $A_1=3$ м, $A_2=-2$ м, $B_1=2$ м/с, $B_2=3$ м/с, $C_1=2$ м/с², $C_2=1,5$ м/с². В какой момент времени t скорости этих точек будут одинаковыми?
- 37) Две материальные точки движутся согласно уравнениям: $x_1=A_1t+B_1t^2+C_1t^3$, $x_2=A_2t+B_2t^2+C_2t^3$ где $A_1=4$ м/с, $B_1=8$ м/с², $C_1=-3$ м/с³, $A_2=2$ м/с, $B_2=-4$ м/с², $C_2=1$ м/с³. В какой момент времени t ускорения этих точек будут одинаковы?
- 38) Две материальные точки движутся согласно уравнениям: $x_1=A_1t+B_1t^2+C_1t^3$, $x_2=A_2t+B_2t^2+C_2t^3$ где $A_1=1$ м/с, $B_1=-2$ м/с², $C_1=3$ м/с³, $A_2=-1$ м/с, $B_2=4$ м/с², $C_2=1$ м/с³. В какой момент времени t ускорения этих точек будут одинаковы?
- 39) Две материальные точки движутся согласно уравнениям: $x_1=A_1t+B_1t^2+C_1t^3$, $x_2=A_2t+B_2t^2+C_2t^3$ где $A_1=2$ м/с, $B_1=4$ м/с², $C_1=4$ м/с³, $A_2=5$ м/с, $B_2=-2$ м/с², $C_2=5$ м/с³. В какой момент времени t ускорения этих точек будут одинаковы?
- 40) Две материальные точки движутся согласно уравнениям: $x_1=A_1t+B_1t^2+C_1t^3$, $x_2=A_2t+B_2t^2+C_2t^3$ где $A_1=-1$ м/с, $B_1=3$ м/с², $C_1=2,5$ м/с³, $A_2=1$ м/с, $B_2=9$ м/с², $C_2=2$ м/с³. В какой момент времени t ускорения этих точек будут одинаковы?

Нормальное и тангенциальное ускорения

- 41) С какой скоростью тело брошено под углом к горизонту, если в начальный момент движения тангенциальное ускорение $a_\tau = 6$ м/с², а радиус кривизны траектории $R = 32$ м? (16 м/с)
- 42) Пуля пущена с начальной скоростью $v_0 = 200$ м/с под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Определить радиус R кривизны траектории пули в ее наивысшей точке. Сопротивлением воздуха пренебречь. (1 км)
- 43) Камень брошен с вышки в горизонтальном направлении с начальной скоростью $v_0=30$ м/с. Определить тангенциальное a_τ ускорение камня в конце четвертой секунды после начала движения. (8 м/с²)
- 44) Точка движется по окружности радиусом $R = 3$ м, так что путь определяется согласно уравнению $\xi = At^3$, где $A = 0,25$ м/с³. В какой момент времени t нормальное ускорение a_n точки будет равно тангенциальному a_τ . (2 с)

- 45) Тело брошено под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту со скоростью $v = 20$ м/с. Найти радиус кривизны траектории в начальный момент движения. (80 м)
- 46) Точка движется по кривой. В некоторый момент времени скорость точки $v = 7$ м/с, векторы полного и нормального ускорений образуют угол $\varphi = 60^\circ$ и радиус кривизны $R = 10$ м. Найти тангенциальное ускорение a_τ точки. (8,5 м/с²)
- 47) Камень брошен с вышки в горизонтальном направлении с начальной скоростью $v_0 = 30$ м/с. Определить нормальное a_n ускорение камня в конце четвертой секунды после начала движения. (6 м/с²)
- 48) Путь точки задан уравнением $\xi = A + Bt + Ct^2$, где $A = 10$ м, $B = -2$ м/с, $C = 1$ м/с². Найти полное a ускорение точки в момент времени $t = 2$ с, если радиус кривизны траектории в этот момент $R = 4$ м. (2,24 м/с²)

Вращательное движение

- 49) Колесо автомашины вращается равноускоренно. Сделав $N = 50$ полных оборотов, оно изменило частоту вращения от $n_1 = 4$ с⁻¹ до $n_2 = 6$ с⁻¹. Определить угловое ускорение ε колеса. (1,26 рад/с²)
- 50) Линейная скорость v_1 точек на окружности вращающегося диска равна 3 м/с. Точки, расположенные на $\Delta R = 10$ см ближе к оси, имеют линейную скорость $v_2 = 2$ м/с. Определить угловую скорость вращения диска. (10 рад/с)
- 51) Диск вращается с угловым ускорением $\varepsilon = -2$ рад/с². Сколько оборотов N сделает диск при изменении частоты вращения от $n_1 = 240$ мин⁻¹ до $n_2 = 90$ мин⁻¹? (21,6)
- 52) Определить линейную скорость v точек, лежащих на земной поверхности на широте Москвы $\varphi = 56^\circ$, радиус Земли $R = 6400$ км. (259 м/с)
- 53) Диск вращается согласно уравнению $\varphi = A + Bt + Ct^3$, где $A = 1$ рад, $B = -2$ рад/с, $C = 0,5$ рад/с³. Найти угловое ускорение в момент времени $t = 2$ с. (6 рад/с)
- 54) Определить центростремительное ускорение a_n точек, лежащих на земной поверхности на широте Москвы $\varphi = 56^\circ$, радиус Земли $R = 6400$ км. (1,88 см/с²)
- 55) Велосипедное колесо вращается с частотой $n = 5$ с⁻¹. Под действием сил трения оно остановилось через интервал времени $\Delta t = 1$ мин. Определить число N оборотов, которое сделает колесо за это время. (150)
- 56) Линейная скорость v_1 точек на окружности вращающегося диска равна 3 м/с. Точки, расположенные на $\Delta R = 10$ см ближе к оси, имеют линейную скорость $v_2 = 2$ м/с. Определить радиус диска. (30 см)
- 57) Маховик начал вращаться равноускоренно и за промежуток времени $\Delta t = 10$ с достиг частоты вращения $n = 300$ мин⁻¹. Определить число N оборотов, которое он сделал за это время. (25)
- 58) Диск находившийся в состоянии покоя, начал вращаться с постоянным угловым ускорением $\varepsilon = 0,25$ рад/с². Через сколько времени угол между векторами скорости и ускорения составит $\alpha = 45^\circ$? (2 с)
- 59) Диск начал вращаться равноускоренно и, сделав 50 оборотов, достиг частоты вращения 25 с⁻¹. Сколько времени длилось ускорение? (4 с)
- 60) Найти угловое ускорение диска если в тот момент, когда его угловая скорость $\omega = 2$ рад/с, угол между векторами скорости и ускорения $\alpha = 30^\circ$. (6,9 рад/с²)
- 61) При равномерном торможении диск, сделав $N = 20$ полных оборотов, уменьшил частоту вращения с $n_1 = 8$ с⁻¹ до $n_2 = 2$ с⁻¹. Найти угловое ускорение диска. (-9,4 рад/с)
- 62) Диск радиусом $r = 10$ см, находившийся в состоянии покоя, начал вращаться с постоянным угловым ускорением $\varepsilon = 0,5$ рад/с². Найти полное a ускорение точек на окружности диска в конце второй секунды после начала вращения. (11 см/с²)
- 63) Диск вращается согласно уравнению $\varphi = A + Bt + Ct^3$, где $A = 1$ рад, $B = 12$ рад/с, $C = -1$ рад/с³. В какой момент времени угловая скорость диска будет равна нулю? (2 с)

- 64) Диск радиусом $r = 20$ см вращается согласно уравнению $\varphi = A + Bt + Ct^3$, где $A = 3$ рад, $B = -1$ рад/с, $C = 0,1$ рад/с³. Определить нормальное a_n ускорение точек на окружности диска для момента времени $t = 10$ с. (168 м/с²)

Момент инерции по теореме Штейнера

- 65) Найти момент инерции стержня массой $1,5$ кг и длиной 1 м относительно оси перпендикулярной к стержню и проходящей через его конец.
- 66) Найти момент инерции шара массой 2 кг и радиусом 5 см относительно оси, касательной к поверхности шара. Ответ: $7 \cdot 10^{-3}$ кг·м²
- 67) Найти момент инерции диска массой $0,4$ кг и радиусом 10 см относительно оси перпендикулярной к плоскости диска и проходящей через его край. $6 \cdot 10^{-3}$ кг·м²
- 68) Найти момент инерции сплошного цилиндра массой 5 кг и радиусом 8 см относительно оси, совпадающей с его образующей. $4,8 \cdot 10^{-2}$ кг·м²
- 69) Найти момент инерции стержня массой $0,3$ кг и длиной 40 см относительно оси перпендикулярной к стержню и проходящей на расстоянии одной четверти длины от его конца. $7 \cdot 10^{-3}$ кг·м²
- 70) Найти момент инерции шара массой 5 кг и радиусом 20 см относительно оси, проходящей на расстоянии равном половине радиуса от центра масс. Ответ: $0,13$ кг·м²
- 71) Найти момент инерции диска массой $0,5$ кг и радиусом 40 см относительно оси, перпендикулярной к плоскости диска и проходящей через середину радиуса. $6 \cdot 10^{-2}$ кг·м²
- 72) Найти момент инерции стержня массой $0,5$ кг и длиной 30 см относительно оси перпендикулярной к стержню и проходящей на расстоянии одной трети длины от его конца. $5 \cdot 10^{-3}$ кг·м²

Вращательное движение одного тела

- 73) Маховик в виде цилиндра массой 5 кг и радиусом 20 см за 4 с от начала равноускоренного вращения достиг частоты 10 об/с. Найти момент сил, действующих на маховик. ($1,57$ Н·м)
- 74) Маховик в виде цилиндра массой 10 кг и радиусом 40 см тормозится с помощью колодки, прижимаемой к внешней поверхности маховика. Коэффициент трения равен $0,1$. С какой силой тормозная колодка должна прижиматься к маховику, чтобы угловое ускорение было равно 2 рад/с²? (40 Н)
- 75) Маховик массой 4 кг представляет собой кольцо внутренним радиусом 10 см и внешним – 15 см. Каким моментом сил нужно действовать на маховик, чтобы он достиг угловой скорости 2 рад/с за $0,1$ с? ($1,3$ Н·м)
- 76) Найти момент инерции маховика, если при приложении к нему момента сил 5 Н·м частота его вращения увеличивается от 10 об/с до 20 об/с за 30 оборотов. ($0,16$ кг·м²)
- 77) Тонкий однородный стержень длиной 50 см и массой 400 г вращается с угловым ускорением 3 рад/с² около оси, проходящей перпендикулярно стержню через его середину. Определить вращающий момент. (25 мН·м)
- 78) Маховик массой 10 кг в виде кольца внутренним радиусом 20 см и внешним – 30 см тормозится с помощью колодки, прижимаемой к внутренней поверхности маховика. Коэффициент трения равен $0,05$. С каким ускорением будет тормозиться маховик, если колодка прижимается с силой 130 Н? (10 рад/с²)
- 79) Шар массой 10 кг и радиусом 20 см вращается вокруг оси, проходящей через его центр по закону $\varphi = A + Bt^2 + Ct^3$, где $B = 4$ рад/с², а $C = -1$ рад/с³. Определить момент сил в момент времени 2 с. ($-0,64$ Н·м)

Механические колебания

Гармонические колебания

- 80) Точка совершает гармонические колебания по закону $x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$, где $A=3$ см, а $\omega = 2 \text{ с}^{-1}$. Найти максимальную скорость точки. **Ответ:** 6 см/с
- 81) Точка совершает гармонические колебания. Период колебаний равен 5 с, а амплитуда 15 см. Найти максимальное ускорение точки. **Ответ:** 23,7 см/с²
- 82) Точка совершает гармонические колебания. Период колебаний равен 9 с, а амплитуда 3 см. Найти максимальную скорость точки. **Ответ:** 2,09 см/с
- 83) Точка совершает гармонические колебания по закону $x = A \sin(\omega t)$. Период колебаний равен 12 с. Через какое минимальное время после начала колебаний смещение точки будет равно половине амплитудного значения? **Ответ:** 1 с
- 84) Точка совершает гармонические колебания по закону $x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$, где $A=5$ см, а $\omega = 2 \text{ с}^{-1}$. Найти максимальное ускорение точки. **Ответ:** 20 см/с²
- 85) Точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение точки равно 10 см, максимальная скорость – 31,4 см/с. Найти период колебаний. **Ответ:** 2 с
- 86) Точка совершает гармонические колебания. Максимальная скорость точки равна 10 см/с, а максимальное ускорение – 50 см/с². Найти амплитуду колебаний. **Ответ:** 2 см
- 87) Точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение точки равно 4 см, максимальная скорость – 8 см/с. Найти максимальное ускорение точки. **Ответ:** 16 см/с²
- 88) Точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение точки равно 5 см, максимальная скорость – 15 см/с. Найти круговую частоту колебаний. **Ответ:** 3 с⁻¹
- 89) Точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение точки равно 5 см, максимальное ускорение – 45 см/с². Найти круговую частоту колебаний. **Ответ:** 3 с⁻¹
- 90) Точка совершает гармонические колебания по закону $x = A \cos(\omega t)$. Период колебаний равен 12 с. Через какое минимальное время после начала колебаний смещение точки будет равно половине амплитудного значения? **Ответ:** 2 с
- 91) Точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение точки равно 5 см, максимальное ускорение – 45 см/с². Найти максимальную скорость точки. **Ответ:** 15 см/с
- 92) Точка совершает гармонические колебания. Максимальная скорость точки равна 10 см/с, а максимальное ускорение – 50 см/с². Найти круговую частоту колебаний. **Ответ:** 5 с⁻¹

Сложение колебаний

- 93) 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 складываемых колебаний. **Ответ:** 60°
- 94) Складываются два гармонических колебания одинаковой частоты и одинакового направления: $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$ и $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$, где $A_1 = 1$ см, $\varphi_1 = \pi/3$; $A_2 = 2$ см, $\varphi_2 = 5\pi/6$. Определить амплитуду результирующего колебания. **Ответ:** 2,24 см
- 95) Складываются два гармонических колебания одного направления с одинаковыми периодами и амплитудами $A_1=A_2=2$ см. Начальные фазы колебаний $\varphi_1 = \pi/2$ и $\varphi_2 = \pi/3$. Определить начальную фазу результирующего колебания. **Ответ:** 75°
- 96) 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. Определить амплитуду результирующего колебания. **Ответ:** 2,24 см
- 97) Складываются два гармонических колебания одного направления с одинаковыми периодами и амплитудами $A_1=A_2=2$ см. Начальные фазы колебаний $\varphi_1 = \pi/2$ и $\varphi_2 = \pi/3$. Определить амплитуду результирующего колебания. **Ответ:** 3,86 см

- 98) Складываются два гармонических колебания одинаковой частоты и одинакового направления: $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$ и $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$, где $A_1 = 1$ см, $\varphi_1 = 2\pi/3$; $A_2 = 1$ см, $\varphi_2 = 7\pi/6$. Определить начальную фазу результирующего колебания. **Ответ:** 165°
- 99) Два гармонических колебания, направленных по одной прямой и имеющих одинаковые амплитуды и периоды, складываются в одно колебание той же амплитуды. Найти разность фаз складываемых колебаний. **Ответ:** 120°
- 100) 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. Определить начальную фазу результирующего колебания. **Ответ:** 27°
- 101) Складываются два гармонических колебания одинаковой частоты и одинакового направления: $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$ и $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$, где $A_1 = 1$ см, $\varphi_1 = \pi/3$; $A_2 = 2$ см, $\varphi_2 = 5\pi/6$. Определить начальную фазу результирующего колебания. **Ответ:** 124°
- 102) Складываются два гармонических колебания одинаковой частоты и одинакового направления: $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$ и $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$, где $A_1 = 1$ см, $\varphi_1 = 2\pi/3$; $A_2 = 1$ см, $\varphi_2 = 7\pi/6$. Определить амплитуду результирующего колебания. **Ответ:** 1,41 см
- 103) Складываются два гармонических колебания одинаковой частоты и одинакового направления: $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$ и $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$, где $A_1 = 3$ см, $\varphi_1 = \pi/6$; $A_2 = 4$ см, $\varphi_2 = \pi/3$. Определить начальную фазу результирующего колебания. **Ответ:** 47°
- 104) Складываются два гармонических колебания одинаковой частоты и одинакового направления: $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$ и $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$, где $A_1 = 3$ см, $\varphi_1 = \pi/6$; $A_2 = 4$ см, $\varphi_2 = \pi/3$. Определить амплитуду результирующего колебания. **Ответ:** 6,77 см

Период физического маятника

- 105) Найти период физического маятника, представляющего собой однородный стержень длиной 60 см, вращающийся вокруг горизонтальной оси, проходящей через один из его концов. **Ответ:** 1,26 с
- 106) Найти период физического маятника, представляющего собой однородный диск радиусом 20 см, вращающийся вокруг горизонтальной оси, проходящей на расстоянии 5 см от его центра. **Ответ:** 1,33 с
- 107) Найти период физического маятника, представляющего собой однородный стержень длиной 30 см, вращающийся вокруг горизонтальной оси, проходящей на расстоянии 10 см от его середины. **Ответ:** 0,83 с
- 108) Найти период физического маятника, представляющего собой однородный шар радиусом 3 см, подвешенный на невесомой нити, длиной 3 см. **Ответ:** 0,51 с
- 109) Найти период физического маятника, представляющего собой однородный стержень длиной 25 см, вращающийся вокруг горизонтальной оси, проходящей на расстоянии 5 см от его середины. **Ответ:** 0,78 с
- 110) Найти период физического маятника, представляющего собой однородный диск радиусом 10 см, вращающийся вокруг горизонтальной оси, проходящей на расстоянии 5 см от его центра. **Ответ:** 0,42 с
- 111) Найти период физического маятника, представляющего собой тонкое кольцо радиусом 25 см, по диаметру которого закреплен невесомый стержень. Ось вращения проходит на расстоянии, равном половине радиуса от центра кольца. **Ответ:** 1,57 с
- 112) Найти период физического маятника, представляющего собой однородный диск радиусом 30 см, вращающийся вокруг горизонтальной оси, проходящей через край диска. **Ответ:** 1,33 с
- 113) Найти период физического маятника, представляющего собой однородный шар радиусом 3,5 см, вращающийся вокруг горизонтальной оси касательной шару. **Ответ:** 0,44 с
- 114) Найти период физического маятника, представляющего собой тонкое кольцо радиусом 30 см, подвешенной на нити длиной 10 см. **Ответ:** 1,57 с

Математический маятник при наличии дополнительных сил

- 115) Секундный маятник установлен в лифте. Лифт поднимается с ускорением $a = 2,5 \text{ м/с}^2$. Определить период колебаний маятника. **Ответ:** 0,89 с
- 116) На сколько процентов увеличится период секундного маятника, если его поднять на высоту 8 км? Радиус Земли равен 6400 км. **Ответ:** $\frac{h}{R} 100\% = 0,125\%$
- 117) Секундный маятник установлен в лифте. Лифт опускается с ускорением $a = 2,5 \text{ м/с}^2$. Определить период колебаний маятника. **Ответ:** 1,15 с
- 118) Секундный маятник перенесли на поверхность луны. чему стал равен период колебаний этого маятника? ускорение свободного падения на Луне в 6 раз меньше, чем на Земле. Найти период маятника на Луне.
- 119) Насколько отстанут за сутки маятниковые часы, поднятые на высоту равную радиусу Земли? **Ответ:** 12 часов

Законы сохранения

Работа

- 120) Маховик в виде диска массой 80 кг и радиусом 30 см находится в состоянии покоя. Какую работу нужно совершить, чтобы сообщить маховику частоту 10 об/с? **Ответ:** 7,1 кДж
- 121) Вычислить работу, совершаемую при равноускоренном подъеме груза массой 100 кг на высоту 4 м за время 2 с. **Ответ:** 4,8 кДж
- 122) Пуля летит со скоростью 800 м/с, вращаясь около продольной оси с частотой 3000 об/с. Принимая пулю за цилиндр диаметром 8 мм, определить какую долю кинетической энергии тела составляет кинетическая энергия вращения. **Ответ:** 0,44 %
- 123) Под действием постоянной силы вагонетка приобрела скорость 2 м/с. Определить работу A силы, если масса вагонетки равна 400 кг. **Ответ:** 800 Дж
- 124) Шар массой 1 кг и радиусом 15 см вращается вокруг вертикальной оси с частотой 20 об/с. Какую работу совершит сила трения при остановке шара? **Ответ:** -71 Дж
- 125) Вычислить работу, совершаемую на пути 12 м равномерно возрастающей с пройденным путем силой, если в начале пути сила равна 10 Н, а в конце пути – 50 Н. **Ответ:** 360 Дж
- 126) Маленький шарик массой 100 г движется в горизонтальной плоскости на нити длиной 40 см. Какую работу нужно совершить, чтобы увеличить угловую скорость шарика с 20 рад/с до 25 рад/с? **Ответ:** 18 Дж
- 127) Тело массой 10 кг, лежащее на гладкой горизонтальной плоскости, начинает двигаться под действием силы 4 Н, направленной под углом 60° к горизонту. Найти работу силы за 30 с. **Ответ:** 180 Дж
- 128) Найти работу A подъема груза по наклонной плоскости длиной 2 м, если масса груза равна 100 кг, угол наклона $\varphi = 30^\circ$ и груз движется с ускорением 1 м/с^2 . **Ответ:** 1,2 кДж
- 129) Пуля массой 10 г, летящая со скоростью 600 м/с, пробивает доску, после чего ее скорость становится равной 400 м/с. Найти работу силы сопротивления. **Ответ:** -1000 Дж

Закон сохранения энергии в плоском движении

- 130) Определить линейную скорость центра полого цилиндра, скатившегося без скольжения с наклонной плоскости с высоты 1,6 м. **Ответ:** 4 м/с
- 131) Шар радиуса 14 см подвешен так, что ось вращения касается поверхности шара. Какую линейную скорость нужно придать центру шара, чтобы он совершил полный оборот вокруг точки подвеса? **Ответ:** 2 м/с

- 132) Стержень длиной 15 см, поставленный вертикально, падает на стол. Найти линейную скорость верхнего конца стержня в конце падения. Нижний конец стержня не проскальзывает. **Ответ:** 2,1 м/с
- 133) Определить линейную скорость центра шара, скатившегося без скольжения с наклонной плоскости с высоты 7 м. **Ответ:** 10 м/с
- 134) Тонкий прямой стержень длиной 30 см прикреплен к горизонтальной оси, проходящей через его конец. Стержень отклонили на угол 60° от положения равновесия и отпустили. Определить линейную скорость нижнего конца стержня в момент прохождения через положение равновесия. **Ответ:** 1,5 м/с
- 135) Однородный цилиндр катится без проскальзывания по горизонтальной поверхности со скоростью 2 м/с. На какую высоту он сможет подняться по наклонной плоскости? **Ответ:** 0,3 м
- 136) Кольцо с внутренним радиусом 10 см и внешним 14 см повесили на горизонтальную ось. Затем кольцо отклонили на угол 30° и отпустили. С какой линейной скоростью центр кольца пройдет положение равновесия? **Ответ:** $\sqrt{\frac{2gr^3(1-\cos\alpha)}{3r^2+R^2}} = 0,23$ м/с
- 137) Тонкий прямой стержень длиной 30 см прикреплен к горизонтальной оси, проходящей через его конец. Какую линейную скорость нужно придать нижнему концу стержня, чтобы он совершил полный оборот вокруг оси. **Ответ:** 4,2 м/с
- 138) Однородный шар катится без проскальзывания по горизонтальной поверхности со скоростью 5 м/с. На какую высоту он сможет подняться по наклонной плоскости? **Ответ:** 1,75 м

Закон сохранения импульса в поступательном движении

- 139) Какова средняя сила давления на плечо при стрельбе из автомата, если масса пули 10 г, а скорость пули при вылете из ствола 300 м/с? Число выстрелов из автомата в единицу времени равно 300 мин^{-1} . **Ответ:** 15 Н
- 140) Снаряд массы 50 кг, летящий горизонтально со скоростью 800 м/с, попадает в платформу с песком и застревает в нем. Найти скорость платформы после попадания снаряда, если ее масса 16 т. **Ответ:** 2,5 м/с
- 141) Вагон массой 20 т, движущийся со скоростью 20 км/ч, догоняет вагон массой 30 т, движущийся со скоростью 5 км/ч в том же направлении, и сцепляется с ним. С какой скоростью будут двигаться сцепившиеся вагоны? **Ответ:** 11 км/ч = 3 м/с
- 142) С платформы массы 20 т, движущейся со скоростью 9 км/ч, производится выстрел из пушки. Снаряд массы 25 кг вылетает из орудия со скоростью 700 м/с относительно платформы. Найти скорость платформы после выстрела, если направления движения и выстрела совпадают. **Ответ:** 5,85 км/ч = 1,6 м/с
- 143) По горизонтальным рельсам со скоростью 20 км/ч движется платформа массы 200 кг. На нее вертикально падает камень массы 50 кг и движется вместе с платформой. С какой скоростью после этого движется платформа? **Ответ:** 16 км/ч = 4,4 м/с
- 144) Две лодки массой 150 кг плывут навстречу друг другу со скоростью 1 м/с. Когда лодки поравнялись, из первой во вторую переложили груз массой 50 кг. С какой скоростью стала двигаться вторая лодка? **Ответ:** 0,5 м/с
- 145) Мяч массы 150 г, движущийся со скоростью 10 м/с по нормали к стенке, ударяется об нее и отскакивает без потери скорости. Найти среднюю силу, действующую на мяч, если продолжительность удара 0,1 с. **Ответ:** 30 Н
- 146) Человек массой 60 кг стоит на корме покоящейся лодки массой 120 кг и длиной 3 м. На какое расстояние переместится лодка, если человек перейдет с кормы на нос? **Ответ:** 1 м
- 147) С платформы массы 20 т, движущейся со скоростью 9 км/ч, производится выстрел из пушки. Снаряд массы 25 кг вылетает из орудия со скоростью 700 м/с относительно

платформы. Найти скорость платформы после выстрела, если направления движения и выстрела противоположны. **Ответ:** $12,2 \text{ км/ч} = 3,4 \text{ м/с}$

- 148) Вагон массой 20 т, движущийся со скоростью 20 км/ч, сталкивается с вагоном массой 30 т, движущийся навстречу ему со скоростью 5 км/ч, и сцепляется с ним. С какой скоростью будут двигаться сцепившиеся вагоны? **Ответ:** $5 \text{ км/ч} = 1,4 \text{ м/с}$
- 149) Две лодки массой 150 кг плывут. Первая лодка, плывущая со скоростью 3 м/с, догоняет вторую, плывущую со скоростью 1 м/с. Когда лодки поравнялись, из первой во вторую переложили груз массой 50 кг. С какой скоростью стала двигаться вторая лодка? **Ответ:** $1,5 \text{ м/с}$

Закон сохранения момента импульса

- 150) В центре скамьи Жуковского стоит человек и держит в руках стержень длиной 2,4 м и массой 8 кг, расположенный вертикально по оси вращения скамейки. Скамья с человеком вращается с частотой 1 об/с. С какой частотой будет вращаться скамья с человеком, если он повернет стержень в горизонтальное положение так, что центр его будет находиться на оси вращения? Суммарный момент инерции человека и скамьи равен $6 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. **Ответ:** $0,61 \text{ об/с}$
- 151) Платформа в виде диска массой 4 кг и радиусом 12 см вращается по инерции вокруг вертикальной оси. Во сколько раз уменьшится частота вращения, если на нее положить кольцо массой 1 кг и радиусом 10 см? **Ответ:** $1,35$
- 152) Стержень массой 100 г и длиной 40 см может свободно вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через центр стержня. Пуля массой 10 г, летящая со скоростью 5,2 м/с горизонтально и перпендикулярно стержню, попадает в край стержня и застревает в нем. Найти угловую скорость системы после удара. **Ответ:** 6 рад/с
- 153) Человек стоит на скамье Жуковского и ловит рукой мяч массой 0,4 кг, летящий в горизонтальном направлении со скоростью 20 м/с. Траектория мяча проходит на расстоянии 0,8 м от вертикальной оси вращения скамьи. С какой угловой скоростью начнет вращаться скамья Жуковского с человеком, поймавшим мяч, если суммарный момент инерции J человека и скамьи равен $6 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$? **Ответ:** $1,0 \text{ рад/с}$
- 154) На краю горизонтальной платформы, имеющей форму диска радиусом 2 м, стоит человек массой 80 кг. Масса платформы равна 240 кг. Платформа может вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через ее центр. Пренебрегая трением, найти, с какой угловой скоростью будет вращаться платформа, если человек будет идти вдоль ее края со скоростью 2 м/с относительно платформы. **Ответ:** $0,4 \text{ рад/с}$
- 155) Однородный тонкий стержень массой 0,2 кг и длиной 1 м может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей на расстоянии 0,25 м от края стержня. В верхний край стержня попадает пластилиновый шарик, летящий горизонтально со скоростью 10 м/с и прилипает к стержню. Масса шарика равна 10 г. Определить угловую скорость стержня в начальный момент времени после удара. **Ответ:** $0,84 \text{ рад/с}$
- 156) 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 10 с^{-1} . Радиус колеса равен 20 см, его масса 3 кг. Определить частоту вращения скамьи, если человек повернет стержень на угол 180° ? Суммарный момент инерции человека и скамьи равен $6 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Массу колеса можно считать равномерно распределенной по ободу. **Ответ:** $0,4 \text{ об/с}$
- 157) Однородный шар массой 0,2 кг и радиуса 15 см может свободно вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр. Пластилиновый шарик массой 10 г, летящий горизонтально со скоростью 10 м/с, попадает в шар и прилипает к нему. С какой угловой скоростью будет вращаться система, если линия движения пластилинового шарика проходила на расстоянии 10 см от оси вращения? **Ответ:** $4,9 \text{ рад/с}$

Специальная теория относительности

- 158) На космическом корабле-спутнике находятся часы, синхронизированные до полета с земными. Скорость V_0 спутника составляет 9 км/с. Насколько отстанут часы на спутнике по измерениям земного наблюдателя по своим часам за время $\tau_0 = 18$ месяцев?
- 159) Фотонная ракета движется относительно Земли со скоростью V , равной 80% скорости света c . Во сколько раз замедлится ход времени в ракете с точки зрения земного наблюдателя?
- 160) Имеем двух близнецов А и В в возрасте 20 лет. Один из них (В) отправляется в космическое путешествие к звезде Арктур, на корабле, развивающем скорость $0,99c$. Для жителей Земли расстояние до звезды Арктур составляет 40 световых лет. В каком возрасте будут близнецы А и В, когда В, закончив путешествие, вернется обратно на Землю?
- 161) Мезон, движущийся со скоростью $V = 0,98c$ пролетел в системе отсчета, связанной с Землей, от места своего рождения до точки распада расстояние $L_0 = 5,8$ км. Определить собственное время жизни мезона $\Delta t'$. Какое расстояние пролетел бы мезон в системе отсчета Земли, если бы релятивистские эффекты не имели места?
- 162) Протон пролетает расстояние $L = 1,5 \cdot 10^8$ км между Солнцем и Землей со скоростью $V = 4/5 c$. Каким представляется это расстояние в системе отсчета, связанной с протоном? Какое время необходимо на прохождение этого расстояния в системах координат, связанных с Землей и с протоном?
- 163) Две частицы, движущиеся друг за другом со скоростями $V = 3/5 c$, попадают в мишень через интервал времени 10^{-8} с. Найти расстояние между частицами в лабораторной системе координат и в системе координат, связанной с частицами.
- 164) Две частицы с одинаковыми скоростями $V = 0,99c$ движутся вдоль одной прямой и попадают в мишень через интервал времени 10^{-8} с (в системе отсчета, связанной с мишенью). Найти расстояние между частицами в полете в системе отсчета, связанной с ними.
- 165) Две релятивистские частицы движутся в лабораторной системе отсчета со скоростями $V_1 = 0,7c$ и $V_2 = 0,9c$ вдоль одной прямой. Определить их относительную скорость U_{21} , если частицы движутся в противоположных направлениях.
- 166) Две релятивистские частицы движутся в лабораторной системе отсчета со скоростями $V_1 = 0,7c$ и $V_2 = 0,9c$ вдоль одной прямой. Определить их относительную скорость U_{21} , если частицы движутся в одном направлении.
- 167) Ускоритель элементарных частиц проектировался на определенный расход энергии для ускорения одной частицы до скорости V такой, что $(V/c)^2 = 3/4$. Какова была бы ошибка в проекте, если бы расчет ускорителя производился на основе законов классической механики?
- 168) При какой скорости движения кинетическая энергия частицы равна ее энергии покоя?
- 169) На сколько процентов релятивистская масса частицы больше ее массы покоя при скорости 80 Мм/с?
- 170) Какая относительная ошибка будет допущена при вычислении кинетической энергии релятивистской частицы, если вместо релятивистского выражения $T = (m_p - m_0)c^2$ воспользоваться классическим $T = 0,5mV_0^2$? Вычисления выполнить для $V_0 = 0,5c$.
- 171) Какая относительная ошибка будет допущена при вычислении кинетической энергии релятивистской частицы, если вместо релятивистского выражения $T = (m_p - m_0)c^2$ воспользоваться классическим $T = 0,5mV_0^2$? Вычисления выполнить для $V_0 = 0,8c$.
- 172) Скорость тела такова, что его масса возросла на 15%. Как изменится длина тела в направлении движения?
- 173) Протон движется со скоростью $v = (3/4)c$. Какова его кинетическая энергия с точки зрения классической механики и с точки зрения релятивистской механики?

- 174) Баллон вместимостью 20 л содержит углекислый газ массой 500 г под давлением 1,3 МПа. Определить температуру газа. 275 К
- 175) Какой объем занимает идеальный газ, содержащий 1 кмоль вещества при давлении 1 МПа и температуре 400 К? 3,3 м³
- 176) Баллон вместимостью 12 л содержит углекислый газ. Давление газа равно 1 МПа, температура 300 К. Определить массу газа в баллоне. 212 г
- 177) В баллоне вместимостью 25 л находится водород при температуре 290 К. После того как часть водорода израсходовали, давление в баллоне понизилось на 0,4 МПа. Определить массу израсходованного водорода. 8,3 г
- 178) Котел вместимостью 2 м³ содержит перегретый водяной пар массой 10 кг при температуре 500 К. Определить давление пара в котле. 1,15 МПа
- 179) Определить плотность насыщенного водяного пара в воздухе при температуре 300 К. Давление насыщенного водяного пара при этой температуре равно 3,55 кПа. 0,026 кг/м³
- 180) Какое количество вещества содержится в баллоне объемом 50 л, если при температуре 27 °С давление составляет 5 МПа? 100 моль
- 181) В баллоне содержится газ при температуре 100 °С. До какой температуры (в °С) нужно нагреть газ, чтобы его давление увеличилось в два раза? 473 °С
- 182) Газ находится в нормальных условиях в сосуде объемом 10 л. Чему будет равно давление газа, если при постоянной температуре уменьшить его объем на 1 л? 111 кПа
- 183) В расположенной вертикально тонкой трубке, нижний конец которой запаян, на высоте 10 см находится капля ртути. Температура равна 20 °С. На какой высоте будет находиться капля, если трубку нагреть до 100 °С? 12,7 см
- 184) Открытую пробирку с воздухом при давлении p_1 нагрели до температуры t_1 . Затем пробирку герметично закрыли и охладили до температуры $t_2 = 10$ °С. Давление при этом упало до $p_2 = 0,7p_1$. До какой температуры t_1 (в °С) была нагрета пробирка? 131 °С
- 185) В нормальных условиях газ занимает объем 1 м³. Какой объем будет занимать этот газ при изотермическом сжатии до давления 5 МПа? 0,02 м³
- 186) Газ сжат изотермически от объема 8 л до объема 6 л. Давление при этом возросло на 40 кПа. Каким было первоначальное давление? 120 кПа
- 187) При нагревании газа на 200 К при постоянном давлении его объем увеличился в 2 раза. Найти начальную температуру газа. 200 К
- 188) Газ нагревают от температуры 27 °С до температуры 39 °С при постоянном давлении. На сколько процентов увеличился его объем? 4 %

Первое начало термодинамики

- 189) Какое количество теплоты потребуется, чтобы нагреть 1 моль азота на 300 К при постоянном объеме? 6,23 кДж
- 190) Насколько изменилась внутренняя энергия водяного пара, если при его изобарическом сжатии внешние силы совершили работу равную 10 кДж? 30 кДж
- 191) Какое количество теплоты потребуется, чтобы нагреть 5 моль аргона на 200 К при постоянном объеме? 12,5 кДж
- 192) При каком давлении происходило изобарное расширение азота, если на увеличение его объема на 12 л было затрачено количество теплоты равное 21 кДж? 500 кПа
- 193) Какое количество теплоты было затрачено на нагрев гелия при постоянном объеме $V=20$ л, если его давление возросло на 400 кПа? 12 кДж
- 194) Насколько увеличился объем хлора, если на его расширение при давлении 100 кПа было затрачено количество теплоты равное 2,8 кДж? 8 л

- 195) В баллоне какого объема находился азот, если при его изохорном нагреве было затрачено количество теплоты равное 25 кДж, а давление возросло на 2 МПа? 5 л
- 196) Какое количество теплоты было затрачено на изотермическое расширение 10 моль газа при температуре 300 К, если его объем возрос в 2 раза? 17,3 кДж
- 197) Какое количество теплоты потребуется, чтобы нагреть 8 моль водорода на 100 К при постоянном давлении? 23,3 кДж
- 198) При какой температуре происходило расширение 20 моль газа, если на увеличение его объема в 5 раз было затрачено количество теплоты равное 80 кДж. 299 К
- 199) Воздух нагревается изобарно при давлении 100 кПа, при этом его объем увеличивается на 20 л. Какое количество теплоты было затрачено в этом процессе? Воздух считать двухатомным газом. 7 кДж
- 200) Какую работу совершил воздух, взятый в количестве 1 кмоль, при адиабатическом расширении, если его температура понизилась на 200 К? Воздух считать двухатомным газом. 500 кДж
- 201) Какую работу совершил аргон, если на его изобарное расширение было затрачено количество теплоты равное 20 кДж? 8 кДж
- 202) Во сколько раз увеличился объем 3 кмоль газа, если на его изотермическое расширение при температуре 400 К было затрачено количество теплоты равное 5 МДж? 1,65
- 203) Горючая смесь в дизельном двигателе сжимается адиабатически так, что она воспламеняется. Найти температуру воспламенения смеси, если на сжатие 1 моля затрачена работа 20 кДж, а начальная температура смеси 300 К. 1,1 кК

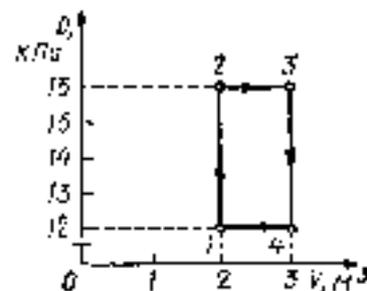
Энтропия

- 204) При изохорном нагреве 1 моля гелия температура увеличивается в 3 раза. Найти приращение энтропии. $\frac{i}{2} \nu R \ln \frac{T_2}{T_1} = 13,7 \text{ Дж/К}$
- 205) При изохорном нагреве 4 моль азота давление увеличивается в 2 раза. Найти приращение энтропии. $\frac{i}{2} \nu R \ln \frac{p_2}{p_1} = 57,6 \text{ Дж/К}$
- 206) При изохорном нагреве 5 моль кислорода энтропия увеличилась на 100 Дж/К. Во сколько раз возросла температура газа? $\exp\left(\frac{2\Delta S}{i\nu R}\right) = 2,62$
- 207) При изохорном нагреве 2 моль водяного пара энтропия увеличилась на 50 Дж/К. Во сколько раз возросло давление газа? $\exp\left(\frac{2\Delta S}{i\nu R}\right) = 2,73$
- 208) При изохорном нагреве 10 моль некоторого газа с 273 до 742 К энтропия увеличилась на 125 Дж/К. Найти число степеней свободы газа? $\frac{2\Delta S}{\nu R \ln(T_2/T_1)} = 3$
- 209) При изобарном нагреве 2 молей азота температура увеличивается в 5 раз. Найти приращение энтропии. $\frac{i+2}{2} \nu R \ln \frac{T_2}{T_1} = 93,6 \text{ Дж/К}$
- 210) При изобарном нагреве 5 моль водорода объем увеличивается в 2,72 раза. Найти приращение энтропии. $\frac{i+2}{2} \nu R \ln \frac{V_2}{V_1} = 145 \text{ Дж/К}$
- 211) При изобарном нагреве 8 моль гелия энтропия увеличилась на 100 Дж/К. Во сколько раз возросла температура газа? $\exp\left(\frac{2\Delta S}{(i+2)\nu R}\right) = 1,83$

- 212) При изобарном нагреве 3 моль аргона энтропия увеличилась на 25 Дж/К. Во сколько раз увеличился объем газа? $\exp\left(\frac{2\Delta S}{(i+2)\nu R}\right) = 1,49$
- 213) При изобарном нагреве 3 моль некоторого газа с 273 до 742 К энтропия увеличилась на 100 Дж/К. Найти число степеней свободы газа? $\frac{2\Delta S}{\nu R \ln(T_2/T_1)} - 2 = 6$
- 214) При изотермическом расширении 30 моль азота объем увеличивается в 50 раз. Найти приращение энтропии. $\nu R \ln \frac{V_2}{V_1} = 975$ Дж/К
- 215) При изотермическом расширении 1 моль гелия давление уменьшилось в 1,5 раза. Найти приращение энтропии. $\nu R \ln \frac{P_1}{P_2} = 3,35$ Дж/К
- 216) При изотермическом расширении 15 моль азота энтропия увеличилась на 75 Дж/К. Во сколько раз уменьшилось давление газа? $\exp\left(\frac{\Delta S}{\nu R}\right) = 1,83$
- 217) При изотермическом расширении 6 моль аргона энтропия увеличилась на 150 Дж/К. Во сколько раз увеличился объем газа? $\exp\left(\frac{\Delta S}{\nu R}\right) = 20,3$
- 218) Газ расширился изотермически так, что его объем возрос в 5 раз, а энтропия увеличилась на 150 Дж/К. Найти количество вещества? $\frac{\Delta S}{R \ln(V_2/V_1)} = 11,2$ моль
- 219) 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 θ смеси; 2) изменение ΔS энтропии, происходящее при смешивании.
- 220) Кусок льда массой $m=200$ г, взятый при температуре $t_1=-10$ °С, был нагрет до температуры $t_2=0$ °С и расплавлен, после чего образовавшаяся вода была нагрета до температуры $t=10$ °С. Определить изменение ΔS энтропии в ходе указанных процессов.

КПД тепловой машины

- 221) В результате кругового процесса газ совершил работу $A=1$ Дж и передал охладителю количество теплоты $Q_2=4,2$ Дж. Определить термический КПД η цикла.
- 222) Совершая замкнутый процесс, газ получил от нагревателя количество теплоты $Q_1=4$ кДж. Определить работу A газа при протекании цикла, если его термический КПД $\eta=0,1$.
- 223) Идеальный двухатомный газ, содержащий количество вещества $\nu=1$ моль, совершает замкнутый цикл, график которого изображен на рис. 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 КПД η цикла.
- 224) 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.



- 225) Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура T_2 охладителя равна 290 К. Во сколько раз увеличится КПД цикла, если температура нагревателя повысится от $T'_1=400$ К до $T''_2=600$ К?
- 226) Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура T_1 нагревателя в три раза выше температуры T_2 охладителя. Нагреватель передал газу количество теплоты $Q_1=42$ кДж. Какую работу A совершил газ?
- 227) Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура T_1 нагревателя равна 470 К, температура T_2 охладителя равна 280 К. При изотермическом расширении газ совершает работу $A=100$ Дж. Определить термический КПД η цикла, а также количество теплоты Q_2 , которое газ отдает охладителю при изотермическом сжатии.
- 228) Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура T_1 нагревателя в четыре раза выше температуры T_2 охладителя. Какую долю ω количества теплоты, получаемого за один цикл от нагревателя, газ отдает охладителю?
- 229) Идеальный газ, совершающий цикл Карно, получив от нагревателя количество теплоты $Q_1=4,2$ кДж, совершил работу $A=590$ Дж. Найти термический КПД η этого цикла. Во сколько раз температура T_1 нагревателя больше температуры T_2 охладителя?

Электричество и магнетизм

Электростатика

Сферически симметричное поле с поверхностной плотностью заряда

- 230) На металлической сфере радиусом 15 см находится заряд $Q = 2$ нКл. Определить напряженность E электростатического поля на расстоянии $r = 10$ см от центра сферы.
- 231) Электростатическое поле создается сферой радиусом $R = 5$ см, равномерно заряженной с поверхностной плотностью $\sigma = 2$ нКл/м². Определить разность потенциалов между двумя точками поля, лежащими на расстояниях $r_1 = 15$ см и $r_2 = 20$ см от центра сферы [0,94 В]
- 232) На металлической сфере радиусом 15 см находится заряд $Q = 2$ нКл. Определить напряженность E электростатического поля на поверхности сферы. [800 В/м]
- 233) 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 напряженность E поля в точке, отстоящей от центра сфер на расстояние $r_2 = 9$ см. 11.1 кВ/м
- 234) На металлической сфере радиусом 15 см находится заряд $Q = 2$ нКл. Определить напряженность E электростатического поля на расстоянии $r = 20$ см от центра сферы. [450 В/м]
- 235) Электростатическое поле создается сферой радиусом $R = 5$ см, равномерно заряженной с поверхностной плотностью $\sigma = 1$ нКл/м². Определить разность потенциалов между двумя точками поля, лежащими на расстояниях $r_1 = 10$ см и $r_2 = 15$ см от центра сферы. [0.94 В]
- 236) Металлический шар радиусом 5 см несет заряд $Q = 10$ нКл. Определить потенциал ϕ электростатического поля на поверхности шара. [1.8 кВ]
- 237) Электростатическое поле создается равномерно заряженной сферической поверхностью радиусом $R = 10$ см с общим зарядом $Q = 15$ нКл. Определить разность потенциалов между двумя точками этого поля, лежащими на расстояниях $r_1 = 5$ см и $r_2 = 15$ см от поверхности сферы. [360 В]
- 238) Металлический шар радиусом 5 см несет заряд $Q = 10$ нКл. Определить потенциал ϕ электростатического поля на расстоянии $a = 2$ см от его поверхности. [1.29 кВ]
- 239) Сфера несет на себе равномерно распределенный заряд. Определить радиус сферы, если потенциал в центре равен $\phi_1 = 200$ В, а в точке, лежащей от центра на расстоянии $r = 50$ см, $\phi_2 = 40$ В. [10 см]
- 240) 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 напряженность E поля в точках, отстоящих от центра сфер на расстояниях $r = 15$ см. [200 В/м]

- 241) Поле создано двумя равномерно заряженными концентрическими сферами радиусами $R_1=5$ см и $R_2=8$ см. Заряды сфер соответственно равны $Q_1=2$ нКл и $Q_2 = -1$ нКл. Определить напряженность электростатического поля в точках, лежащих от центра сфер на расстояниях $r = 10$ см. [0,9 кВ/м]

Поле плоскости

- 242) Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд $\sigma = 1$ нКл/м². Определить напряженность E поля между пластинами.
- 243) Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд $\sigma = 1$ нКл/м². Определить напряженность E поля вне пластин. 113 В/м
- 244) Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд с поверхностными плотностями $\sigma_1 = 1$ нКл/м² и $\sigma_2 = 2$ нКл/м². Определить напряженность E поля вне пластин. 170 В/м
- 245) Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд с поверхностными плотностями $\sigma_1 = 1$ нКл/м² и $\sigma_2 = 2$ нКл/м². Определить напряженность E поля между пластинами. 56,5 В/м
- 246) Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд с поверхностными плотностями $\sigma_1 = 1$ нКл/м² и $\sigma_2 = -4$ нКл/м². Определить напряженность E поля вне пластин. 170 В/м
- 247) Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд с поверхностными плотностями $\sigma_1 = 1$ нКл/м² и $\sigma_2 = -1,5$ нКл/м². Определить напряженность E поля вне пластин. 28,3 В/м

Принцип суперпозиции электрических полей

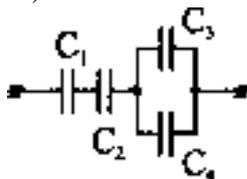
- 248) Определить напряженность электрического поля в точке, расположенной вдоль прямой, соединяющей заряды +10 нКл и -8 нКл и находящейся на расстоянии 8 см от отрицательного и 28 см от положительного заряда. Расстояние между зарядами 20 см. (10,1 кВ/м)
- 249) Два точечных заряда +4 нКл и -2нКл находятся друг от друга на расстоянии 60 см. Определить напряженность электрического поля в точке, лежащей посередине между зарядами. (0,6 кВ/м)
- 250) Два точечных заряда +7,5 нКл и -14,7 нКл расположены на расстоянии 5 см. Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся на расстоянии 3 см от первого и 4 см от второго заряда. (112 кВ/м)
- 251) Определить напряженность электрического поля в точке, расположенной вдоль прямой, соединяющей заряды +10 нКл и +8 нКл и находящейся на расстоянии 12 см от первого и 8 см от второго заряда. Расстояние между зарядами 20 см. (5 кВ/м)
- 252) В вершинах квадрата со стороной 5 см находятся одинаковые положительные заряды 2 нКл. Определить напряженность электрического поля в центре квадрата. (0)
- 253) Два точечных заряда +4 нКл и +2нКл находятся друг от друга на расстоянии 60 см. Определить напряженность электрического поля в точке, лежащей посередине между зарядами. (0,2 кВ/м)
- 254) Найти напряженность электрического поля в точке, лежащей посередине между точечными зарядами +8 нКл и -6 нКл. Расстояние между зарядами 10 см. [2 балла] (50,4 кВ/м)
- 255) Определить напряженность электрического поля в точке, расположенной вдоль прямой, соединяющей заряды +10 нКл и -8 нКл и находящейся на расстоянии 8 см от отрицательного и 12 см от положительного заряда. Расстояние между зарядами 20 см. (17,5 кВ/м)

- 256) Расстояние между зарядами $+2$ нКл и -2 нКл равно 20 см. Определить напряженность электрического поля, созданного этими зарядами в точке, находящейся на расстоянии 15 см от первого и 10 см от второго заряда. ($2,14$ кВ/м)

Конденсаторы

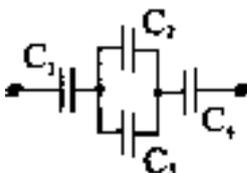
- 257) Определить емкость плоского воздушного конденсатора с площадью обкладок $S = 2,5$ см², расстояние между которыми $d = 1$ мм. [$2,2$ пф]
- 258) Найти площадь обкладок плоского конденсатора емкостью $C = 100$ пф, если расстояние между обкладками $d = 0,7$ мм, диэлектрик – стекло ($\epsilon = 7$). [$11,3$ см²]
- 259) Каково расстояние между обкладками плоского конденсатора емкостью $C = 20$ пф, если площадь обкладок $S = 5,6$ см², диэлектрик – парафин ($\epsilon = 2$)? [$0,5$ мм]
- 260) Определить диэлектрическую проницаемость диэлектрика, заполняющего плоский конденсатор емкостью $C = 25$ пф, расстояние между обкладками которого $d = 1$ мм, площадь обкладок $S = 4$ см². [7]
- 261) На сколько изменится емкость плоского воздушного конденсатора с площадью обкладок $S = 10$ см², если увеличить расстояние между обкладками от $d_1 = 1$ мм до $d_2 = 1,5$ мм? [3 пф]
- 262) Определить емкость воздушного сферического конденсатора с радиусами обкладок $R_1 = 1$ см и $R_2 = 2$ см. [$2,2$ пф]
- 263) Найти радиус внешней обкладки R_2 воздушного сферического конденсатора емкостью $C = 4$ пф, если радиус внутренней обкладки $R_1 = 2$ см. [$4,5$ см]
- 264) Найти радиус R_1 внутренней обкладки сферического конденсатора емкостью $C = 3,3$ пф, если радиус внешней $R_2 = 3$ см, диэлектрик – парафин ($\epsilon = 2$)? [1 см]
- 265) Определить диэлектрическую проницаемость диэлектрика, заполняющего сферический конденсатор емкостью $C = 5$ пф с радиусами обкладок $R_1 = 1$ см и $R_2 = 3$ см. 3
- 266) Во сколько раз увеличится емкость сферического конденсатора с радиусами обкладок $R_1 = 1$ см и $R_2 = 3$ см, если радиус внутренней обкладки увеличить на $\Delta R = 0,5$ см? [2]
- 267) Определить емкость цилиндрического воздушного конденсатора длиной $l = 10$ см, с радиусами обкладок $R_1 = 1$ см и $R_2 = 2$ см. [8 пф]
- 268) Найти радиус внешней обкладки R_2 воздушного цилиндрического конденсатора емкостью $C = 5$ пф, если радиус внутренней обкладки $R_1 = 1,5$ см, длина конденсатора $l = 21$ см. [$15,5$ см]
- 269) Какова длина цилиндрического конденсатора емкостью $C = 10$ пф, если радиусы обкладок $R_1 = 2$ см и $R_2 = 2,5$ см, диэлектрик – парафин ($\epsilon = 2$)? [2 см]
- 270) Определить диэлектрическую проницаемость диэлектрика, заполняющего цилиндрический конденсатор длиной $l = 6$ см, емкостью $C = 34$ пф с радиусами обкладок $R_1 = 1$ см и $R_2 = 1,8$ см. [6]
- 271) Насколько изменится емкость цилиндрического воздушного конденсатора с радиусами обкладок $R_1 = 0,5$ см и $R_2 = 1,5$ см, если увеличить его длину на $\Delta l = 2$ см? [1 пф]

272)

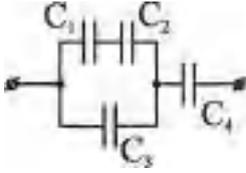


Определить емкость батареи конденсаторов: $C_1 = 3$ пФ, $C_2 = 6$ пФ, $C_3 = 1$ пФ, $C_4 = 1$ пФ.

- 273) Определить емкость батареи конденсаторов: $C_1 = 3$ пФ, $C_2 = 3$ пФ, $C_3 = 3$ пФ, $C_4 = 2$ пФ.

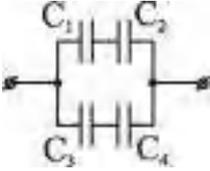


- 274) Определить емкость батареи конденсаторов: $C_1 = 2$ пФ, $C_2 = 2$ пФ, $C_3 = 2$ пФ, $C_4 = 6$ пФ.



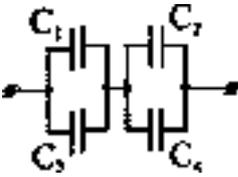
275)

- Определить емкость батареи конденсаторов: $C_1 = 2$ пФ, $C_2 = 1$ пФ, $C_3 = 4$ пФ, $C_4 = 2$ пФ.



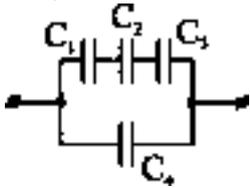
276)

- Определить емкость батареи конденсаторов: $C_1 = 2$ пФ, $C_2 = 1$ пФ, $C_3 = 4$ пФ, $C_4 = 2$ пФ.



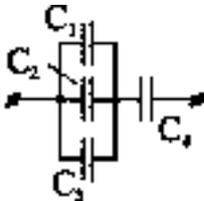
277)

- Определить емкость батареи конденсаторов: $C_1 = 6$ пФ, $C_2 = 6$ пФ, $C_3 = 6$ пФ, $C_4 = 2$ пФ.



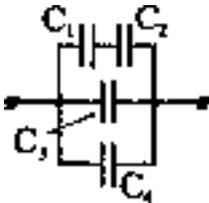
278)

- Определить емкость батареи конденсаторов: $C_1 = 1$ пФ, $C_2 = 1$ пФ, $C_3 = 1$ пФ, $C_4 = 6$ пФ.



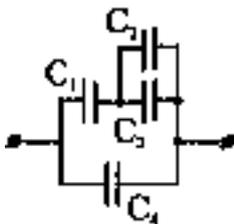
279)

- Определить емкость батареи конденсаторов: $C_1 = 2$ пФ, $C_2 = 2$ пФ, $C_3 = 4$ пФ, $C_4 = 1$ пФ.



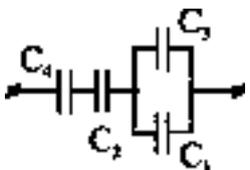
280)

- Определить емкость батареи конденсаторов: $C_1 = 2$ пФ, $C_2 = 1$ пФ, $C_3 = 1$ пФ, $C_4 = 2$ пФ.

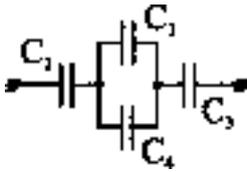


281)

- Определить емкость батареи конденсаторов: $C_1 = 3$ пФ, $C_2 = 4$ пФ, $C_3 = 1$ пФ, $C_4 = 2$ пФ.

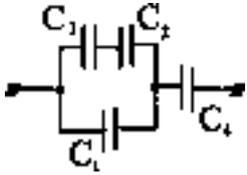


282)



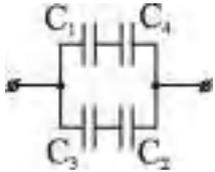
Определить емкость батареи конденсаторов: $C_1 = 2$ пФ, $C_2 = 3$ пФ, $C_3 = 2$ пФ, $C_4 = 4$ пФ.

283)



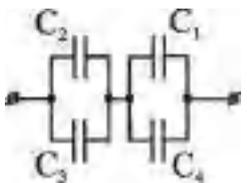
Определить емкость батареи конденсаторов: $C_1 = 5$ пФ, $C_2 = 10$ пФ, $C_3 = 10$ пФ, $C_4 = 10$ пФ.

284)



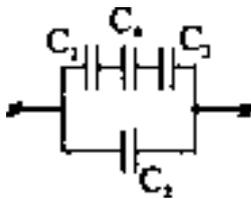
Определить емкость батареи конденсаторов: $C_1 = 4$ пФ, $C_2 = 2$ пФ, $C_3 = 2$ пФ, $C_4 = 4$ пФ.

285)



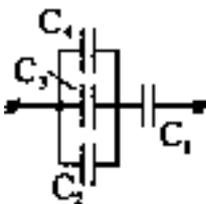
Определить емкость батареи конденсаторов: $C_1 = 2$ пФ, $C_2 = 3$ пФ, $C_3 = 3$ пФ, $C_4 = 1$ пФ.

286)



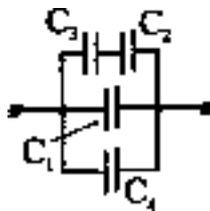
Определить емкость батареи конденсаторов: $C_1 = 2$ пФ, $C_2 = 4$ пФ, $C_3 = 4$ пФ, $C_4 = 4$ пФ.

287)



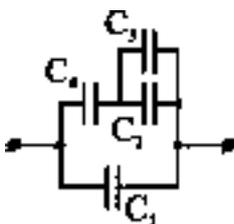
Определить емкость батареи конденсаторов: $C_1 = 3$ пФ, $C_2 = 3$ пФ, $C_3 = 2$ пФ, $C_4 = 1$ пФ.

288)

пФ, $C_2 = 2$ пФ,

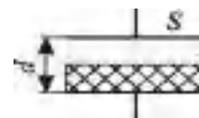
Определить емкость батареи конденсаторов: $C_1 = 3$ пФ, $C_3 = 2$ пФ, $C_4 = 2$ пФ.

289)



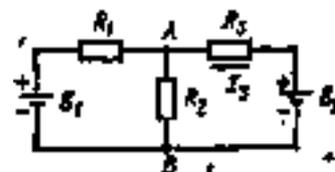
Определить емкость батареи конденсаторов: $C_1 = 2$ пФ, $C_2 = 1$ пФ, $C_3 = 1$ пФ, $C_4 = 2$ пФ.

- 290) Определить емкость плоского конденсатора (см. рисунок), наполовину заполненного парафином ($\varepsilon = 2$). Площадь обкладок конденсатора $S = 5,1 \text{ см}^2$, расстояние между обкладками $d = 2 \text{ мм}$. [3 пф]
- 291) Три одинаковых конденсатора соединены последовательно. Емкость такой батареи $C = 100 \text{ пф}$. Определить емкость батареи конденсаторов, после того, как один из них заполнили парафином ($\varepsilon = 2$). [120 пф]
- 292) Между пластинами плоского конденсатора, заряженного до разности потенциалов $U = 600 \text{ В}$, находятся два слоя диэлектриков: стекла ($\varepsilon = 7$) толщиной $d_1 = 7 \text{ мм}$ и эбонита ($\varepsilon = 3$) толщиной $d_2 = 3 \text{ мм}$. Площадь S каждой обкладки конденсатора равна 200 см^2 . Найти электроемкость C конденсатора. [88,5 пФ]
- 293) Расстояние d между обкладками плоского конденсатора равно $1,33 \text{ мм}$, площадь S обкладок равна 20 см^2 . В пространстве между обкладками конденсатора находятся два слоя диэлектриков: слюды ($\varepsilon = 7$) толщиной $d_1 = 0,7 \text{ мм}$ и эбонита ($\varepsilon = 3$) толщиной $d_2 = 0,3 \text{ мм}$. Определить электроемкость C конденсатора. [35,4 пФ]
- 294) В плоский конденсатор вдвинули плитку парафина ($\varepsilon = 2$) толщиной $d = 1 \text{ см}$, которая вплотную прилегает к его обкладкам. На сколько нужно увеличить расстояние между обкладками, чтобы получить прежнюю емкость? [0,5 см]
- 295) Три одинаковых конденсатора соединены параллельно. Емкость такой батареи $C = 10 \text{ пф}$. Определить емкость батареи конденсаторов, после того, как один из них заполнили парафином ($\varepsilon = 2$). [13,3 пФ]
- 296) Электроемкость плоского конденсатора равна $1,5 \text{ мкФ}$. Расстояние d между обкладками равно 5 мм . Какова будет электроемкость конденсатора, если на нижнюю обкладку положить лист эбонита ($\varepsilon = 3$) толщиной $d_1 = 3 \text{ мм}$? [2,5 мкФ]
- 297) Плоский воздушный конденсатор электроемкостью $C = 1,11 \text{ нФ}$ заряжен до разности потенциалов $U = 300 \text{ В}$. После отключения от источника тока расстояние между обкладками конденсатора было увеличено в 5 раз. Определить работу A внешних сил по раздвижению обкладок. [0,2 мДж]
- 298) Между обкладками плоского конденсатора емкости $C = 200 \text{ пФ}$ находится плотно прилегающая стеклянная ($\varepsilon = 7$) пластинка. Конденсатор заряжен до разности потенциалов $U_1 = 100 \text{ В}$ и отключен от источника. Какую работу нужно совершить, чтобы вытащить стеклянную пластинку из конденсатора? [6 мкДж]
- 299) Какое количество теплоты Q выделится при разряде плоского конденсатора, если разность потенциалов U между пластинами равна 15 кВ , расстояние $d = 1 \text{ мм}$, диэлектрик - слюда ($\varepsilon = 7$) и площадь S каждой пластины равна 300 см^2 ? (0,209 Дж).
- 300) Плоский воздушный конденсатор заряжен до разности потенциалов $U = 200 \text{ В}$. После отключения от источника тока расстояние между обкладками конденсатора было увеличено в 3 раза. Определить начальную емкость конденсатора, если работа A внешних сил по раздвижению обкладок равна $0,4 \text{ мДж}$. [10 нФ]
- 301) Чему была равна разность потенциалов между обкладками, если при уменьшении ее на 500 В энергия конденсатора уменьшилась в 2,25 раза? (1,5 кВ)
- 302) Плоский воздушный конденсатор электроемкостью $C = 1,11 \text{ нФ}$ заряжен до разности потенциалов $U = 300 \text{ В}$. После отключения от источника тока расстояние между обкладками конденсатора было увеличено в n раз. Работа A внешних сил по раздвижению обкладок $0,35 \text{ мДж}$. Определить n . [8]



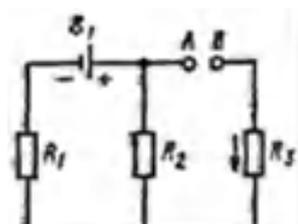
Электрический ток. Законы постоянного тока

- 303) Определить силу тока I_3 в резисторе сопротивлением R_3 и напряжение U_3 на концах резистора, если $\varepsilon_1 = 4 \text{ В}$, $\varepsilon_2 = 3 \text{ В}$, $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$,

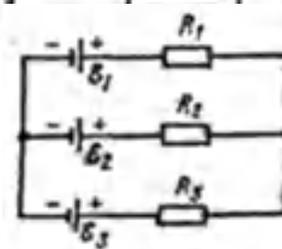


$R_3=1$ Ом. Внутренними сопротивлениями источников тока пренебречь.

- 304) Три сопротивления $R_1=5$ Ом, $R_2=1$ Ом и $R_3=3$ Ом, а также источник тока с ЭДС $\varepsilon_1=1,4$ В соединены, как показано на рис. Определить ЭДС ε_2 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. Сопротивлением источника тока пренебречь.



- 305) Три источника тока с ЭДС $\varepsilon_1= 11$ В, $\varepsilon_2= 4$ В и $\varepsilon_3= 6$ В и три реостата с сопротивлениями $R_1=5$ Ом, $R_2=10$ Ом и $R_3=2$ Ом соединены, как показано на рис. 19.10. определить силы токов I в реостатах. Внутреннее сопротивление источника тока пренебрежимо мало.



- 306) Определить ток короткого замыкания источника ЭДС, если при внешнем сопротивлении $R_1 = 50$ Ом тока в цепи $I_1 = 0,2$ А, а при $R_2 = 110$ Ом $- I_2 = 0,1$ А.
- 307) При внешнем сопротивлении $R_1 = 8$ Ом сила тока в цепи $I_1 = 0,8$ А, при сопротивлении $R_2 = 15$ Ом сила тока $I_2 = 0,5$ А. Определить силу тока короткого замыкания источника э. д. с.
- 308) 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 ЭДС ε и внутреннее сопротивление r батареи.
- 309) Аккумулятор с внутренним сопротивлением $0,08$ Ом при токе 4 А отдает во внешнюю цепь 8 Вт. Какую мощность отдаст он во внешнюю цепь при токе 6 А? (11 Вт)
- 310) При силе тока $I_1=3$ А во внешней цепи аккумулятора выделяется мощность $P_1=18$ Вт, при силе тока $I_2=1$ А - соответственно $P_2=10$ Вт. Определить внутреннее сопротивление r батареи. (20 Ом.)
- 311) ЭДС батареи аккумуляторов $E =12$ В, сила тока I короткого замыкания равна 5 А. Какую наибольшую мощность P_{\max} можно получить во внешней цепи, соединенной с такой батареей? (15 Вт)
- 312) Источник постоянного тока с внутренним сопротивлением 1 Ом замкнут в первом случае на резистор с сопротивлением R , а во втором случае – на 4 таких же резистора, соединенных параллельно. Определить сопротивление R , если мощность, выделяемая в нагрузке, в первом и во втором случаях одинакова. (2 Ом)
- 313) 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 мощность $P= 120$ Вт. Найти силу тока I в цепи. (2 А)
- 314) При силе тока $I_1=3$ А во внешней цепи аккумулятора выделяется мощность $P_1=18$ Вт, при силе тока $I_2=1$ А - соответственно $P_2=10$ Вт. Определить ЭДС - E батареи. (12 В)

Закон Био-Савара-Лапласа

- 315) По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток 50 А. Определить магнитную индукцию в точке, удаленной на расстояние 5 см от проводника. 200 мкТл
- 316) Чему равен радиус тонкого кольца, по которому течет ток 30 А, если напряженность магнитного поля в центре кольца равна 2 А/м? $7,5$ м
- 317) Какой ток течет по прямому бесконечно длинному проводнику, если на расстоянии 10 см от него магнитная индукция равна 20 мкТл? 10 А
- 318) Какой ток идет по тонкому кольцу радиуса 10 см, если индукция магнитного поля в центре кольца равна 100 мкТл? 16 А
- 319) По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток 30 А. На каком расстоянии от него магнитная индукция равна 15 мкТл? 40 см

- 320) Какой ток идет по тонкому кольцу радиуса 40 см, если напряженность магнитного поля в центре кольца равна 10 А/м? 8 А
- 321) По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток 25 А. Определить напряженность магнитного поля в точке, удаленной на расстояние 7 см от проводника. 57 А/м
- 322) При какой силе тока, текущего по тонкому проводящему кольцу радиусом 0,2 м, магнитная индукция в точке, равноудаленной от всех точек кольца на расстояние 0,3 м, станет равной 20 мкТл? 21,5 А
- 323) Какой ток течет по прямому бесконечно длинному проводнику, если на расстоянии 10 см от него напряженность магнитного поля равна 2 А/м? 1,3 А
- 324) Найти напряженность магнитного поля в центре тонкого кольца, которому течет ток 15 А. Радиус кольца равен 15 см. 50 А/м
- 325) По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток 5 А. На каком расстоянии от него напряженность магнитного поля равна 5 А/м? 16 см
- 326) Найти магнитную индукцию в центре тонкого кольца, которому идет ток 10 А. Радиус кольца равен 5 см. 126 мкТл.
- 327) По тонкому проводящему кольцу радиуса 30 см течет ток 20 А. Найти напряженность магнитного поля на оси кольца на расстоянии 40 см от его центра. 7,2 А/м
- 328) По обмотке очень короткой катушки радиусом 15 см течет ток 5 А. Сколько витков проволоки намотано на катушку, если напряженность магнитного поля в ее центре равна 800 А/м. 48
- 329) Чему равен радиус тонкого кольца, по которому течет ток 30 А, если индукция магнитного поля в центре кольца равна 50 мкТл? 38 см

Сила Ампера. Сила Лоренца

- 330) Прямой провод, по которому течет ток $I=1$ 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?
- 331) 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.
- 332) Определить силу Лоренца F , действующую на электрон, влетевший со скоростью $v=4$ Мм/с в однородное магнитное поле под углом $\alpha=30^\circ$ к линиям индукции. Магнитная индукция B поля равна 0,2 Тл.
- 333) Вычислить радиус R дуги окружности, которую описывает протон в магнитном поле с индукцией $B=15$ мТл, если скорость v протона равна 2 Мм/с.
- 334) Двукратно ионизированный атом гелия (α -частица) движется в однородном магнитном поле напряженностью $H=100$ кА/м по окружности радиусом $R=100$ см. Найти скорость v α -частицы.
- 335) Ион, несущий один элементарный заряд, движется в однородном магнитном поле с индукцией $B=0,015$ Тл по окружности радиусом $R=10$ см. Определить импульс p иона. Электрон движется в магнитном поле с индукцией $B=0,02$ Тл по окружности радиусом $R=1$ см. Определить кинетическую энергию T электрона (в джоулях и электрон-вольтах).
- 336) Протон, прошедший ускоряющую разность потенциалов $U=600$ В, влетел в однородное магнитное поле с индукцией $B=0,3$ Тл и начал двигаться по окружности. Вычислить ее радиус R .
- 337) Заряженная частица, обладающая скоростью $v=2 \cdot 10^6$ м/с, влетела в однородное магнитное поле с индукцией $B=0,52$ Тл. Найти отношение Q/m заряда частицы к ее массе, если частица в поле описала дугу окружности радиусом $R=4$ см. По этому отношению определить, какая это частица.
- 338) Заряженная частица, прошедшая ускоряющую разность потенциалов $U=2$ кВ, движется в однородном магнитном поле с индукцией $B=15,1$ мТл по окружности радиусом $R=1$ см. Определить отношение $|e|/m$ заряда частицы к ее массе и скорость v частицы.

Явление электромагнитной индукции

- 339) Магнитный поток $\Phi=40$ мВб пронизывает замкнутый контур. Определить среднее значение ЭДС индукции $\langle \mathcal{E}_i \rangle$, возникающей в контуре, если магнитный поток изменится до нуля за время $\Delta t=2$ мс.
- 340) Прямой провод длиной $l=40$ см движется в однородном магнитном поле со скоростью $v=5$ м/с перпендикулярно линиям индукции. Разность потенциалов U между концами провода равна 0,6 В. Вычислить индукцию B магнитного поля.
- 341) По катушке индуктивностью $L=0,03$ мГн течет ток $I=0,6$ А. При размыкании цепи сила тока изменяется практически до нуля за время $\Delta t=120$ мкс. Определить среднюю ЭДС самоиндукции $\langle \mathcal{E}_i \rangle$, возникающую в контуре.
- 342) С помощью реостата равномерно увеличивают силу тока в катушке на $\Delta I=0,1$ А в 1 с. Индуктивность L катушки равна 0,01 Гн. Найти среднее значение ЭДС самоиндукции $\langle \mathcal{E}_i \rangle$.
- 343) Индуктивность L катушки равна 2 мГн. Ток частотой $\nu=50$ Гц, протекающий по катушке, изменяется по синусоидальному закону. Определить среднюю ЭДС самоиндукции $\langle \mathcal{E}_i \rangle$, 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.

Оптика

Геометрическая оптика

- 344) Луч падает под углом $\varepsilon=60^\circ$ на стеклянную пластинку толщиной $d=30$ мм. Определить боковое смещение Δx ; луча после выхода из пластинки.
- 345) 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).
- 346) Из стекла требуется изготовить плосковыпуклую линзу, оптическая сила Φ которой равна 5 дптр. Определить радиус R кривизны выпуклой поверхности линзы.
- 347) Двояковыпуклая линза имеет одинаковые радиусы кривизны поверхностей. При каком радиусе кривизны R поверхностей линзы главное фокусное расстояние f ее будет равно 20 см?
- 348) Отношение k радиусов кривизны поверхностей линзы равно 2. При каком радиусе кривизны R выпуклой поверхности оптическая сила Φ линзы равна 10 дптр?
- 349) Определить радиус R кривизны выпуклой поверхности линзы, если при отношении k радиусов кривизны поверхностей линзы, равном 3, ее оптическая сила $\Phi=-8$ дптр.
- 350) Главное фокусное расстояние f собирающей линзы в воздухе равно 10 см. Определить, чему оно равно в воде.
- 351) У линзы, находящейся в воздухе, фокусное расстояние $f_1=5$ см, а погруженной в раствор сахара $f_2=35$ см. Определить показатель преломления n раствора.
- 352) Линза дает мнимое изображение предмета, расположенное на расстоянии $b = 10$ см. Предмет находится от нее на расстоянии $a = 5$ см. Чему равно ее фокусное расстояние?
- 353) Линза дает прямое изображение, находящееся на расстоянии $b = 1$ м. Расстояние между предметом и изображением $l = 50$ см. Найдите фокусное расстояние линзы.
- 354) Предмет находится на расстоянии $a = 1$ м от оптического центра рассеивающей линзы с оптической силой $\Phi = -1,5$ дптр. Где находится изображение предмета.
- 355) Линза дает прямое изображение, находящееся на расстоянии $b = 1$ м. Расстояние между предметом и изображением $l = 50$ см. Найдите оптическую силу линзы.
- 356) Где получится изображение, если предмет расположен на расстоянии $a = 30$ см от линзы с фокусным расстоянием $f = 60$ см?
- 357) Каково расстояние между предметом и его изображением, если предмет расположен на расстоянии $a = 50$ см от линзы с фокусным расстоянием $f = 40$ см?

- 358) Предмет находится на расстоянии $a = 6$ м от оптического центра рассеивающей линзы с фокусным расстоянием $f = -2$ м. Где находится изображение предмета?
- 359) Определить оптическую силу линзы, если известно, что предмет, помещенный перед ней на расстоянии $a = 40$ см, дает мнимое изображение, расположенное на расстоянии $b = 10$ см.
- 360) Где получится изображение, если предмет расположен на расстоянии $a = 40$ см от линзы с оптической силой $\Phi = -2,5$ дптр?
- 361) Определить фокусное расстояние линзы, если известно, что предмет, помещенный перед ней на расстоянии $a = 60$ см, дает мнимое изображение, расположенное на расстоянии $b = 15$ см.
- 362) На каком расстоянии от линзы с фокусным расстоянием $f = 12$ см надо поставить предмет, чтобы его действительное изображение располагалось на расстоянии $b = 48$ см от линзы?
- 363) Где по отношению к линзе с фокусным расстоянием $f = 25$ см получится изображение предмета, если предмет удален от линзы на $a = 1,5$ м?
- 364) Свеча находится на расстоянии $a = 12,5$ см от линзы, оптическая сила которой равна $\Phi = 10$ дптр. Где получится изображение свечи?
- 365) Предмет находится на расстоянии $a = 4$ м от оптического центра линзы с оптической силой $\Phi = -0,5$ дптр. Где находится изображение предмета?
- 366) Где получится изображение, если предмет расположен на расстоянии $a = 80$ см от линзы с оптической силой $\Phi = 2,5$ дптр?
- 367) Фокусное расстояние f собирающей линзы 15 см. Линза дает действительное изображение предмета, увеличенное в $k = 3$ раза. Определить расстояние a от предмета до линзы.
- 368) Расстояние от предмета до собирающей линзы $a = 30$ см. Линза дает действительное изображение предмета, увеличенное в $k = 2$ раза. Определить фокусное расстояние f линзы.
- 369) Фокусное расстояние f рассеивающей линзы 10 см. Линза дает мнимое изображение предмета, уменьшенное в $k = 4$ раза. Определить расстояние b от линзы до изображения.
- 370) Расстояние от собирающей линзы до изображения $b = 20$ см. Линза дает действительное изображение предмета, увеличенное в $k = 3$ раза. Определить фокусное расстояние f линзы.

Волновая оптика

- 371) Сколько штрихов на каждый миллиметр содержит дифракционная решетка, если при наблюдении в монохроматическом свете ($\lambda = 0,6$ мкм) максимум пятого порядка отклонен на угол $\varphi = 18^\circ$?
- 372) 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 $\Delta\varphi = 20^\circ$. Определить длину волны λ света.
- 373) Дифракционная решетка освещена нормально падающим монохроматическим светом. В дифракционной картине максимум второго порядка отклонен на угол $\varphi_1 = 14^\circ$. На какой угол φ_2 отклонен максимум третьего порядка?
- 374) Дифракционная решетка содержит $n = 200$ штрихов на 1 мм. На решетку падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 0,6$ мкм). Максимум какого наибольшего порядка дает эта решетка?
- 375) На дифракционную решетку, содержащую $n = 400$ штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 0,6$ мкм). Определить угол φ дифракции, соответствующий последнему максимуму.
- 376) При освещении дифракционной решетки белым светом спектры второго и третьего порядков отчасти перекрывают друг друга. На какую длину волны в спектре второго порядка накладывается фиолетовая граница ($\lambda = 400$ нм) спектра третьего порядка?

- 377) На дифракционную решетку, содержащую $n=400$ штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 0,6$ мкм). Найти общее число дифракционных максимумов, которые дает эта решетка.
- 378) На дифракционную решетку, содержащую $n = 500$ штрихов на 1 мм, падает в направлении нормали к ее поверхности белый свет. Спектр проецируется помещенной вблизи решетки линзой на экран. Определить ширину b спектра первого порядка на экране, если расстояние L линзы до экрана равно 3 м. Границы видимости спектра $\lambda_{кр}=780$ нм, $\lambda_{ф}=400$ нм.
- 379) Сколько штрихов на каждый миллиметр содержит дифракционная решетка, если при наблюдении в монохроматическом свете ($\lambda = 0,6$ мкм) максимум третьего порядка отклонен на угол $\varphi = 21^\circ$?
- 380) На дифракционную решетку, содержащую $n = 100$ штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 580$ нм. Зрительная труба спектрометра наведена на максимум m -го порядка. Чтобы навести трубу на другой максимум того же порядка, ее нужно повернуть на угол $\Delta\varphi = 20^\circ$. Определить длину волны λ света.
- 381) Дифракционная решетка освещена нормально падающим монохроматическим светом. В дифракционной картине максимум второго порядка отклонен на угол $\varphi_1 = 14^\circ$. На какой угол φ_2 (в градусах) отклонен максимум минус третьего порядка?
- 382) Дифракционная решетка содержит $n = 200$ штрихов на 1 мм. На решетку падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 0,4$ мкм). Максимум какого наибольшего порядка дает эта решетка?
- 383) На дифракционную решетку, содержащую $n = 400$ штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 0,55$ мкм). Определить угол φ дифракции (в градусах), соответствующий последнему максимуму.
- 384) На дифракционную решетку, содержащую $n = 400$ штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 0,55$ мкм). Найти общее число дифракционных максимумов, которые дает эта решетка.

Квантовая физика

- 385) Определить работу выхода A электронов из натрия, если красная граница фотоэффекта $\lambda_0=500$ нм.
- 386) Будет ли наблюдаться фотоэффект, если на поверхность серебра направить ультрафиолетовое излучение с длиной волны $\lambda = 300$ нм?
- 387) Какая доля энергии фотона израсходована на работу вырывания фотоэлектрона, если красная граница фотоэффекта $\lambda_0 = 307$ нм и максимальная кинетическая энергия T_{\max} фотоэлектрона равна 1 эВ?
- 388) На поверхность лития падает монохроматический свет ($\lambda=310$ нм) Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов U не менее 1,7 В. Определить работу выхода A .
- 389) Для прекращения фотоэффекта, вызванного облучением ультрафиолетовым светом платиновой пластинки, нужно приложить задерживающую разность потенциалов $U_1=3,7$ В. Если платиновую пластинку заменить другой пластинкой, то задерживающую разность потенциалов придется увеличить до 6 В. Определить работу A выхода электронов с поверхности этой пластинки.
- 390) Определить длину волны де Бройля λ характеризующую волновые свойства электрона, если его скорость $v = 1$ Мм/с. Сделать такой же подсчет для протона.
- 391) Электрон движется со скоростью $v = 200$ Мм/с. Определить длину волны де Бройля λ , учитывая изменение массы электрона в зависимости от скорости.
- 392) Какую ускоряющую разность потенциалов U должен пройти электрон, чтобы длина волны де Бройля λ была равна 0,1 нм?
- 393) Определить длину волны де Бройля λ электрона, если его кинетическая энергия $T = 1$ кэВ.

- 394) Найти длину волны де Бройля λ протона, прошедшего ускоряющую разность потенциалов U : 1) 1 кВ; 2) 1 МВ.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра технологии металлов и ремонта машин

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для лабораторных работ по курсу

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ И КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ
для обучающихся по направлению подготовки
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Уровень профессионального образования: бакалавриат
Направление подготовки: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль Электроснабжение
Квалификация выпускника: инженер

Форма обучения: очная и заочная

Рязань, 2020

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 «Электротехнические и конструкционные материалы» для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Методические указания составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденного Министерством образования и науки РФ 28 августа 2018 года, и предназначены для студентов заочной формы обучения, обучающихся профилю Электроснабжение. Предназначены для методического обеспечения выполнения лабораторных занятий по дисциплине «Электротехнические и конструкционные материалы».

Методические рекомендации обсуждены и одобрены на заседании кафедры технологии металлов и ремонта машин «31» августа 2020 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой «Технология металлов и ремонт машин» _____ Г.К. Рембалович
(кафедра) (подпись) (ФИО)

Методические указания одобрены учебно-методической комиссией инженерного факультета «31» августа 2020 г., протокол № 1

Председатель учебно-методической комиссии
по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника» _____ А.С. Морозов
(подпись) (ФИО)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Лабораторная работа № 1. Микроструктурный и макроструктурный анализ металлов и сплавов	7
Лабораторная работа № 2. Определение твердости металла	18
Лабораторная работа № 3. Изучение микроструктуры чистых металлов и двойных сплавов	29
Лабораторная работа № 4. Анализ диаграммы состояния сплавов железа-цементит.....	40
Лабораторная работа № 5. Изучение микроструктуры и свойств чугуна..	51
Лабораторная работа № 6. Термическая обработка углеродистых сталей..	58
Лабораторная работа № 7. Отпуск закаленной стали и его влияние на ударную вязкость стали.....	69
Лабораторная работа № 8. Изучение микроструктуры и свойств термически обработанных углеродистых сталей.....	73
Лабораторная работа № 9. Термическая обработка легированных сталей..	85
Лабораторная работа №10 Изготовление отливок в песчаных формах по разъемным моделям.....	97
Лабораторная работа №11 Изучение оборудования для ручной электродуговой сварки.....	101
Лабораторная работа №10 Расчет основных параметров режима ручной дуговой сварки.....	107
Лабораторная работа №13 Части, элементы, геометрические параметры токарного резца.....	121
Лабораторная работа №14 Исследование влияния элементов режима резания на шероховатость обработанной поверхности.....	130
Лабораторная работа №15 Изучение конструкции и кинематики токарно-винторезного станка модели 1К62.....	136

Лабораторная работа №16 Изучение конструкции и настройка горизонтально-фрезерного станка модели 6Н81Г.....	143
Лабораторная работа №17 Разработка технологического процесса изготовления детали механической обработкой.....	156
Лабораторная работа №18 Изучение электрических характеристик проводников и диэлектриков.....	163
Лабораторная работа №19 Влияние параметров электрического поля на диэлектрические свойства твердых материалов.....	166
Лабораторная работа №20 Влияние температуры на удельное объемное сопротивление твердых диэлектриков.....	173
Лабораторная работа №21 Определение электрической прочности диэлектриков.....	177
Лабораторная работа №22 Определение усадки заливочных и пропиточных материалов.....	181
Лабораторная работа №23 Распознавание электроизоляционных материалов.....	182
Лабораторная работа №24 Исследование свойств магнитных материалов.	189
Рекомендуемая литература	195

ВВЕДЕНИЕ

Электротехнические и конструкционные материалы — наука о связях между составом, строением и свойствами материалов и закономерностях их изменений при внешних физико-химических воздействиях.

Все материалы по химической основе делятся на две основные группы - металлические и неметаллические. К металлическим относятся металлы и их сплавы. Металлы составляют более $2/3$ всех известных химических элементов. В свою очередь, металлические материалы делятся на черные и цветные.

К черным относятся железо и сплавы на его основе - стали и чугуны. Все остальные металлы относятся к цветным. Чистые металлы обладают низкими механическими свойствами по сравнению со сплавами, и поэтому их применение ограничивается теми случаями, когда необходимо использовать их специальные свойства (например, магнитные или электрические).

Практическое значение различных металлов не одинаково. Наибольшее применение в технике приобрели черные металлы. На основе железа изготавливают более 90% всей металлопродукции. Однако цветные металлы обладают целым рядом ценных физико-химических свойств, которые делают их незаменимыми. Из цветных металлов наибольшее промышленное значение имеют алюминий, медь, магний, титан и др.

Кроме металлических, в промышленности значительное место занимают различные неметаллические материалы — пластмассы, керамика, резина и др. Их производство и применение развивается в настоящее время опережающими темпами по сравнению с металлическими материалами.

Образовательная программа по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» ориентирована на подготовку бакалавров.

Цель преподавания дисциплины "Электротехнические и

конструкционные материалы" состоит в том, чтобы на основе теории и методов научного познания дать знания, умения и практические навыки в области материаловедения, необходимые для решения научно-практических задач.

В результате изучения дисциплины «Электротехнические и конструкционные материалы» будущий специалист готовится к решению следующих задач:

- проведение анализа состояния и перспектив развития наземных транспортно-технологических средств, их технологического оборудования и комплексов на их базе.

В результате изучения дисциплины студент должен знать - основные методы механических испытаний материалов, механические свойства конструкционных материалов, требования, предъявляемые к материалам и принципы их выбора; уметь подбирать рациональный материал для изготовления деталей при конструировании, модернизации и ремонте автомобилей и тракторов, подбирать, исходя из заданных нагрузок и условий эксплуатации, комплектующие изделия; владеть инженерной терминологией в области производства наземных транспортно-технологических средств и комплексов.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих общекультурных и профессиональных компетенций:

- Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности (ОПК-4);

- ОПК-4.1. Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности.

- ОПК-4.2. Демонстрирует знание областей применения, свойств,

характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками.

- ОПК-4.3. Выполняет расчеты на прочность простых конструкций.

Лабораторная работа №1

Микроструктурный и макроструктурный анализ металлов и сплавов

1. Цель работы

Целью данной работы является ознакомление с методикой приготовления макро- и микрошлифов, изучение устройства и работы металлографического микроскопа, приобретение практических навыков исследования микрошлифов на микроскопе и изломов невооруженным глазом, зарисовка простейших микроструктур.

2. Основные теоретические положения

Свойства материалов в первую очередь определяются их химическим составом и структурой. В зависимости от размеров структурных составляющих и уровня техники для их исследования различают три вида структур: тонкую, макро- и микроструктуру.

Под структурой понимают видимое или мнимое изображение (модель, рисунок), которое показывает:

- электронное строение и расположение частиц (атомов, ионов, молекул) в кристалле (это тонкая структура),
- форму, размеры, распределение и направленность зерен, фаз, микровключений и микропустот (это микроструктура);
- характер излома и вид разрушения, форму и размеры крупных зерен, пор, раковин, трещин, волокнистость, химическую неоднородность (это макроструктура).

Тонкую структуру изучают дифракционными методами (рентгенографией, электронографией, нейтронографией). С их помощью можно рассмотреть детали структуры размером $d = 0,01 \dots 0,2$ нм.

Микроструктуру изучают с помощью светового ($d = 0,1 \dots 0,2$ мкм) или электронного ($d \geq 0,2$ нм) микроскопов.

Макроструктуру изучают невооруженным глазом и при небольшом увеличении (до 30...40 раз) с помощью линзы, лупы, окуляра.

Под разрешающей способностью (РС) понимают способность прибора или аппарата наблюдения (микроскопа, человеческого глаза, др.) отчетливо различать минимальные размеры объекта или деталей структуры. Математически она рассчитывается как величина, обратная минимальному расстоянию (d) между точками или линиями, которые еще видны отдельно:
 $РС = 1 / d$.

Разрешающая способность любого прибора наблюдения зависит от длины волны излучения (светового, рентгеновского, электронного и нейтронного потока), которое в нем используется для изучения объекта исследования (структуры). Чем меньше длина волны излучения λ , тем больше разрешающая способность РС.

Разрешающая способность оптической системы светового микроскопа определяется из условий дифракции согласно уравнению:

$$РС_{см} = (2n \sin \alpha/2) / \lambda ,$$

где λ – длина волны света (600 нм);

n – коэффициент преломления;

$\alpha/2$ – половина угла раскрытия входящего светового пучка;

Важной характеристикой для микроскопа является его увеличение. Максимально полезное увеличение светового микроскопа $M_{см}$ рассчитывают по формуле:

$$M_{см} = РС_{см} / РС_{гл} = d_{гл} / d_{м} = 300 \text{ мкм} / 0,2 \text{ мкм} = 1500 ,$$

где $РС_{см}$ и $РС_{гл}$ – разрешающая способность светового микроскопа и человеческого глаза соответственно;

$d_{м}$ и $d_{гл}$ – минимальный размер деталей структуры светового микроскопа и человеческого глаза соответственно; причем

$$d_{м} = 0,2 \text{ мкм}, \text{ а } d_{гл} = 300 \text{ мкм}.$$

Обычно в световом микроскопе ведут наблюдение в воздушной среде ($n=1$). Для получения больших увеличений между поверхностью специального

(иммерсионного) объектива и микрошлифом помещают жидкость с высоким коэффициентом преломления: кедровое масло, которое имеет $n = 1,52$. Тогда полезное увеличение светового микроскопа возрастает до 2280 раз.

Общее увеличение светового микроскопа $M_{см}$ также рассчитывается, как произведение увеличений объектива $M_{об}$ и окуляра $M_{ок}$:

$$M_{см} = M_{об} \cdot M_{ок}.$$

Увеличение светового микроскопа и его оптических элементов (объектива, окуляра) обозначают символом X , например, увеличение микроскопа – 1500 X , окуляра – 10 X , объектива – 100 X .

Микроскопы для исследования структуры материалов можно условно разделить на две основные группы приборов, в которых:

- излучение просвечивает образец, например, ПЭМ (просвечивающие электронные микроскопы), которые могут рассмотреть детали структуры размером $d = 0,2 \dots 0,5$ нм. В качестве образца используют очень тонкие фольги;

- излучение отражается от поверхности в виде вторичного пучка электронов, нейтронов, света, например, РЭМ (растровые электронные микроскопы). РЭМ могут рассмотреть структурные составляющие размером $d = 9 \dots 30$ нм, а световые микроскопы ($d = 200$ нм). Во всех случаях поверхность образца полируют и специально подготавливают.

Микроструктурный анализ металлов и сплавов

Для изучения микроструктуры металлов и сплавов применяют микроструктурный анализ (микроанализ). Его осуществляют путем рассмотрения микрошлифов на оптическом микроскопе (50...2000 X) в отраженном свете или на электронном микроскопе (5000...25000 X), в котором изображение создается вторичной эмиссией электронов, излучаемых поверхностью образца. Микрошлифом называют специально подготовленный образец, который имеет плоскую зеркальную поверхность, полученную шлифованием и полированием.

Микроанализ дает возможность определить размеры, форму, расположение и направленность зерен сплава, неметаллических включений и фаз, морфологию поверхности, выявить микродефекты (мелкие раковинки, поры, трещины), а с помощью электронного микроскопа еще рассмотреть дефекты кристаллической решетки (дислокации).

Изготовление микрошлифа включает следующие этапы:

- вырезка из заготовки и торцевание образца для исследования;
- подготовка плоской поверхности, для чего образец помещают в оправку, зажимая его винтами, запрессовывая его пластмассой, заливая его эпоксидной смолой или легкоплавким сплавом Вуда;
- многократное шлифование плоскости образца: сначала его шлифуют материалами с крупными абразивными зёрнами и постепенно переходят на материалы с более мелкими зёрнами до полного удаления с поверхности видимых рисок; причем при каждом переходе с одного на другой абразивный материал шлиф поворачивают на 90°;
- полирование образца для получения зеркальной поверхности.

Наиболее удобным для изготовления шлифа является образец высотой 10...20 мм цилиндрического или квадратного сечения. Отрезку образца делают механическим способом (пилой, фрезой, вулканитом, газопламенным резаком). Затем образец торцуют резцом, фрезой и выравнивают поверхность на наждачном круге.

При последующем шлифовании образца используют шлифовальные шкурки и алмазные пасты различной зернистости. При отрезке, торцевании и шлифовании образца не допускается перегрев его поверхности, поэтому образцы периодически охлаждают. При шлифовании мягких металлов (алюминия, меди) на шлифовальную бумагу наносят слой парафина или раствор парафина в керосине.

Применяют различные способы полирования: механический, химико-механический и электролитический. Механическое полирование проводят на

вращающемся круге, обтянутым мягким материалом (фетром, сукном, драпом). Эту ткань постоянно смачивают водной суспензией из абразивных материалов (оксидов Cr_2O_3 , Al_2O_3 , MgO , FeO). Твердые материалы обычно полируют на алмазной пасте. При химико-механическом полировании в состав полирующей смеси дополнительно вводят химически активные вещества. Электролитическое полирование осуществляют в электролитической ванне, куда в качестве анода помещают образец; и при пропускании электрического тока растворяются все неровности поверхности, делая ее гладкой и блестящей. После полировки образец промывают водой и высушивают, прикладывая к поверхности фильтровальную бумагу. Чтобы защитить шлиф от окисления на его поверхность наносят раствор кедрового масла или канадского бальзама в эфире, после испарения которого, на шлифе формируется защитная пленка.

Для выявления микроструктуры шлиф подвергают химическому, электролитическому, тепловому, катодному травлению, травлению в расплавах солей, травлению магнитным методом, методами окисления и вакуумного испарения. При воздействии на поверхность химической или воздушно окислительной среды развиваются процессы растворения, окисления и окрашивания фаз. Быстрее всего эти процессы идут в местах скопления дефектов, примесей, по границам зерен. В результате на поверхности шлифа формируется микрорельеф, который в отраженном свете оптического микроскопа, виден в форме зерен и различных фаз.

При химическом травлении шлиф погружают в жидкий травитель, либо им смачивают или его втирают в поверхность шлифа. При этом может быть выявлена вся микроструктура или какие-либо ее участки. Существует большой набор травителей на основе кислот, щелочей, красной кровяной соли, которые растворены в дистиллированной воде, различных спиртах и ацетоне. На практике для травления сталей и чугунов чаще всего используют травитель «Ниталь»: 2...4 % раствор азотной кислоты в этиловом спирте или воде. Травление заканчивают тогда, когда четко выявляются контуры

микроструктуры. Затем шлиф промывают водой, протирают спиртом и высушивают фильтровальной бумагой. Только тогда шлиф считается готовым.

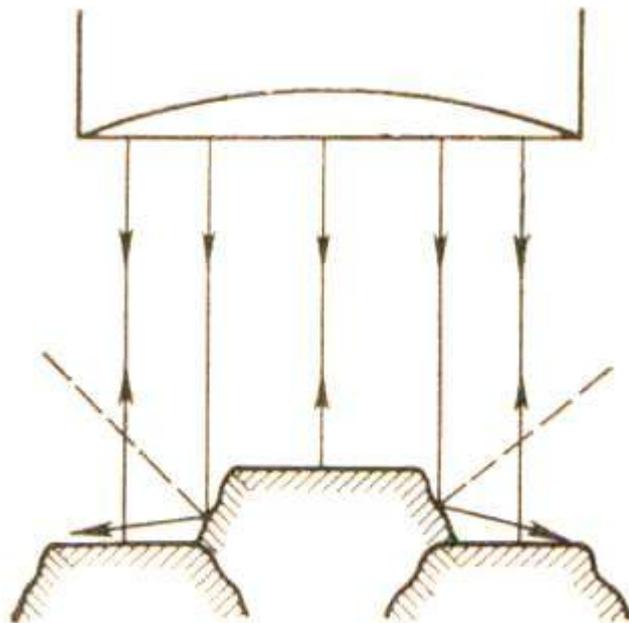


Рисунок 1.1. Схема отражения лучей от полированной и протравленной поверхности шлифа

Исследование микроструктуры протравленного микрошлифа осуществляют на оптическом металлографическом микроскопе в отраженном свете (рис. 1.1).

При травлении на поверхности шлифа создается микрорельеф вследствие неодинаковой глубины травления структурных составляющих. В более протравленных местах микрорельефа, например, в микропорах, на границах зерен и фаз, падающий из объектива свет рассеивается (рис. 1.1); эти места под микроскопом видны темного цвета. Гладкая (мало протравленная) поверхность, срезаемых при полировке зерен и твердых фаз, зеркально отражает падающий свет, который обратно возвращается в объектив (рис. 1.1); и тогда эти структурные составляющие имеют светлый цвет. В целом структура представляет собой сочетание света и тени. Например, эвтектоид стали – перлит, состоящий из смеси феррита и цементита, под микроскопом имеет

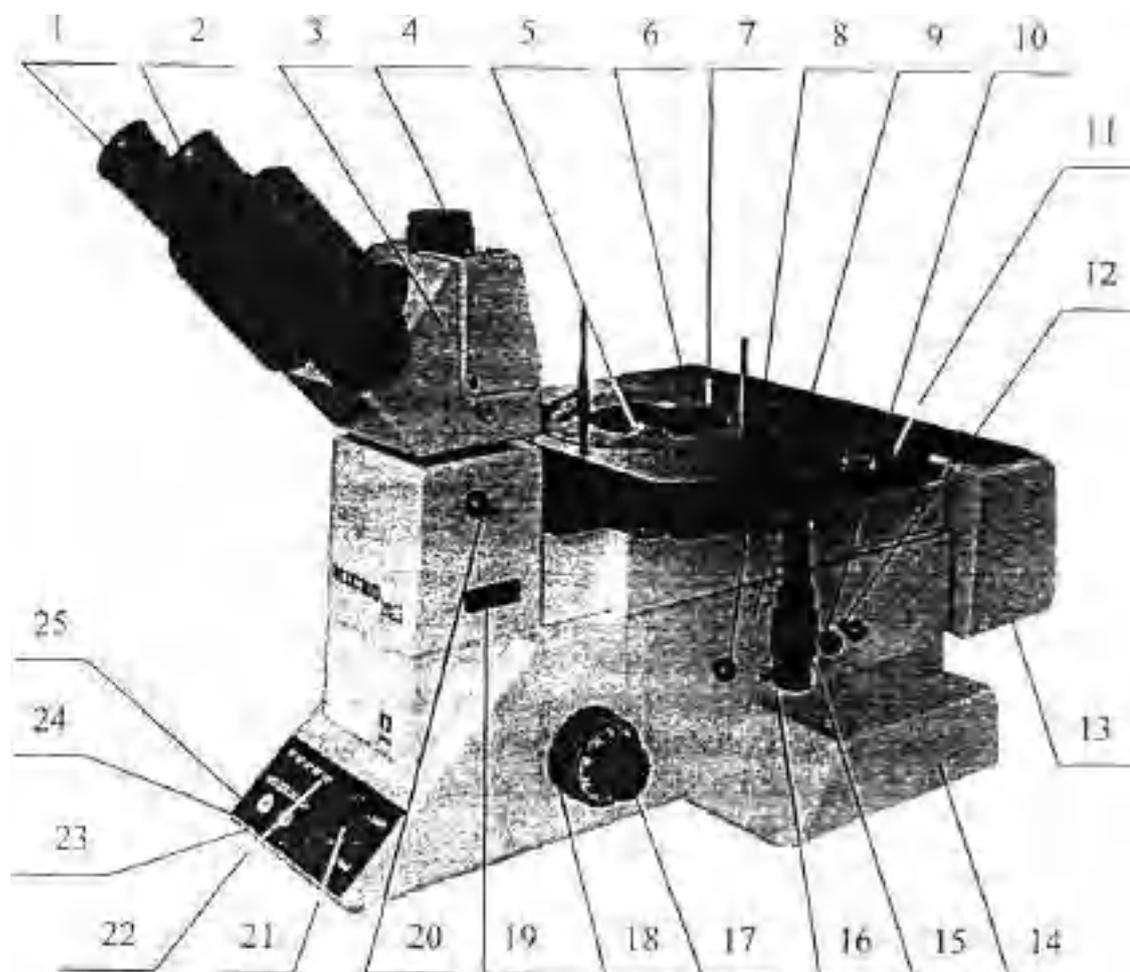
серый цвет, поскольку представляет собой смесь светлых фаз и темных межфазных границ.

Принцип работы светового микроскопа следующий. Лучи света от электрической лампы 1 проходят через фокусирующую систему светофильтров 2 и попадают на полупрозрачную пластину 3, расположенную под углом 45° к оси объектива 4. Лучи света, падающие на пластину 3, частично отражаются и проходят через объектив 4 и попадают на поверхность микрошлифа 6, установленного на предметном столике 5. Отразившись от поверхности микрошлифа, лучи вновь проходят через объектив 4, пластину 3, преломляются призмой 7 и через окуляр 8 попадают, в глаз наблюдателя.

Человеческий глаз обладает разной чувствительностью к цветам спектра: наибольшей чувствительностью – к желто-зеленым цветам. Такие светофильтры повышают разрешающую способность объектива и позволяют более четко рассмотреть детали структуры.

Устройство и работа изучаемого микроскопа МИ-1

Микроскоп МИ-1 предназначен для металлографических исследований и относится к микроскопам в отраженном свете (рис. 1.2). Несущей частью конструкции является корпус 14, в котором расположены элементы оптической схемы и механизмы микроскопа. В верхней части корпуса 14 ближе к оператору закреплена насадка тринокулярная 3 с окулярами 1 и 2 для визуального наблюдения увеличенного изображения объекта. Насадка тринокулярная 3, закрытая крышкой 4, имеет дополнительный оптический канал для установки телевизионной камеры, передающей микроизображения объекта на экран монитора персонального компьютера. Справа на корпусе 14 находится ручка 20 смены тубусных объективов 1,0 X или 1,5 X и крышка 19, на место которой может быть установлен светофильтр поляризационный из комплекта сменных частей.



1, 2 – окуляр; 3 – насадка тринокулярная; 4 – крышка; 5 – объективы; 6 – стол; 7 – пластина; 8, 10, 12, 20 – ручка; 9, 19 – крышка; 11 – винт; 13 – фонарь; 14 – корпус; 15, 16, 17, 18, 21 – ручка; 22 – светодиоды; 23 – пульт управления; 24, 25 – кнопка

Рисунок 1.2. Микроскоп МИ-1

На корпусе 14 установлен стол 6, на пластину 7 которого размещают объект наблюдения. Пластина 7 имеет возможность поворота вокруг вертикальной оси Z на угол $\pm 15^\circ$ за ручку и фиксации стопорным винтом 11. Конструкция предусматривает перемещение верхней плиты стола 6 по координатным осям X, Y в пределах $\pm 12,5$ мм; ее перемещение осуществляется вращением ручек 15 и 16. Под столом 6 находится револьверная головка с электро-механическим приводом и установленными на ней пятью микрообъективами 5. Смена позиций объективов осуществляется кнопками 24 и 25 и увеличение объектива показывает свечение светодиода на

пульте 23. Наводка микрообъективов 5 на резкое изображение объекта обеспечивается вращением соосных ручек 18 и 17. Ручка 18 служит для грубой (предварительной), а ручка 17 - для тонкой (окончательной) наводки на изображение наблюдаемого объекта.

Справа на боковой поверхности корпуса 14 расположена ручка 8 «BF/DF» переключения режима освещения светлое/темное поле, ручки 11 «FD» и 12 «AD» управления полевой и апертурной диафрагмами соответственно, а так же крышка 9, закрывающая место установки поляроида вращающегося. Слева на боковой поверхности корпуса 14 находится ручка «F» переключения светофильтров осветителя микроскопа. Возможны три режима освещения: с синим светофильтром, зеленым или без светофильтра. Сзади микроскопа расположен фонарь 13, источник электропитания и панель 9 с фильтром электропитания. Для снижения влияния вибраций на качество изображения объекта снизу на корпусе микроскопа установлены амортизаторы 8.

Макроструктурный анализ металлов и сплавов

Для изучения макроструктуры металлов и сплавов применяют макроструктурный анализ (макроанализ). Макроструктуру исследуют на изломах и макрошлифах, которые изготавливают, как и микрошлифы: вырезают из заготовок, шлифуют, полируют и травят.

Методом макроанализа определяют:

- характер разрушения и вид излома: вязкий, хрупкий;
- нарушение сплошности металла – усадочные раковины и рыхлость, газовые пузыри, флокены, свищи, расслоения, неметаллические включения, пористость, межкристаллитные трещины и возникающие при обработке давлением и термообработке;
- дендритное строение и зону транскристаллизации;
- структурную и химическую неоднородность сплава после литья, термической, термомеханической и химико-термической обработки, наличие грубых включений в структуре;

- волокнистую структуру деформированного металла;
- толщину поверхностного слоя (закаленного, цементованного, др);

Анализ строения излома характеризует поведение металла при разрушении. По этому признаку различают следующие изломы:

- кристаллический (блестящий с фасетками) излом наблюдается при хрупком разрушении сплавов: при их перегреве и переохлаждении;
- матовый или волокнистый (зерна не видны) излом наблюдается при вязком разрушении после значительной пластической деформации;
- смешанный (кристаллический на одних участках и волокнистый на других) излом наблюдается между верхним и нижним порогами хладноломкости стали, в не полностью прокаленной стали, при усталостном разрушении стали.

3. Порядок выполнения работы

- 3.1. Ознакомиться с известными методами и приборами, предназначенными для изучения структуры металлов и сплавов.
- 3.2. Изучить методику приготовления макро- и микрошлифов.
- 3.3. Изучить устройство и принцип работы микроскопа МИ-1.
- 3.4. Научиться определять увеличение микроскопа на основании паспортных данных объектива и окуляра.
- 3.5. Изучить микроструктуры микрошлифов разных сплавов на световом микроскопе МИ-1 и зарисовать их.
- 3.6. Сделать выводы и составить отчет по работе.

4. Содержание отчета

- 4.1. Название, цель и задачи работы.
- 4.2. Краткое описание методики приготовления микрошлифов и последующего исследования их на оптическом микроскопе.
- 4.3. Принципиальная схема светового микроскопа и описание его работы.
- 4.4. Эскизы микроструктур сплавов, изученных на занятиях.

4.5. Выводы по работе.

5. Вопросы для самоконтроля

5.1. Что такое макроструктура?

5.2. Какими способами изучают макроструктуру?

5.3. Для каких целей применяют анализ макроструктуры?

5.4. Как готовят образцы для макроанализа?

5.5. Как выявляют макроструктуру?

5.6. Как выявляют макростроение литого образца?

5.7. Как выявляют волокнистое строение стали?

5.8. Как выявляют глубину закаленного и цементированного слоя?

Лабораторная работа №2

Определение твердости металла

1. Цель работы

Научиться определять твёрдость различными способами.

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 (полуфабрикаты 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 Бринеллю.

Прибор для испытания на твердость по Бринеллю

Наиболее распространенным прибором для испытания на твердость по Бринеллю 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 шарикку 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 вдавливаются 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

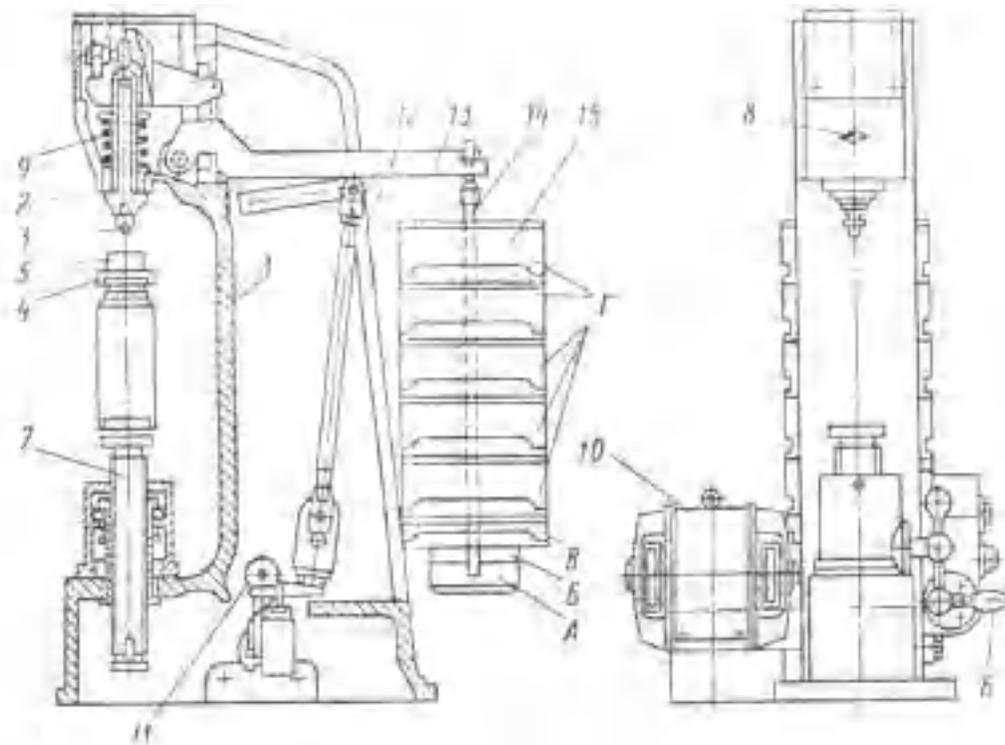


Рисунок 2.1 Схема автоматического рычажного пресса для определения твёрдости.

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 меньшую 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 шарик 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 HB

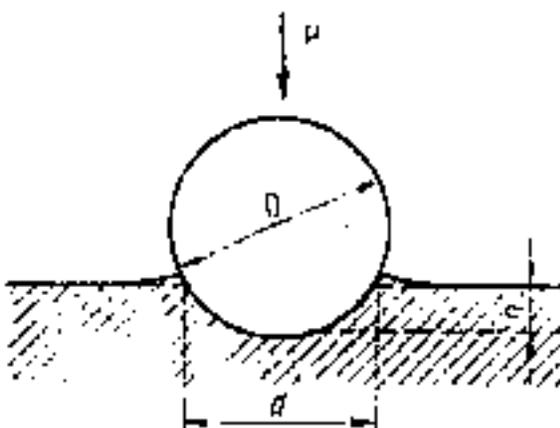


Рисунок 2.2 Схема испытания на твердость по способу Бринелля.

Расчет определения твердости

Отношение давления P к поверхности полученного отпечатка F дает число твердости, обозначаемое HB

$$HB = \frac{P}{F} \quad (2.1)$$

Поверхность F шарового сегмента

$$F = \pi D h \quad (2.2)$$

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 :

$$h = \frac{D - \sqrt{D^2 - d^2}}{2} \quad (2.3)$$

Тогда поверхность F шарового сегмента

$$F = \frac{\pi D}{2} (D - \sqrt{D^2 - d^2}) \quad (2.4)$$

Число твердости по Бринеллю будет характеризоваться формулой

$$HB = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (2.5)$$

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.

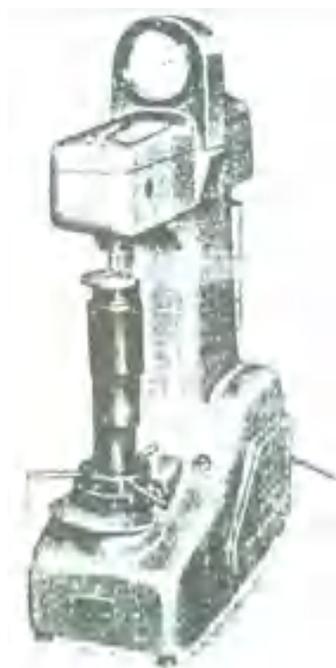


Рисунок 2.3 Прибор ТК-2 (типа Роквелла)

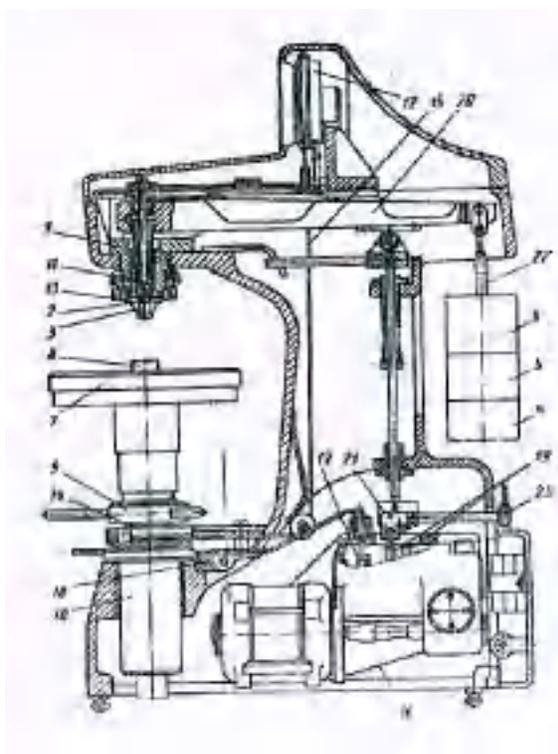


Рисунок 2.4 Схема прибора ТК-2 (типа Роквелла)

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_0 и основной P_1 нагрузок: $P = P_0 + P_1$. Предварительная нагрузка P_0 во всех случаях равна 10 кг

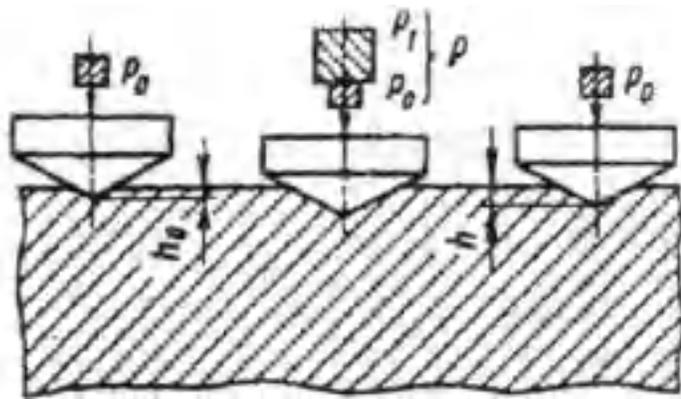


Рисунок 2.5 Схема определения твердости вдавливанием алмазного конуса.

Расчет определения твердости

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: $HR = 130 - e_c$ при измерении по шкалам С и А: $HR = 100 - e$.

Величина e определяется по следующей формуле:

$$e = \frac{h - h_0}{0,002} \quad (2.6)$$

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 производится 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?

Лабораторная работа №3

Изучение микроструктуры чистых металлов и двойных сплавов

1. Цель работы

Целью данной работы является ознакомление с процессом приготовления микрошлифов, изучение устройства металлографического микроскопа и приобретение практических навыков работы на нем, проведение микроанализа сплава и приобретение навыков зарисовки простейших микроструктур.

2. Основные теоретические положения

Общие сведения

Микроскопический анализ (микроанализ) металлов и сплавов заключается в исследовании их микроструктуры с помощью оптического или электронного микроскопов. Микроструктурой называется строение металлов, выявляемое с помощью микроскопа. Детали ее невидимы невооруженным глазом. Для нормального глаза при удалении от объекта на расстояние наилучшего видения (250 мм) минимальное разрешение составляет около 0,20 мм (200 мкм). Для наблюдения и изучения более мелких деталей структуры предназначены микроскопы. При использовании оптического микроскопа можно наблюдать элементы структуры размером до 10^4 мкм, более мелкие — с помощью электронного микроскопа.

Микроанализ позволяет определить форму и размеры отдельных зерен, фаз и структурных составляющих, а также их содержание и взаимное расположение.

С помощью микроанализа можно определить структуру сплава в любом состоянии (литом, деформированном, до и после термической обработки и т.д.); измерить толщину окисленного или насыщенного химико-термической обработкой (цементация, азотирование и т.д.) поверхностного слоя изделий;

определить имеющиеся микродефекты (трещины, другие нарушения сплошности металла), посторонние включения (частицы шлака, оксиды и т.д.) и многое другое.

Металлографический оптический микроскоп отличается от биологического методом использования освещения. Поскольку металлы непрозрачны для видимого света, их невозможно исследовать на просвет. Поэтому применяется отражение световых лучей, которое должно происходить от исследуемой поверхности микрошлифа. Для получения микрошлифа подготовленную плоскую поверхность исследуемого образца шлифуют, полируют, а затем подвергают травлению химически активными веществами. В каждом конкретном случае количество образцов для исследования и место их отбора должно определяться целью исследования. Например, в круглых прутках небольшого сечения при изучении микроструктуры целесообразно исследовать как поперечные, так и продольные сечения. Площадь изучаемой поверхности не должна быть большой (обычно не более 1,0...20 мм²). Высота образца определяется легкостью манипулирования при шлифовке и полировке. В случае, когда размеры исходного изделия и микрошлифа малы (проволока, тонкий лист), их закрепляют в специальные зажимы (струбцины) или заливают в оправках легкоплавкими материалами (эпоксидные или акриловые смолы, пластмассы и др.).

Целью шлифования и полирования является получение поверхности шлифа без рисок, рельефа, ямок и деформации. Шлифуют вручную или на станках абразивными шкурками. Соблюдается последовательность перехода от грубозернистых к мелкозернистым шкуркам. Для сухого шлифования применяют обычную шкурку, для мокрого — водостойкую. Если шлифование ведут вручную, шлифовальный материал кладут на ровную, твердую поверхность (например, на стекло). Во время шлифования целесообразно сохранять одно и то же положение образца, чтобы все риски были параллельны. При переходе на другую, более тонкую бумагу шлиф нужно промывать от абразивных частиц, а направление его поступательного движения изменять так, чтобы вновь возникающие риски были

перпендикулярны предыдущим. После окончания шлифования и удаления с поверхности абразивных частиц проводится полирование.

Для этого используют очень мелкий абразив, смешанный с жидкостью, например, оксиды хрома или алюминия, смешанные с водой, алмазные микропорошки, смешанные со специальным маслом или парафином. Суспензии и пасты наносятся на ворсистые ткани (фетр, тонкое сукно), которыми обтягивается вращающийся диск полировального станка. Периодически шлиф поворачивают на 90° , промывают, просушивают, контролируют качество под микроскопом. Окончательное полирование осуществляют на чистой ткани, смоченной водой. Готовый шлиф хорошего качества (отсутствуют риски, царапины, грязь) промывают водой или спиртом, просушивают сжатым воздухом или фильтровальной бумагой.

Для приготовления шлифов мягких материалов эффективно электролитическое полирование, основанное на анодном растворении выступов полируемой поверхности.

Сначала под микроскопом изучают нетравленный шлиф для выявления включений графита, микропор, трещин, неметаллических включений, форма, размер и распределение которых в структуре стали оценивается по ГОСТ 1778-70.

Затем изучают травленные шлифы, которые подвергают обработке химически активными веществами. Из-за различия физико-химических свойств различных зерен (фаз), а также пограничных участков происходит избирательное травление (растворение и испарение) вещества фазы, в результате чего на шлифе образуется рельеф. При попадании на него лучей имеет место отражение различной интенсивности и создается картина структуры поверхности шлифа, но не его внутренних объемов.

Полученную структуру анализируют, схематически зарисовывают, указывая на рисунке части микроструктуры, или фотографируют.

Реактивы для травления подбираются по специальным справочным таблицам в зависимости от материала микрошлифа и назначения реактива.

Для выявления структуры сталей и чугунов, в том числе после термической и химико-термической обработки, а также сплавов магния на практике используют раствор 1-5 мл азотной кислоты в 100 мл этилового спирта. Феррит в этом случае окрашивается в цвет светлой соломы, перлит (Ф + Ц) — темный с перламутровым оттенком, цементит — светло-голубой блестящий, графит — тусклый чернокоричневый, границы зерен обычно черные.

Рекомендуются два способа травления:

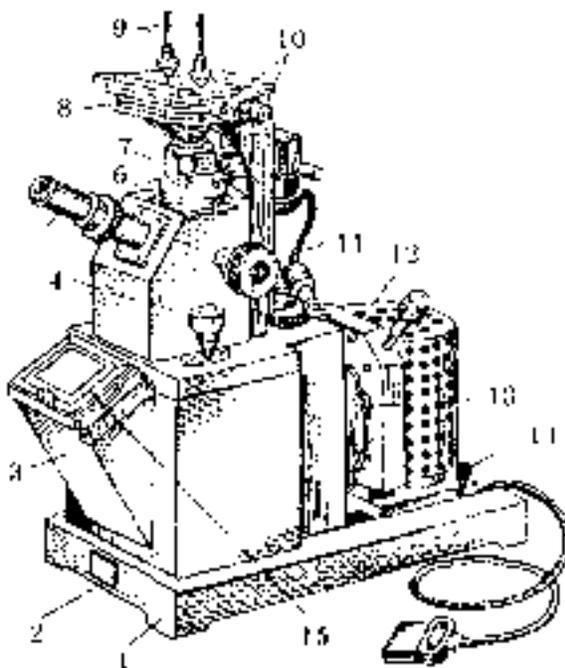
- 1) поверхность образца погружается в реактив,
- 2) поверхность протирается тампоном, смоченным реактивом. Время травления подбирается.

В настоящее время используется много марок металлографических микроскопов: МИМ-6; МИМ-7, ММР-2Р, ММР-4, ММУ-3, МИМ-8М, МИМ-9, Neophot-21 и др. Однако все микроскопы для микроструктурного анализа сконструированы по одному базовому принципу: освещение объекта и изучение его в отраженном свете.

Отличаются они друг от друга расположением в пространстве оптической оси (вертикальные МИМ-7 и др., горизонтальные МИМ-9 и др.); расположением изучаемого объекта (сверху, снизу); кратностью увеличения (МИМ-7 от 60 до 1440, ММР-4 от 50 до 1600); числом сервисных операций (МИМ-7 снабжен одним предметным столиком с ручным перемещением, ММР-4 — двумя — с ручным и автоматическим перемещением с помощью специального программного устройства) и др.

На рис. 3.1 показан общий вид микроскопа МИМ-7. Он состоит из следующих основных систем: оптической, осветительной с фотографической аппаратурой и механической.

Оптическая система микроскопа включает объектив и окуляр, от которых зависит увеличение микроскопа, и ряд вспомогательных элементов: призмы, зеркала, линзы, диафрагмы. Они смонтированы в корпусе и нужны чтобы сложный, рассеянный луч белого цвета превратить в прямолинейный и сфокусировать его в одной точке. Объектив, представляющий собой сочетание линз, дает реальное увеличенное, но обратное изображение микроструктуры. Окуляр состоит из нескольких линз и предназначен для увеличения изображения, полученного объективом, и преобразования его из обратного в прямое.



1 — основание; 2 — корпус; 3 — фотокамера; 4 — микрометрический винт; 5 — визуальный тубус с окуляром; 6 — рукоятка иллюминатора; 7 — иллюминатор; 8 — предметный столик; 9 — клеммы; 10 — винты перемещения столика; 11 — макрометрический винт; 12 — осветитель; 13 — рукоятка светофильтров; 14 — стопорное устройство осветителя; 15 — рамка с матовым стеклом

Рисунок 3.1. Общий вид микроскопа МИМ-7

Окуляр и объектив имеют собственные увеличения $u_{ок}$ и $u_{об}$. Общее увеличение микроскопа u_m при визуальном рассмотрении микроструктуры равно

$$u_m = u_{ок} \cdot u_{об}$$

Четкость изображения достигается при правильном подборе (комбинации) объектива и окуляра. В табл. 1.9 содержатся характеристики объективов и окуляров МИМ-7. Их сочетание для необходимого увеличения подбирается по этой таблице.

В осветительную систему микроскопа входят источник света, серия линз, светофильтров и диафрагм. Источником света является электрическая лампа (17В), включаемая в сеть через понижающий трансформатор.

Механическая система включает устройства для макро- и микрофокусировки. Макрофокусировка осуществляется с помощью винта, ручки которого располагаются слева и справа на боковых поверхностях корпуса микроскопа, и стопора с рукояткой (слева). Микрофокусировка производится винтом, расположенным справа, ниже макровинта. Перемещение предметного столика в горизонтальных направлениях для просмотра всей поверхности шлифа проводится двумя винтами, расположенными на его боковой поверхности. Около этих винтов на столике нанесены шкалы отсчета с ценой деления 1 мм.

Таблица 3.1. Увеличения микроскопа МИМ-7

Объективы	При визуальном наблюдении				При фотографировании		
	окуляры				окуляры		
	7 ^x	10 ^x	15 ^x	20 ^x	7 ^x	10 ^x	15 ^x
$F = 23,17; A = 0,17$	60	90	130	170	70	120	160
$F = 13,89; A = 0,30$	100	140	200	300	115	200	270
$F = 8,16; A = 0,37$	170	240	360	500	200	340	450
$F = 6,16; A = 0,65$	-	320	500	650	-	440	600
$F = 2,77; A = 1,25$	500	720	1080	1440	575	1000	1350

Примечание: А — числовая апертура (мера светосилы объектива); F — фокусное расстояние.

Порядок работы на микроскопе следующий. По табл. 3.1 подбирают объектив и окуляр для необходимого увеличения и устанавливают их в гнездо объектива и окулярный тубус. На предметный столик помещают образец, обращенный исследуемой поверхностью к объективу. Включают микроскоп в электросеть, устанавливают с помощью блока питания необходимый накал лампы освещения. Отпустив рукоятку стопора, плавным вращением макровинта опускают столик, проводят фокусирование до появления в окуляре структуры поверхности. Держа правой рукой макровинт, левой стопорят его. Точное фокусирование проводят вращением микровинта. Перемещая предметный столик в горизонтальной плоскости в двух взаимно перпендикулярных направлениях, с помощью винтов просматривают всю поверхность шлифа, выбирая характерные ее участки.

Таблица 3.2. Характеристика оценки зерна в зависимости от его номера

Помер зерна (баллы)	Средняя площадь зерна, мм ²	Среднее число зерен на площади 1 мм ² шлифа	Среднее число зерен в 1 мм ³	Средний диаметр зерна, мм	
				по расчету	условный
-3	1,024	1	1	1,00	0,875
-2	0,512	2	2,7	0,694	0,650
1	0,256	4	8	0,500	0,444
0	0,128	8	21	0,352	0,313
1	0,064	16	64	0,250	0,222
2	0,032	32	179	0,177	0,167
3	0,016	64	512	0,125	0,111
4	0,008	128	1446	0,088	0,0788
5	0,004	256	4096	0,060	0,0553
6	0,002	512	11417	0,041	0,0391
7	0,001	1021	32768	0,031	0,0267
8	0,0005	2048	92160	0,022	0,0196
9	0,00025	4096	262122	0,015	0,0138
10	0,000125	8192	737280	0,012	0,0099
11	0,000062	16384	2097152	0,0079	0,0069
12	0,000031	32768	5930808	0,0056	0,0049
13	0,000016	65536	16777216	0,0039	0,0032
14	0,000008	131072	17148064	0,0027	0,0023

Микроструктура анализируется и зарисовывается (фотографируется). Если в задачу изучения микроструктуры входит определение размера зерна, то рекомендуется использовать метод визуального сравнения зерен изучаемой микроструктуры при увеличении $\times 100$ со стандартной шкалой размеров зерна по ГОСТ 65-39-82) (рис. 3.2). Устанавливается номер (балл) зерна, затем по номеру, используя табл. 3.2, определяется поперечный размер зерна, мм, его площадь, мм^2 , и количество зерен на площади шлифа в 1 мм^2 . Сплавы, имеющие мелкое зерно, обладают более высоким комплексом механических свойств, чем крупнозернистые.

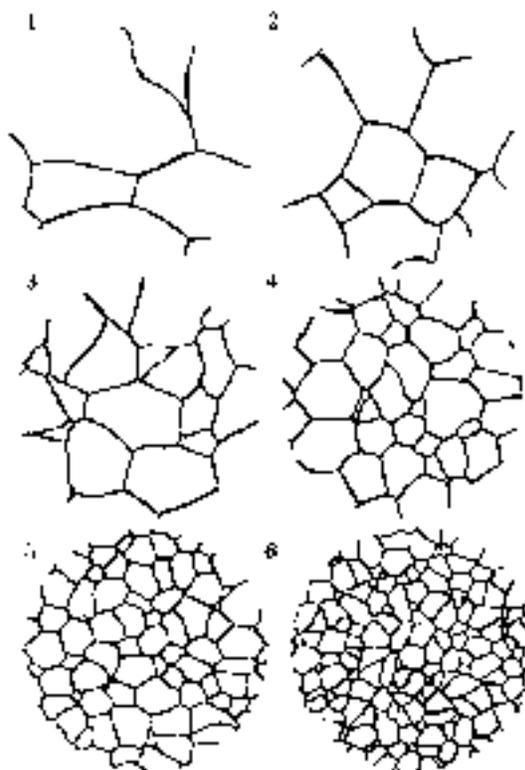


Рисунок 3.2. Шкала размеров зерна конструкционной стали (цифры под каждым рисунком — балл зерна): $\times 100$

Если размер зерна выходит за пределы номеров зерен 1-10, пользуются другими увеличениями, пересчитывая их по табл. 3.3.

Таблица 3.3. Пересчет номера зерна на стандартное увеличение (x100)

увеличение	Номер зерна при увеличении в 100 раз																	
	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
50			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
200							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
100									1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
800											1	2	3	4	5	6	7	8

Для более точной оценки величины зерна используют статистические методы (метод случайной секущей или метод площадей).

По величине зерна можно судить о температуре нагрева сплава при термической обработке и скорости его охлаждения. Чем выше температура нагрева и медленнее охлаждение (тонкая отливка), тем крупнее формируются зерна. Форма зерна (округлая, вытянутая) свидетельствует о том, был ли металл подвергнут холодной пластической деформации, направленной кристаллизации (вытянутые зерна) или термической обработке с умеренными скоростями охлаждения — с печью (отжиг), на воздухе — (нормализация).

Микроанализ позволяет выявить наличие диффузионных слоев на поверхности металла при химико-термической обработке оценить их толщину, изменение структуры в результате насыщения, и др.

Если необходимо определить толщину диффузионного слоя, то следует прежде всего установить, на какую глубину (до какой структуры) от насыщаемой поверхности распространяется слой. Затем измерить его с помощью объект-микрометра и окуляр-микрометра.

Объект-микрометр — это эталонная линейка, каждое из 100 делений которой соответствует 0,01 мм (10^{-5} м).

Окуляр-микрометр — это окуляр с увеличением $\times 7$ со вставленной в него измерительной линейкой или сеткой, цена делений которой зависит от увеличения микроскопа.

Для определения цены деления окуляр-микрометра на предметный столик устанавливается объект-микрометр шкалой вниз.

После наводки на резкость поворотом окуляра в тубусе его шкала устанавливается параллельно шкале объект-микрометра. Затем движением предметного столика крайние деления обеих шкал совмещаются (рис. 3.3) и определяется число делений шкалы объект-микрометра А, совпавших с делениями шкалы окуляр-микрометра В. Цена деления шкалы окуляр-микрометра ($C_{ок}$) определяется по формуле:

$$C_{ок} = A \cdot C_{об} / B,$$

где $C_{об}$ — цена деления шкалы объект-микрометра, 0,01 мм.

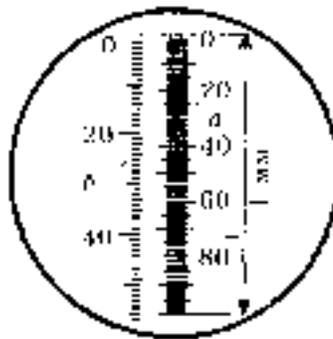


Рисунок 3.3. Схема определения цены деления окуляра: а — шкала объект-микрометра; б — шкала окуляр-микрометра

После этого шлиф устанавливается на предметном столике таким образом, чтобы диффузионный слой перекрывался окулярной линейкой. Тогда толщина слоя равна числу делений, умноженных на их цену.

Таким способом можно определять протяженность всех элементов микроструктуры, в том числе и длину поперечного сечения зерен.

3. Порядок проведения работы

3.1. Изучить устройство металлографического микроскопа. Усвоить приемы работы на нем.

3.2. Изучить процесс изготовления шлифа, приготовить шлиф.

3.3. Определить цену деления окуляр-микрометра.

3.4. Определить размеры зерна по микрошлифу методом визуального 3.1. сравнения с эталонными шкалами.

3.5. Определить глубину диффузионного слоя.

3.6. Сделать выводы.

4. Содержание отчета

4.1. Наименование и характеристика объекта исследования

4.2. Материальное обеспечение.

4.3. Эскиз детали и дефекта или повреждения (форма 1).

4.4. Эскизы образцов для исследований.

4.5. Методики подготовки образцов и их исследований.

4.6. Характеристики измерительных средств.

4.7. Заполнение форм 2, 3 (см. справочный материал).

4.1. Конструкционные и технологические мероприятия по повышению усталостной прочности деталей.

4.1. Выводы.

Лабораторная работа №4

Анализ диаграммы состояния сплавов железа-цементит

1. Цель работы

Целью данной работы является изучение диаграммы состояния железо-цементит.

2. Основные теоретические положения

Железо - металл сероватого цвета. Температура плавления - 1539 °С. Железо имеет две полиморфные модификации α , γ и δ . Модификация α существует при температурах ниже 911 °С. Кристаллическая решетка α -железа - объемно центрированный куб (ОЦК) с периодом решетки 0,28606 нм. Плотность α -железа 7,68 Мг/м³. Вторая модификация γ -железо (Fe_γ) существует при температуре 911 - 1392 °С. Кристаллическая решетка - гранецентрированная кубическая (ГЦК) с периодом 0,3645 нм. В интервале 1392 - 1539 °С существует δ -железо с кристаллической решеткой объемно центрированного куба (ОЦК) с периодом решетки 0,293 нм.

Углерод - неметаллический элемент II периода IV группы периодической системы, атомный номер 6, плотность 2,5 Мг/м³, температура плавления 3500 °С, атомный радиус 0,077 нм. В обычных условиях углерод находится в виде модификации графита, но может существовать в виде алмаза.

В системе железо - углерод различают следующие фазы: жидкий расплав, твердые растворы – α -феррит, δ -феррит и аустенит, а также цементит и графит.

Феррит (Ф) - твердый раствор углерода и других примесей в ОЦК-железе. Атом углерода располагается в решетке феррита в центре грани куба, где помещается сфера радиусом 0,031 нм, а также в дефектах кристаллической решетки. Предельная растворимость углерода в α -феррите 0,02% при температуре 727 °С и менее 0,01% при комнатной температуре, растворимость в δ -феррите -

0,1 %. Под микроскопом феррит выявляется в виде однородных полиэдрических (многогранных) зерен. Твердость и прочность феррита невысоки ($\sigma_b=250$ МПа, НВ =800 МПа).

Аустенит (А) - твердый раствор углерода и других примесей в γ -железе. Предельная растворимость углерода в γ -железе - 2,14 % при температуре 1147°C и 0,8% при 727 °С. Атом углерода располагается в центре куба, в котором может разместиться сфера радиусом 0,051 нм, и в дефектных областях кристалла.

Цементит (Ц) - химическое соединение железа с углеродом - карбид железа Fe_3C , содержащий 6,67% С. Цементит имеет сложную ромбическую решетку с плотной упаковкой атомов. Температура плавления цементита точно не определена (около 1260°C). К характерным особенностям цементита относятся высокая твердость (НВ - 8000 МПа) и очень малая пластичность (δ около 0%).

Графит (Гр) имеет гексагональную слоистую кристаллическую решетку. Межатомные расстояния в слоях небольшие (0,142 нм), расстояние между плоскостями - 0,340 нм. Графит мягок, обладает низкой прочностью.

3.2. Диаграмма состояния железо-углерод

Наличие двух высокоуглеродистых фаз (графита и цементита) приводит к появлению двух диаграмм состояния: метастабильной - железо-цементит и стабильной - железо-графит. Свободная энергия цементита всегда больше, чем свободная энергия графита.

Кристаллические структуры цементита и аустенита близки, тогда как кристаллические структуры аустенита и графита существенно различны. По составу аустенит и цементит ближе друг к другу и составу жидкой фазы, чем аустенит и графит (аустенит содержит до 2,14 %С, цементит - 6,67 %С, жидкая фаза - от 2,14 до 6,67 %С, графит – 100 %С. Поэтому образование цементита из жидкости или из аустенита происходит легче, работа образования зародыша, как и необходимые диффузионные изменения, меньше в случае кристаллизации

цементита, чем при кристаллизации графита, несмотря на меньший выигрыш свободной энергии.

Диаграмма состояния железо-цементит приведена на рис.3.1.

Линии диаграммы: ABCBD (линия ликвидус - место точек начала кристаллизации) и ANJESF (линия солидус - место точек конца кристаллизации) характеризуют начало и конец первичной кристаллизации, происходящей при затвердевании жидкой фазы. Линии ES и PQ показывают предельную растворимость углерода соответственно в аустените и феррите. При понижении температуры растворимость уменьшается и избыток углерода выделяется в виде цементита. Цементит, выделяющийся из жидкого сплава, принято называть первичным, из аустенита - вторичным, из феррита - третичным.

Три горизонтальные линии HJB, ECF и PSK указывают на протекание трех превращений при постоянной температуре. При 1499 °С (горизонталь HJB) происходит перитектическая реакция $L_B + \Phi_H \rightarrow A_J$. В результате реакции образуется аустенит.

При 1147°С (горизонталь ECF) протекает эвтектическая реакция $L_C \rightarrow A_E + \text{Ц}$ (жидкость, состав которой соответствует точке С, превращается в эвтектическую смесь аустенита, состав которого соответствует точке Е, и цементита, называемую ледебуритом).

При 727 °С (горизонталь PSK) протекает эвтектоидная реакция $A \rightarrow \Phi_P + \text{Ц}$ (в отличие от эвтектики, образующейся из жидкости, эвтектоид возникает из твердых фаз). Продукт превращения - эвтектоидная смесь феррита и цементита, называемая перлитом. Перлит чаще имеет пластинчатое строение, т.е. состоит из чередующихся пластинок феррита и цементита. После специальной термической обработки перлит может иметь зернистое строение.

Однофазные области диаграммы Fe – Fe₃C: жидкий расплав (L) - выше линии ABCD, феррит (Φ) – области ANH и GPQ, аустенит (A) - область JESGN.

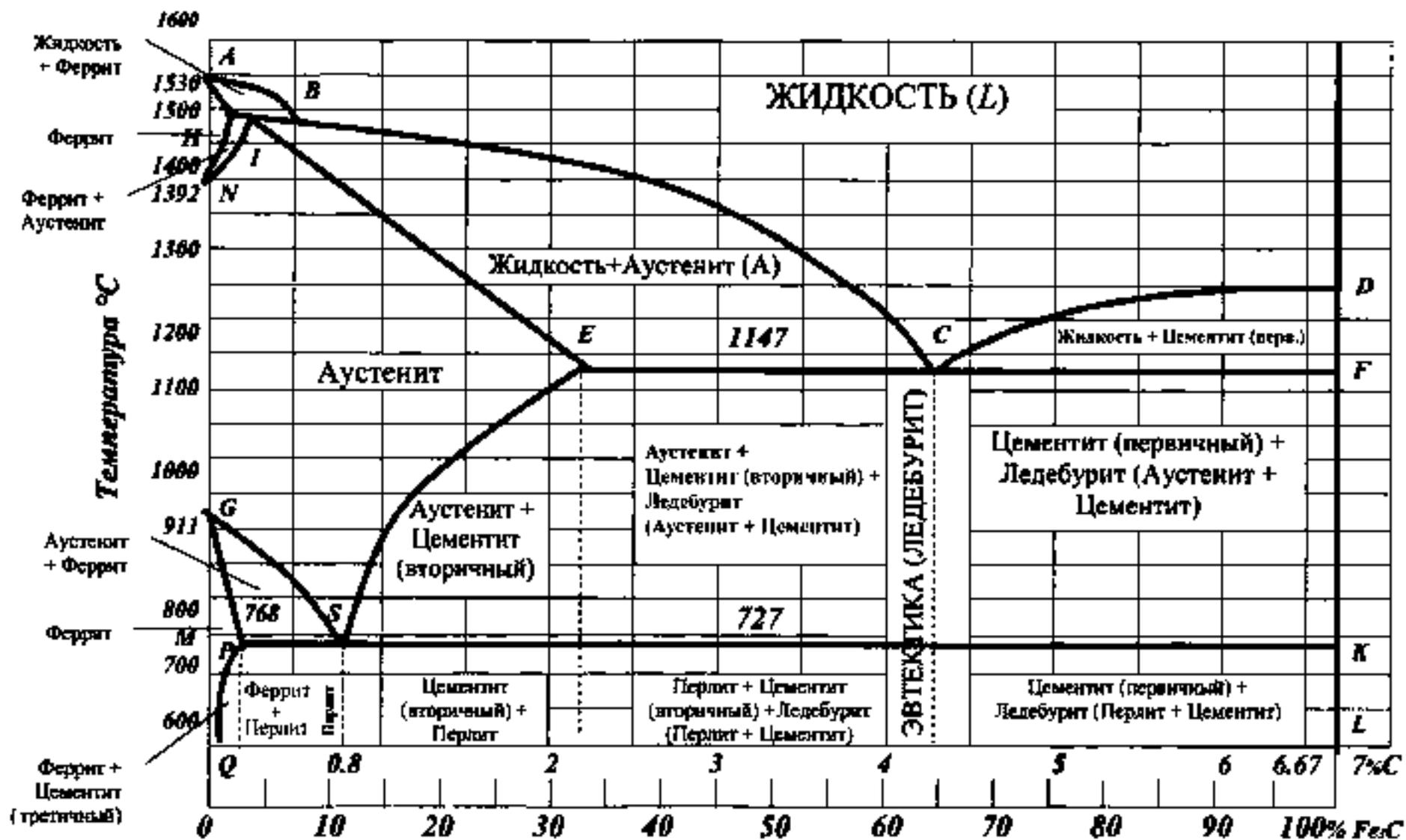


Рисунок 3.1. Диаграмма железо-цементит (Fe – Fe₃C)

Двухфазные области диаграммы: АНВ - в равновесии находится жидкий расплав и кристаллы δ -феррита, NHJ - в равновесии кристаллы δ -феррита и аустенита, JECB - в равновесии жидкий расплав и кристаллы аустенита, CDF - в равновесии жидкий расплав и кристаллы цементита, SECFK - в равновесии кристаллы аустенита и цементита, GSP - в равновесии кристаллы аустенита и α -феррита, QPSKL - в равновесии кристаллы α -феррита и цементита.

Сплавы железа с углеродом, содержащие до 0,02% С, называют техническим железом.

Сплавы железа с углеродом при содержании углерода от 0,02 до 2,14% носят название сталей (от 0,02 до 0,8% - доэвтектоидные стали, от 0,8 до 2,14% - заэвтектоидные стали).

Сплавы железа с углеродом, содержащие от 2,14 до 6,67 %С называются чугунами (от 2,14 до 4,3 % С – доэвтектические, от 4,3 до 6,67 %С - заэвтектические чугуны).

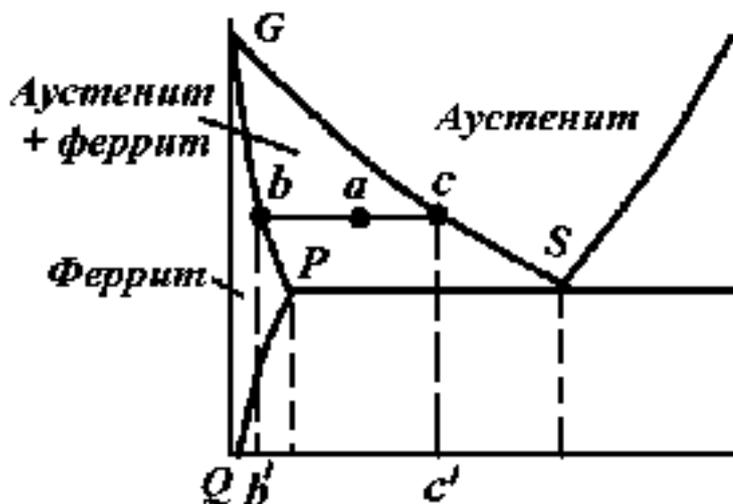


Рисунок 3.2. Диаграмма состояния

В двухфазных областях в любой точке можно определить количество фаз и их концентрацию, используя правило отрезков. Например, определим химический состав и количество фаз для сплава системы железо-цементит в точке а, находящейся в области GSP (рис.3.2). В этой области структурные составляющие феррит и аустенит. Проведем горизонтальную линию через

точку а до пересечения с линиями GP (точка b) и GS (точка с). Проекция точки b (b') указывает химический состав феррита, а проекция точки с (с') – состав аустенита. Массовое содержание аустенита $m_A = \frac{ba}{bc} \times 100\%$, а феррита

$$m_F = \frac{ac}{bc} \times 100\%.$$

Рассмотрим кристаллизацию некоторых сплавов, содержащих различное количество углерода. При анализе кристаллизации доэвтектоидной стали проведем для примера расчет числа степеней свободы по формуле $s = k - f + 1$, где s – число степеней свободы, k – количество компонентов, f – число фаз.

Использование правила отрезков для анализа диаграммы.

Кристаллизация доэвтектоидной стали, содержащей более 0,51 %С (рис. 3.3), начинается в точке 1, где в жидкой фазе зарождаются первые зерна аустенита, и заканчивается в точке 2. В процессе кристаллизации состав жидкой фазы изменяется по линии ликвидус ВС, а аустенита - по линии солидус JE. Между точками 1 и 2 число степеней свободы $s = 2 - 2 + 1 = 1$ (два компонента – железо и углерод, две фазы – жидкость и аустенит), следовательно, процесс может идти со снижением температуры. После затвердевания сплав имеет однофазную структуру аустенита. Между точками 2 и 3 идет охлаждение аустенита. Между точками 2 и 3 число степеней свободы $s = 2 - 1 + 1 = 2$ (два компонента – железо и углерод, одна фаза – аустенит), следовательно, процесс может идти со снижением температуры. В интервале от точки 3 до точки 4 происходит превращение аустенита - выделяя низкоуглеродистый феррит, аустенит обогащается углеродом в соответствии с линией GS и в точке 4 концентрация углерода в нем достигает эвтектоидной - 0,8%С. Между точками 3 и 4 число степеней свободы $s = 2 - 2 + 1 = 1$ (два компонента – железо и углерод, две фазы – аустенит и цементит), следовательно, процесс может идти со снижением температуры. При постоянной температуре 727 °С (площадка 4-4') происходит эвтектоидное превращение $A \rightarrow \Phi_F + \Psi$ аустенита в мелкодисперсную механическую смесь

феррита и цементита, называемую перлитом. В точке 4 число степеней свободы $c = 2 - 3 + 1 = 0$ (два компонента – железо и углерод, три фазы – аустенит, феррит и цементит), что подтверждает выделение перлита при постоянной температуре. При дальнейшем охлаждении до точки 5 происходит выделение из феррита избыточного углерода (в связи с понижением растворимости по линии диаграммы PQ) в виде третичного цементита. Между точками 4 и 5 число степеней свободы $c = 2 - 2 + 1 = 1$ (два компонента – железо и углерод, две фазы – феррит и цементит), следовательно, процесс может идти со снижением температуры. Конечная структура $\Phi + \Pi + \text{Ц}_{\text{III}}$ (феррито-перлитная).

Количественное соотношение между ферритом и перлитом в доэвтектоидных сталях определяется содержанием углерода (чем выше содержание углерода, тем больше перлита).

Кристаллизация заэвтектоидных сталей (рис.3.4) начинается в точке 1 выделением из жидкого расплава аустенита и заканчивается в точке 2. Состав жидкого расплава изменяется по линии BC, а аустенита - по линии JE. После затвердевания сплав имеет однофазную структуру аустенита. При дальнейшем охлаждении от точки 2 до точки 3 структурных превращений сталь не претерпевает, идет простое охлаждение. В интервале точек 3-4 происходит выделение вторичного цементита в связи с уменьшением растворимости углерода в аустените согласно линии ES диаграммы. При медленном охлаждении цементит выделяется по границе аустенитных зерен. Состав аустенита изменяется согласно линии ES и в точке 4 при температуре 727 °С аустенит содержит 0,8% С. На линии SK (на кривой - площадка 4-4') происходит эвтектоидное превращение аустенита в перлит. При дальнейшем охлаждении ниже точки 4 из феррита, входящего в перлит, выделяется третичный цементит. Третичный цементит, наслаиваясь на кристаллы вторичного цементита и цементита перлита, не оказывает заметное влияние на свойства. Поэтому при рассмотрении структур заэвтектоидных сталей о третичном цементите обычно не упоминают. Конечная структура $\Pi + \text{Ц}_{\text{II}} + \text{Ц}_{\text{III}}$ - перлито-цементитная.

Доэвтектические чугуны (рис.3.5) начинают кристаллизацию в точке 1, где при последующем охлаждении происходит выделение из жидкой фазы кристаллов аустенита переменного состава, концентрация которого определяется линией JE, а жидкого расплава - линией ликвидус BC. В точке 2 содержание углерода в расплаве достигает 4,3% и при постоянной температуре 1147 °С оставшийся расплав кристаллизуется в эвтектику (дисперсную смесь аустенита, содержащего 2,14%С, и цементита), называемая ледебуритом $L_C \rightarrow A_E + Ц$. Ледебурит имеет сотовое или пластинчатое строение. При дальнейшем охлаждении (участок 2 - 3) аналогично заэвтектоидной стали из аустенита (структурно свободного и входящего в состав ледебурита) выделяется избыточный углерод в виде вторичного цементита. Аустенит при этом обедняется углеродом и при температуре 727°С приобретает состав, соответствующий эвтектоидному. В точке 3 начинается эвтектоидное превращение аустенита в перлит при постоянной температуре 727 °С (площадка 3-3*). Перлит образуется из структурно свободного аустенита и из аустенита, входящего в состав ледебурита. Ледебурит, состоящий из смеси цементита и перлита, носит название видоизмененного ледебурита $L_{вид} (П+Ц)$ в отличие от ледебурита состава $L (A+Ц)$. При дальнейшем охлаждении от точки 3' до точки 4 происходит выделение избыточного углерода из феррита, входящего в перлит и видоизмененный ледебурит, в виде третичного цементита, наслаивающегося на цементит перлита и ледебурита. Третичный цементит не влияет на свойства чугунов из-за незначительного количества, по сравнению с общим количеством цементита в чугунах. Конечный состав доэвтектического чугуна $П + L_{вид} + Ц_{III}$, поэтому такой чугун называют перлитно-ледебурито-цементитным чугуном.

Кристаллизация заэвтектических чугунов (рис.3.6) начинается в точке 1 выделением из жидкого расплава первичного цементита. При этом состав расплава изменяется по линии DC. Выделяя высокоуглеродистую фазу - цементит, расплав обедняется углеродом и при температуре 1147°С содержит 4,3%С. При постоянной температуре расплав кристаллизуется с образованием

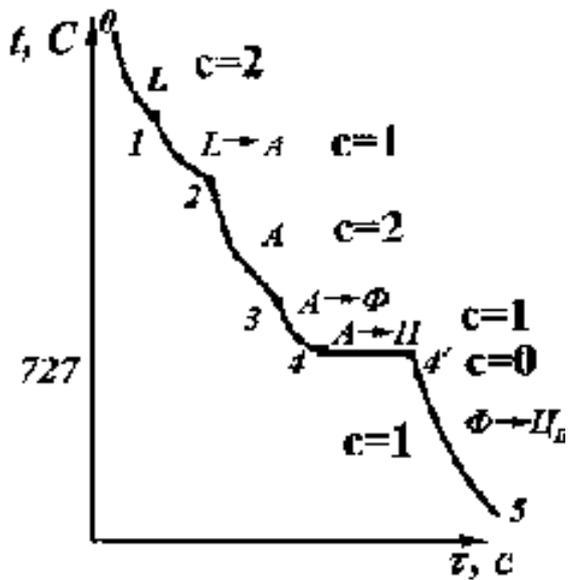


Рисунок 3.3 Сплав 1
(доэвтектоидная сталь)

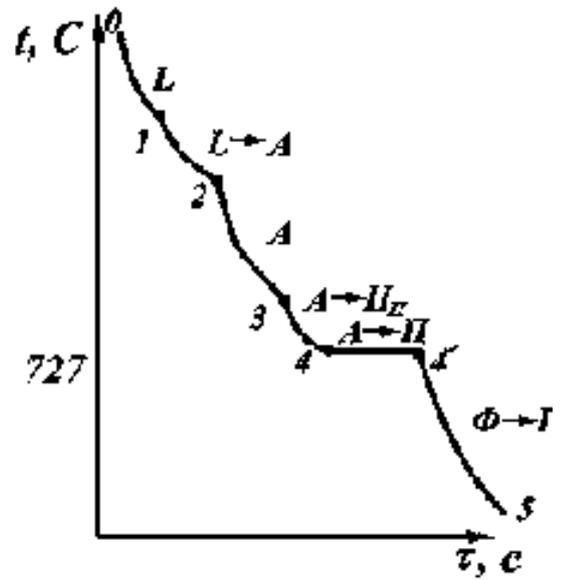


Рисунок 3.4. Сплав 2
(заэвтектоидная сталь)

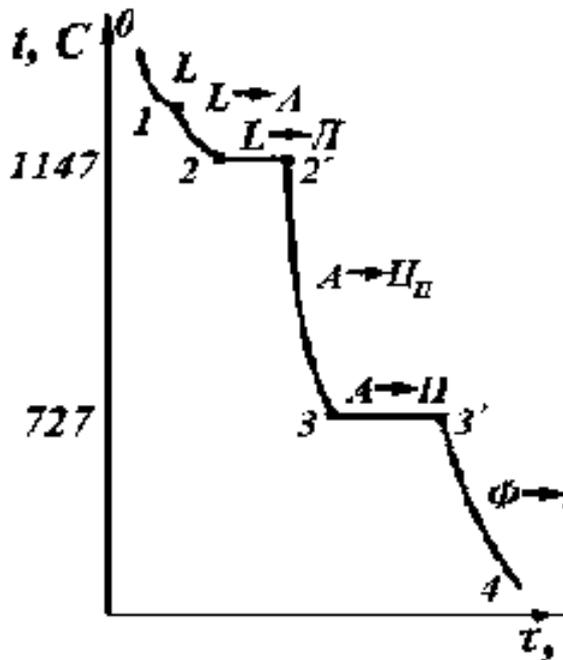


Рисунок 3.5. Сплав 3 (доэвтектический
чугун)

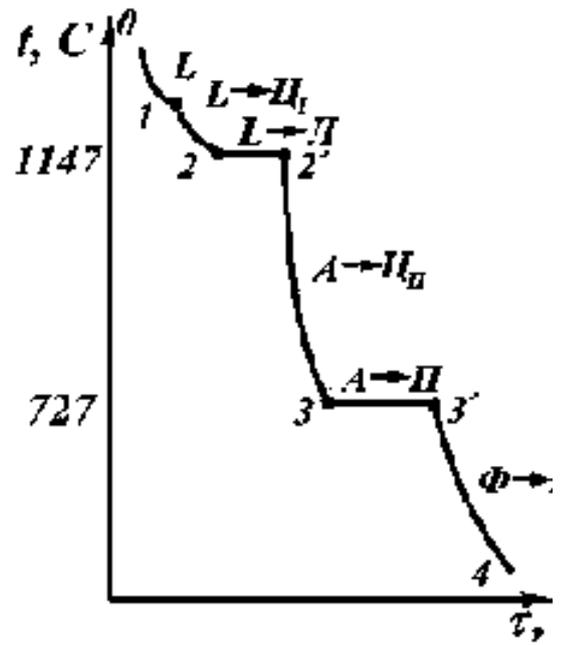


Рисунок 3.6. Сплав 4 (заэвтектический
чугун)

состав аустенита изменяется по линии ES . При достижении температуры 727°C аустенит, содержащий 0,8% C, превращается в перлит $A \rightarrow \Phi_p + \text{Ц}$ и образуется ледебурита. При дальнейшем охлаждении из аустенита, входящего в ледебурит, выделяется избыточный углерод в виде вторичного цементита, и видоизмененный ледебурит. При дальнейшем охлаждении от точки 3' до точки 4 из феррита, входящего в состав перлита видоизмененного ледебурита, выделяется избыточный углерод согласно кривой PQ в виде третичного цементита, наслаивающегося на цементит перлита. Конечная структура заэвтектического чугуна $L_{\text{вид}} + \text{Ц}_I + \text{Ц}_{II}$ носит название ледебуритно-цементитного чугуна.

Таким образом, у всех сталей, содержащих менее 2,14%С, в результате первичной кристаллизации получается структура аустенита, а после затвердевания не содержится хрупкой структурной составляющей - ледебурита; у всех чугунов, содержащих более 2,14%С, структура первичной кристаллизации состоит из ледебурита с первичным аустенитом или цементитом, а при комнатной температуре структура состоит из видоизмененного ледебурита, цементита и, у доэвтектического чугуна, перлита.

Стали при высоком нагреве имеют аустенитную структуру, обладающую высокой пластичностью, поэтому они легко деформируются при нормальных и повышенных температурах.

Чугуны обладают лучшими литейными свойствами, в том числе более низкой температурой плавления и имеют меньшую усадку.

3. Порядок проведения работы

- 3.1. Изучить диаграмму железо-цементит.
- 3.2. Изучить правила отрезков для анализа диаграммы.
- 3.3. Сделать выводы.

4. Содержание отчета

- 4.1. Цель исследования

4.2. Нарисовать диаграмму состояния Fe - C (в масштабе).

4.3. Нарисовать кривые охлаждения сплавов (содержание углерода задает преподаватель) согласно диаграммы Fe - C.

4.4. Выводы

Лабораторная работа №5.

Изучение микроструктуры и свойств чугуна

1. Цель работы

Целью данной работы является изучение микроструктуры сталей и чугунов, их структурные составляющие, приборы и методику проведения микроструктурного анализа, влияние углерода на структуру и свойства сталей. Научиться определять примерное содержание углерода в стали и ее марку по микроструктуре, прогнозировать механические свойства материала.

2. Основные теоретические положения

Стали и чугуны, относящиеся 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 сталей 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.

К углеродистым сталям относят сплавы железа с углеродом с содержанием последнего от 0,02 до 2,14%. Взаимодействуя между собой эти компоненты (железо и углерод) образуют, в зависимости от их концентрации и температуры, различные фазы и структуры, основными из которых являются: феррит, перлит, аустенит, цементит.

Основой для определения фаз и структурных составляющих углеродистой стали в равновесном состоянии является часть диаграммы железо-углерод, так называемый стальной угол, который представлен на рис. 5.1.

Согласно этой диаграмме нас интересуют следующие фазы.

Феррит - фаза и структурная составляющая, представляющая собой твердый раствор внедрения углерода в α -железе. Феррит - мягкая пластичная фаза.

Обозначается Φ , а или $Fe\alpha$. Механические свойства: $HВ \sim 600$ МПа, $a_b \leq 330$ МПа, $\sigma = 40\%$, Область феррита на диаграмме состояния (рис. 5.1) располагается левее линии GPQ.

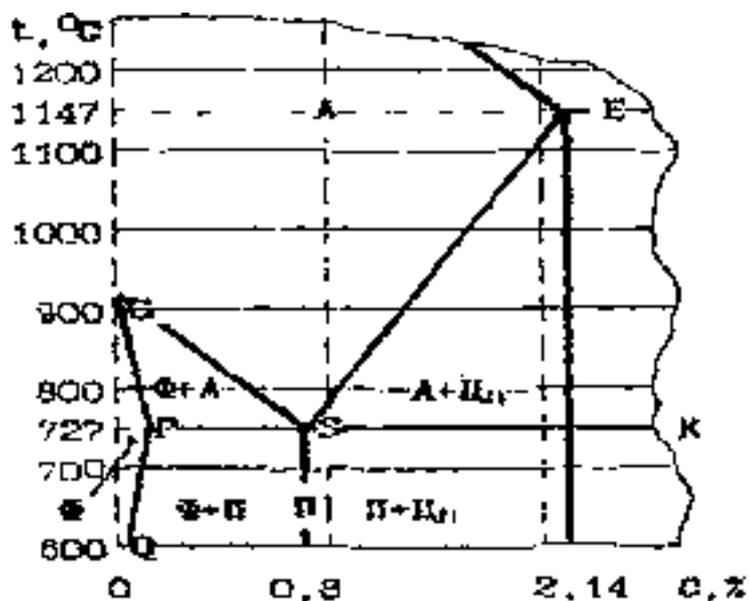


Рисунок 5.1. Стальной угол диаграммы железо-цементит

Аустенит - фаза и структурная составляющая, представляющая собой твердый раствор внедрения углерода в γ -железе. Обозначается А, γ , Fe^γ . Механические свойства: $HV \sim 1600$ МПа, $\sigma_B - 750$ МПа, $\delta = 60\%$.

Цементит - фаза и структурная составляющая, представляющая собой химическое соединение железа с углеродом (карбид железа). Обозначается Ц или Fe_3C . Имеет нулевую пластичность и твердость $HV \sim 8000$ МПа.

Перлит - эвтектоидная смесь феррита и цементита - результат эвтектоидной реакции, протекающей по линия PSK (рис. 5.1): аустенит концентрации точки S разлагается на феррит концентрации точки P и цементит концентрации точки K. Образовавшаяся таким образом эвтектоидная смесь феррита и цементита получила название перлита (вид перламутра). Эта реакция происходит у всех сплавов системы железо-углерод, содержащих $C > 0,02\%$, т.е. практически у всех промышленных железоуглеродистых сплавов. Эту реакцию называют эвтектоидным или перлитным превращением. Механические свойства перлита пластинчатого: $HV \sim 2000$ МПа, $\sigma_c = 800$ МПа, $\delta = 10\%$; перлита зернистого: $HV \sim 1800$ МПа, $\sigma_B = 650$ МПа, $\delta = 20\%$. Твердость перлита выше, чем у феррита, но меньше, чем у цементита.

По структуре углеродистые стали классифицируют на доэвтектоидные, эв-тектоидные и заэвтектоидные (рис. 5.2).

Доэвтектоидные стали содержат более $0,02\%$, но менее $0,8\%$ углерода. Их структура состоит из светлых зерен феррита и темных зерен перлита, представляющих в свою очередь зерна феррита, пронизанных пластинами цементита (рис. 5.2,гид).

С увеличением содержания углерода количество феррита в доэвтектоидных сталях уменьшается, а перлита увеличивается. Поскольку практически весь углерод находится в перлите, то содержание углерода в доэвтектоидной стали можно определить по формуле, в %:

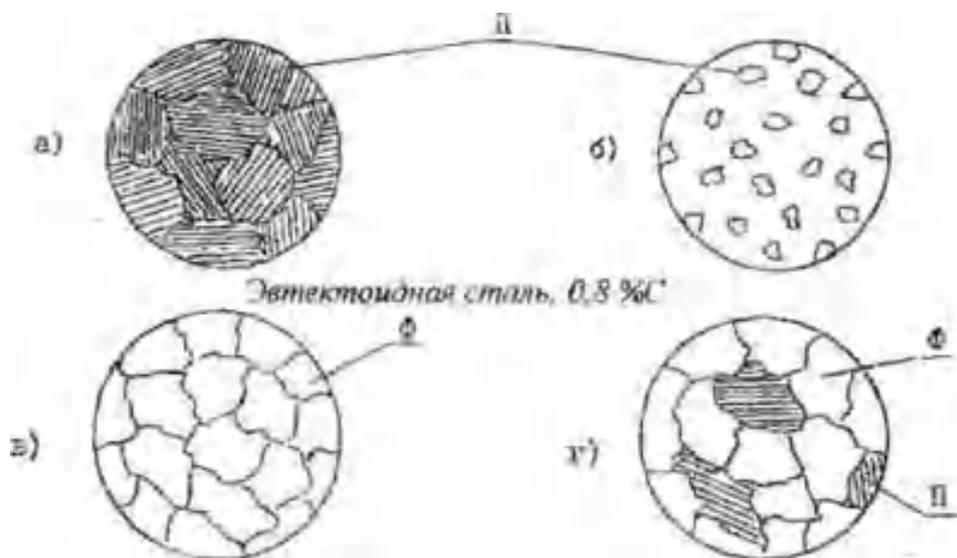
$$C = 0,8F_n/100$$

где F_n - площадь занимаемая перлитом, %

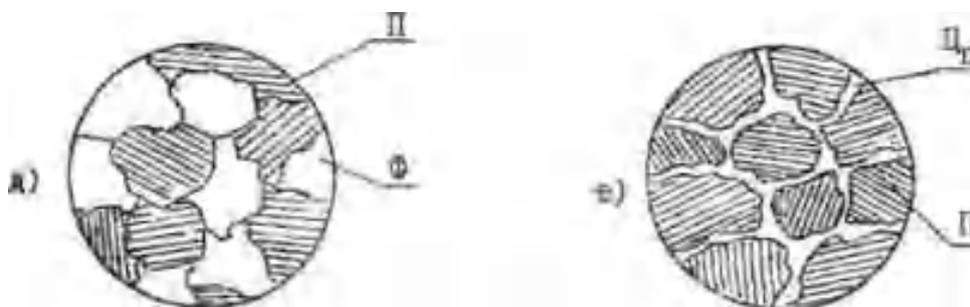
Эвтектоидная сталь содержит 0,8%С и имеет перлитную структуру. В поле зрения микроскопа эвтектоидная сталь с пластинчатым перлитом отчетливо выявляет форму цементита в виде темных прожилок на светлом фоне феррита (рис.5.2,а). При большой степени дисперсности цементитных частиц и при малых увеличениях двухфазное строение перлита может не выявляться.

Заэвтектоидная сталь состоит из перлита и вторичного цементита, располагающегося в виде сетки или пластин (рис. 5.2,б, е). Количество вторичного цементита возрастает с увеличением содержания в стали углерода.

После травления 4%-ным раствором HNO_3 в спирте цементит под микроскопом имеет вид белой составляющей, также как и феррит, а перлит - вид темной составляющей.



Технически чистое железо Доэвтектоидная сталь, 0,2 %С



Доэвтектоидная сталь, 0,6 %С Заэвтектоидная сталь

Рисунок 5.2. Схемы микроструктур стали. x150

В заэвтектоидных сталях содержание углерода может быть ориентировочно определено по следующей формуле, в %:

$$C = (0,8 F_n + 6,67 F_{ц})/100, (2)$$

где $F_{ц}$ - площадь, занимаемая вторичным цементитом, в %.

Таким образом, зная микроструктуру стали, мы можем по соответствующим зависимостям определить содержание в стали углерода и ее марку.

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 Fe_3C . 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. 5.3,а-в.

В серых, ковких и высокопрочных чугунах почти весь углерод находится в свободном состоянии в виде графита (рис. 5.3,г-з).

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).

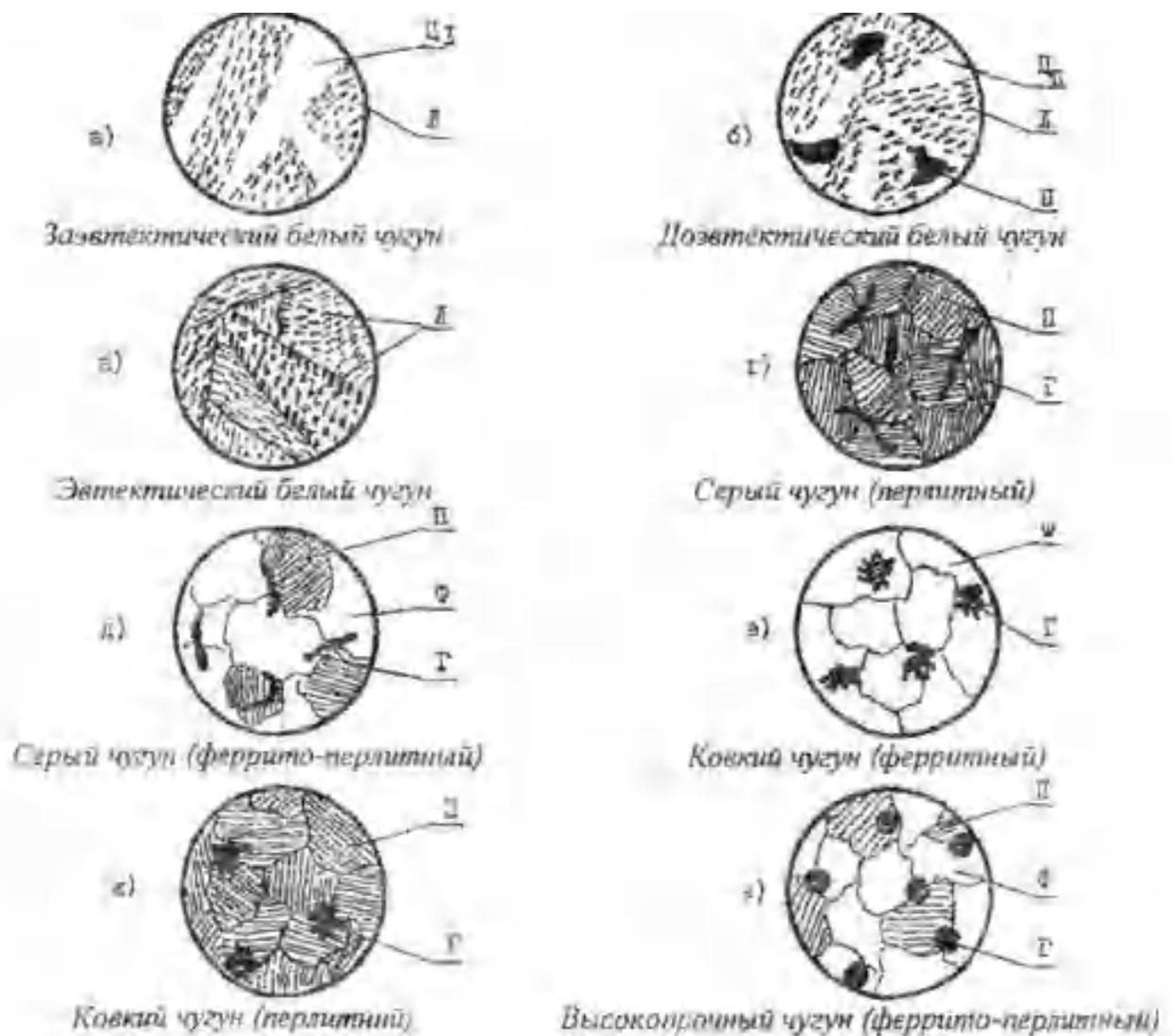


Рисунок 5.3. Схемы микроструктуры чугунов *150

3. Порядок проведения работы

3.1. Ознакомиться с устройством микроскопа, методикой работы с ним.

3.2. Получить комплект микрошлифов для просмотра под микроскопом, изучить их микроструктуру.

3.3. Определить по микроструктуре, а также используя соответствующие формулы, содержание углерода в стали, ее марку.

3.4. Зарисовать в отчете по одной микроструктуре эвтектоидной, до- и заэвтектоидной стали, указав их структурные составляющие, рассчитать содержание углерода, определить марку стали.

3.5. Изучить и зарисовать основные микроструктуры чугунов по образцам и фотографиям, указать и дать определения их структурным составляющим.

3.6. Закончить оформление отчета, подписать его у лаборанта (учебного мастера) и лично предъявить преподавателю для защиты и соответствующей оценки.

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

Лабораторная работа №6

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 – Fe₃C в зависимости от вида термической обработки. Критические точки (температуры фазовых превращений) определяют: линия PSK – точку A₁, GS – точку A₃ и SE – точку A_m. Нижняя критическая точка A₁ соответствует превращению А → П при 727⁰С. 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 – 50⁰С 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 (727⁰С) 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 a .

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 процессы 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

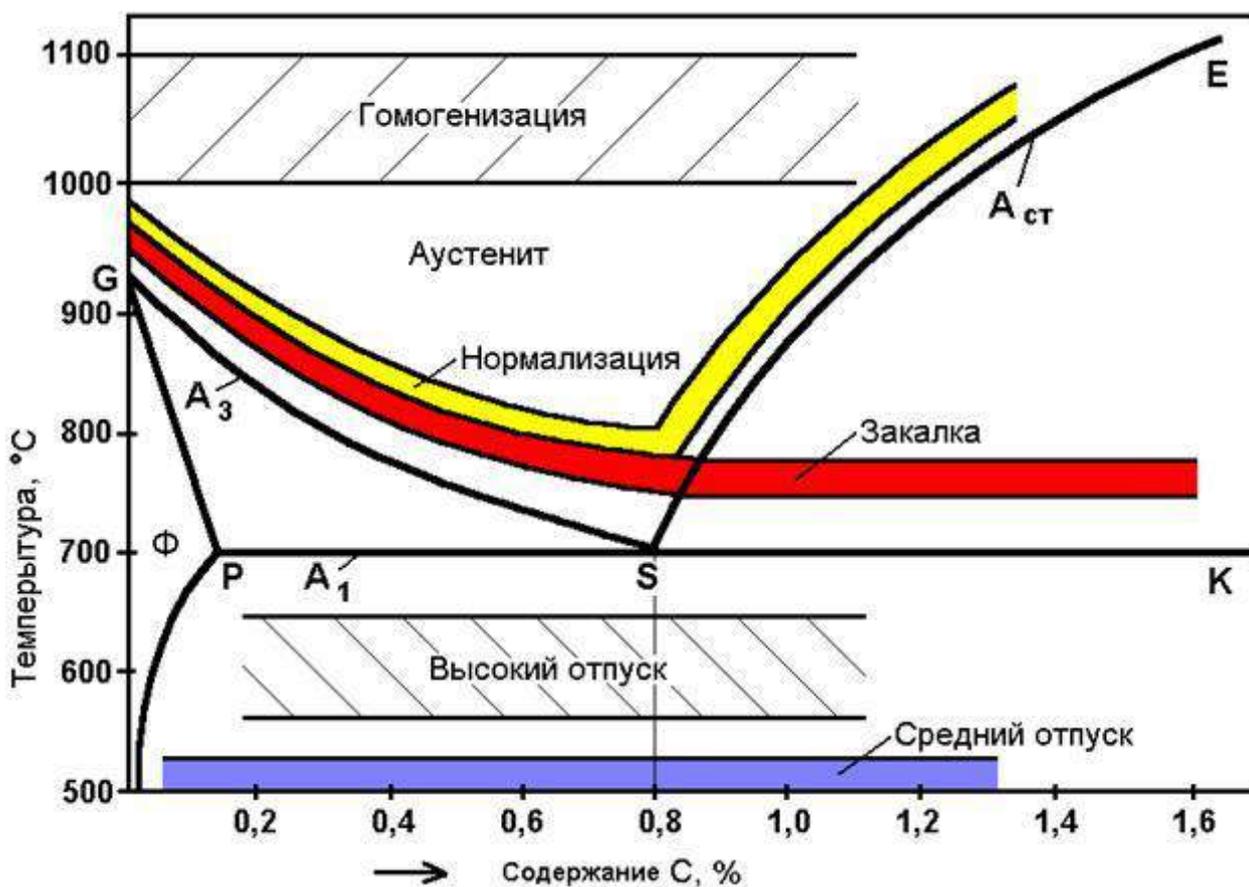


Рисунок 6.1. Диапазон оптимальных температур нагрева при различных видах термообработки

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. 6.3 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^oC выше линии GSK, выдержка при этой температуре и охлаждение со скоростью $\geq V_{кр}$.

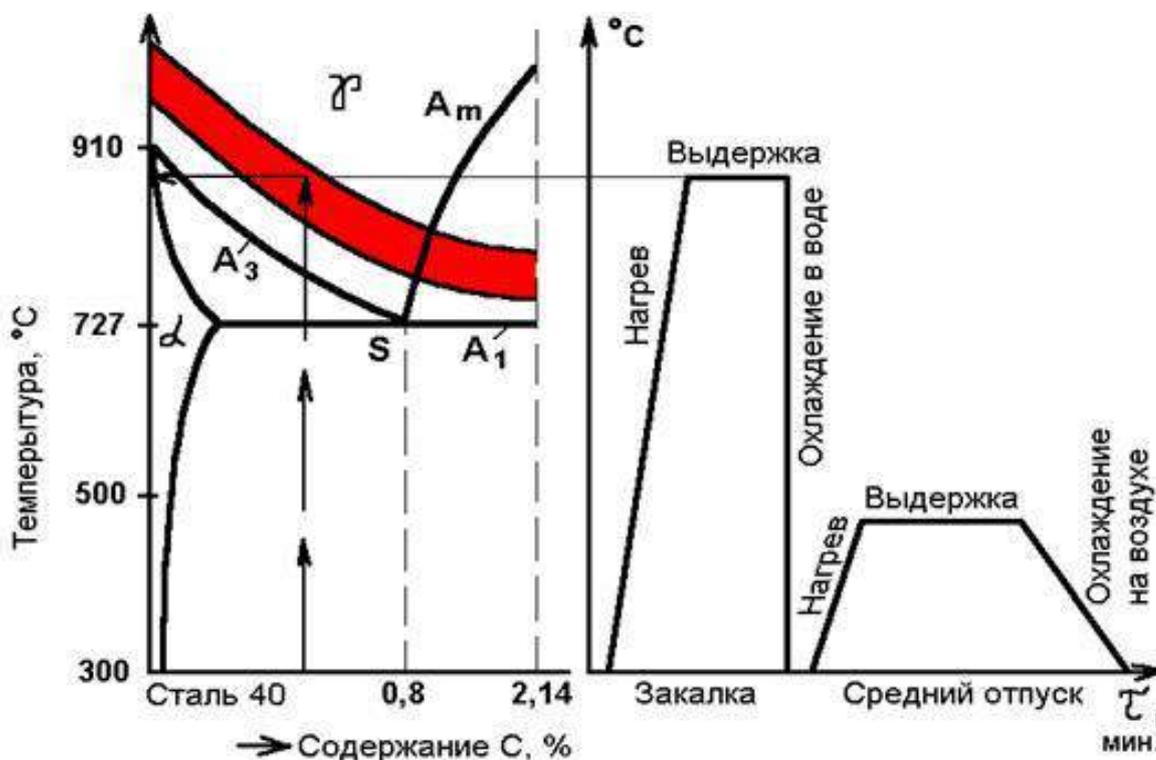


Рисунок 6.2. Выбор оптимальных температур закалки для конкретных марок сталей и проведения закалки и отпуска по назначенным режимам

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 ($A + \Phi$), ($A + \text{Ц}_{II}$). В результате охлаждения с критической скоростью в доэвтектоидных сталях образуется структура $\Phi + M$, а в заэвтектоидных – $M + \text{Ц}_{II}$. Неполной закалке подвергают инструмент из заэвтектоидной стали, поскольку

наличие включений вторичного цементита увеличивает твердость закаленного инструмента, т.к. цементит по твердости превосходит мартенсит.

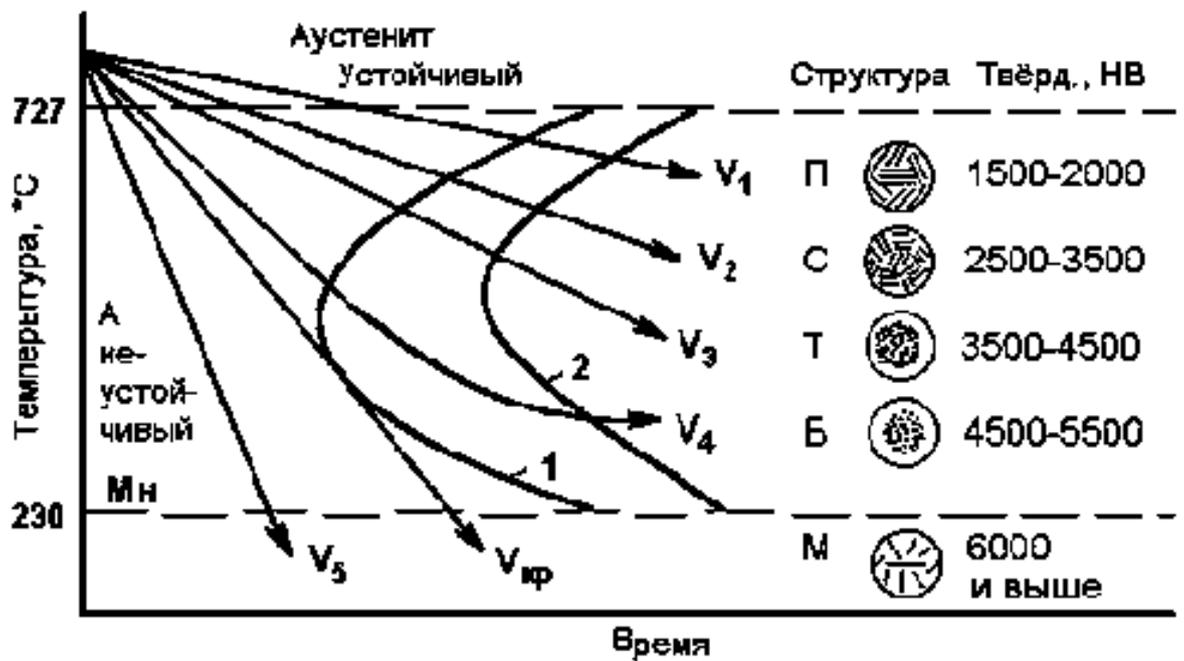


Рисунок 6.3 Диаграмма изотермического распада аустенита эвтектоидной стали со схемами микроструктур и их примерной твердостью: I – кривая начала диффузионного распада аустенита; II – кривая конца диффузионного распада аустенита; Мн – линия начала мартенситного превращения; $V_{кр}$ – критическая скорость 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 в стали. Механизм протекающих превращений при отпуске сталей – диффузионный, он определяется температурой и продолжительностью нагрева.

Первое превращение, протекающее в интервале $80 - 200^{\circ}\text{C}$, 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 $80 - 250^{\circ}\text{C}$ для инструментов-изделий, которым необходимы высокая твердость и износостойкость. Получаемая структура $\text{M}_{\text{отп}}$ или $\text{M}_{\text{отп}} + \text{Ц}_{\text{II}}$ (мартенсит отпуска + цементит вторичный).

Средний отпуск ($350 - 500^{\circ}\text{C}$) применяется для рессор, пружин, штампов и другого ударного инструмента, т.е. для тех изделий, где требуется достаточная твердость и высокая упругость. Получаемая структура – $\text{T}_{\text{отп}}$ (троостит отпуска).

Высокий отпуск ($500 - 650^{\circ}\text{C}$) полностью устраняет внутренние напряжения. Достигается наилучший комплекс механических свойств: повышенная прочность, вязкость и пластичность. Применяется для изделий из конструкционных сталей, подверженных воздействию высоких напряжений. Структура – $\text{C}_{\text{отп}}$ (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 иликовки 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 отжики 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 $30\text{--}50^\circ$ выше A_3 , т. е. структуру полностью переводят в аустенитное состояние. После выдержки сталь медленно охлаждают в печи. Скорость охлаждения углеродистых сталей $100\text{--}150$ °/час, легированных – $30\text{--}40$ °/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 30–50° выше A_1 (750–780°). 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 30–50° выше A_1 , выдержки для выравнивания температуры по сечению сталь подстуживают немного ниже A_1 (650–700°) 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 30–50° выше критических температур A_3 и $A_{ст}$ (рис. 8) 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 №7

Отпуск закаленной стали и его влияние на ударную вязкость стали

1. Цель работы

Целью данной работы является изучение влияния температуры отпуска закаленной стали и установить зависимость его влияние на ударную вязкость стали

2. Основные теоретические положения

При эксплуатации различные детали и конструкции часто подвергаются ударным нагрузкам. В качестве примера можно привести переезд автомобиля через выбоину на дороге, взлет и посадку самолетов, высокоскоростную обработку металла давлением (при ковке и штамповке) и др. Для оценки способности металлических материалов переносить ударные нагрузки используют динамические испытания, которые широко применяются также для выявления склонности металлов к хрупкому разрушению. Стандартизованы и наиболее распространены ударные испытания на изгиб образцов с надрезом. Помимо них используются методы динамического растяжения, сжатия и кручения. Скорости деформирования и деформации при динамических испытаниях на несколько порядков больше, чем при статических.

Сталь в состоянии отпускной хрупкости характеризуется низкой ударной вязкостью. На других механических свойствах при комнатной температуре состояние отпускной хрупкости практически не сказывается.

На рисунке схематично показано влияние температуры отпуска на ударную вязкость легированной стали, в сильной степени склонной к отпускной хрупкости. Во многих легированных сталях наблюдаются два температурных интервала отпускной хрупкости. При отпуске в интервале 250 — 4000 °С возникает необратимая, а в интервале 450 — 650 °С — обратимая отпускная хрупкость.

Ударная вязкость закаленной стали после отпуска в интервале 250 — 400 °С меньше, чем после отпуска при температурах ниже 250 °С. Если хрупкую сталь, отпущенную при 250 — 400 °С, нагреть выше 400 °С и перевести в вязкое состояние, то повторный отпуск в интервале 250 — 400 °С не возвращает сталь в хрупкое состояние. Скорость охлаждения с температур отпуска в интервале 250 — 400 °С не влияет на ударную вязкость.

Сталь в состоянии необратимой отпускной хрупкости имеет блестящий межкристаллитный излом по границам бывших аустенитных зерен. Эта хрупкость свойственна в той или иной мере всем сталям, в том числе и углеродистым. Поэтому средний отпуск стали, как правило, не используют, хотя он и обеспечивает высокий предел текучести.

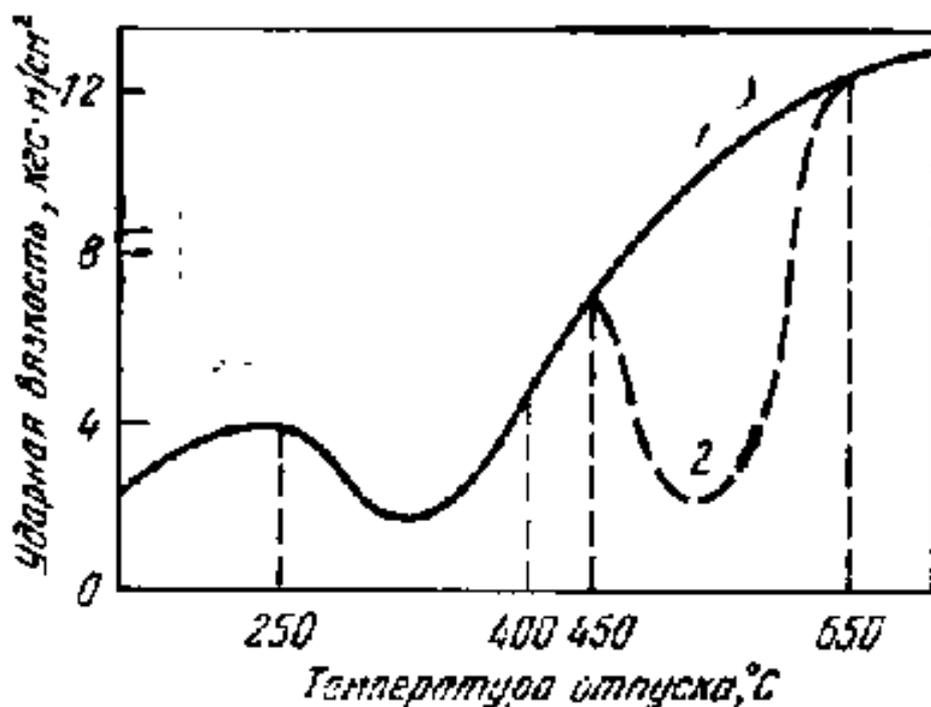


Рисунок 7.1. Влияние температуры отпуска на ударную вязкость стали с высокой склонностью к отпускной хрупкости (схема): 1 — быстрое охлаждение в воде или масле; 2 — медленное охлаждение на воздухе или с печью.

Причиной необратимой отпускной хрупкости считают карбидообразование при распаде мартенсита, в частности выделение карбида в

виде пленки по границам зерен. Эта пленка при более высоких температурах отпуска исчезает, а при повторном нагреве до 250 — 400 °С не восстанавливается. Кремний в малолегированных сталях, задерживая распад мартенсита, устраняет необратимую отпускную хрупкость.

Ударная вязкость многих сортов легированной стали после высокого отпуска при 450 — 650 °С зависит от скорости охлаждения с температуры отпуска. При быстром охлаждении с температуры высокого отпуска (в воде или масле) повышение температуры отпуска в интервале 450 — 650 °С приводит к нормальному росту ударной вязкости (какой наблюдается у углеродистой стали при любой скорости охлаждения).

После медленного охлаждения с температуры отпуска в интервале 450 — 650 °С (с печью или на воздухе) ударная вязкость многих сортов легированной стали оказывается более низкой, чем после быстрого охлаждения. Сталь в состоянии обратимой хрупкости имеет межкристаллитный излом по границам исходных аустенитных зерен.

Отпускную хрупкость, возникшую из-за медленного охлаждения при высоком отпуске, можно устранить повторным высоким отпуском, но с быстрым охлаждением. Ударную вязкость можно вновь снизить, проведя новый высокий отпуск с медленным охлаждением. Вследствие чередования повышения и понижения ударной вязкости при повторных нагревах с разной скоростью охлаждения отпускная хрупкость, возникающая после отпуска в интервале 450 — 650 °С, называется обратимой.

На восприимчивость стали к отпускной хрупкости большое влияние оказывает химический состав. Углеродистая сталь во время испытаний на ударный изгиб при комнатной температуре нечувствительна к скорости охлаждения после высокого отпуска. Фосфор, сурьма, мышьяк и марганец наиболее активно вызывают отпускную хрупкость, а хром действует слабее.

Хромистые стали без других добавок маловосприимчивы к отпускной хрупкости. Введение в хромистую сталь добавок марганца, кремния и никеля резко повышает ее восприимчивость к отпускной хрупкости. Один никель не

вызывает отпускной хрупкости, но при совместном присутствии в стали никеля и хрома или никеля и марганца отпускная хрупкость выражена особенно сильно.

Молибден и вольфрам уменьшают склонность стали к отпускной хрупкости. Особенно эффективен в этом отношении молибден, полезное действие которого проявляется уже при концентрации его 0,2%.

Так как конструкционные стали для ответственных изделий подвергают улучшению, то обратимая отпускная хрупкость является серьезной проблемой. О причинах обратимой хрупкости существуют различные мнения.

Длительное время большая часть исследователей придерживалась гипотезы «растворения — выделения», согласно которой ударная вязкость падает из-за выделения по границам зерен каких-то фаз (карбидов, фосфидов или др.). При нагревании стали до температуры высокого отпуска эти фазы переходят в α -раствор, а при медленном охлаждении они выделяются из него и сталь становится хрупкой.

Быстрое охлаждение с температуры высокого отпуска предотвращает выделение фаз, понижающих хрупкую прочность. Гипотеза «растворения — выделения» объясняет обратимость отпускной хрупкости.

Применение специальных реактивов приводит к растравливанию границ исходного аустенитного зерна в стали, находящейся в состоянии обратимой отпускной хрупкости. Пониженная химическая стойкость границ зерен в хрупкой стали подтверждает, что при медленном охлаждении с температуры высокого отпуска действительно на границах зерен происходят какие-то структурные изменения.

Они вызывают снижение ударной вязкости, но практически не сказываются на других механических характеристиках, измеряемых при комнатной температуре.

Объясняется это тем, что ударная вязкость — в высшей степени структурно чувствительное свойство, особенно чувствительное к состоянию границ зерен.

Л. М. Утевский утверждает, что обратимая отпускная хрупкость обусловлена не выделением новой фазы, а лишь изменением состава раствора вблизи границ зерен. Так, обогащение приграничных зол фосфором, снижающим работу образования межзеренных трещин, приводит к развитию отпускной хрупкости.

3. Порядок проведения работы

3.1. Изучить основные теоретические положения.

3.2. Провести отпуск детали.

3.3. По схеме на рис. 7.1. вывести зависимость влияния температуры отпуска на ударную вязкость детали

3.4. Сделать выводы.

4. Содержание отчета

4.1. Цель исследования

4.2. Зарисовать зависимость влияния температуры отпуска на ударную вязкость детали

4.3. Сделать выводы

Лабораторная работа №8

Изучение микроструктуры и свойств термически обработанных углеродистых сталей

1. Цель работы

Целью данной работы является изучение микроструктуры углеродистых и легированных сталей после термической обработки.

2. Основные теоретические положения

Нагревая и затем быстро или медленно охлаждая сталь, можно изменить структуру металла и получить необходимые прочностные и технологические свойства. Такой процесс называется термической обработкой стали. Значение термической обработки весьма велико в машиностроении, поскольку без изменения состава стали можно получить необходимые свойства в деталях, а также подготовить металл к горячей и холодной обработке давлением и резанием.

Термической обработке подвергаются до 10% общей выплавки стали в стране. В машиностроении объем термической обработки достигает потребляемой стали этой отраслью промышленности.

Основными видами термической обработки являются отжиг, нормализация, закалка и отпуск. Отжиг производится для снятия внутренних напряжений, понижения прочности и твердости, уменьшает структурную неоднородность, измельчает зерно металла. Отжиг способствует повышению пластичности и ударной вязкости металла. Отжиг применяется для отливок, поковок, сортового и фасонного проката, труб, горячекатанных листов. В большинстве случаев отжиг является подготовительной термической обработкой, кроме крупных отливок и поковок. Полный отжиг заключается в нагреве стали на 30-50°C выше температуры точки Ас3, выдержке и последующем медленном охлаждении.

Изотермический отжиг обычно производится для легированной стали и осуществляется, как и полный отжиг, а затем производится быстрое охлаждение до температуры на 30-50°C ниже точки A_{c1} . При этой температуре производят выдержку, после чего следует охлаждение на воздухе. Неполный отжиг отличается от полного тем, что сталь нагревается до температуры на 30-50°C выше точки A_{c1} . При неполном отжиге происходит только перекристаллизация перлита и последующее превращение его с пластинчатого в зернистый. Такой отжиг называют сфероидизацией. При этом не происходит измельчение зерна металла, а только устраняются внутренние напряжения и уменьшается прочность и твердость, с одновременным повышением пластичности и ударной вязкости.

Низкий отжиг или высокий отпуск широко применяется для снятия внутренних напряжений, возникших при сварке, в наклепанном металле, в отливках, а также для рекристаллизации металла.

В легированных сталях после прокатки образуются закалочные структуры, что резко увеличивает твердость металла. Низкий отжиг способствует распаду закалочных структур, коагуляции и сфероидизации карбидов и в итоге снижает твердость металла. Низкий отжиг производится при температурах на 30-50°C ниже точки A_1 и последующем медленном охлаждении. Диффузионный отжиг или гомогенизация производится при температуре на 150-200°C ниже точки A_{c4} и последующем медленном охлаждении.

Диффузионному отжигу подвергаются слитки и стальные отливки с целью устранения дендритной и межзеренной ликвации.

Нормализация заключается в нагреве доэвтектоидной стали до температуры на 30-50°C выше точки A_{c3} , а заэвтектоидной стали на 30-50°C выше точки A_{c2} , выдержке и охлаждении на воздухе.

Нормализация вызывает полную фазовую перекристаллизацию стали и измельчает зерно стали

Назначение нормализации различно в зависимости от состава стали. Для низкоуглеродистых сталей нормализация применяется, вместо отжига. Для средне- и высокоуглеродистой стали нормализация с высоким отпускком применяется вместо закалки и высокого отпуска и повышает твердость и прочность и измельчает зерно стали.

Нормализация легированных сталей повышает дисперсность ферритоцементной структуры и образует мелко-дисперсные смеси сорбит к троостит.

Основной диаграммой для изучения структуры и процессов, протекающих при нагреве и охлаждении стали, является диаграмма изотермического распада аустенита, рис. 8.1.

На диаграмме видны кривые начала и конца превращения и кривые различных случаев охлаждения V1, V2, V31, V4, V5. Отрезок времени от начала охлаждения до начала превращения называется инкубационным периодом. При высоких температурах (малая степень переохлаждения) процесс развивается медленно и инкубационный период большой, при снижении температуры инкубационный период снижается. Минимальная его величина при температуре 500-600°C, при более низкой температуре инкубационный период увеличивается.

При малых V1 степенях переохлаждения аустенита (650-700°C) получают структуру перлита. Перлит бывает пластинчатый и зернистый.

Пластинчатый перлит получается, когда сталь нагревается до температуры выше точки Ac3, рис.11.3. Зернистый перлит имеет место при нагреве стали до температуры ниже точки Ac3, рис.11.4. Частицы ферритоцементитной смеси просматриваются при увеличении в 200 раз. При средних V2 степенях переохлаждения аустенита (600-650°C) происходит измельчение ферритоцементитной смеси. Такая структура называется сорбитом, рис.11.5. Частицы этой ферритоцементитной смеси просматриваются только при увеличении в 1000 раз. При переохлаждении аустенита до температуры минимальной устойчивости аустенита V3, вблизи изгиба кривой

(500-600°C), образуется мелкодисперсная ферритоцементитная смесь троостит, рис.11.6, Частицы этой ферритоцементитной смеси могут быть просмотрены только в электронный микроскоп при увеличении в 5000 раз.

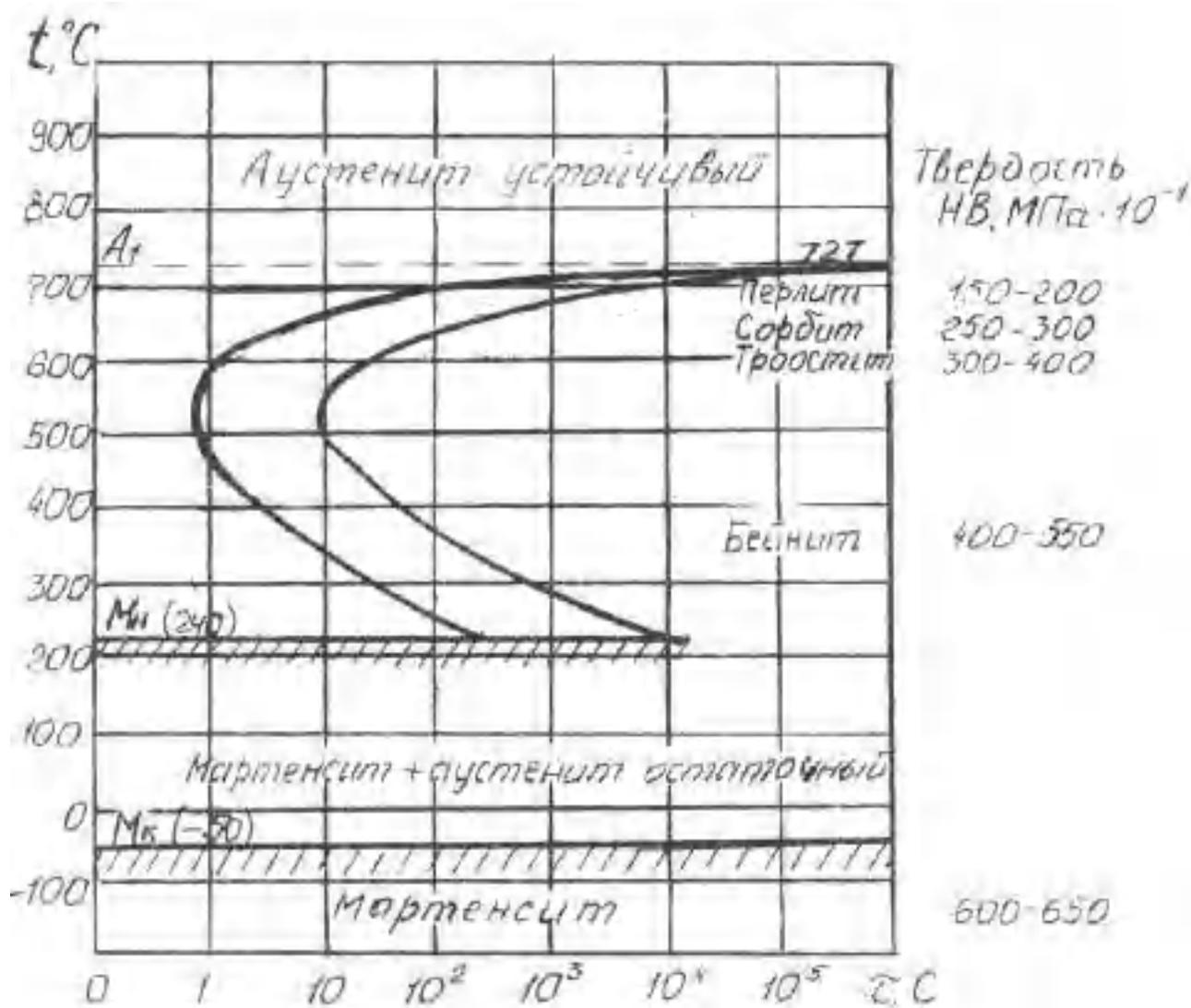


Рисунок 8.1. Диаграмма изотермического превращения аустенита эвтектоидной стали У8

Структура стали, полученная при температуре охлаждения ниже точки перегиба изотермического превращения V4, имеет игольчатый характер. Иглы эти состоят из пластинок феррита и цементита. Такая структура называется бейнит или игольчатый троостит, рис.11.7. Эта структура просматривается на электронном микроскопе при увеличении в 10000 раз.

Мартенситное превращение происходит при переохлаждении аустенита до таких температур, когда решетка неустойчива и происходит ее перестройка без выделения углерода V_5 . Такой процесс называется бездиффузионным. Мартенсит – это пересыщенный твердый раствор углерода в $Fe\alpha$ - железе той же концентрации, что и у исходного аустенита, рис.11.8. Решетка перестраивается из гранецентрированной в объем-ноцентрированную. Решетка мартенсита тетрагональная, т.е. у нее параметр оси C больше параметра оси a .



Рисунок 8.2. Микроструктура пластинчатого перлита x500

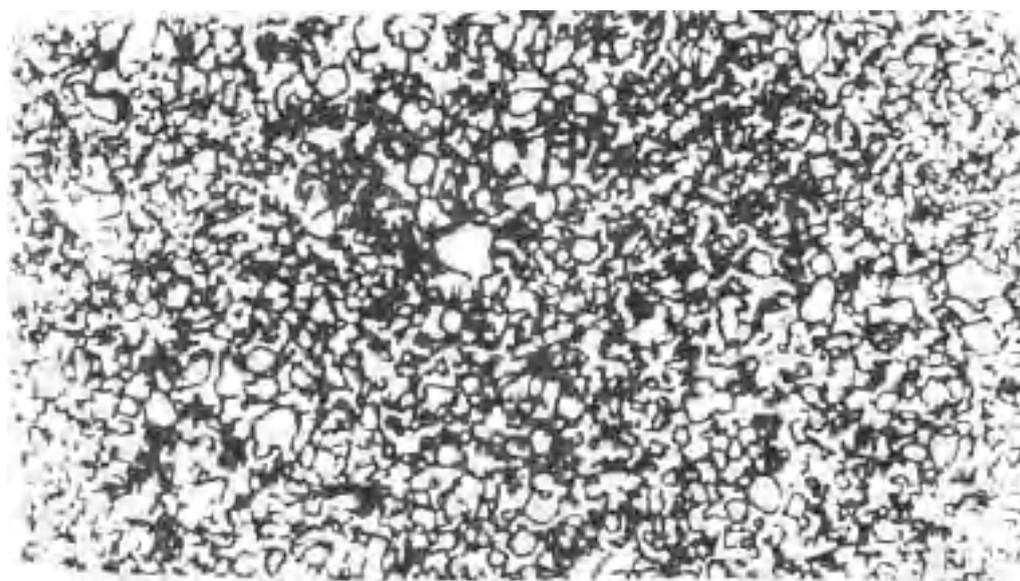


Рисунок 8.3. Микроструктура зернистого перлита x500



Рисунок 8.4 Микроструктуре сорбита отпуска x500



Рисунок 8.5. Микроструктуре троостита отпуска x500



Рисунок 8.6. Микроструктура бейнита x500

а – верхний бейнит, б, в – нижний бейнит

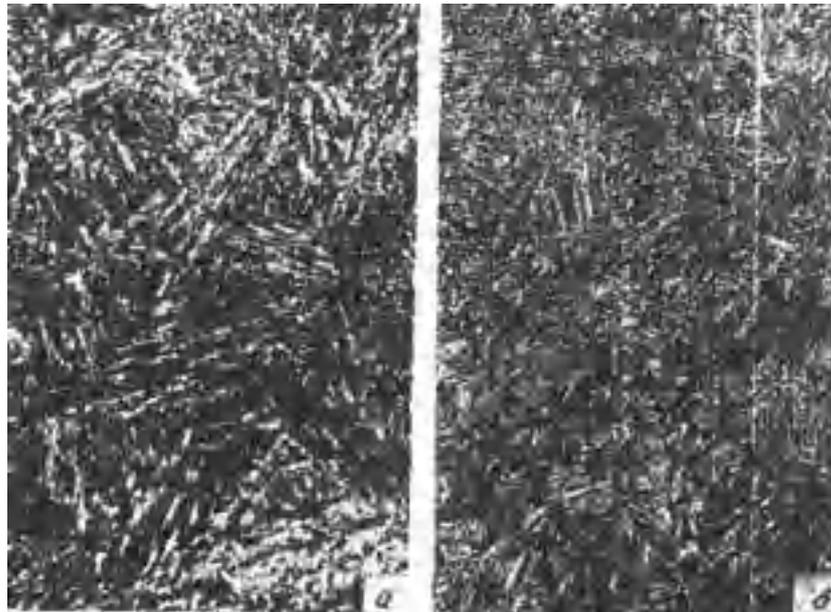


Рисунок 8.7. Микроструктура мартенсита x500

а - кристаллы мартенсита крупные; б - кристаллы мартенсита мелкие

Отношение c/a степень тетрагональности. Чем больше содержания углерода в мартенсите, тем больше будет отношение и тем больше будут искажения кристаллической решетки. Из всех продуктов распада аустенита мартенсит обладает наибольшей твердостью и прочностью и наименьшей пластичностью. Образование мартенсита происходит мгновенно и объясняется сдвиговыми явлениями, происходящими вследствие напряжений, возникающих при охлаждении аустенита. По мере охлаждения количество мартенсита увеличивается. Начало превращения отмечается точкой M_n , а конец – M_f . При конечной температуре все же остается какое-то количество аустенита, носящего название остаточного.

Превращению аустенита в перлит в заэвтектоидных сталях будет предшествовать выделение цементита. Так как при неполной закалке нагрев заэвтектоидной стали под закалку делается выше точки A_{c1} , но ниже A_{c2} , то в результате такой закалки получают структуру мартенсит и вторичный цементит, рис.11.9.

Структура такой стали имеет высокую твердость, так как цементит, будучи сам по себе весьма твердым, не снижает твердость и износостойкость

стали. Нагрев же под закалку заэвтектоидных сталей до температуры выше A_{cm} приводит к перегреву стали, вырастают крупные зерна аустенита и после охлаждения стали получается хрупкий крупноигльчатый мартенсит.

Для разработки технологии термической обработки используют термокинетические диаграммы, рис.11.10. По этим диаграммам можно получить точные данные о температурных интервалах фазовых превращений при непрерывном охлаждении и образующихся при этом структурных составляющих. Все легирующие элементы, кроме кобальта, замедляют изотермический распад аустенита и повышают тем самым прокаливаемость стали. Они сдвигают вправо собразную кривую на диаграмме изотермического распада аустенита.

Превращение при отпуске происходит при температурах в интервале 70-650°C в закаленной стали. Основной структурой закаленной стали является мартенсит, поэтому процесс отпуска связан с изменением структуры мартенсита. Необходимо отметить, что мартенсит имеет максимальный объем, поэтому превращение аустенита в мартенсит связано с увеличением объема.

Превращение в мартенсите происходит в трех интервалах температур. Первое превращение при отпуске происходит в интервале температур от 70 до 200°C. Решетка мартенсита изменяется, переходя из тетрагональной в кубическую. Выделяется углерод в виде тонких пластинок карбида. После такого отпуска мартенсит называется отпущенным. Второе превращение происходит в интервале температур от 300 до 400°C и характеризуется снятием внутренних напряжений. Одновременно с эти карбид обособляется с образованием мелких округлых включений в цементит. При температуре 400°C превращение заканчивается, и структура состоит из троостита. Структура троостита отпуска состоит из дисперсных частиц феррита и цементита, причем эти частицы очень мелки по сравнению с перлитом. Сохранившаяся в троостите отпуска ориентировка по мартенситу в виде игльчатого строения отличает его от троостита закалки.

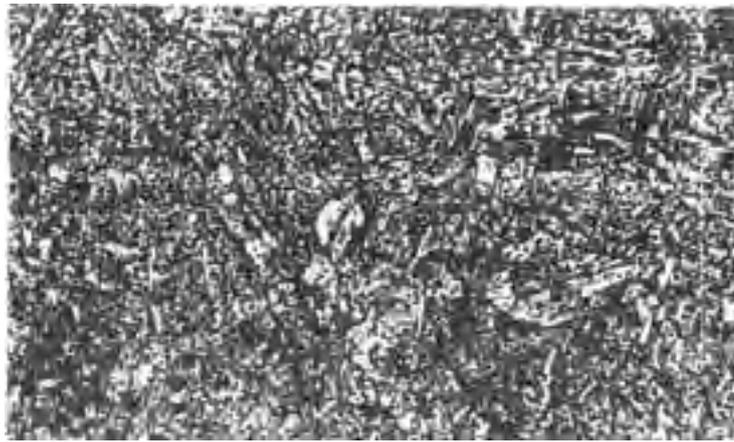


Рисунок 8.8. Микроструктура мартенсита и участков карбидов x200

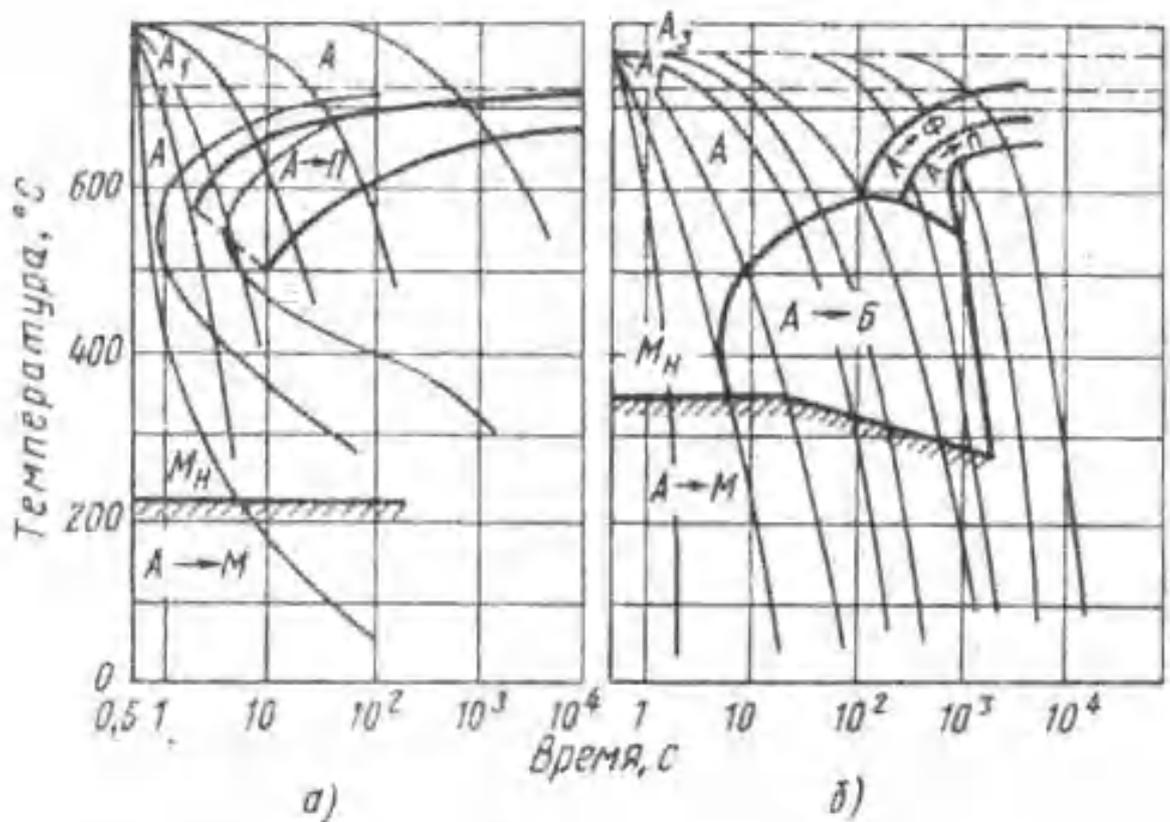


Рисунок 8.9. Термокинетические диаграммы превращения переохлажденного аустенита

а – эвтектоидная сталь; б – доэвтектоидная сталь

Третье превращение при отпуске происходит в интервале температур 500-650°C и характеризуется не только снятием внутренних напряжений, но и одновременно распадом мартенсита на феррито-цементитную

мелкодисперсную смесь-сорбит. Такой отпуск обеспечивает получение высоких пластических свойств и ударной вязкости, при сохранении достаточной прочности и твердости стали. Легирующие элементы замедляют процесс распада мартенсита при отпуске. Отпуск закаленных легированных сталей производится при более высоких температурах и длительности выдержки.

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. Зарисовать диаграмму изотермического превращения аустенита в эвтектоидной стали с наложенными на нее кривыми охлаждения.

4.3. Зарисовать микроструктуру стали с различной степенью переохлаждения аустенита, указав стрелками структурные составляющие и их наименование (феррит и перлит, перлит, сорбит, троостит, мартенсит, мартенсит и карбиды)

4.4. Указать условие образования структур при различной степени переохлаждения аустенита (феррит и перлит, перлит, сорбит, троостит, бейнит, мартенсит, мартенсит и карбиды).

4.5. Указать условия образования структур после различного вида отпуска и влияние вида отпуска на свойства стали.

4.6. Вывод

5. Вопросы для самоконтроля

5.1. Дайте определение диаграмме изотермического превращения аустенита при переохлаждении.

5.2. Укажите, при каких степенях переохлаждения образуются структуры – перлит, сорбит, троостит, бейнит, мартенсит.

5.3. Охарактеризуйте сущность бездиффузионного превращения аустенита в мартенсит.

5.4. Дайте определения продуктам распада аустенита: перлит, сорбит, троостит, бейнит.

5.5. Дайте определения мартенситу.

5.6. Для чего предназначены низкий, средний и высокий отпуска?

5.7. Какова структура закаленной стали после низкого, среднего и высокого отпуска?

5.8. Приведите режим и назначение нормализации.

5.9. Дайте характеристику физико-механическим свойствам продуктов распада аустенита.

5.10. Приведите режим и назначение улучшения стали.

5.11. Дайте характеристику полной и неполной закалки стали.

Лабораторная работа №9

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 выше критических точек растворяются в аустените. Устойчивые карбиды титана, циркония, ванадия, молибдена, вольфрама (первичные) сохраняются в структуре при нагреве до высоких температур скрепляя 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 (A3 и A4) 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 x) могут снизить температуру превращения $\gamma \rightarrow \alpha$ ниже комнатной температуры (рис.9.1). 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 ($V_{кр}$) 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 900°C 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, Nb сдвигают точки S и E вправо к большим концентрациям углерода. При введении в сталь легирующих элементов, расширяющих α - область, получим структурную диаграмму (рис. 9.2а). 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. 9.2 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. 9.1.

I. Перлитный класс. К этому классу относят низколегированные стали с суммой легирующих элементов не более 5% (например, 40X, 30XН3А, 15XСНД и др.), поэтому эти стали сравнительно недорогие. Стали перлитного класса в литом состоянии имеют крупнозернистую феррито-перлитную структуру (сорбитную, бейнитную). Поэтому заготовки сначала подвергают

отжигу (иногда нормализации) для уменьшения зерна к степени ликвации - образуется дисперсная ферритокарбидная структура.

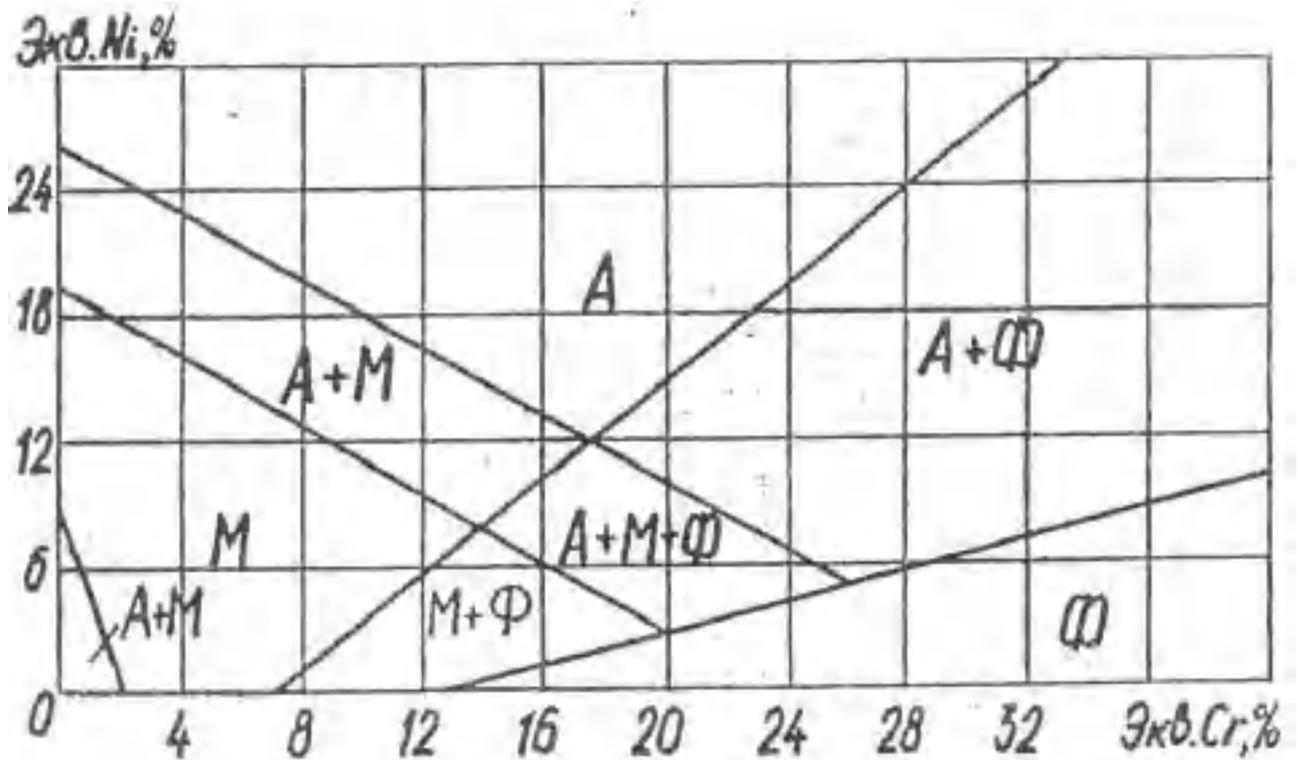


Рисунок 9.1. Структурная диаграмма коррозионностойких сталей (диаграмма Шеффлера)

Экв. Ni = %Ni + 30%С + 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.).

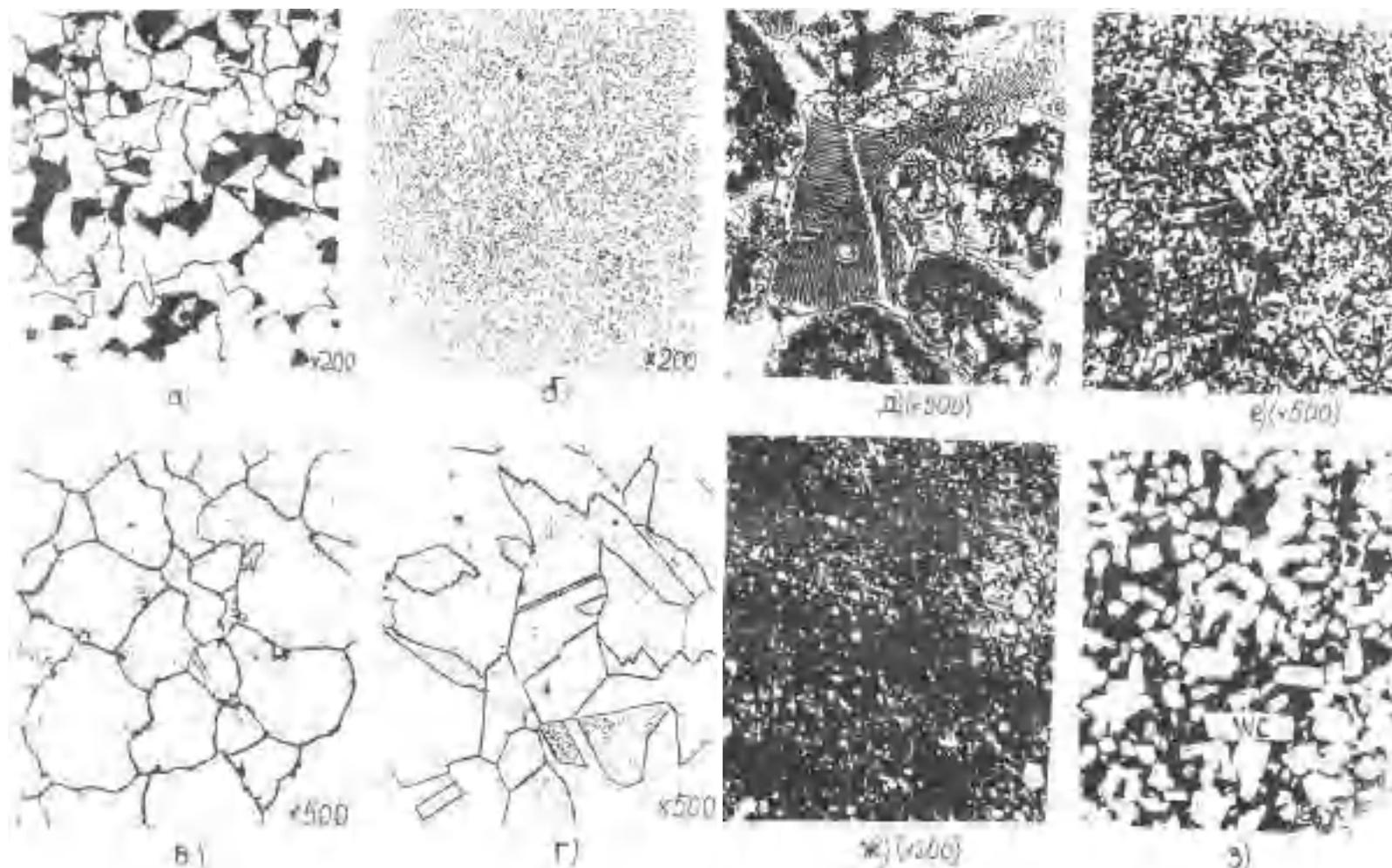


Рисунок 9.2. Микроструктура легированных сталей

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 (заковки 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 (12X18H9T, 08X18H10T, 10X18H12Б 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 - 253°C.

Жаропрочные аустенитные стали с карбидным и интерметаллидным упрочнением (диски, лопатки газовых турбин, детали компрессоров и т.д.) работают до температур 650-800°C.

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 в равновесном 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 (P9, P6M5, X12TF и др.) или особо износостойчивые.

Таблица 9.1. 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	≤0,12	1,45-1,70Mn; 0,3Cr; 0,3Ni; 0,3Cu; 0,7- 1,0Si	Отжиг	Феррит лег.+ -перлит	Перлитный	Корпусная
10ХСНД	≤0,12	0,8-1,1Si; 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	3 860°С 0 500°С	Сорбит	Перлитный	Коленчатые валы, оси, шестерни
70СЗА	0,66-0,74	0,6-0,9Mn; 2,4-2,8Si; 0,3Cr; 0,2Cu, 0,25Sn	3 860°С 0 450°С	Троостит	Перлитный	Пружины вагонов, автомобильное: рессоры; торсионные валы в станкостроении.
ШХ15	0,95-1,05	1,3-1,65Cu; 0,2-0,4Mn; 0,17-0,37Si	3 840-860 0 150-170	Мартенсит+ + карбиды	Мартенситный	Полшлипниковые 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	3 840-860 0 140-160	Мартенсит + + карбиды	Перлитный	Сверла, развертки, плашки
Х12М	1,45-1,7	0,35Mn; 0,35Si; 11-12,5Cr; 0,35Ni; 0,4-0,6Mo	3 1030 0 160	Мартенсит + +карбиды	Ледебуритный	Штампы для холодной штамповки
Р18	0,7-0,8	3,8-4,4Cr; 17,5-19W; 1,0-1,4V; 0,5-1,0Mo	Литье Отж 3 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	3 1100	Аустенит	Аустенитный	Траки гусеничных машин, крестовины ж/д и трамвайных путей

Продолжение таблицы 9.1

1	2	3	4	5	6	7
40X13	0,35-0,45	0,6Mn; 0,6Si; 12-14Cr; 0,6Ni; 0,03S; 0,03P	З 1000-1050 0 200-300	Мартенсит + карбиды	Мартенситный	Режущий, мерительный и хирургический инструменты
12X17	0,12	16-18Cr; 0,8Si; 0,8Mn; 0,6Ni; 0,3Cu; 0,025S; 0,035P	Отжиг 760-780	Феррит леги- рованный	Ферритный	Оборудование заводов пищевой промышленности сварные конструкции
12X18H10T	0,12-0,14	0,8Si; 1-2Mn; 17-19Cr; 9-1Ni; до 0,6Ti	З 1000-1100	Аустенит легированный	Аустенитный	Сварные конструкции в агрессивной среде, жаростойкие жаропрочные
40X9C2	0,35-0,45	8-10Cr; 2-3 Si	З 860 0 460-470	Троестит	Мартенситный	Клапаны автомобильных и авиационных двигателей
EX3	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 леги- рованный	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 разнесом 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 (т.ч. S) и предельную растворимость углерода в Fe- γ (т.ч. 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 №10

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. 10.1, а) устанавливают на подопочную плиту и формируют 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. 10.1,б). 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 формируют верхнюю

полуформу по ранее изложенной технологии. Затем модель 3 из нижней опоки удаляют, форму отделявают и собирают для заливки (рис. 10.1,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 изготавливают среднюю часть 6 формы в опоке 7, затем нижнюю 8 и верхнюю 4 соответственно в опоках 9 и 5.

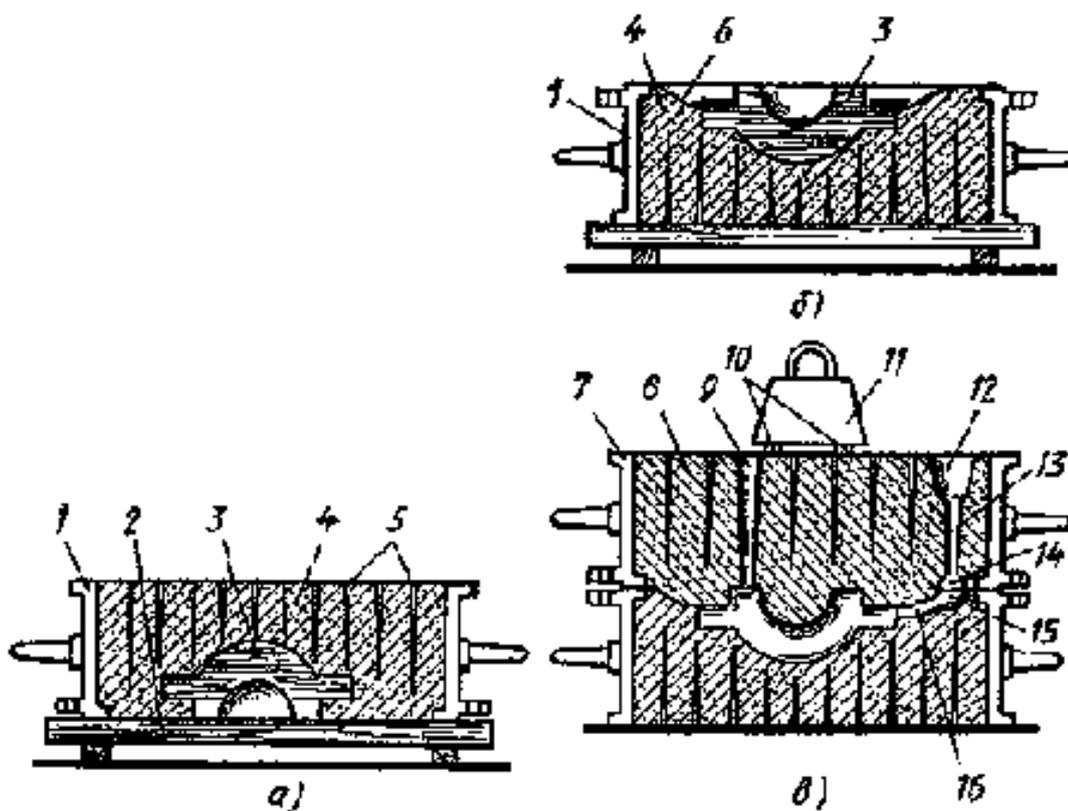


Рисунок 10.1. Формовка с подрезкой по неразъемной модели:

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

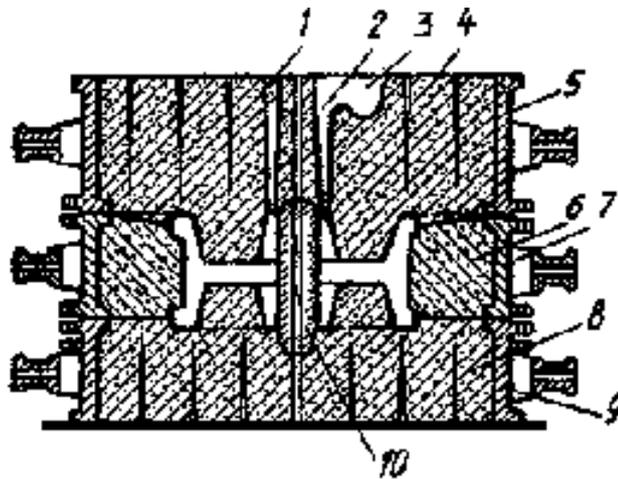


Рисунок 10.2. Форма для отливки шкива, изготовленная в трех опоках:
 1 — выпор, 2 — стояк, 3 — литниковая чаша. 4 — верхняя часть формы, 5 —
 верхняя опока, 6 — средняя часть формы, 7 — средняя опока, 8 — нижняя
 часть формы, 9 — нижняя опока, 10 — стержень

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 разреза;
 - 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 опока?
2. Что такое литниковая система?
3. Что такое выпор?
4. В каких случаях используют формовку в нескольких опоках?

Лабораторная работа №11

Изучение оборудования для ручной электродуговой сварки

1. Цель работы

Целью данной работы является овладение основами техники ручной электродуговой сварки металлическим электродом. Приобретение практических навыков в расчете режимов ручной электродуговой сварки и получении сварных соединений. Ознакомление студентов с основными положениями технологии выполнения сварочных работ.

2. Основные теоретические положения

При дуговой электросварке применяются следующие источники питания дуги: сварочные генераторы постоянного тока, сварочные выпрямители и сварочные трансформаторы. Все источники сварочного тока должны обеспечивать возможность короткого замыкания, надежность зажигания и горения дуги, регулирование силы тока. При сварке на постоянном токе дуга отличается устойчивостью, возможна сварка высоколегированных сталей, цветных металлов и сплавов, сталей малых толщин.

При сварке размагничивающая обмотка создает магнитный поток, обратный потоку, создаваемому намагничивающей обмоткой, и в связи с этим результирующий магнитный поток уменьшается. С уменьшением сопротивления сварочной электрической цепи (при уменьшении длины дуги) отношения напряжения к сопротивлению остается практически неизменным. Таким образом, сила тока при колебаниях длины дуги и коротких замыканиях (замыкание дуги, переход капли металла с электрода в шов) практически изменяются мало.

Сила сварочного тока регулируется реостатом R , включенным в цепь намагничивающей обмотки (обмотки возбуждения). Силу сварочного тока регулируют (грубо) секционированием размагничивающей обмотки.

Питание сварочной дуги постоянным током возможно от сварочных выпрямителей, которые собраны из полупроводников рис. 11.1 (селеновых или кремниевых диодов).

Сварочные трансформаторы ТД-303 и ТД-504 (номинальные сварочные токи 300 и 500 А) имеют одинаковое устройство и отличаются размерами и мощностью. Они относятся к сварочным трансформаторам с увеличенным магнитным рассеиванием. Силу сварочного тока регулируют изменением расстояния h между первичной и вторичной обмоткой. При увеличении расстояния h магнитный поток рассеивается т.е. не полностью идет по стержню 1, ЭДС самоиндукции и индуктивное сопротивление увеличивается и соответственно уменьшается ток в сварочной цепи. С увеличением сварочного тока (к примеру при замыкании) магнитный поток рассеивания возрастает и во вторичной обмотке трансформатора увеличиваются ЭДС самоиндукции и индуктивное сопротивление, что создает резкое падение напряжения (крутопадающую внешнюю характеристику источника питания).

Важно заметить, что для сварки конструкционных сталей применяют электроды, изготовленные из проволоки длиной от 225 до 450 мм и диаметром от 1,6 до 12 мм (ГОСТ 9466-75). Наиболее часто используют электроды длиной 350, 400, 450 мм и диаметром 3,4 и 5 мм. Важным параметром электродуговой сварки является сила сварочного тока. При недостаточной силе сварочного тока шов получается тонким с непроварами, при избыточной силе сварочного тока возникают подрезы, прожоги, ухудшается структура металла. В данной работе сила рабочего тока $I_{св}$ для ручной электродуговой сварки стали в нижнем положении ориентировочно определится по формуле академика К.К. Хренова

$$I_{св} = (20 + 6 dэ) dэ, \quad (11.1)$$

где $dэ$ – диаметр металлического электрода мм.

Сваркой называется технологический процесс получения неразъемного соединения. Для получения сварного соединения соединяемые поверхности сближают на расстояния, в пределах которых действуют силы межатомного

сцепления. По методу объединения заготовок различают сварку плавлением и сварку давлением.

Расплавленный металл получают путем плавления кромок заготовок и электродного (или присадочного) металла электрической дугой (рис.11.1). После заполнения зазора между заготовками металл затвердевает, образуя прочный сварочный шов.

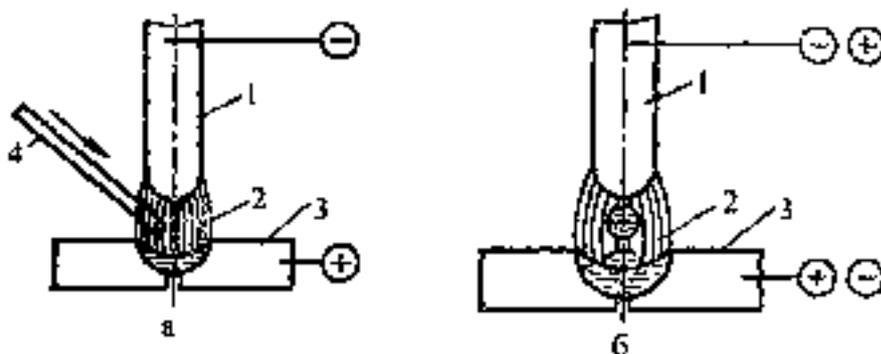


Рисунок 11.1. Схемы сварки неплавящимся (а) и плавящимся (б) электродами

1 – электрод; 2 – свариваемое изделие; 3 – присадочный металл

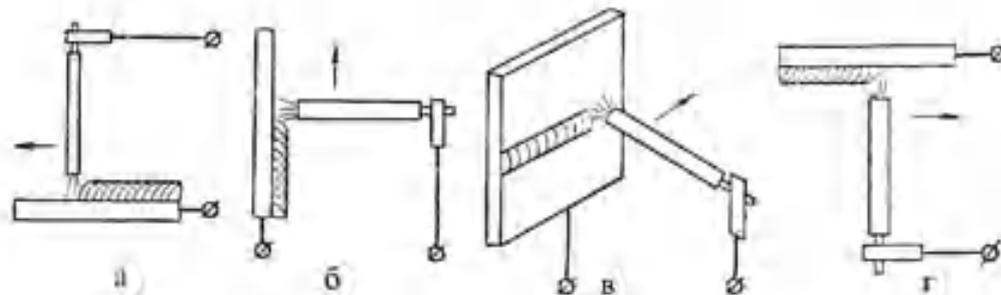


Рисунок 11.2. Возможные пространственные положения шва при ручной электродуговой сварке:

а – нижнее; б – вертикальное; в – горизонтальное; г – потолочное

Ручную электродуговую сварку применяют для соединения металлов толщиной от 1 до 60 мм при выполнении коротких швов в различных пространственных положениях (рис.2) и в труднодоступных местах.

Сварочная дуга и источники сварочного тока.

Сварочная дуга – мощный стабильный разряд электричества в ионизированной атмосфере газов и паров металла. Ионизация дугового промежутка происходит во время зажигания дуги и непрерывно поддерживается в процессе ее горения. Процесс зажигания дуги включает три этапа: короткое замыкание электрода на заготовку, отвод на расстояние 3 – 6 мм и возникновение устойчивого дугового разряда. Короткое замыкание (рис.11а) выполняется для разогрева торца электрода 1 и заготовки 2 в зоне контакта с электродом. После отвода электрода (рис.11б) с его разогретого торца (катода) под действием электрического поля начинается эмиссия электронов 3. Столкновение быстро движущихся по направлению к аноду электронов с молекулами газов и паров металла приводит к их ионизации 4. В результате дуговой промежуток становится электропроводным и через него начинается разряд электричества. Процесс зажигания дуги заканчивается возникновением устойчивого дугового разряда (рис.11.3в).

Электрические свойства дуги выражаются статической вольтамперной характеристикой, которая представляет собой зависимость между напряжением на дуге и током дуги (рис.11.4а). Характеристика состоит из трех участков: I, II, III, каждому из которых присущи свои особенности.

Объяснение им можно дать, если рассматривать дуговой промежуток как цилиндрический газовый проводник, проводимость которого зависит от количества находящихся в нем ионов и электронов. Так при увеличении тока до 100 А (участок I) соответственно возрастает количество ионов и электронов в дуговом промежутке, при этом его проводимость увеличивается, а, следовательно, напряжение на дуге уменьшается (падающая характеристика). При токе в 100 А наступает полная ионизация дугового промежутка. Если же продолжать увеличивать ток до 1000 А, то происходит увеличение площади поперечного сечения дуги (пропорционально увеличению тока) и поэтому напряжение на дуге практически постоянно (участок II, жесткая характеристика). При дальнейшем увеличении тока (участок III) площадь

поперечного сечения дуги изменяется мало, дуговой промежуток ионизирован полностью и его проводимость остается постоянной, следовательно, напряжение на дуге увеличивается (возрастающая характеристика).

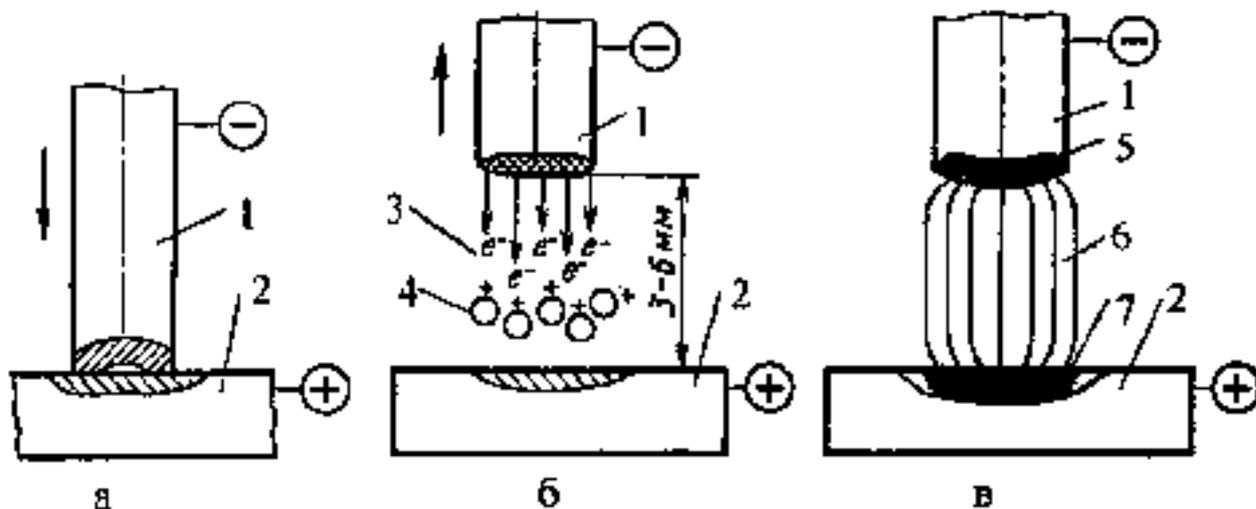


Рисунок 11.3. Схема процесса зажигания дуги

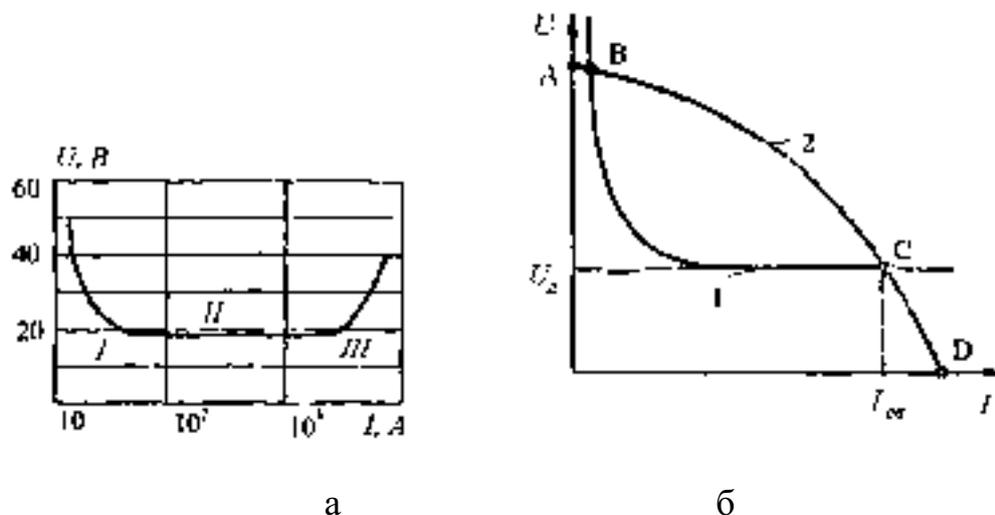


Рисунок 11.4. Вольтамперная характеристика дуги (а) и совмещенная вольтамперная характеристика дуги и источника тока (б)

Источники сварочного тока для дуговой электрической сварки должны иметь падающую (или пологую) внешнюю характеристику (рис.2.4б). Внешней характеристикой источника электрического тока называют зависимость напряжения на его выходных клеммах от тока цепи при нагрузке. Режим

горения сварочной дуги определяют точкой пересечения характеристики дуги (кривая 1) и источника тока (кривая 2).

На рис.4б точка А соответствует режиму холостого хода источника тока (величина сварочного тока $I=0$; напряжение холостого хода $U_{XX}=60-80$ В). Дуга отсутствует. Точка D соответствует режиму короткого замыкания (напряжение короткого замыкания $U_{K3}=0$; $I_{K3}=I_{MAX}$). Точка В соответствует моменту зажигания и неустойчивому горению дуги. Точка С соответствует рабочему сварочному режиму с устойчивым горением дуги и величиной сварочного тока I_{CB} .

Нормальное горение дуги обеспечивает источник сварочного тока с крутопадающей характеристикой (рис.11.4б, кривая 2), которая необходима для облегчения зажигания дуги (за счет повышенного U_{XX}); для ограничения тока короткого замыкания ($I_{K3}/I_{CB}<1,5$); для сохранения стабильной проплавающей способности дуги (изменения U_D вследствие колебания длины дуги приводят к незначительному изменению I_{CB}).

Для питания сварочной дуги применяют источники переменного (сварочные трансформаторы) и постоянного тока (сварочные генераторы и выпрямители). Сварочные трансформаторы применяют чаще, так как они проще в эксплуатации и долговечнее.

При использовании постоянного тока различают сварку на прямой и обратной полярностях. В первом случае электрод подключается к отрицательному полюсу и служит катодом, во втором – к положительному и служит анодом.

Рассмотрим принцип работы сварочного трансформатора с повышенным магнитным рассеянием (тип ТДМ). В трансформаторах данного типа (рис.11.5) на стальном сердечнике 3 установлены две пары обмоток: неподвижная первичная 1 и подвижная вторичная 2. Обе первичные обмотки, также как и вторичные электрически связаны между собой параллельно. Первичная обмотка подключается к сети с напряжением 220/380В, а вторичная к электрододержателю 5 и сварочному столу 6. Вращением винта 4 вторичная

обмотка может быть приближена к неподвижной первичной обмотке или удалена от нее.

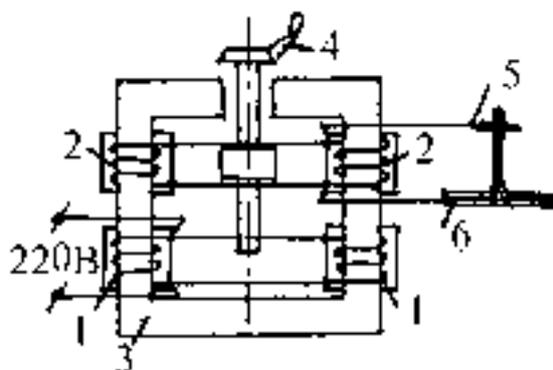


Рисунок 11.5. Принцип работы сварочного трансформатора

Для создания падающей внешней характеристики используют увеличенное магнитное рассеяние вокруг обмоток трансформатора. При работе трансформатора основной магнитный поток Φ_0 , создаваемый обмотками 1 и 2, замыкается через железный сердечник 3 (рис.2.6).

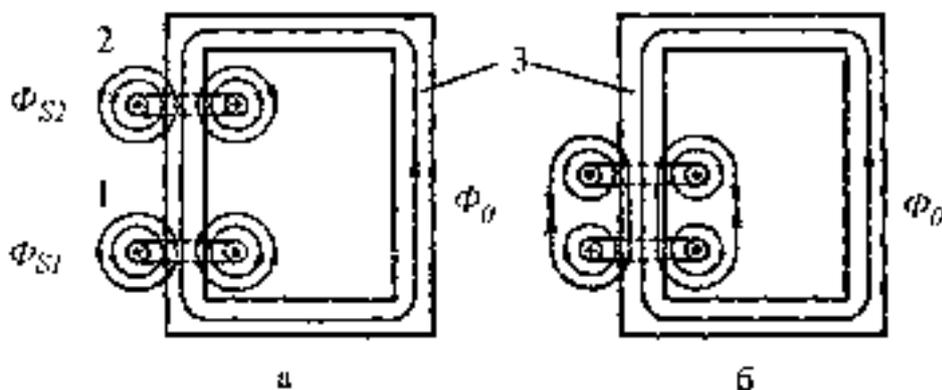


Рисунок 11.6. Схема магнитных потоков Φ_{S1} и Φ_{S2} сварочного трансформатора ТДМ при удалении (а) и сближении (б) вторичной (2) и первичной (1) обмоток

Часть магнитного потока ответвляется и замыкается вокруг обмоток через воздушное пространство, образуя потоки рассеяния Φ_{S1} и Φ_{S2} . Потоки рассеяния индуцируют в обмотках электродвижущую силу самоиндукции,

направленную против основной электродвижущей силы. С ростом сварочного тока увеличиваются потоки рассеяния и, следовательно, возрастает индуктивное сопротивление вторичной обмотки, что создает внешнюю падающую характеристику трансформатора.

Величину сварочного тока I_{CB} плавно регулируют, изменяя расстояние между первичной и вторичной обмотками (рис.2.6). При сближении обмоток происходит частичное взаимное уничтожение противоположно направленных потоков рассеяния Φ_{S1} и Φ_{S2} (рис.2.6,б), что приводит к уменьшению индуктивного сопротивления вторичной обмотки и увеличению сварочного тока.

Оборудование сварочного поста.

Сварка небольших по размеру деталей выполняется на сварочном poste. Сварочный пост для ручной электродуговой сварки оборудуется сварочным трансформатором, рубильником (контактором), сварочным столом и приточно-вытяжной вентиляцией. Электрическая схема подключения сварочного поста содержит сеть переменного тока 1 напряжением 220-380 В, который подается через контактор 2 к сварочному трансформатору 3. От сварочного трансформатора по гибким проводникам 4, 5 ток подводится к электрододержателю и сварочному столу (изделию).

Электрододержатель служит для установки и зажима металлического электрода и подведения к нему сварочного тока.

Электрод представляет собой металлический стержень с нанесенным на него специальным покрытием. Один конец электрода оголен – контактный конец. Диаметр электрода определяется диаметром электродного стержня. Электрод устанавливается в электрододержатель контактным концом.

Методика расчета режимов ручной электродуговой сварки.

1. Диаметр электрода $d_{\text{Э}}$ выбирают, исходя из толщины свариваемого металла S (табл.1).

2. Сварочный ток I_{CB} (А) выбирают в зависимости от диаметра электрода и типа свариваемого металла

$$I_{\text{нА}} = (20 + 6 \cdot d_{\text{в}}) \cdot d_{\text{в}} \quad (11.2)$$

Для сварки легированных сталей, вычисленные по формуле (2) значения рабочего тока снижаются на 10–15%.

3. Длину дуги ($l_{\text{д}}$, мм) выбирают по диаметру электрода

$$l_{\text{д}} = 0,5 \cdot (d_{\text{в}} + 2) \quad (11.3)$$

Чем короче дуга, тем выше качество наплавленного металла.

4. Напряжение горения дуги ($U_{\text{д}}$, В) пропорционально длине дуги

$$U_{\text{д}} = \alpha + \beta \cdot l_{\text{д}}, \quad (11.4)$$

где α , β – опытные коэффициенты. Для стальных электродов $\alpha=10\text{В}$, $\beta= 2$ В/мм.

5. Напряжение зажигания дуги $U_{\text{з,д}}$ при постоянном токе – 50В, при переменном токе – 60В.

6. Ток зажигания дуги $I_{\text{з,д}} = 20\text{А}$.

Выбор электродов для ручной электродуговой сварки.

Для этого необходимо определить:

- материал сварочной проволоки (марку материала проволоки выбирают в соответствии с химическим составом свариваемого металла);
- тип покрытия стержня электрода;
- тип и марку электрода в зависимости от марки свариваемой стали и требований к механическим свойствам (прочности, пластичности) наплавленного металла;
- длину электрода.

Электроды имеют следующие типы покрытий:

- Р – руднокислое покрытие содержит в своем составе окислы железа и марганца, способные активно окислять металл. Электроды с таким покрытием

не чувствительны к ржавчине, но чувствительны к сере и фосфору. Используют для сварки конструкционных углеродистых сталей при любых пространственных положениях. Позволяют выполнять сварку на переменном и постоянном токе (прямой и обратной полярности).

– О – органическое покрытие состоит из газообразующих веществ, обеспечивающих надежную защиту металла сварочной ванны от окисления. Для защиты металла шва от насыщения водородом в состав покрытия вводят титановый концентрат и марганцевую руду. Применяют для заварки монтажных стыков и сварки тонкого металла.

– Т – рутиловое покрытие содержит в своем составе значительное количество двуокиси титана в виде рутила (TiO_2). Газовую защиту сварочной ванны достигают за счет декстрина и продуктов разложения магнезита $\text{MgCO}_3 = \text{MgO} + \text{CO}_2$. Раскислитель – марганец. Покрытие обеспечивает стабильное горение сварочной дуги на постоянном и переменном токе и формирование шва в любых пространственных положениях.

– Ф – фтористокальцевое покрытие. Основным компонентом покрытия является полевой шпат (CaF_2) и карбонаты кальция (мрамор, мел). Газовая защита осуществляется за счет газообразующих продуктов диссоциации карбонатов, например: $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$. В качестве раскислителей могут быть использованы кремний, марганец, титан, алюминий. Швы, выполненные электродами с данным покрытием, содержат минимальное количество водорода. Покрытие чувствительно к ржавчине, маслам, влаге. Сварка осуществляется на постоянном токе обратной полярности. Применяется при сварке ответственных конструкционных сталей перлитного, ферритного и аустенитного классов.

Согласно ГОСТ 9467-75 электроды для сварки мало-, среднеуглеродистых и низколегированных сталей (Ст3, сталь45, 30ХГСА и др.) подразделяют на типы Э34, Э42, Э42А, ..., Э145. Цифры в обозначении типа электрода означают прочность наплавленного металла в МПа, буква А – повышенную пластичность металла сварного шва. Свойства наплавленного

металла должны быть равны или несколько выше соответствующих свойств свариваемого металла.

Электроды для сварки легированных теплоустойчивых сталей (типа 12ХМ, 20ХМБФ и др.) подразделяют на типы Э-ХМ, Э-МХ, Э-ХМБФ и др. в зависимости от химического состава наплавленного металла. Буквы Х, М, Б, Ф означают легирование металла стержня соответственно хромом, молибденом, ванадием, ниобием, повышающим теплоустойчивость сварного шва.

Для сварки сталей ферритного класса (нержавеющих хромистых типа Х13, Х17, Х25, Х28) используют электроды типа ЭФ-Х13, ЭФ-Х17, ЭФ-Х25, ЭФ-Х28. Здесь цифры указывают содержание хрома в % в металле шва, буква Ф – класс свариваемой стали.

Для сварки сталей аустенитного класса (нержавеющих хромоникелевых типа 12Х18Н9, 17Х18Н9, 04Х18Н10Т, 12Х18Н10Т) выбор типа электрода зависит от условий работы сварной конструкции. Для работы в слабой, сильной агрессивной среде, при отрицательной температуре, высокой температуре к сварным швам предъявляются различные требования, которые могут быть выполнены только с помощью специальных электродов. Для этих целей существует 34 различных электродов. Для слабой агрессивной среды применяют тип электрода ЭА-1а, для сильной агрессивной среды – ЭА-1б. Здесь буква А указывает на аустенитный класс сталей.

Важной характеристикой электродов является марка (ЦЛ-18, УОНИ-13/45, АН-1 и др.), которая определяет состав покрытия, род и полярность тока, возможность сварки в различных пространственных положениях и т.д.

Технологию ручной электродуговой сварки.

1. Установка рабочего тока сварки.

Установка рабочего тока сварки и его регулирование на сварочных трансформаторах ТДМ-300, имеющихся в лаборатории МГУИЭ, осуществляется по шкале токов, расположенной на вертикальной панели.

2. Возбуждение сварочной дуги и поддержание ее горения.

Возбуждение сварочной дуги может производиться двумя способами: постукиванием или чирканьем. В первом случае сварщик частым легким постукиванием ударяет по свариваемому металлу до тех пор, пока не возбудится сварочная дуга, после чего электрод отводится на 2...4 мм вверх от металла. Во втором случае сварщик чиркает по металлу концом электрода и отводит его на небольшое расстояние (2...4), возбуждая дугу.

В дальнейшем для обеспечения стабильного горения сварочной дуги необходимо поддерживать постоянную длину дуги путем постепенного опускания электрода по мере его оплавления.

Положение и перемещение электрода при сварке.

В производственных условиях наложение швов при сварке металлоконструкций производят в различных пространственных положениях. Наиболее распространенным способом является сварка в нижнем положении, когда поверхность свариваемого изделия горизонтальна

Наложение вертикальных и потолочных швов производится сварщиком высокой квалификации с помощью короткой дугой на несколько пониженных токах электродами меньшего диаметра. Вертикальные швы сваривают в направлении снизу вверх.

При сварке изделий в нижнем положении сварщик располагает электрод наклонно к направлению сварки (рис.11.7), зажигает дугу и по мере оплавления электрода опускает его вниз и перемещает вдоль шва. Изменяя угол наклона электрода к поверхности свариваемого изделия можно, в некоторых пределах, регулировать глубину провара металла H .

Глубина проплавления металла под воздействием тепла сварочной дуги называется глубиной провара H (рис.11.7).

В зависимости от типа свариваемой конструкции наплавляют узкий (ниточный) или широкий (уширенный) валик.

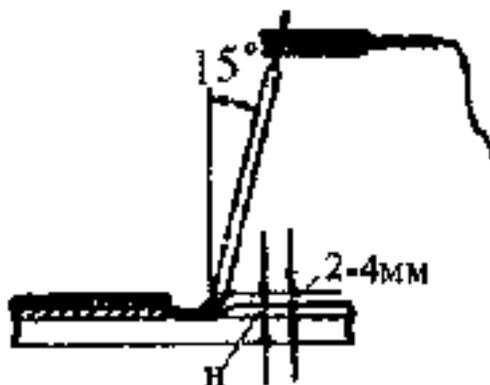


Рисунок 11.7. Положение электрода при сварке

Узкий валик накладывают при сварке тонких листов толщиной 2...3 мм, горизонтальных, потолочных швов и при проваре корня шва.

При наплавке узких швов электрод равномерно перемещают вдоль шва, не делая никаких поперечных колебаний концом электрода. При изменении скорости перемещения электрода вдоль шва меняется ширина узкого шва. Для нормальной сварки необходимо подобрать такую скорость перемещения электрода, при которой ширина образующегося шва была на 2...3 мм больше диаметра электрода.

При наложении уширенных швов сварщик сообщает электроду поперечные колебания с постоянной частотой и амплитудой, совмещая их с поступательным движением электрода вдоль шва и опусканием электрода по мере его оплавления.

Поперечные колебательные движения могут быть различны и выбор их определяется навыком сварщика. Ниже приведены наиболее употребительные поперечные колебания, применяемые при наложении уширенных валиков (швов). При выполнении практических работ их можно опробовать (рис. 11.8).

Следует дополнительно отметить, что деталь на сварочном столе следует располагать с небольшим наклоном, чтобы образующийся на поверхности жидкого металла шлак не затекал на участок перед дугой. При затекании шлака уменьшается глубина провара металла и возможно образование дефектных швов.



Рисунок 11.8. Поперечные колебательные движения электрода при нанесении уширенных швов

Подготовка элементов сварного соединения под сварку.

Перед сваркой кромки металла тщательно подготавливают: зачищают стальной щеткой, шкуркой, правильно располагают друг относительно друга, а при необходимости проводят разделку напильником или абразивным кругом.

Все сварные соединения делят на четыре типа: стыковые, тавровые, нахлесточные, угловые.

Стыковое соединение может быть выполнено со скосом и без скоса кромок. К наиболее простому способу относится сварка кромок без скоса, которое применяется для металла толщиной до 6 мм. В этом случае сварку выполняют как с одной, так и с двух сторон наложением уширенных швов.

В тех случаях, когда необходимо обеспечить провар металла на полную толщину, делают скос кромок. Он обязателен, если толщина металла свыше 8 мм.

Стыковое соединение может быть сварено одним швом (однослойная сварка) или несколькими швами (многослойная сварка). Сварку начинают в точке А, затем электрод перемещают вниз (проваривают корень шва) и выводят на другую кромку. С обратной стороны рекомендуется накладывать подварочный шов

Многослойную сварку соединения со скосом кромок начинают с провара корня шва (шов 1), используя для этой цели электрод меньшего диаметра, чем необходимо, а затем уширенными валиками наплавливают последующие слои (2, 3, 4, 5 и т. д.).

Сварка угловых и тавровых соединений может производиться однослойным и многослойными швами.

Однослойную сварку применяют для соединений с катетом шва до 8мм

При однослойной сварке вначале накладывают ниточный (узкий) шов, проваривая корень шва, а затем уширенные

Сварку угловых и тавровых соединений для предупреждения образования дефектов шва лучше производить в «лодочку»

При наложении узких (ниточных) швов после возбуждения дуги электрод медленно перемещают вдоль пластины так, чтобы за дугой был виден жидкий металл сварочной ванночки. Длина дуги при этом должна быть минимальной.

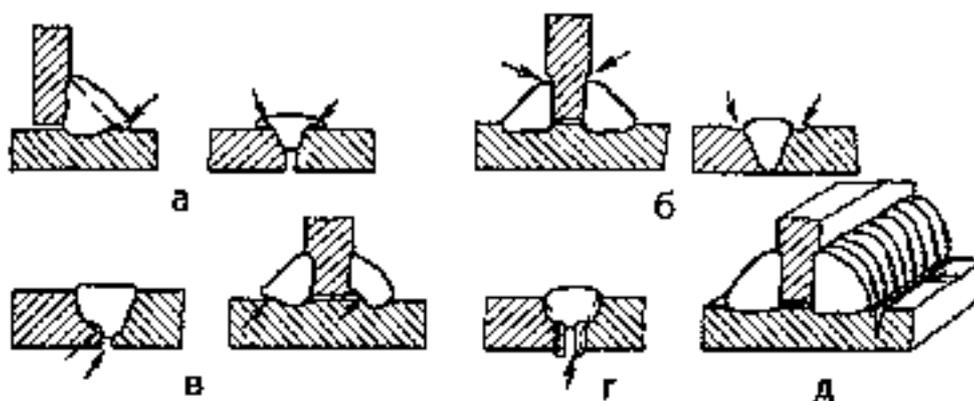


Рисунок 11.9. Наружные дефекты сварного шва:

а –наплывы; б –подрезы; в –непровары; г –прожог; д – трещины в основном металле

При наложении уширенного шва после возбуждения дуги ее перемещают вдоль пластины с поперечными колебаниями

Контроль сварного соединения осуществляют внешним осмотром, выявляя наружные дефекты и размеры шва. Наружные, наиболее часто встречающиеся дефекты, показаны на рис.11.9.

3. Порядок выполнения работы

1. Изучить основные положения теории и техники сварки
2. Ознакомиться с оборудованием.

3. Оформить отчет

4. Контрольные вопросы

1. Опишите процесс поджига дуги
2. Перечислите дефекты сварного шва
3. Что включает подготовку деталей перед соединением сваркой
4. Перечислите оборудование сварочного поста
5. Опишите положения сварочного электрода в процессе сварки

Лабораторная работа №12

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

$$I_{св} = K \cdot d_{э} \quad (12.1)$$

где K – коэффициент, равный 25–60 А/мм; $d_{э}$ – диаметр электрода, мм.

Коэффициент K в зависимости от диаметра электрода $d_э$ принимается равным по следующей таблице:

$d_э, мм$	1-2	3-4	5-6
$K, А/мм$	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 $S \geq 3d_э$, то значение I_{CB} следует увеличить на 10–15%. Если же $S \leq 1,5d_э$, 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 $U_D = 22 \div 28 В$.

Расчет скорости сварки, м/ч, производится по формуле

$$V_{св} = \frac{\alpha_H \cdot I_{св}}{100 \cdot F_{шв} \cdot \rho} \quad (12.2)$$

где α_H – коэффициент наплавки, г/А·ч (принимают из характеристики выбранного электрода по табл. 9 приложения); $F_{шв}$ – площадь поперечного сечения шва при односторонней сварке (или одного слоя валика при многослойном шве), см²; ρ – плотность металла электрода, г/см³ (для стали $\rho = 7,8$ г/см³).

Масса наплавленного металла, г, для ручной дуговой сварки рассчитывается по формуле

$$G_{II} = \Gamma_{шв} \cdot l \cdot \rho \quad (12.3)$$

где l – длина шва, см; ρ – плотность наплавленного металла (для стали $\rho = 7,8$ г/см³).

Расчет массы наплавленного металла, г, при ручной дуговой наплавке производится по формуле

$$G_H = F_{\text{нп}} \cdot h_H \cdot \rho \quad (12.4)$$

где $F_{\text{нп}}$ – площадь наплавляемой поверхности, см²;

h_H – требуемая высота наплавляемого слоя, см.

Время горения дуги, ч, (основное время) определяется по формуле

$$t_0 = \frac{G_H}{I_{\text{св}} \cdot \alpha_H} \quad (12.5)$$

Полное время сварки (наплавки), ч, приближенно определяется по формуле

$$T = \frac{t_0}{k_{\text{п}}} \quad (12.6)$$

где t_0 – время горения дуги (основное время), ч; $k_{\text{п}}$ – коэффициент использования сварочного поста, который принимается для ручной сварки 0,5 ÷ 0,55.

Расход электродов, кг, для ручной дуговой сварки (наплавки) определяется по формуле

$$G_{\text{эл}} = G_H \cdot k_{\text{э}} \quad (12.7)$$

где $k_{\text{э}}$ – коэффициент, учитывающий расход электродов на 1 кг наплавленного металла (табл. 9 приложения).

Расход электроэнергии, кВт·ч, определяется по формуле

$$A = \frac{U_{\text{д}} \cdot I_{\text{св}}}{\eta \cdot 1000} \cdot t_0 + W_0 \cdot (T - t_0) \quad (12.8)$$

где $U_{\text{д}}$ – напряжение дуги, В; η – КПД источника питания сварочной дуги; W_0 – мощность, расходуемая источником питания сварочной дуги при холостом ходе, кВт; T – 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

Лабораторная работа №13

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. 4.1, 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. 13.1, б).

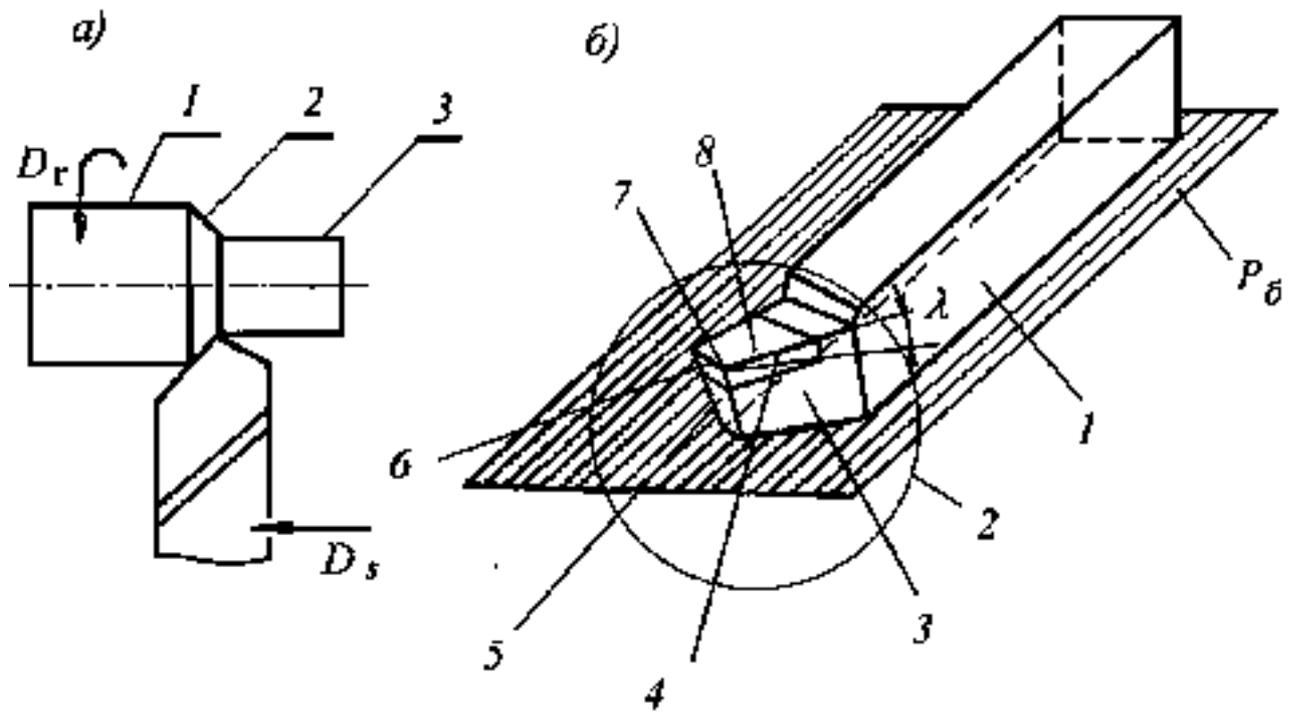


Рисунок 13.1. Схема точения (а), токарный проходной резец (б)

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 P_b , 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. 13.2). Из всех видов движения резания в этой системе учитывается только главное движение резания D_r .

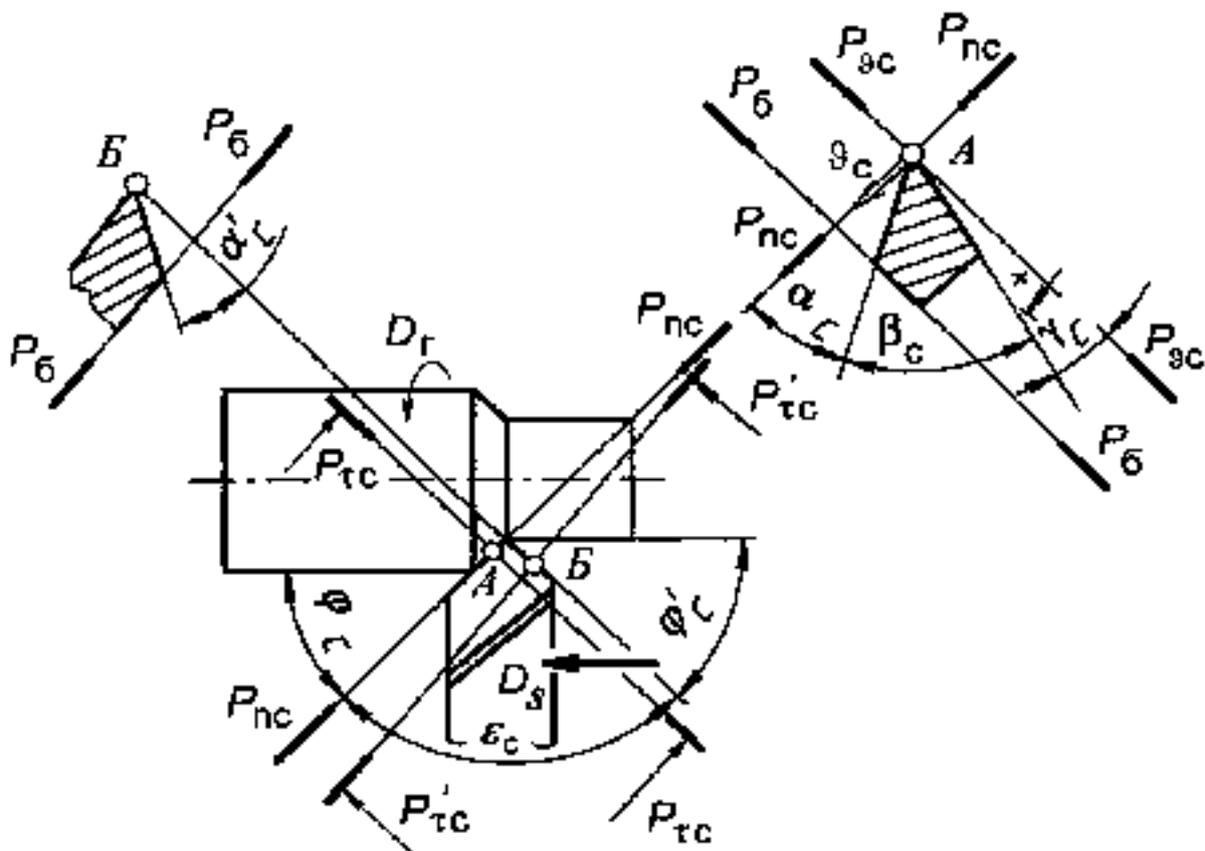


Рисунок 13.2. Углы токарного проходного резца

Обозначения координатных плоскостей и углов лезвия в статической системе координат имеют индекс «с». В состав системы входят три взаимно перпендикулярные координатные плоскости: основная $P\vartheta c$, плоскость резания $P\pi c$ и главная секущая плоскость $P\tau c$.

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 $P\tau c'$, проводимую через точку Б вспомогательной режущей кромки перпендикулярно проекции этой кромки на основную плоскость $P\vartheta c$.

Кинематическая система координат позволяет рассчитывать углы лезвия резца с учетом всех движений резания ($D\tau$ 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 $P\tau c$ определяют передний угол главный задний угол αc и угол заострения

Главный задний угол α_c – угол в главной секущей плоскости P_t 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 α_c . При резании твердых и хрупких материалов выбирают меньшие из ранее указанных значений главного заднего угла.

Передний угол γ_c – угол в главной секущей плоскости P_{tc} между передней поверхностью лезвия резца и основной плоскостью $P_{\Omega c}$. 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 β_c – угол в главной секущей плоскости P_t с между передней и главной задней поверхностями резца. Уменьшение угла β_c 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:

$$\alpha_c + \beta_c + \gamma_c = 900 \quad (13.1)$$

Существенное влияние на процесс резания оказывает и вспомогательный задний угол α_c' , измеряемый во вспомогательной секущей плоскости P_{tc}' . Этот угол располагается между вспомогательной задней поверхностью резца и плоскостью, проходящей через вспомогательную режущую кромку перпендикулярно основной плоскости резца. Угол α_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 ϕ_c и ϕ_c' , угол при вершине ϵ_c , а также угол наклона главной режущей кромки λ_c .

Главный угол в плане ϕ_c – угол между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость резца $P_{\theta c}$ и направлением движения подачи. С уменьшением угла ϕ_c увеличивается длина активной части режущей кромки, что улучшает отвод теплоты из зоны обработки и уменьшает износ инструмента. Однако при слишком малом значении угла ϕ_c 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 ϕ_c обычно выбирают в пределах 30–90 градусов.

Вспомогательный угол в плане ϕ_c' – угол между проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость $P_{\theta c}$ и направлением, обратным направлению подачи D_s . Угол ϕ_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 ϵ_c – угол между проекциями главной и вспомогательной режущих кромок на основную плоскость $P_{\theta c}$.

Рассмотренные углы связаны между собой зависимостью

$$\phi_c + \phi_c' + \epsilon_c = 1800 \quad (13.2)$$

Углом наклона главной режущей кромки λ_c называют угол в плоскости резания P_{nc} между главной режущей кромкой и основной плоскостью P_{θ} с. Он считается положительным (см. рис. 13.1, б), когда вершина резца является нижней точкой режущей кромки; отрицательным, когда вершина резца будет высшей точкой режущей кромки; равным нулю, если главная режущая кромка параллельна основной плоскости. Угол λ_c служит для отвода стружки в направлении к обработанной ($\lambda_c > 00$) или обрабатываемой ($\lambda_c < 00$) поверхности. Кроме того, положительный угол λ_c упрочняет вершину инструмента. Поэтому при черновой обработке и резании твердых материалов необходимо углу λ_c 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

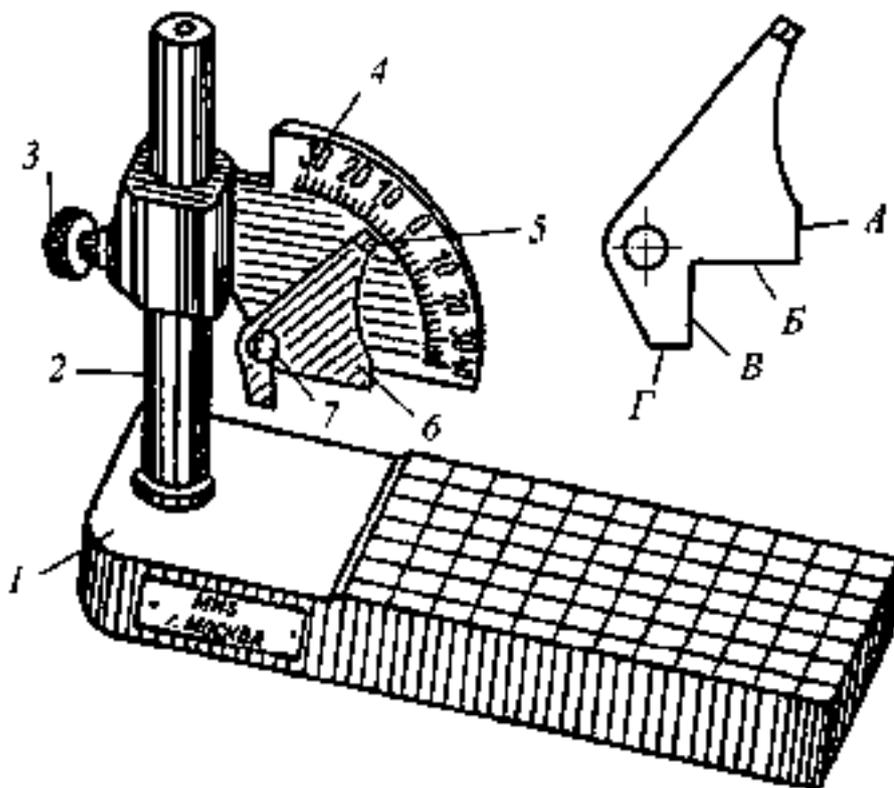


Рисунок 13.3. Настольный угломер

Углы резца измеряют при помощи настольного угломера (рис. 13.3), 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 γ_c и λ_c , как было указано выше. Остальные углы могут быть только положительными.

При измерении углов ϕ_c и ϕ'_c резец размещают на основании угломера боковой плоскостью стержня, а сектор 4 устанавливают в положение основной плоскости $P\theta c$.

Поворотную пластину 6 прикладывают при определении угла ϕ_c к главной задней грани лезвия, угла ϕ'_c – к вспомогательной задней грани.

Углы β_c и ϵ_c 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 $Pб$ станет не параллельна статической основной плоскости $P\theta c$. Поэтому действительные значения углов γ_c , α_c и α'_c будут отличаться от измеренных. В случае неперпендикулярности оси стержня резца к оси заготовки изменит свое расположение статическая плоскость резания $P\pi c$. Следовательно, полученные значения углов ϕ_c и ϕ'_c также будут не точны.

3. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться элементами и геометрическими параметрами токарных резцов.
2. Провести измерение углов резца
3. Оформить отчет

4. Контрольные вопросы

1. Перечислите элементы резца
2. Перечислите основные углы резца
3. Конструктивные элементы лезвия резца
4. Контроль углов резца

Лабораторная работа №14

Исследование влияния элементов режима резания на шероховатость обработанной поверхности.

1. Цель работы

Целью данной работы является ознакомиться с основными закономерностями формирования шероховатости, получаемой при точении. Рассчитать высоту шероховатости поверхности для заданных параметров геометрии вершины резца и подачи; сопоставить с результатами измерения реальной шероховатости, полученной после точения образцов при разных значениях и скоростей резания.

2. Основные теоретические положения

Перед выполнением работы студент должен усвоить, что реальная поверхность деталей машин представляет собой совокупность неровностей, имеющих разную форму и размеры. Эти неровности называют шероховатостью поверхности. От шероховатости поверхности в значительной мере зависят эксплуатационные свойства деталей машин. Оценка и нормирование шероховатости поверхности производится в соответствии со СТ СЭВ 638-77 (ГОСТ 2789-72 ред.1982 г.) по шести параметрам и шести типам направления неровностей. Параметры шероховатости определяют размеры, форму и расположение неровностей: Ra – среднее арифметическое отклонение профиля; Rz – высота неровностей профиля по десяти точкам; $Rmax$ – наибольшая высота неровностей профиля; Sm – средний шаг неровностей; S – средний шаг неровностей по вершинам; t_p – относительная опорная длина профиля, где P – значение уровня сечения профиля.

Измерение параметров шероховатости поверхности производится оптическим методом с помощью микроскопов (МИС – II, микроинтерферометры и т.п.) – для измерения Rz и $Rmax$, и методом ошупывания алмазной иглой с помощью

профилометров – профилографов (модели 203, 252 и др.) – для измерения Ra , Sm и t_p .

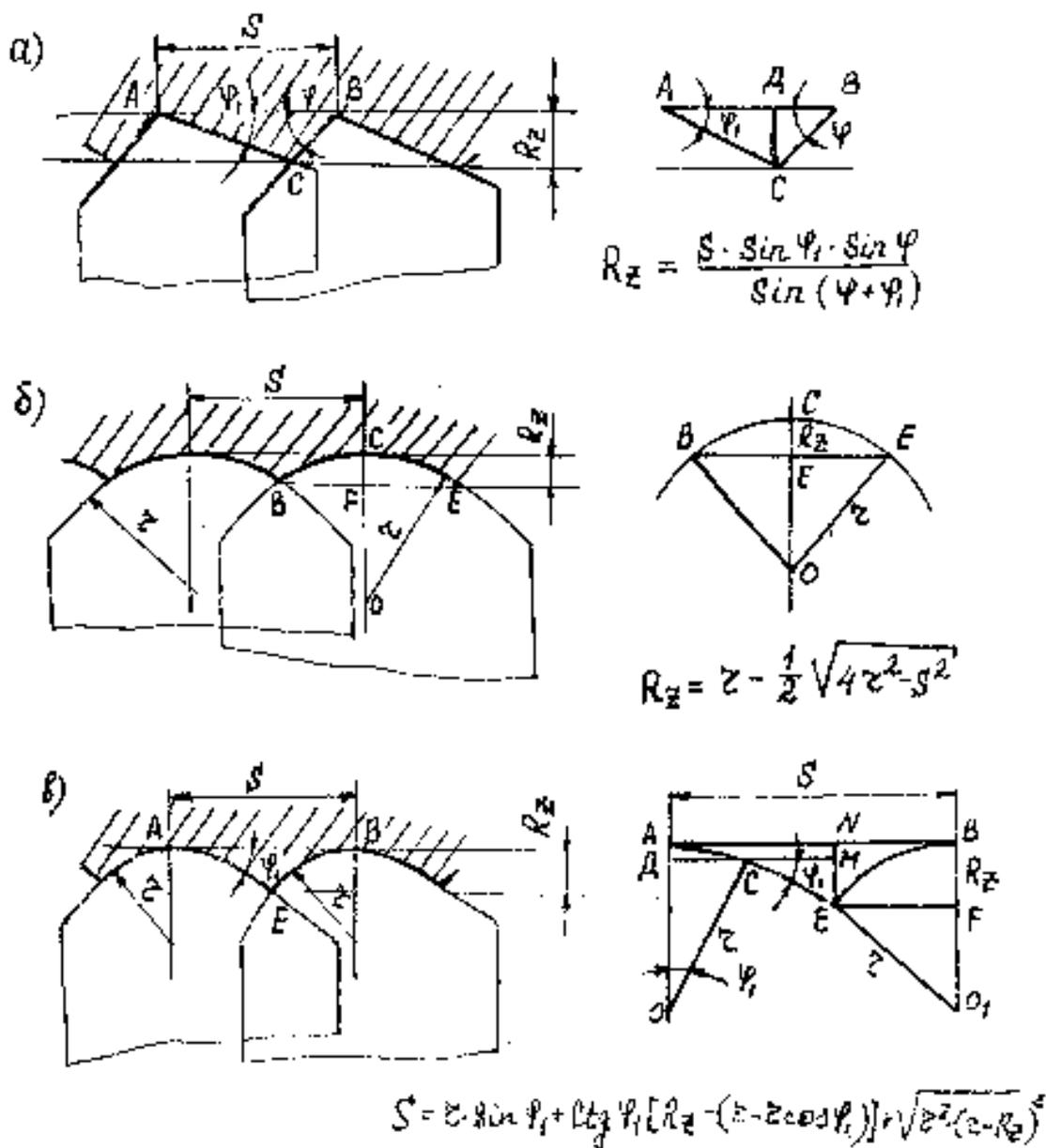


Рисунок 14.1. Профили шероховатости и формулы для расчета Rz при разных формах вершины резца

Шероховатость поверхности, полученной при обработке резанием, принято различать в двух направлениях: вдоль вектора скорости резания (продольная шероховатость) и перпендикулярно вектору скорости резания, в направлении подачи (поперечная шероховатость). Обычно поперечная

шероховатость больше продольной, поэтому измеряют только ее и при необходимости регламентируют тип направления неровностей.

Профиль шероховатости поверхности, полученный после точения, формируется в зависимости от формы вершины резца, элементов режима резания, упруго-пластических деформаций металла и явлений, связанных с образованием нароста на режущей кромке. Из элементов режима резания наибольшее влияние на высоту шероховатости оказывает подача, скорость резания, углы в плане резца φ и φ_1 и радиус закругления вершины резца.

Теоретический расчет формы и высоты шероховатости может быть выполнен, если известны форма вершины резца (главный φ и вспомогательный φ_1 углы в плане и радиус округления вершины резца r) и продольная подача S .

На рис.5.1 показаны профили шероховатости для разных форм вершины резца и соответствующие им формулы для расчета Rz . В практике точения, особенно для чистовых операций, наиболее распространенным вариантом является схема, изображенная на рис.14.1,б.

Реальная шероховатость отличается от расчетной в результате влияния упруго-пластической деформации, нароста и вибраций. При этом высота реальной шероховатости увеличивается. Учет этих факторов в теоретическом расчете не представляется возможным, поэтому для определения параметров шероховатости выполняют экспериментальные исследования с целью выявления действия нароста, упруго-пластических деформаций и других факторов.

В рамках данной работы следует выполнить расчет высоты шероховатости Rz расч по приведенным формулам, измерив предварительно параметры вершины резца φ , φ_1 и r ; провести эксперименты по точению образцов с измерением Rz эксп; сопоставить и проанализировать расчетные и экспериментальные значения высоты шероховатости.

Последовательность выполнения работы

1. Измерить главный φ и вспомогательный φ_1 углы резца в плане и радиус r вершины резца на инструментальном микроскопе (рис.14.2).

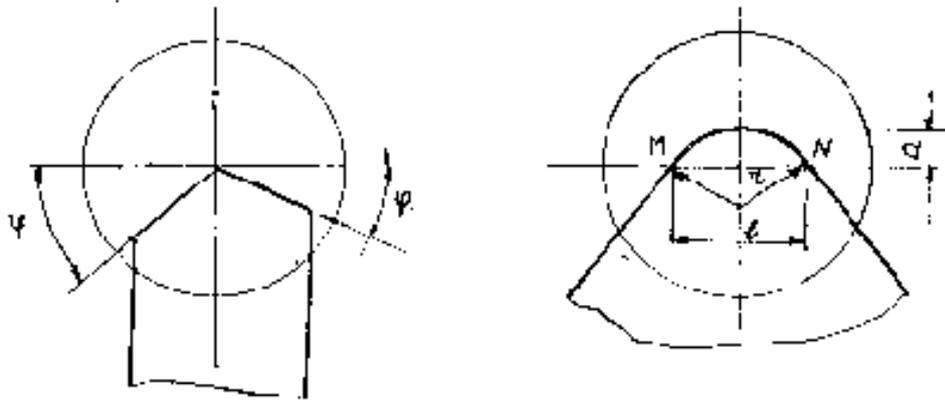


Рисунок 14.2. Схемы определения углов φ и φ_1 и радиуса r вершины резца

Для определения r измеряют параметры сегмента (длину l хорды и высоту a сегмента) и рассчитывают по формуле:

$$r = \frac{l^2 + 4a^2}{8a}$$

Точки M и N сопряжения радиусной части вершины резца с прямолинейными участками определяют визуально.

2. Вычертить эскиз обрабатываемого образца - валика с равными цилиндрическими поясками, разделенными канавками (рис. 14.3).

3. Установить образец и резец на токарном станке.

4. Установить подачу и скорость резания. Значения подач и скоростей резания назначаются преподавателем, исходя из следующего ряда:

0,08; 0,13; 0,24; 0,34; 0,47; 0,52; 0,7 мм/об (для подач) и 10; 20; 30; 40; 50; 60; 80; 110 м/мин (для скоростей резания), и заносятся в табл.14.1.

При назначении подач и скоростей резания следует учесть, что для построения кривой $Rz = f(S)$ должно быть получено не менее 5-6

экспериментальных точек, а для построения кривой $Rz = f(V)$ - не менее 6-7 точек.

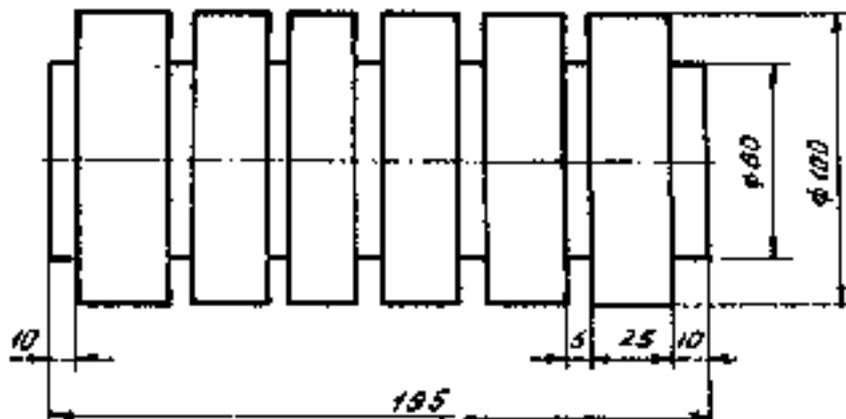


Рисунок 14.3. Образец для точения

5. Обточить последовательно все пояски образца, меняя намеченные значения подач и скоростей резания согласно табл. 14.1.

6. Измерить параметр Rz шероховатости поверхности на каждом обточенном пояске. Для измерения выбрать не менее 5 участков на каждом пояске равномерно по всей окружности. Измеряется параметр Rz на микроскопе МИС-II. Результаты измерений заносятся в табл. 14.1 протокола.

Таблица 14.1. Исходные данные и результаты измерения и расчета параметра Rz шероховатости поверхности

№ опыта	Режим резания				Измеренные значения Rz делений					Rz мкм, экспериментальное	Rz мкм, расчетное	
	t мм	S мм/об	V м/мин	n об/мин	1	2	3	4	5			среднее

7. Для каждого опыта (обточенного пояска) произвести расчет параметра Rz шероховатости поверхности по формулам, приведенным на рис.14.1. Результаты расчета наносятся в табл.14.1. Если значения подач меньше хорды

радиусной части резца (рис.14.2), то расчет выполняется по формуле, приведенной на рис.14.1,б, если подача больше длины хорды, то следует пользоваться формулой, приведенной на рис.5,1, в (или на рис.14.1,а, если высота сегмента несоизмеримо мала по сравнению с измеренным значением Rz).

8. Построить графики экспериментальной зависимости параметра Rz шероховатости от скорости резания и подачи и график расчетных значений Rz от подачи.

9. Произвести сравнение и анализ полученных графиков; определить величину расхождения значений Rz %, установленных расчетом и экспериментально; объяснить причины расхождения теоретической и экспериментальных кривых.

10. Составить отчет.

3. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с основными теоретическими положениями
2. Провести измерения углов φ и φ_1 и радиуса r резца.
3. Провести опыт, условия записать в табл 14.1
4. Рассчитать параметр Rz шероховатости поверхности
5. Оформить отчет

4. Контрольные вопросы

1. Формула расчета радиуса вершины резца
2. От каких параметров зависит шероховатость пов-ти

Лабораторная работа №15

Изучение конструкции и кинематики токарно-винторезного станка модели 1К62.

1. Цель работы

Целью данной работы является изучение конструкции токарно-винторезного станка модели 1К62 и привитие практических навыков по его наладке на выполнение технологических операций.

2. Основные теоретические положения

Станок применяется для обработки наружных и внутренних поверхностей деталей, имеющих форму тел вращения и конусных поверхностей. Предназначен для выполнения разнообразных токарных работ: нарезания метрической, дюймовой, модульной и питчевой резьб, резьб с нормальным и увеличенным шагом, одно- и многозаходной резьб, для нарезания торцовой резьбы и копировальных работ (при комплектовании станка гидрокопировальным устройством). Станок применяется в условиях индивидуального и мелкосерийного производства.

Паспорт станка

Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной, мм	400
Наибольший диаметр точения над нижней частью суппорта, мм	200
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм	45
Расстояние между центрами, мм	710, 1000
Наибольшая длина обтачивания, мм	640, 930
Число скоростей вращения шпинделя	23
Пределы чисел оборотов шпинделя, об/мин	12,5 - 2000
Пределы величин продольных подач суппорта, мм/об	0,070 - 4,160
Пределы величин поперечных подач суппорта, мм/об	0,035 - 2,080
Шаги нарезаемых резьб: метрической, мм дюймовой (число ниток на один дюйм) модульной, мм питчевой в питчах	1,00 – 1,92 24-2 0,5π - 48π 96 - 1

Скорость быстрого продольного перемещения суппорта, м/мин	3,4
Мощность главного электродвигателя, кВт	10

Движения в станке

Движение резания (главное движение) — вращение шпинделя с заготовкой. Движения подачи - перемещения суппорта в продольном и поперечном направлениях. Задней бабке может сообщаться движение подачи вдоль оси изделия совместно с суппортом при сцеплении с ним. Все движения подачи являются прямолинейными поступательными движениями. Вспомогательные движения - быстрые перемещения суппорта в продольном и поперечном направлениях от отдельного привода, ручные установочные перемещения суппорта в продольном и поперечном направлениях, в верхней части суппорта перемещение резца осуществляется под любым углом к оси вращения изделия; перемещения и зажим пиноли задней бабки. Перемещение, закрепление задней бабки и поворот четырехпозиционного резцедержателя осуществляются вручную.

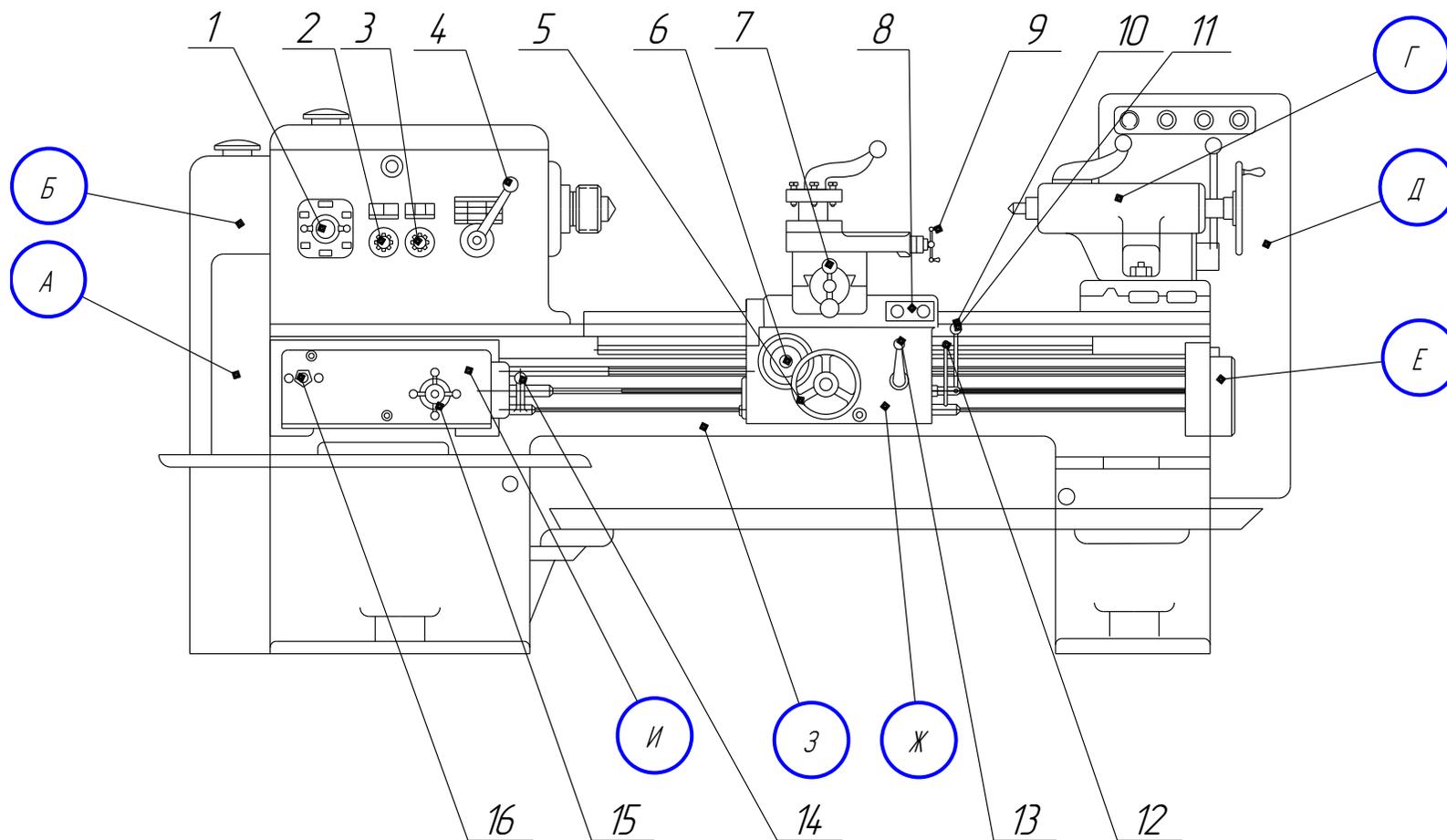
Принцип работы

Заготовка устанавливается в центрах или закрепляется в патроне. В резцедержателе суппорта могут быть закреплены четыре резца. Поворотом резцедержателя каждый из четырех резцов может быть установлен в рабочее положение. Инструменты для обработки отверстий вставляются в пиноль задней бабки. Прилагаемый к станку гидроконтрольный суппорт благодаря наличию следящей системы позволяет обрабатывать партии ступенчатых и фасонных деталей по шаблону или эталонной детали без промеров и ручного управления станком в процессе обработки.

Конструктивные особенности

В станке модели 1К62 коробка скоростей и коробка подачи имеют двухрукояточное управление с наглядными шкалами.

Включение механической подачи суппорта в любом направлении производится одной мнемонической рукояткой. Термин «мнемоническая»



15.1. Основные узлы станка

А — гитара сменных колес; Б — передняя бабка с коробкой скоростей; В — суппорт станка; Г — задняя бабка; Д — шкаф с электрооборудованием; Е — привод быстрых перемещений суппорта; Ж — фартук станка; З — станина; И — коробка подач.

1,4 — рукоятки управления коробкой скоростей; 2 — рукоятка переключения звена увеличения шага; 3 — рукоятка управления реверсом для нарезания правых и левых резьб; 5 — маховик ручного продольного перемещения суппорта; 6 — ползунок с пуговкой для включения и выключения реечной шестерни фартука; 7 — рукоятка ручного поперечного перемещения суппорта; 8 — кнопочная станция; 9 — рукоятка ручного перемещения верхней каретки; 10 — кнопка включения быстрых перемещений суппорта; 11 — рукоятка включения и выключения рабочих продольной и поперечной подач суппорта; 12, 14 — рукоятки включения, прямого и обратного вращения шпинделя; 13 — рукоятка включения маточной гайки фартука; 15 — барабан установки численного значения подач; 16 — рукоятка управления муфтами коробки подач, 17 — фартук станка; 18 — резцедержатель; 19 — верхняя каретка

означает, что направление поворота рукоятки совпадает с направлением выбранной подачи.

В станке предусмотрена возможность быстрых перемещений суппорта в продольном и поперечном направлениях. При этом включение быстрых перемещений производится той же мнемонической рукояткой, но с дополнительным нажимом кнопки, расположенной в верхней части рукоятки. Закрепление задней бабки на направляющих станины и ее освобождение также осуществляются одной рукояткой, которая приводит в действие эксцентриковый зажим.

Конструкция и характеристика работы основных узлов станка

Станина станка (З) опирается на левую и правую тумбы, с которыми она жестко скреплена. В левой тумбе помещен электродвигатель главного привода станка. В правой тумбе помещен насос, подающий охлаждающую жидкость по шлангу на режущий инструмент. Во внутреннюю полость тумбы жидкость стекает из корыта. Наиболее точное положение подвижных узлов станка обеспечивается комбинированными направляющими станины: призматической и плоской.

Передняя бабка (Б) закреплена болтами на левой стороне станины. Во внутренней части бабки помещены шпиндель и коробка скоростей, сверху закрытая крышкой.

Через сквозное отверстие шпинделя при необходимости можно пропускать обрабатываемый на станке пруток, в коническое гнездо шпинделя можно устанавливать передний центр. На правом выступающем конце шпинделя имеются центрирующий пояс, буртик и резьба для точной центровки и крепления планшайбы с патроном, в кулачки которого устанавливают обрабатываемые заготовки.

Суппорт (В) предназначен для перемещения закрепленных на нем режущих инструментов; состоит он из следующих основных частей: верхней

каретки, фартука (17), поперечных салазок и четырехместного резцедержателя для установки и закрепления режущих инструментов.

Суппорт перемещается в продольном направлении по призматической и плоской направляющим. Перемещение суппорта вручную в продольном направлении осуществляется вращением маховика 5.

В фартуке суппорта помещены механизмы, преобразующие вращательное движение ходового вала и ходового винта в поступательное движение суппорта.

Верхняя каретка суппорта может быть повернута относительно оси станка на угол и закреплена на поперечных салазках; предназначена она для обработки конических поверхностей изделий.

Перемещение верхней каретки осуществляется вручную при вращении рукоятки 9. Точный отсчет величины перемещения производится по лимбам с ценой деления 0,05 мм.

Коробка подач (И) служит для передачи различных скоростей вращения ходовому валу либо ходовому винту от гитары сменных колес (А), расположенной под щитком. Коробка подач связана со шпинделем станка передачей, в которую входит и гитара сменных колес, расположенная под щитком; реверс.

Задняя бабка (Г) предназначена для поддержки задним центром длинномерных обрабатываемых заготовок или для установки и перемещения осевых режущих инструментов. Основные части задней бабки: плита, корпус, пиноль, прижимная планка. Задняя бабка перемещается по призматической, и плоской направляющим станины станка. Перемещение производится либо вручную, либо с помощью суппорта.

Пиноль имеет коническое отверстие для установки заднего центра или осевых режущих инструментов.

Электрооборудование станка расположено в шкафу Д. На передней стенке шкафа помещена панель с амперметром, указывающим ток главного электродвигателя станка, и переключателями, включающими станок в

электрическую сеть, освещение станка и электродвигатель насоса, подающего охлаждающую жидкость в зону обработки. С правой стороны станины расположен электродвигатель ускоренного перемещения суппорта с клиноременной передачей.

Кинематическая цепь привода главного движения

Эта цепь обеспечивает передачу главного движения вращения от электродвигателя через фрикционную муфту М 1 шпинделю VI с возможностью включения разных частот его вращения. Шпиндель станка может иметь правое и левое направления вращения. При правом направлении вращения шпинделя (вращение шпинделя против часовой стрелки со стороны задней бабки) уравнения баланса кинематической цепи привода главного движения (муфта М1 включена влево. Муфта не влияет на передаточное отношение, а только определяет соединение валов

При правом направлении вращения шпинделя может быть настроено 23 частоты вращения в диапазоне $n_{шп} = (12,5 \dots 2000)$ об/мин.

При левом направлении вращения шпинделя может быть настроено 12 частот вращения в диапазоне $n_{шп} = (19 \dots 2420)$ об/мин.

Кинематическая цепь привода продольной подачи

Для настройки на станке всех видов продольных и поперечных подач нужно сменные блоки гитары 64:42 и 97:50 поставить так, чтобы передача осуществлялась через колеса с передаточным отношением $u_{VIII-XI} = (42/95) * (95/50)$. Рукоятку (16) управления муфтами коробки подач необходимо повернуть в положение «Подача», включив ею муфты М2, М3 и выключив муфты М4, М10. При таком положении муфт ступенчатый конус из семи шестерен, конус Нортона становится ведущим, вращение на фартук передается через ходовой вал XVII.

На станке можно настраивать нормальную подачу суппорта, подачу, увеличенную вдвое, и подачу, увеличенную в большее число раз.

Нормальные продольные подачи

Для настройки станка на эти подачи блок Б6 переключают в левое положение и VI-VII = 60\60, блок Б7 - в среднее положение

Кинематическая цепь поперечных подач

Кинематическая цепь поперечных подач до вала XVIII совпадает с цепью продольных подач. Включение поперечных подач производится муфтой M11, в результате чего вращение от вала XVIII передается на винт XXII, который через гайку, установленную в суппорте станка, преобразует вращательное движение в поступательное движение суппорта, перпендикулярное оси центров.

3. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с основными теоретическими положениями
2. Ознакомиться с основными узлами станка
3. Оформить отчет

4. Контрольные вопросы

1. Каково назначение станка 1К62?
2. Какие основные узлы имеет токарно-винторезный станок и каково назначение этих узлов?
3. Какие универсальные приспособления применяются для установки и закрепления заготовок? Каково их назначение?
4. К какому номеру группы и типу относится токарный станок 1К62?
5. Каково назначение механизмов главного движения и движения подач?
6. Какие виды работ можно выполнять на токарно-винторезных станках?
7. Какие инструменты используются для выполнения работ на токарно-винторезном станке?

Лабораторная работа №16

Изучение конструкции и настройка горизонтально-фрезерного станка модели 6Н81Г

1. Цель работы

Целью данной работы является устройство, кинематику, технологические возможности станка. Приобрести практические навыки в выполнении кинематических расчетов при настройке и наладке станка на работу.

2. Основные теоретические положения

Обозначение консольно-фрезерных станков:

6 - фрезерный станок (номер группы по классификации ЭНИМС)

Н – серия (поколение) станка (Б, К, Н, М, Р, Т)

8 – номер подгруппы (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) по классификации ЭНИМС (8 - горизонтально-фрезерный)

1 – исполнение станка - типоразмер (0, 1, 2, 3, 4) (1 - размер рабочего стола - 250 x 1000)

Назначение, область применения 6Н81Г

Горизонтальный консольно-фрезерный станок 6Н81Г предназначен для обработки различных изделий сравнительно небольших размеров из стали, чугуна, цветных металлов и пластмасс в основном цилиндрическими, торцовыми, дисковыми, угловыми, фасонными и модульными фрезами специальными фрезами в условиях индивидуального и серийного производства. Наличие поворотного стола позволяет нарезать винтовые канавки при изготовлении косозубых колес, фрез, зенкеров, разверток и тому подобных деталей.



Рисунок 16.1. Общий вид горизонтально-фрезерного станка модели 6H81Г

Широкий диапазон скоростей шпинделя и подач стола обеспечивает возможность обработки изделий на оптимальных режимах резания.

Для вращения шпинделя и механических подач стола предусмотрены приводы от отдельных электродвигателей. Стол станка может совершать быстрые перемещения в трех направлениях.

Ручной и механический приводы заблокированы. Выключение механических перемещений стола может осуществляться упорами и вручную. Для торможения шпинделя применяется электромагнитная муфта.

Повышенная мощность электродвигателей и жесткость станка обеспечивают обработку изделий на скоростных режимах резания твердосплавным инструментом.

Станок может применяться в единичном мелкосерийном и серийном производстве.

Движения в станке

Движение резания — вращение шпинделя с фрезой

Движения подачи — продольное, поперечное и вертикальное поступательные перемещения стола

Вспомогательные движения — все указанные перемещения стола, выполняемые на быстром ходу или вручную

Принцип работы

Обрабатываемые детали закрепляются непосредственно на столе, в машинных тисках или специальных приспособлениях, устанавливаемых на столе станка. При необходимости делить заготовку на несколько равных частей применяют универсальную делительную головку.

Насадные фрезы закрепляют на консольных или опорных оправках. Для поддержания шпиндельных оправок применяют хобот с центральной и концевой подвесками (серьгами). Хвостовые фрезы закрепляют непосредственно в конусе шпинделя или цанговом патроне. Торцовые фрезерные головки устанавливают и закрепляют на торце шпинделя.

Настройка станка в соответствии с конфигурацией и размерами обрабатываемой детали производится за счет быстрых механических или ручных перемещений стола, поперечных салазок и консоли. При нарезании винтовых канавок поворачивают стол в соответствии с углом наклона фрезеруемой винтовой канавки. При работе на тяжелых режимах для повышения жесткости узла консоли устанавливают дополнительную связь между столом и хоботом.

Класс точности станка Н. Шероховатость обработанной поверхности V4—V5.

Модификации консольно-фрезерного станка 6Н81Г

6К81, 6К81Г - 1000 х 250 станок горизонтальный консольно-фрезерный

6Д81, 6Д81Г - 1000 х 250 станок горизонтальный консольно-фрезерный

6Р81, 6Р81Г, 6Р81Ш - 1000 х 250 станок горизонтальный консольно-фрезерный

6Р81ГМФ3-1 - 1000 х 250 станок консольно-фрезерный с ЧПУ

6М81, 6М81Г, 6М81А, 6М81Ш - 1000 х 250 станок горизонтальный консольно-фрезерный

6Н81А - 1000 х 250 Широко универсальный станок модели 6Н81А предназначен для всех видов фрезерования. Шпиндель в станке может занимать горизонтальное, вертикальное и наклонное (под любым углом) положения, шпиндельная головка может перемещаться в поперечном направлении по отношению к среднему пазу стола, что позволяет обрабатывать изделия без их перестановки.

6Н11КП - 1000 х 250 Вертикальный копировально-фрезерный станок модели 6Н11КП имеет программное управление. Станок предназначен для обработки криволинейных контуров, кулачков, штампов и прессформ.

Расположение органов управления фрезерным станком модели 6Н81Г

Расположение органов представлено на рисунке 16.2.

Однорукояточное управление коробкой скоростей

На рис. 16.3, а показана схема однорукояточного управления коробкой скоростей. Маховичок М, расположенный с левой стороны станины, связан с переключающими кулачками К1 и К2 кинематической цепью, состоящей из зубчатых винтовых колес $z_1—z_2$, цепной передачи $z_3—z_4$ шестерен $z_5—z_6$ и червячной передачи а—зч. Таким образом, при повороте маховичка М

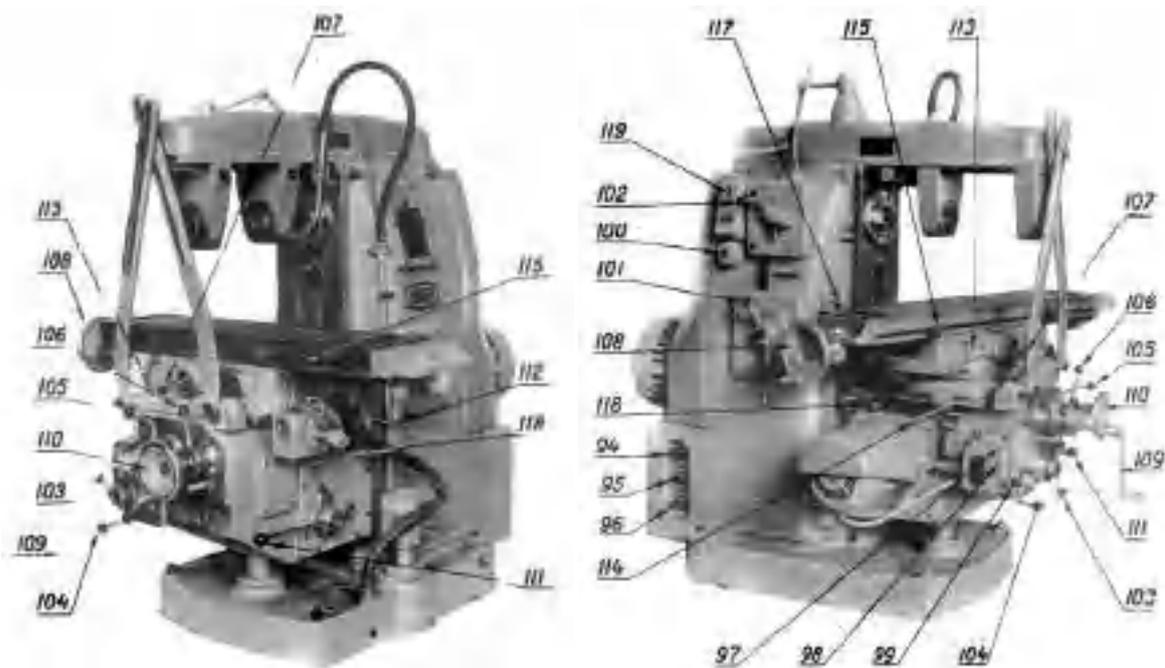


Рисунок 16.2. Расположение органов управления фрезерным станком модели 6Н81Г

94. Вводный выключатель сети; 95. Выключатель электронасоса охлаждения; 96. Реверсивный переключатель электродвигателя шпинделя (вправо—влево); 97. Кнопка «Пуск» — электродвигателя шпинделя; 98. Кнопка «Пуск» — электродвигателя подачи; 99. Рычажок остановки станка (выключение электродвигателей шпинделя и подачи); 100. Кнопка для кратковременного включения электродвигателя шпинделя («Толчок»); 101. Рукоятка переключения скоростей шпинделя; 102. Рукоятка переключения перебора шпинделя; 103. Рукоятка переключения подач стола; 104. Рукоятка переключения перебора механизма подачи; 105. Рукоятка включения вертикальной механической подачи; 106. Рукоятка включения поперечной механической подачи; 107. Рукоятка включения продольной механической подачи; 108. Маховичок продольной подачи стола вручную; 109. Рукоятка вертикальной подачи стола вручную; 110. Маховичок поперечной подачи стола вручную; 111. Рукоятка включения ускоренной подачи во всех направлениях; 112. Рукоятка закрепления консоли от вертикального перемещения по станине; 113. Рукоятка для закрепления стола от продольного перемещения; 114. Рукоятка для закрепления салазки стола от поперечного перемещения по консоли; 115. Упоры автоматического выключения механической подачи в продольном, поперечном и вертикальном направлениях; 116. Упоры автоматического выключения механической подачи в продольном, поперечном и вертикальном направлениях; 117. Упоры автоматического выключения механической

подачи в продольном, поперечном и вертикальном направлениях; 118. Рукоятка привода ручного насоса смазки стола начинают вращаться кулачки К1 и К2. Кулачок К1 имеет два криволинейных торцовых паза: один с правой стороны, а другой — с левой. Кулачок К2 имеет только один криволинейный торцовый паз. В пазы кулачков входят ролики, насаженные на концы рычажных вилок В1, В2 и В3. Каждая вилка управляет двойным подвижным блоком шестерен. Всего в коробке скоростей имеется три блока шестерен Б1, Б2 и Б3. На шлицевом валу I перемещается блок Б1, а на шлицевом валу III установлено два подвижных блока шестерен Б2 и Б3.

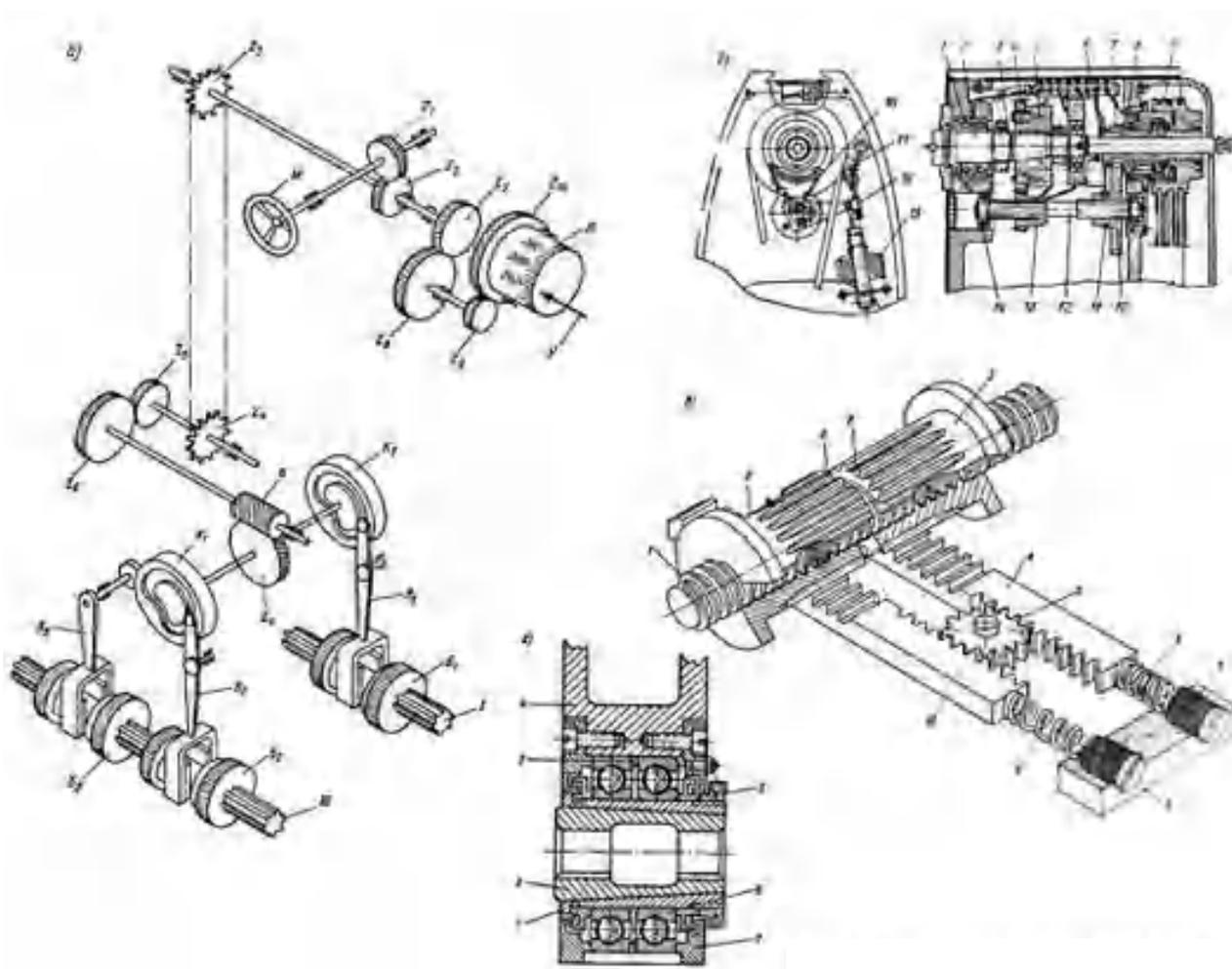


Рисунок 16.3. Узлы консольно-фрезерного станка 6Н81Г

Кулачки К1 и К2 сидят на одном валу и имеют восемь фиксированных положений. У криволинейных пазов кулачков К1 и К2 такая конфигурация и они так взаимно расположены, что каждому из восьми фиксированных

положений кулачков соответствует своя комбинация включения блоков шестеро и соответственно своя скорость вращения шпинделя.

Для визуального наблюдения за установленной скоростью имеется указатель У и лимб Л, который так же, как и кулачки К1 и К2, кинематически связан с маховичком М. Лимб Л получает вращение от маховичка через зубчатые винтовые колеса Z1—z2, шестерни Z7—z8 и шестерни Z9—Z10-

Передаточные отношения кинематических цепей кулачков и лимба одинаковы, поэтому за один оборот кулачков лимб также совершает один полный оборот.

Такая конструкция одноклапанного управления, имеет тот недостаток, что для включения заданной скорости необходимо пройти все промежуточные значения чисел оборотов шпинделя и, кроме того, нет возможности осуществлять предварительный выбор скорости.

Шпиндельный узел с переборным валиком

Передняя шейка шпинделя (рис. 16.3,б) диаметром 75 мм вращается в двух шариковых радиально-упорных подшипниках 1, регулируемых гайкой 3. Задняя шейка шпинделя диаметром 50 мм установлена на одном шариковом подшипнике. Между опорами шпинделя на конусе и шпонке установлен маховик 5, с которым связана приводная шестерня 4. Шкив 9 установлен на ступице шестерни 7, смонтированной на отдельных шарикоподшипниках 8, благодаря чему шпиндель разгружен от натяжения ремней. Заодно со шкивом 9 изготовлен тормозной барабанчик, охватываемый тормозной лентой 18. При включенном двигателе соленоид 15, преодолевая сопротивление пружины 17, оттягивает рычаг 16 вниз, растормаживая шпиндель. В момент отключения двигателя тормозная лента затягивается под действием пружины 17 и шпиндель останавливается.

Ниже шпинделя в станине на шарикоподшипниках 14 смонтирован переборный валик 12. Подвижные шестерни 10 и 13 и кулачковая муфта 6 переключаются одновременно одной рукояткой при помощи вилки П. При

включенной муфте 6, когда вращение от шкива 9 передается на шпиндель непосредственно, шестерни 10 и 13 выводятся из зацепления с шестернями 7 и 4. Такая конструкция перебора улучшает, к. п. д. станка и способствует уменьшению вибраций при работе на высоких числах оборотов шпинделя.

Механизм автоматического устранения зазора

В приводе продольной подачи стола установлен механизм для автоматического устранения зазора между винтом и маточными гайками (рис. 16.3, в). В кронштейне поперечных салазок стола установлены две маточные гайки 2 и 3, которые могут свободно поворачиваться в подшипниках кронштейна.

На гайках нарезаны зубья г, которые входят в зацепление с рейками 4 и 10, связанными между собой шестерней 5. Таким образом, поворот одной из гаек в каком-либо направлении вызывает поворот другой гайки в обратном направлении. Рейки 4 и 10 поджимаются пружинами 6 и 9.

При рабочей подаче в зависимости от ее направления, одна из гаек начнет поворачиваться и поворачивать через рейки и шестерни вторую гайку до тех пор, пока последняя не упрется своими витками в противоположные стороны витков винта и не устранит полностью зазор. По окончании подачи действие сил трения между витками гайки и винта прекратится и пружины вернут рейки и гайки в исходное положение, восстановив зазор, необходимый для легкости холостого перемещения стола. Регулируемые упоры 7 и 8 служат для ограничения величины перемещения реек и соответственно поворота гаек во избежание создания чрезмерного натяга между винтом и гайками.

Подвеска

На хоботе станка 6Н81 для поддержки шпиндельных оправок можно устанавливать одну или две подвески (серьги).

Разрез одной из подвесок показан на рис. 16.3, г. Полый шпиндель 1 смонтирован на двух шариковых радиальных упорных подшипниках 6, между наружными кольцами которых установлена шайба 3.

Предварительный натяг в подшипниках, необходимый для повышения жесткости системы, создается гайкой 5. Крышки 7 закрепляют наружные кольца подшипников и служат одновременно для лабиринтного уплотнения. Вкладыш 2 надевается на шпонке на фрезерную оправку и благодаря наружной конической поверхности заклинивается в полом шпинделе 1 подвески 4.

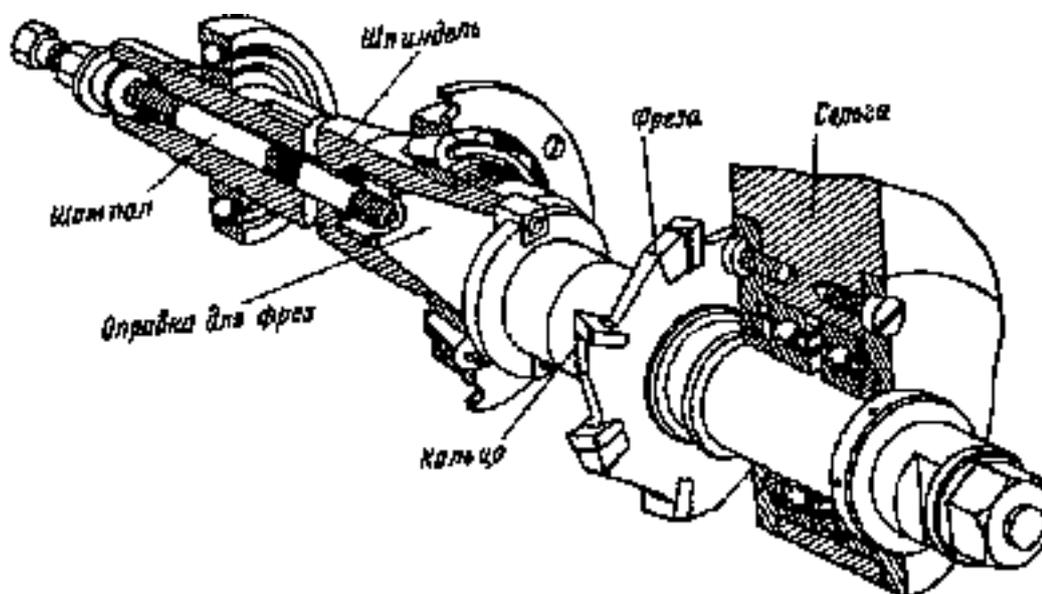


Рисунок 16.4. Установка инструмента на консольно-фрезерных станках 6Н81Г

В зависимости от вида применяемой фрезы крепление ее на горизонтально-фрезерном станке может производиться несколькими способами.

На оправке с помощью переходного фланца. В конус шпинделя затягивается шомполом оправка 17, па шейку которой одевается переходной фланец 18. Пазом, имеющимся на одном из торцов, фланец садится на шипы шпинделя, а призматический выступ другого торца входит в паз одеваемой затеи фрезы. После этого фреза вместе с фланцем затягивается винтом 19.

При совпадении по ширине паза фрезы с шипами шпинделя, надобность в переходном фланце отпадает и фреза непосредственно садится на шипы шпинделя.

На оправке со шпонкой. Для работы фрезами со шпоночной канавкой (не имеющими торцевых пазов для шипов шпинделя) применяются оправки с буртом, имеющим пазы для шипов шпинделя, а на шейке пол фрезы — шпонку.

Торцевые и концевые фрезы, имеющие хвостовик с конусом Морзе укрепляются в шпинделе с помощью переходной втулки. Переходная втулка имеет наружный конус 7 : 24 и внутренний конус Морзе, соответствующий по размеру взятой фрезе. Фреза затягивается шомполом.

Фрезы большого диаметра, имеющие на торце цилиндрическую выточку, паз и 4 проходных отверстия одеваются непосредственно на калиброванную головку шпинделя. При этом шипы шпинделя входят в паз фрезы. Крепление фрезы производится четырьмя винтами 180, завинчиваемыми в предусмотренные для этой цели резьбовые отверстия головки шпинделя.

При установке инструмента следует помнить, что на качество его работы и долговечность большое влияние оказывает биение инструмента во время работы, т. е. суммарное биение всего комплекта фрезерной оправки. Допустимое биение во всяком случае не должно превышать 0,1 мм. Поэтому следует следить за правильной заточкой фрез, состоянием фрезерных оправок и проставных колец, не допуская применения их при повышенном биении.

Кинематическая схема горизонтально-фрезерного станка 6Н81Г

Кинематическая схема представлена на рисунке 16.5.

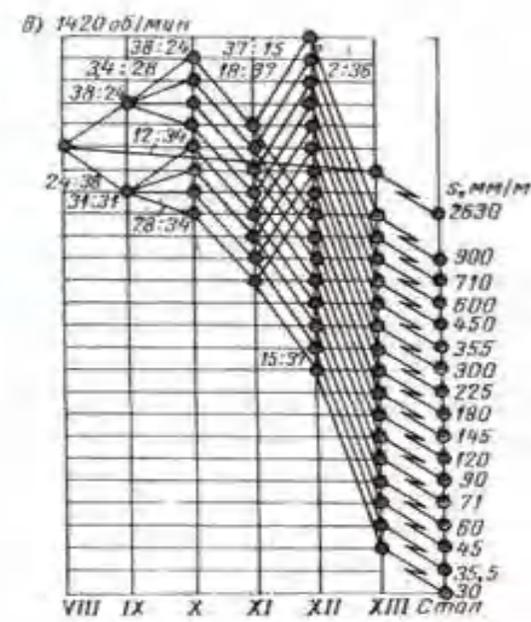
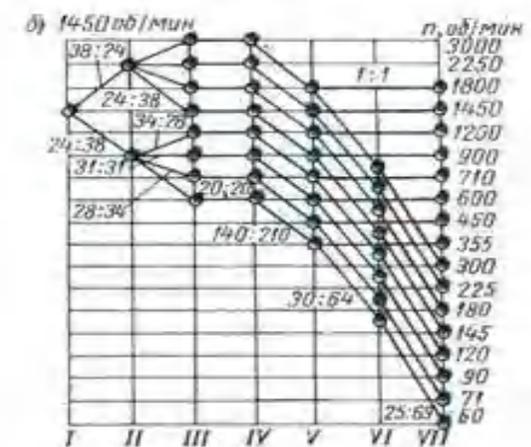
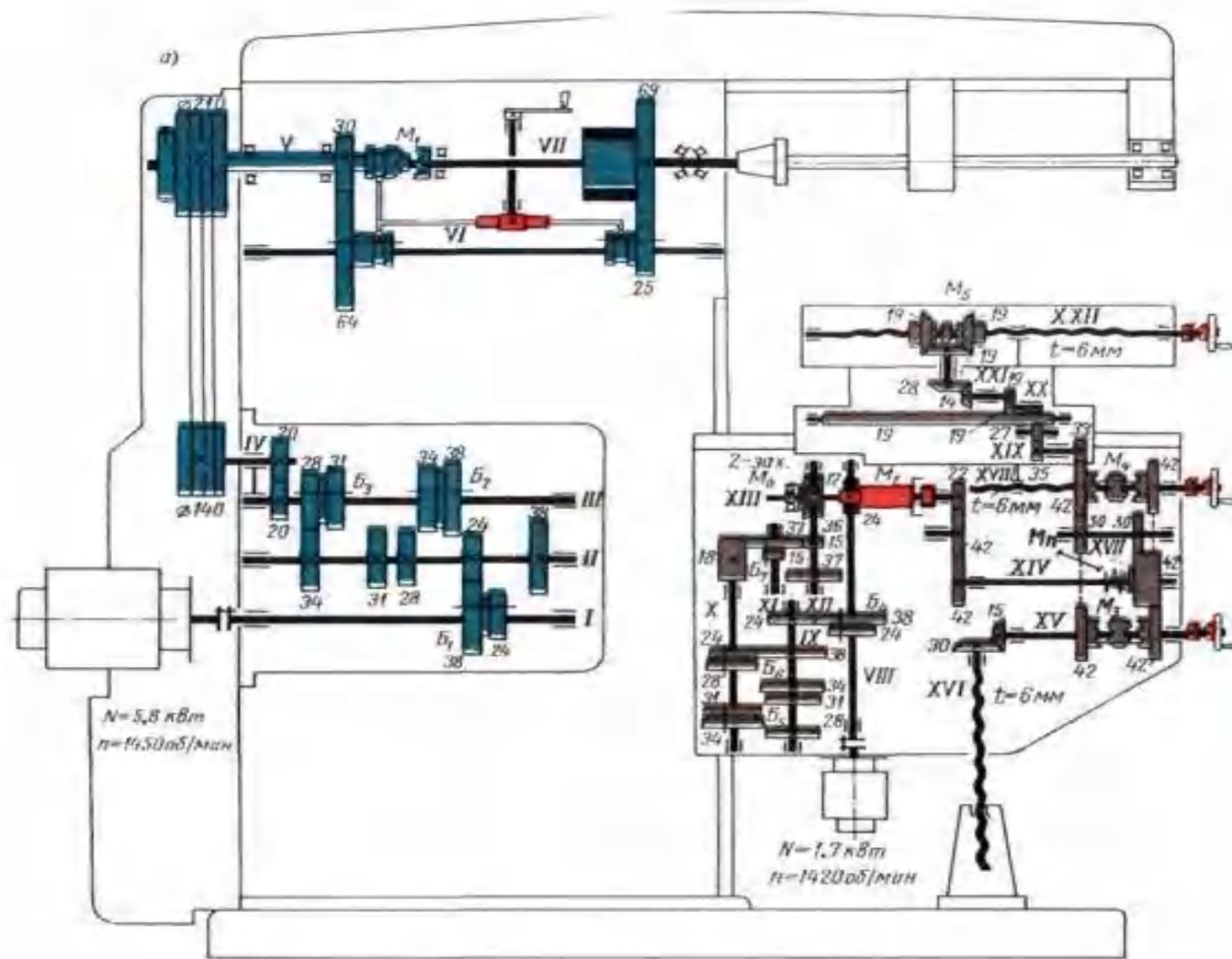


Рисунок 16.5. Схема кинематическая консольно-фрезерного станка 6Н81Г.

Кинематика станка модели 6Н81, 6Н81Г

Движение резания

От фланцевого электродвигателя мощностью 5,8 кВт движение передается полужесткой муфтой валу I коробки скоростей. На валу I коробки перемещается по шлицам двойной подвижной блок шестерен Б1. На валу II неподвижно закреплены шестерни 34, 31, 28, 24 и 38. По валу III перемещаются два двойных подвижных блока шестерен Б2 и Б3. В зависимости от положения блока Б1 движение передается валу II через шестерни 38—24 или через шестерни 24—38. В зависимости же от положения блоков Б2 и Б3 вращение передается от вала II валу III через шестерни 34—28 или 31—31, если включен блок Б3, либо через шестерни 28—34 или 24—38, если включен блок Б2. Всего таким образом вал III имеет восемь скоростей вращения.

Движения подач

Как при подаче, так и при быстрых перемещениях механизмы консоли получают вращение от фланцевого электродвигателя мощностью 1,7 кВт, непосредственно связанного полужесткой муфтой с первым валом VIII коробки подач. Вал IX вращение передается блоком Б4, через шестерни 24—38 или шестерни 38—24. Вал X получает вращение через блок Б5 или Б6 и имеет восемь скоростей.

Быстрые перемещения стола, поперечных салазок и консоли

Эти перемещения осуществляются с постоянной скоростью. В этом случае вращение от электродвигателя, минуя коробку подач, непосредственно передается через вал VIII, винтовые колеса 12—24 и фрикционную муфту М2 валу XIII и далее рабочим органам станка. При быстром вращении вал XIII благодаря наличию обгонной муфты М0 автоматически расцепляется с корпусом червячной шестерни 36.

3. Порядок выполнения работы

1. Изучить основные теоретические положения
2. Ознакомиться с конструкцией и органами управления станка
3. Оформить отчет

4. Контрольные вопросы

1. Какие работы выполняются на фрезерных станках?
2. Типы фрезерных станков.
3. Основные узлы горизонтально-фрезерного станка.
4. Основные узлы вертикально-фрезерного станка.
5. Какие типы движений различают при фрезеровании?
6. Кинематическая схема горизонтально-фрезерного станка.
7. Типы фрез.
8. Параметры резания при фрезеровании и порядок их определения.
9. Правила техники безопасности при работе на фрезерных станках.
10. Порядок настройки станка на заданный режим работы.

Лабораторная работа №17

Разработка технологического процесса изготовления детали механической обработкой

1. Цель работы

Целью данной работы является приобретение студентами навыков разработки маршрута 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 делится 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 единственный 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, изготавливаемых из металлических сплавов, являются:

а) сортовой материал, изготавливаемый 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 или 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.

5.1 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, лишаящей деталь трех степеней свободы; направляющей, лишаящей деталь двух степеней свободы; и опорной, лишаящей деталь одной степени свободы. В некоторых случаях для базирования таких деталей, а также для базирования деталей – тел вращения служат базы: двойная направляющая, лишаящая деталь четырех степеней свободы, и двойная опорная, лишаящая 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.

5.2 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.

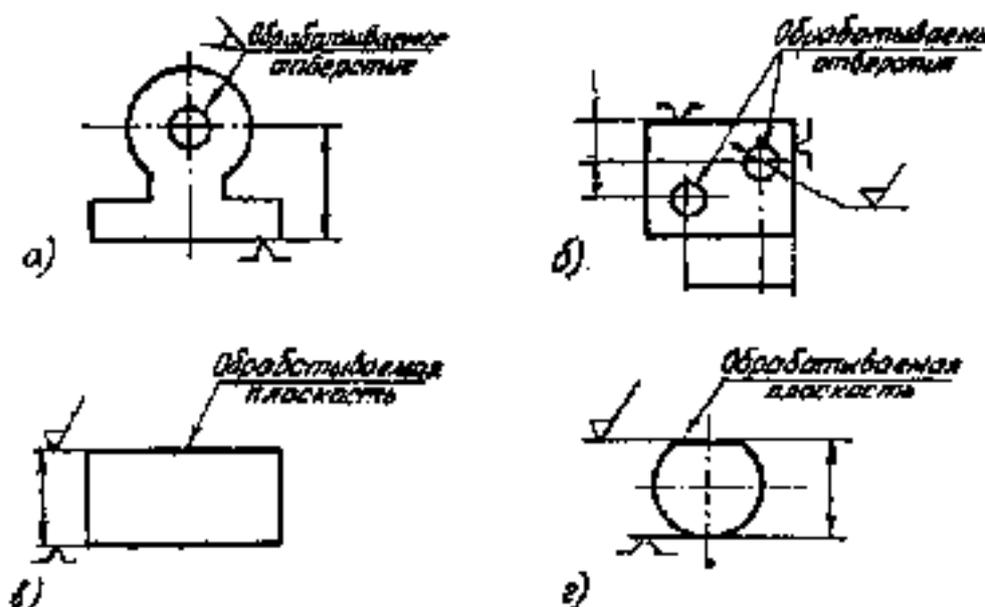


Рисунок 17.1. Схемы установки и базирования деталей

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.

6. 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 вероятно 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

1. Изучить основные теоретические положения работы
2. Разработать технологический процесс обработки детали
3. Оформить отчет

4. Контрольные вопросы

1. Что такое базы?
2. Классификация баз
3. Что такое технологичность?
4. Как выбрать заготовку?

Лабораторная работа №18

Изучение электрических характеристик проводников и диэлектриков

1. Цель работы

Целью данной работы является приобретение студентами общих сведений о характеристиках проводников и диэлектриков.

2. Основные теоретические положения

Проводники

К проводникам относятся все металлы и их сплавы, а также электротехнический уголь(каменный уголь, графит, сажа, смола и т.д.)

К жидким проводникам относятся: вода, раствор солей, кислот и щелочей.

К газообразным относятся ионизированные газы.

Электрический ток в твердых проводниках-это направленное движение свободных электронов под действием электронно-движущая силы.

Свойства проводников:

Электрические

Удельное сопротивление веществ от которого зависит электропроводимость

Сверхпроводимость-это свойство некоторых материалов при температуре равной $101(-273)$ проводить эл. ток без препятствий, т.е. удельное сопротивление этих материалов равно нулю

Физические

плотность

температура плавления

Механические

Прочность на изгиб, растяжение и т.д., а также способность обрабатываться на станках

Химические

Свойства взаимодействовать с окружающей или противостоять коррозии

Свойства соединятся при помощи пайки, сварки

Диэлектрики

Не пропускают электрический ток. Диэлектрики обладают высоким удельным сопротивлением. Используются для защиты проводника от влаги, механических повреждений, пыли.

Диэлектрики бывают

твердые-все неметаллы;

жидкие-масла, синтетические жидкости СОВОЛ, СОВТОЛ

газообразные-все газы:воздух, кислород, азот и т.д.

Свойства диэлектриков:

Электрические свойства

Электрический пробой-установка большого тока, под действием высокого электрического напряжения к электроизоляционному материалу определенной толщины.

Электрическая прочность-это величина, равная напряжению, при котором может быть пробит электроизоляционный материал толщиной в единицу длины.

Физико-химические свойства

Нагревостойкость-это способность диэлектрика длительно выдерживать заданную рабочую температуру без заметного изменения своих электроизоляционных качеств.

Холодостойкость-способность материала переносить резкие перепады температуры, от +120, до - 120

Смачиваемость-способность материала отторгать влагу, испытания проводятся в климатических камерах, типа ЕЛКА, где изделие подвергается увлажнению, создается ТУМАН и мгновенный перепад температуры-СУШКА, и так несколько циклов!

Химические

Должны противостоять активной(агрессивной) среде

Способность склеиваться

Растворение в лаках и растворителях, склеиваться

Механические

Защита металлических проводников от коррозии

Радиационная стойкость

Вязкость(для жидких диэлектриков)

Вязкость-время истечения жидкости из сосуда, имеющего определенную форму и отверстие

Предел прочности, твердости

Обработка инструментом

3. Порядок выполнения работы

1. Изучить основные теоретические положения работы
2. Оформить отчет

4. Контрольные вопросы

1. Что такое проводники?
2. Что такое диэлектрики?
3. Перечислите основные свойства проводников?
4. Перечислите основные свойства диэлектриков?

Лабораторная работа №19

Влияние параметров электрического поля на диэлектрические свойства твердых материалов

1. Цель работы

Целью данной работы является изучение методов определения диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь твердых диэлектриков и закрепление знаний о влиянии на эти свойства параметров электрического поля.

2. Основные теоретические положения

Образцы материалов и применяемые электроды.

Для определения ε и $tg\delta$ на высоких частотах используют плоские или трубчатые образцы. У плоских образцов электроды располагают на двух противоположных сторонах, а у трубчатых - на внутренней и внешней поверхностях. Электроды могут быть фольговые (у плоских образцов) или осажденных металлических пленок (у плоских и трубчатых образцов).

Размеры образца выбирают такими, чтобы емкость между двумя его электродами составляла 20-3000 пФ (при использовании измерителя добротности Е9-4, или 8-105 пФ - при использовании измерителя добротности Е4-11). Эту емкость измеряют с помощью приборов, а затем по ней вычисляют величину s .

В лаборатории студенты исследуют образцы материалов или конденсаторы, выпускаемые промышленностью.

Резонансный метод определения C и $tg\delta$.

На высоких частотах емкость и тангенс угла диэлектрических потерь образцов определяют либо резонансными, либо мостовыми методами. Хотя мостовые методы дают более точные результаты измерений, они менее удобны, так как требуют весьма тщательного экранирования. Кроме того, они имеют

значительно меньший частотный диапазон, чем резонансные методы. Поэтому резонансные методы применяют чаще. В лаборатории студенты делают измерения резонансным методом с вариацией реактивной проводимости.

При измерениях этим методом используется высокочастотный генератор G (рис. 19.1). Его напряжение подведено к последовательному колебательному контуру. Контур содержит катушку индуктивности L и переменный эталонный конденсатор C_0 , параллельно которому можно присоединять измеряемый конденсатор C_x (образец). Генератор работает в режиме неизменного тока, поэтому напряжение на конденсаторе контура при изменении (вариации) реактивной проводимости (емкости) контура переходит через максимум, а затем уменьшается.

Из теории токов известно, что напряжение на конденсаторе достигает максимума при частоте ω , отличающейся от резонансной частоты ω_c :

$$\omega_c = \sqrt{1 - 0,5R^2 \frac{C}{L}}. \quad (19.1)$$

где R - активное сопротивление последовательного колебательного контура.

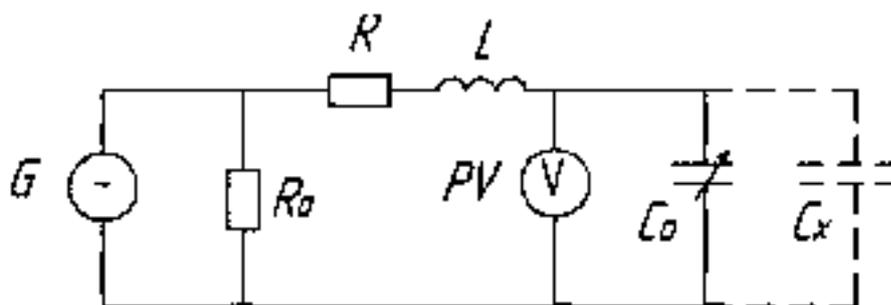


Рисунок 19.1. Принципиальная схема измерения емкости резонансным методом с вариацией реактивной проводимости

В рассмотренной схеме (рис. 19.1) это сопротивление обусловлено потерями в катушке индуктивности и в конденсаторе. Так как оно не велико, то второй член под корнем (19.1) настолько мал по сравнению с единицей, что $\omega_c \approx \omega$ и напряжение на конденсаторе в момент резонанса будет достигать

максимума. Наличие максимума устанавливают с помощью электронного вольтметра PV , подключенного к конденсатору.

Первоначально, настраивая контур в резонанс без образцов, определяют соответствующие емкость C_1 эталонного конденсатора и наибольшее напряжение на нем U_1 . Включив образец, вторично настраивают схему в резонанс и находят новые значения емкости C_2 и напряжения U_2 . По результатам измерений находят емкость образца:

$$C_x = C_1 - C_2.$$

Напряжения U_1 и U_2 необходимы для определения добротности контура без образца и с ним. Действительно, напряжение на конденсаторе контура

$$U_c = I / \omega C ,$$

где I - ток конденсатора,

ω - угловая частота.

При резонансе индуктивное ωL и емкостное $1/\omega C$ сопротивления контура становятся равны (компенсируют друг друга), тогда через конденсатор идет ток:

$$I = U_0 / R,$$

где U_0 - напряжение, подводимое к контуру от генератора (от резистора R_0 с сопротивлением, намного меньшим, чем сопротивление R) и поддерживаемое неизменным.

Поэтому при резонансе имеет место соотношение:

$$U_c = \frac{U_0}{R} \cdot \frac{1}{\omega C} = \frac{\omega L}{R} \cdot U_0 = Q U_0$$

где Q - добротность контура.

Так как напряжение на контуре пропорционально добротности, то шкалу вольтметра, измеряющего напряжение на конденсаторе, градуируют непосредственно в единицах добротности. Получив значение добротности Q_1 и Q_2 в двух опытах (без образца и с ним), можно затем вычислить $\operatorname{tg} \delta$ диэлектрического материала, из которого выполнен образец:

$$\operatorname{tg} \delta = \left(\frac{1}{Q_2} - \frac{1}{Q_1} \right) \frac{1}{1 - C_2/C_1} \quad (19.2)$$

Устройство измерителя добротности Е9-4.

В измерителе добротности (куметре) Е9-4 использован описанный выше резонансный метод измерения C и Q . Генератор прибора позволяет вести измерения на частотах 50 кГц - 35 МГц. Погрешность градуировки шкалы частот не превосходит $\pm 1\%$. Частотный диапазон генератора разбит на 8 поддиапазонов. Для каждого из них предусмотрена своя экранированная катушка. Эти катушки сменные. Гнезда для их подключения и гнезда для подключения исследуемого конденсатора C_x размещены на крышке корпуса прибора.

Настройка колебательного контура в резонанс производится двумя измерительными конденсаторами: емкость первого может меняться от 30 до 450 пФ, емкость второго (подстроечного) на ± 3 пФ, шкала подстроечного конденсатора позволяет производить отсчет через 0,1 пФ. Погрешность градуировки шкалы измерительного конденсатора достигает ± 1 пФ при емкости ниже 100 пФ и $\pm 1\%$ при емкости выше 400 пФ. Минимальная погрешность измерения емкости получается при наименьшей емкости переменного конденсатора.

Измеряемая прибором емкость образца, присоединяемого к зажимам C_x , может составлять 25-450 пФ. Если емкость образца превышает 450 пФ, то его включают последовательно с образцовой катушкой.

Прибор содержит два электронных вольтметра: первый (вольтметр уровня) служит для контроля напряжения, проводимого к колебательному контуру. Второй вольтметр измеряет напряжение на конденсаторе и имеет шкалу, проградуированную в единицах добротности. Поэтому его называют Q -вольтметром. Прибор имеет три предела измерений добротности: 60, 200, 600. Погрешность измерения Q на шкале 600 составляет $\pm (0,04 - 6)$ единиц.

Внешний вид измерителя добротности Е9-4 показан на рис. 19.2.

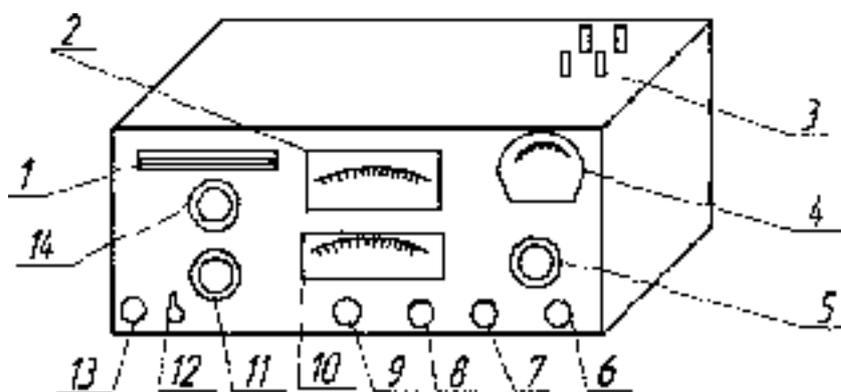


Рисунок 19.2. Измеритель добротности Е9-4 (ИДВ):

1 - шкала частот; 2 - Q-вольтметр; 3 - гнезда для образца C_x (передняя пара) и эталонной катушки индуктивности (задняя пара); 4 - шкала эталонного конденсатора; 5 - рукоятка эталонного конденсатора; 6 - переключатель диапазонов Q; 7 - установка нуля Q-вольтметра; 8 - установка уровня (совмещение стрелки с красной чертой); 9 - установка уровня вольтметра; 10 - вольтметр уровня; 11 - рукоятки грубой и плавной настройки частоты; 12 - выключатель сети; 13 - индикаторная лампочка; 14 - переключатель диапазона частот

Порядок работы с измерителем добротности Е9-4

1. Ручку «установка уровня» поставить в крайнее левое положение.
2. Включить тумблер сети, при этом должна загореться индикаторная лампочка и отклониться стрелка вольтметра уровня.
3. После 15-минутного нагрева установить нули ламповых вольтметров ручками «установка нуля» и «установка нуля Q». Для установки нуля вольтметра уровня переключатель «диапазоны частот» поставить в промежуточное положение между двумя любыми диапазонами, чтобы снять напряжение с вольтметра.
4. Присоединить образцовую катушку к клеммам «Lx» на крышке прибора. Ручкой «установка нуля» поставить стрелку вольтметра на красную риску и поддерживать ее в этом положении во время измерений.

5. Вращая ручку эталонного конденсатора и совмещенную с ней ручку нониусного конденсатора, настроить контур в резонанс по максимальному отклонению Q-вольтметра и записать величину по шкале, указанной переключателем «диапазоны Q». Если отсчет лежит в начальной части шкалы, ручку «диапазоны Q» следует перевести влево на меньший предел.

6. Записать емкость C_0 .

7. Установить исследуемый конденсатор и повторить операции по п. 5 и 6. При переходе на другую шкалу нужно проверить и, в случае необходимости, установить нуль Q-вольтметра. По окончании измерений переключатель «диапазоны Q» поставить в положение «выкл.».

Расчетные соотношения, используемые при обработке результатов эксперимента.

Емкость плоского конденсатора, образованного электродами и диэлектрическим материалом между ними:

$$C = \epsilon \epsilon_0 S / d \quad (19.3)$$

где $\epsilon_0 = 8,86 \cdot 10^{-12}$ Ф/м - диэлектрическая проницаемость вакуума;

ϵ - диэлектрическая проницаемость материала между электродами 1 и 2;

S - площадь электрода 1;

d - расстояние между электродами 1 и 2 (толщина образца).

Определение удельных диэлектрических потерь P и удельных проводимостей активной γ_a , емкостной γ_c и полной γ производится по формулам:

$$P = \left(\frac{Q_0 U}{d} \right)^2 \gamma_a, \text{ Вт/м}^3,$$

$$\gamma_a = \frac{\epsilon f g \delta}{1,8 \cdot 10^{10}}, \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1},$$

$$\gamma_c = \frac{\epsilon f}{1,8 \cdot 10^{10}}, \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1},$$

$$\gamma = \sqrt{\gamma_a + \gamma_c}, \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1},$$

где f - частота приложенного напряжения, Гц.

3. Порядок выполнения работы

1. Изучить основные теоретические положения работы
2. Провести измерения и последующие расчеты
3. Оформить отчет

4. Контрольные вопросы

1. Что такое диэлектрическая проницаемость?
2. Охарактеризуйте резонансный метод определения емкости конденсаторов.
3. Опишите устройство измерителя добротности Е9-4
4. Как рассчитывается емкость плоского конденсатора образованного электродами и диэлектрическим материалом между ними?

Лабораторная работа №20

Влияние температуры на удельное объемное сопротивление твердых диэлектриков

1. Цель работы

Целью данной работы является изучение стандартного метода определения удельного объемного сопротивления твердых диэлектриков и закрепление знаний о влиянии температуры на это сопротивление.

2. Основные теоретические положения

Образцы материалов и применяемые электроды.

Для измерения удельного объемного сопротивления твердых диэлектриков применяют плоские, трубчатые или стержневые образцы. В работе студенты используют плоские образцы, на которых размещают три электрода. При подаче напряжения на электроды в образце создается однородное поле, что упрощает математическую зависимость между сопротивлениями диэлектрика R_v и ρ_v .

Схема измерения объемного сопротивления.

Для измерения сопротивления образца используют известный метод вольтметра-амперметра. Образец включен в цепь последовательно с защитным резистором R_3 порядка 1-1,5 мОм и микроамперметром PI (рис. 20.1). Резистор предохраняет микроамперметр от перегрузки при случайном коротком замыкании между электродами или пробое образца. Из схемы видно, что вольтметр PV измеряет напряжение не на образце, а в цепи из последовательно соединенных защитного резистора R_3 и объемного сопротивления R_v . Однако сопротивление резистора R_3 выбрано так, что $R_3 \ll R_v$. Поэтому падением напряжения на нем можно пренебречь и считать, что вольтметр PV измеряет напряжение на образце.

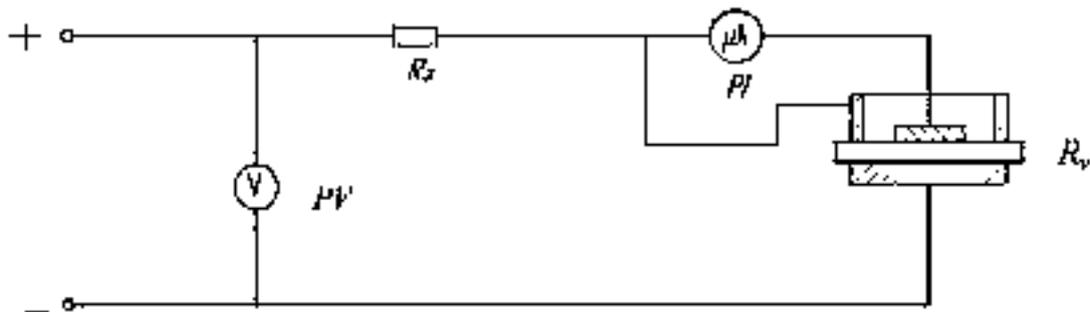


Рисунок 20.1. Схема для измерения объемного сопротивления

Конструктивное выполнение измерительной установки. Источником напряжения служит выпрямитель с регулируемым напряжением до 10 кВ. Он имеет отдельный выключатель высокого напряжения, который включают после небольшого прогрева выпрямителя. Для повышения безопасности работы выходные гнезда выпрямителя закрыты прозрачной крышкой, связанной с блокировочными контактами. Если крышку приподнять, то блокировочные контакты отключают цепь высокого напряжения.

Исследуемый образец с электродами размещают в термошкафу. Для измерения температуры внутри его служит термометр. На лицевой стороне термошкафа имеются выключатель сети, сигнальная лампочка и рукоятка регулировки температуры.

В установке использованы электроды: высоковольтный, диаметром 75 мм, измерительный, диаметром 50 мм и охранный, с внутренним диаметром 54 мм и внешним диаметром 74 мм. От электродов из термошкафа наружу выходят три провода разного цвета.

Порядок работы с установкой

1. Убедиться в том, выпрямитель и термошкаф выключены (сигнальные лампы не горят). Проверить надежность заземления корпусов выпрямителя и термошкафа.
2. Включить термошкаф. Для ускорения нагрева рукоятку регулировки температуры повернуть по часовой стрелке до упора.
3. Открыть дверку термошкафа, установить исследуемый образец на

высоковольтный электрод и наложить на образец измерительный и охранный электроды так, чтобы зазор между ними был одинаковым по всей окружности. Закрывать дверку термошкафа.

4. Установить на выпрямителе рукоятку регулировки напряжения в положение минимума. Включить сетевой тумблер выпрямителя. После 2-3-минутного прогрева включить выключатель высокого напряжения и медленно поднять напряжение до указанного преподавателем, следя за показаниями микроамперметра. При зашкаливании микроамперметра отключить напряжение.

5. Измерить ток в образце при нескольких температурах, согласованных с преподавателем.

6. Закончив измерения, снизить напряжение до минимума, отключить выключатель «Высокое напряжение» и сетевой тумблер выпрямителя, выключить термошкаф и открыть его дверку.

Расчетные соотношения, используемые при обработке результатов экспериментов:

Сопротивление образца R_v определяется по формуле:

$$R_v = U/I \text{ (Ом)},$$

где U - напряжение, приложенное к схеме, В;

I - ток, протекающий через микроамперметр, А.

Удельное объемное сопротивление диэлектрика определяется по формуле:

$$\rho_v = R_v S/h, \text{ Ом м}$$

где h - толщина образца, м;

S - площадь измерительного электрода, м².

3. Порядок выполнения работы

1. Изучить основные теоретические положения работы
2. Разработать технологический процесс обработки детали
3. Оформить отчет

4. Контрольные вопросы

1. Удельное объемное сопротивление диэлектрика?
2. Схема для измерения объемного сопротивления

Лабораторная работа №21

Определение электрической прочности диэлектриков

1. Цель работы

Целью данной работы является ознакомление с методикой определения электрической прочности $E_{пр}$ диэлектриков, получение практических навыков работы с высоковольтными установками, закрепление знаний об электроизоляционных свойствах диэлектриков.

2. Основные теоретические положения

Подготовка пробы жидкости и применяемые электроды при определении $E_{пр}$ жидких диэлектриков.

Для определения $E_{пр}$ жидких диэлектриков в сосуд с электродами заливают пробу жидкости объемом 300 см³. Условия подготовки пробы, продолжительность воздействия среды на пробу перед определением $E_{пр}$, среда и температура в момент определения $E_{пр}$ должны быть указаны в стандарте или технических условиях на данный материал. Если таких указаний нет, то закрытый сосуд с пробой должен быть выдержан в помещении при температуре 20°C ± 5°C до тех пор, пока проба не приобретет температуру помещения. Это контролируют термометром, погруженным в жидкость. Для испытания могут быть использованы плоские электроды в форме дисков с закругленными краями или электроды в виде сферического купола. При использовании плоских электродов однородное поле получается лишь в средней части образца между электродами. Между сферическими электродами поле получается слабо неоднородное, и в нем пробивное напряжение $U_{пр}$ всегда меньше, чем в однородном. Расстояние между электродами должно составлять 2,5 мм с допуском ±0,1 мм. Перед испытанием чистые и сухие электроды и сосуд ополаскивают испытуемой жидкостью, после чего заполняют сосуд той же жидкостью.

Исследование жидких диэлектриков

Определение $E_{пр}$ при частоте 50 Гц производят с помощью высоковольтного аппарата АМИ-60, электрическая схема которого показана на рис. 21.1.

Напряжение сети 220В подается на первичную обмотку регулировочного трансформатора T1, со вторичной обмотки с помощью подвижной щетки снимается напряжение в пределах 0-120 В. Это напряжение подводится к повышающему трансформатору T2 через максимальный автоматический выключатель SF, отключающий трансформатор T2 при пробое. Третья обмотка трансформатора T1 служит для питания сигнальных ламп - зеленой HLG и красной HLR.

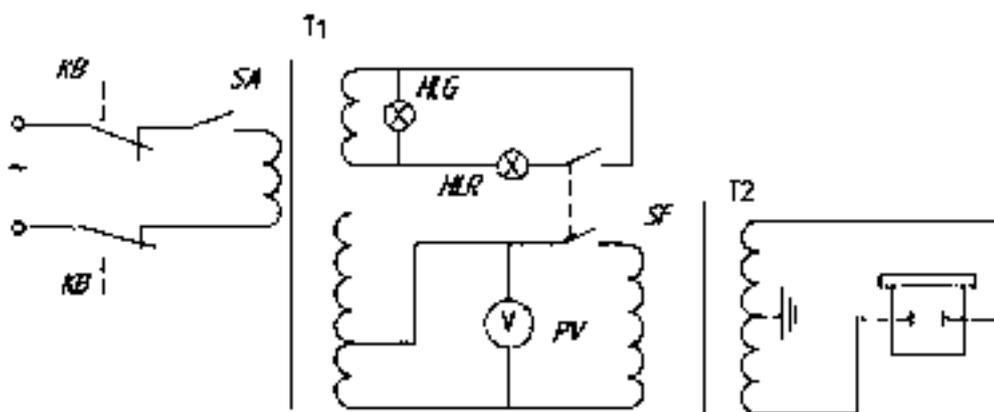


Рисунок 21.1. Электрическая схема аппарата АМИ-60

Измерение напряжения при пробое производится вольтметром PV, отградуированным по напряжению вторичной обмотки повышающего трансформатора.

В лаборатории аппарат АМИ-60 установлен внутри высоковольтной ячейки. На ее передней стенке смонтированы органы управления (рукоятка сетевого тумблера SA, кнопки выключателя SF, рукоятка регулировочного трансформатора T1) и контроля (лампы HLG и HLR, вольтметр PV). С дверью ячейки связаны блокировочные контакты KB. Если дверь открыта, то эти контакты отключают напряжение от аппарата.

Первое испытание проводится через 10 мин после заполнения жидкостью

сосуда с электродами. При испытании плавно повышают напряжение от 0 до пробивного так, чтобы пробой наступал через 10-20 с после начала подъема напряжения. Делают не менее 5 пробоев: после каждого пробоя стеклянной трубкой или пластинкой фторопласта-4 из зазора между электродами удаляют частицы сажи. При этом в испытуемой жидкости могут появиться пузырьки воздуха. Повышение напряжения при последующем испытании можно начать не ранее, чем через 1 мин после исчезновения пузырьков. Если нельзя проследить за их исчезновением, то последующий пробой начинают не менее, чем через 5 мин после удаления частиц сажи из зазора между электродами. По величине $U_{пр}$ определяют для каждого пробоя пробивную напряженность $E_{пр}$ каждой пробы. Далее определяется среднее арифметическое значение $E_{пр}$ из 5 пробоев.

Порядок работы с аппаратом АМИ-60

1. Убедиться в том, что сетевой тумблер SA и выключатель SF отключены (не горят обе сигнальные лампочки), а рукоятка трансформатора T1 установлена в нулевом положении (повернута до упора против часовой стрелки).

2. Открыть сетчатую дверь и установить на верхней крышке аппарата сосуд с пробой масла или образец из твердого диэлектрика. Подключить к высоковольтным выводам аппарата электроды сосуда (образца). Выйти из ячейки и закрыть сетчатую дверь.

3. Включить сетевой тумблер SA (загорится зеленая лампочка). Кнопкой включить автоматический выключатель SF (загорится красная лампочка и будет светиться табло «высокое напряжение» над дверью ячейки).

4. Провести испытания согласно п.2, после каждого пробоя рукоятку трансформатора T1 следует возвращать в нулевое положение. Без этого повторное включение выключателя SF запрещено.

5. По окончании всех испытаний отключить тумблер SA, выключатель SF и поставить рукоятку трансформатора T1 в нулевое положение.

Расчетные соотношения, используемые при обработке результатов эксперимента:

Электрическая прочность диэлектрика в опытах с плоскими электродами (при использовании жидких или твердых диэлектриков):

$$E_{np} = U_{np}/h, \quad \text{В/м.}$$

Электрическая прочность диэлектрика в опытах со сферическими электродами (при использовании жидких диэлектриков):

$$E_{np} = \eta U_{np}/h, \quad \text{В/м.}$$

где: U_{np} - пробивное напряжение, кВ;

h - зазор между электродами (толщина образца), мм;

$\eta = 1,025$ - поправочный коэффициент, при сферических электродах. При плоских электродах $\eta = 1$.

3. Порядок выполнения работы

1. Изучить основные теоретические положения работы
2. Произвести исследования и расчет
3. Оформить отчет

4. Контрольные вопросы

1. Опишите методику исследования жидких диэлектриков?
2. Формула расчетов электрической прочности диэлектриков?
3. Устройство высоковольтного аппарата АМИ-60

Лабораторная работа №22

Определение усадки заливочных и пропиточных материалов

1. Цель работы

Целью данной работы является ознакомление с методикой определения усадки заливочных и пропиточных материалов, получение навыков определения усадки.

2. Основные теоретические положения

Определение усадки (уменьшение объема материала при его затвердевании) производят в металлическом стакане. Сначала определяют объем V стакана (по геометрическим размерам его или при помощи воды, наливаемой из бюретки). Затем расплавляют выданный материал и заполняют им стакан до краев. После охлаждения материала до полного затвердевания (в ванне с холодной водой) в образовавшуюся усадочную раковину из бюретки наливают столько воды, чтобы ее верхний уровень достиг уровня, который имел расплавленный материал. Затем определяют объем V_e воды, влитой в усадочную раковину.

Расчетные пояснения, используемые при обработке результатов эксперимента:

Усадка, выраженная в процентах, рассчитывается по формуле:

$$\Delta V = V_B / V \cdot 100\%$$

3. Порядок выполнения работы

1. Изучить основные теоретические положения работы
2. Определить усадку материала.
3. Оформить отчет.

4. Контрольные вопросы

1. Расскажите методику определения усадки материалов.
2. Формула для определения усадки в процентах.

Лабораторная работа №23

Распознавание электроизоляционных материалов

1. Цель работы

Целью данной работы является ознакомление с методикой распознавания электроизоляционных материалов по результатам элементарных опытов, получение навыков распознавания материалов.

2. Основные теоретические положения

Общие сведения

Умение при помощи элементарных методов исследования различать электроизоляционные материалы имеет большое практическое значение при ремонте электрооборудования в производственных и, особенно, в полевых условиях.

Точные данные о составе и природе материалов могут быть получены в результате химического анализа. Однако в большинстве случаев однозначное заключение о природе материалов может быть дано по результатам внешнего осмотра и по характеру горения материалов. В остальных случаях могут потребоваться некоторые дополнительные элементарные опыты: определение отношения материала к механической обработке и к действию растворителей.

В данной работе студенты проводят распознавание электроизоляционных материалов на основе элементарных опытов: внешнего осмотра и изучения характера горения образцов материалов.

Характерные свойства различных электроизоляционных материалов.

Все физические и химические свойства материалов являются функциями состава и строения веществ. Однако зависимость этих свойств от состава нередко бывает весьма сложной и не поддается элементарному толкованию. Так, например, твердость органических материалов объясняется величиной разветвленных макромолекул; растворимость и плавкость их указывает на линейный характер строения молекул. С другой стороны, такие особенности,

как, например, химические свойства, запах и цвет являются весьма чувствительными характеристиками определенных групп атомов в молекулах и могут быть вызваны ничтожным количеством добавок или даже примесей.

Поэтому для распознавания материала совершенно недостаточно установить одно даже весьма характерное свойство, а необходимо рассматривать совокупность всех наблюдаемых физических свойств, учитывая также характер горения, который дает ценные указания о химическом составе вещества и о продуктах разложения материала.

В данной работе предполагается произвести распознавание преимущественно электроизоляционных материалов на базе полимеризационных материалов и поликонденсационных смол, а также отдельных материалов на основе природных высокомолекулярных веществ (каучука и целлюлозы).

Ниже приводится краткое описание основных свойств отдельных представителей групп материалов.

1. Материалы на основе полимеризационных смол.

Полиэтилен. Бесцветен, иногда окрашен, полупрозрачен; жирный на ощупь. Весьма эластичен, влагонепроницаемый. Легче воды. Химически весьма стоек.

При нагревании размягчается и плавится - термопластичен. Легко сваривается. Хорошо горит желтым пламенем, распространяя легкий запах горящего парафина. Продолжает гореть вне пламени горелки.

При обычных условиях в органических растворителях нерастворим, при нагревании набухает в бензоле, толуоле и четыреххлористом углероде. Механически обрабатывается плохо.

Поливинилхлорид. Изделия имеют различную окраску. С пластификатором эластичен, без пластификатора (винипласт) жесткий. Химически стоек.

При нагревании (60-70 °С) размягчается - термопластичен. Хорошо

сваривается. Горит только в пламени горелки желтым коптящим пламенем, распространяя резкий запах. Ограниченно растворим только в дихлорэтане.

Полистирол. Прозрачен, обычно бесцветен, но может быть и окрашен, тверд и хрупок. Встречается в виде пенопласта и пленки (стирофлекс), которая при встряхивании издает звон наподобие тонкой металлической ленты. Химически весьма стоек.

При нагревании (80-90 °С) размягчается - термопластичен. Горит желтым коптящим пламенем, распространяя специфический запах; вне пламени продолжает гореть.

Растворяется в бензоле и дихлорэтане, частично в ацетоне. Частично склеивается своими растворителями или растворами.

Механически обрабатывается хорошо; при длительной обработке плавится.

Полиакрилаты (органическое стекло). Очень прозрачны, часто бесцветны, но могут быть окрашены; механически прочны. Химически стойки. При нагревании (100-120 °С) размягчаются - термопластичны. Горят желтым с синей каймой у краев пламенем без копоти, с характерным потрескиванием, распространяя острый фруктовый запах.

Растворяются в дихлорэтане и бензоле, частично в ацетоне. Хорошо склеиваются своими растворами. Механически обрабатываются легко.

Политетрафторэтилен (фторопласт-4). Молочно-белый, полупрозрачный, жирный на ощупь. Тверд, в тонком слое эластичен, кристаллического строения, обладает хорошей текучестью, тяжелый. Нагревостоек и морозостоек. Химически исключительно стоек.

При нагревании выше 300 °С переходит в более мягкую аморфную модификацию. Не горит, при 450 °С разлагается.

В органических растворителях нерастворим; во фторорганических жидкостях растворяется при высоких температурах. Механически обрабатывается легко.

2. Материалы на основе поликонденсационных смол.

Фенопласты. Механически прочны, тверды, хрупки, имеют различную темную окраску; не прозрачны. Имеют запах фенола. Химически стойки только по отношению к разбавленным растворам кислот и щелочей, концентрированными - разрушаются.

При нагревании не размягчаются. Плохо горят желтым пламенем, распространяя запах фенола, вне пламени горение их постепенно прекращается.

В органических растворителях нерастворимы. Механически обрабатываются хорошо. Связующие фенопластов входят в состав слоистых материалов: гетинакса - (окраска коричневая, излом слоистый); текстолита - (окраска коричневая, на поверхности видна структура ткани) и других.

Аминопласты. Тверды, хрупки, различных ярких цветов, иногда полупрозрачны. Химическая стойкость невысокая (устойчивы только в слабых растворах).

При нагревании не размягчаются. Почти не горят (слабое светлое пламя), обугливаются, распространяя резкий запах тухлой рыбы.

В органических растворителях не растворимы. Механически обрабатываются с трудом.

Полиамиды (капрон, нейлон). Бесцветны, иногда окрашены в светлые тона, полупрозрачны, механически прочны. Химически прочны. Радиационная стойкость невысока.

При нагревании (220-230 °С) размягчаются и плавятся. В пламени плохо горят, распространяя запах горелой соломы, при удалении из пламени гаснут.

Растворяются только в феноле и соляной кислоте.

Механически обрабатываются с трудом.

3. Материалы на основе природных высокомолекулярных веществ.

Эфиры целлюлозы (этролы, целлулоид и др.). Бесцветны и прозрачны, иногда окрашены; эластичны; встречаются в виде пленок и пластмасс. Пленки из простых эфиров целлюлозы механически менее прочны. Химически

неустойчивы. В большинстве случаев горят очень быстро обильным пламенем, оставляя следы золы.

Растворяются в бензине, бензоле, ацетоне.

Механически обрабатываются хорошо.

Резина. Эластична, окрашена в различные цвета (обычно от светло- до темно-серого или красная). Химически неустойчива.

При нагревании плавится. Хорошо горит обильным желтым коптящим пламенем, распространяя запах серы.

Растворяется в бензине, частично в хлороформе.

Эбонит. Тверд, механически прочен, темно-серого или красного цвета.

При горении оплавляется; в пламени могут появляться яркие искры, распространяя запах серы.

Частично растворим только в бензине и хлороформе.

Механически обрабатывается легко; чувствуется запах серы.

4. Распознавание волокнистых материалов

Характер горения дает возможность распознавать такие наиболее часто применяемые в электрической изоляции волокнистые материалы:

Вискозное волокно - горит быстро с запахом жженой бумаги. После горения остается след золы.

Ацетатное волокно - горит быстро, распространяя запах уксуса и образуя нехрупкий спекшийся шарик темно-бурого цвета. Вне пламени не горит.

Хлопок - горит быстро, распространяя запах жженой бумаги. После сгорания остается серый пепел.

Натуральный шелк - горит медленно, распространяя запах жженого рога. После сгорания остается хрупкий шарик черного цвета, растирающийся в порошок.

Капрон - не горит, а плавится, образуя твердый блестящий шарик темного цвета, распространяется неприятный запах.

Лавсан - горит коптящим пламенем, образуя темный твердый блестящий

шарик.

Хлорин - горит небольшим коптящим пламенем с образованием черного хрупкого шарика. Вне пламени не горит.

Нитрон - горит, образуя темный рыхлый неблестящий шарик.

Порядок выполнения работы

1. Произвести осмотр образцов и записать их внешний вид, цвет, прозрачность, твердость, эластичность, другие особенности.

2. Изучить характер горения, помещая небольшой кусочек исследуемого материала при помощи тигельных щипцов в пламя спиртовой или газовой горелки. Записать результаты наблюдения за горением, отмечая: скорость воспламенения и интенсивность горения в газовом пламени и вне его, величину и окраску пламени, наличие дыма и копоти, запаха продуктов горения, характер остатка после горения, побочные явления при горении (размягчение, плавление и др.). Опыт произвести в вытяжном шкафу, во время горения образца включить вентилятор.

3. Сопоставляя результаты опытов с данными, приведенными в п. 2 установить, из каких материалов изготовлены исследуемые образцы.

4. При описании исследованных материалов объяснить связь их свойств с составом и структурой, а также с технологией производства материалов.

3. Порядок выполнения работы

1. Изучить основные теоретические положения работы

2. Определить характерные свойства образцов материалов.

3. Установление конкретных видов материалов, из которых изготовлены образцы.

4. Оформить отчет

4. Контрольные вопросы

1. Материалы на основе полимеризационных смол?

2. Материалы на основе поликонденсационных смол?
3. Материалы на основе природных высокомолекулярных веществ?
4. Способы распознавание волокнистых материалов.

Лабораторная работа №24

Исследование свойств магнитных материалов

1. Цель работы

Целью данной работы является ознакомление с методикой получения гистерезисных петель на экране электронного осциллографа и использования их для определения основных характеристик материалов. Закрепление знаний о влиянии частоты, напряженности и температуры на магнитные свойства материалов.

2. Основные теоретические положения

Измерительная схема.

Эта схема показана на рис. 24.1. На тороидальном сердечнике, выполненном из исследуемого материала, размещены две обмотки. К первичной обмотке W_1 подведено напряжение от звукового генератора G . В цепь этой обмотки включен резистор R_0 , напряжение U_R на котором пропорционально току I обмотки. Этот ток создает в сердечнике магнитное поле с напряженностью H , причем

$$H l_{cp} = I W_1$$

где l_{cp} - длина средней силовой линии магнитного поля в сердечнике. Следовательно, напряжение U_R на резисторе R_0 пропорционально напряжённости магнитного поля.

Ко вторичной обмотке W_2 подключена интегрирующая цепочка RC , выходное напряжение которой пропорционально магнитной индукции B в образце

$$U_C = W_2 S B / R C$$

где S - сечение тороидального сердечника.

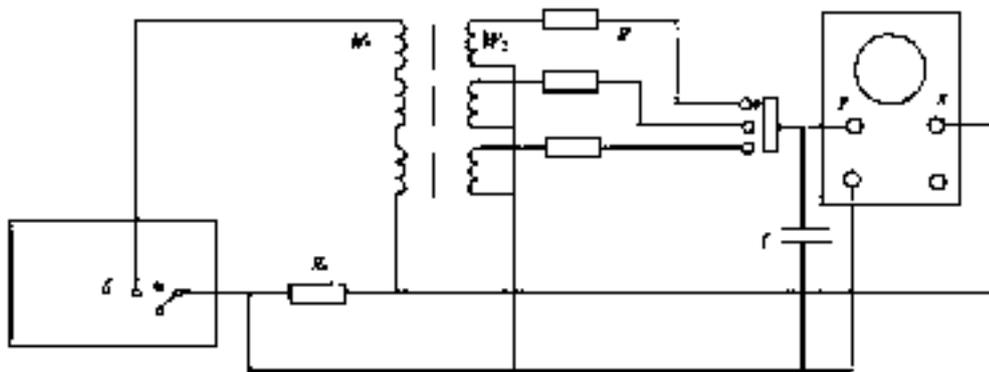


Рисунок 24.1. Схема для исследования магнитных свойств материалов

Напряжения U_R и U_C поданы на входы X и Y электронного осциллографа, поэтому на его экране появляется кривая $B(H)$ исследуемого материала (петля гистерезиса).

Для определения горизонтального и вертикального масштаба полученных изображений после наблюдения петель делают градуировку осциллографа, поочередно подавая на его входы напряжение известной величины.

Подготовка схемы к работе

1. Собрать схему согласно рис. 24.1.
2. У звукового генератора повернуть рукоятку регулятора выходного напряжения влево, ручку выходного сопротивления поставить в положение «50 Ом», «внутр. нагрузка» в положение «выключено» и регуляторы затухания - в нулевое положение. Рукоятку осциллографа «диапазоны частот» поставить в положение «выключено», ручку «ослабление» - в положение 1:1. Переключатель диапазонов измерений лампового вольтметра поставить в положение 1:100. Включить осциллограф, звуковой генератор и ламповый вольтметр в сеть. Провести трехминутный прогрев прибора.
3. Установить яркость луча осциллографа ниже средней. При выведенном регуляторе выходного напряжения звукового генератора и нулевом положении ручек горизонтального и вертикального усилений осциллографа установить луч в центре экрана.

Установив ручки усиления осциллографа в положение 1 и частоту звукового генератора в положение 50 Гц, постепенно повышать выходное напряжение генератора до насыщения образца. Ручками «усиление» развернуть изображение гистерезисной петли по вертикали и горизонтали так, чтобы координаты вершин петли были равны примерно 40 мм.

При дальнейших измерениях ручки «усиление» не трогать, чтобы не изменять масштаб изображения на экране.

Снятие гистерезисных петель

Устанавливая последовательно пять значений частоты по указанию преподавателя и поддерживая намагничивающий ток (контролируя неизменность напряжения звукового генератора), зарисовать изображения гистерезисных петель, накладывая кальку на экран осциллографа (при изменении частоты кальку с экрана не снимать).

Снятие основной кривой намагничивания

При помощи регулятора выходного напряжения звукового генератора постепенно уменьшать напряженность магнитного поля от максимального значения до нуля через ступени, соответствующие 3-5 мм на сетке экрана осциллографа. Записать координаты вершин гистерезисных петель.

Градуировка осциллографа.

1. Отключить осциллограф и звуковой генератор от схемы. Соединить выход генератора с горизонтальным входом осциллографа, а вертикальный вход замкнуть накоротко (рис. 24.2). Регулятором генератора повысить напряжение так, чтобы отклонение луча от центра по горизонтали примерно соответствовало отклонению по горизонтальной оси, полученному при наблюдении гистерезисного цикла. Измерить напряжение U_X и соответствующий ему размах изображения X на экране осциллографа.

2. Переключить входы осциллографа (рис. 24.3) и аналогично

предыдущему проделать градуировку осциллографа по вертикали, измерив напряжение генератора U_Y и соответствующий ему размах изображения Y . При этом рукоятку осциллографа «ослабление» ставят в положение 1:100.

Расчетные соотношения, используемые при обработке результатов эксперимента:

Масштаб изображения по горизонтали (по оси напряженности)

$$h = \frac{\sqrt{2}W_1}{R_0 l_{cp}} \cdot \frac{U_x}{x} \quad \text{А/(мм м)}$$

где W_1 - число витков первичной обмотки;

R - величина сопротивления в цепи этой обмотки, Ом;

l_{cp} - средняя длина силовой линии магнитного поля, м;

U_x - напряжение на горизонтальном входе осциллографа, В;

x - размах изображения на экране, мм.

Масштаб изображения по вертикали (по оси индукции)

$$b = \frac{\sqrt{2}RC}{W_2 S} \cdot \frac{U_y}{y} \quad \text{Тл/мм}$$

где R - величина сопротивления интегрирующей цепочки, Ом;

C - емкость конденсатора интегрирующей цепочки, Ф;

W_2 - число витков вторичной обмотки;

S - сечение сердечника, м²;

U_y - напряжение на вертикальном входе осциллографа (с учетом ослабления), В;

y - размах изображения на экране, мм.

Напряженность магнитного поля в образце, А/м

$$H = h x$$

где x - горизонтальная координата той точки кривой намагничивания, в которой определяют напряженность, мм.

Индукция магнитного поля, Тл:

$$B = b y$$

где y - вертикальная координата той точки кривой намагничивания, в которой определяют напряженность, мм.

Магнитная проницаемость исследованного материала, Гн/м:

$$\mu = \frac{B}{\mu_0 H}$$

где $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Удельные потери в материале

$$p = \frac{S_H b h f}{D}$$

где S - площадь гистерезисной петли, мм²;

D - плотность материала, кг/м ;

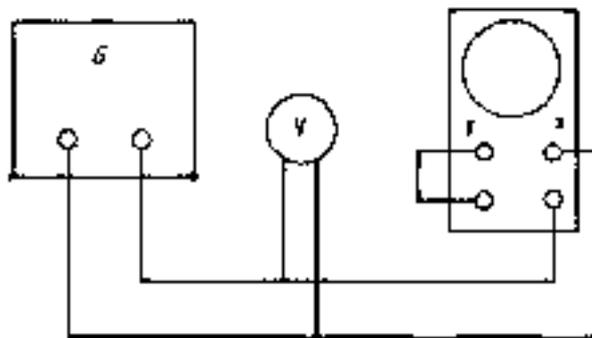


Рисунок 24.2. Схема градуировки осциллографа по горизонтальной оси

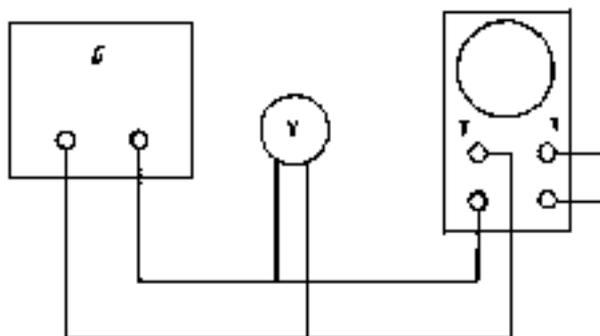


Рисунок 24.3. Схема градуировки осциллографа по вертикальной оси

3. Порядок выполнения работы

1. Изучить основные теоретические положения работы
2. Провести измерения и расчеты.
3. Оформить отчет

4. Контрольные вопросы

1. Напряженность магнитного поля в образце?
2. Удельные потери в материале
3. Индукция магнитного поля
4. Схема градуировки осциллографа по горизонтальной оси
5. Схема градуировки осциллографа по вертикальной оси
6. Схема для исследования магнитных свойств материалов

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Электротехническое и конструкционное материаловедение: учебное пособие для ВУЗов / А.В. Коптева, И.Н. Войтюк. – СПб: Лема, 2016
2. Физические основы электроматериаловедения: учебно методическое пособие / М.Ю. Прахова, Н.А. Ишинбаев. – Уфа, 2012.
3. 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
4. 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
5. 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.
6. 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 РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»



ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра
“Электротехника и физика”

Методические указания

по проведению практических занятий
по дисциплине «Теоретические основы электротехники»
для студентов
очной и заочной формы обучения
направления подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
профиль подготовки
«Электрические станции и подстанции»

Рязань – 2019 г.

Методические указания по выполнению практических занятий по дисциплине «Теоретические основы электротехники» содержат варианты заданий для студентов, рекомендации и указания по их решению, примеры выполнения с использованием программы Mathcad.

Данное пособие призвано помочь студентам, обучающимся по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» получить навык расчета цепей постоянного тока, синусоидального и трехфазного в комплексной форме.

Автор:

кандидат технических наук, доцент С.О. Фатьянов.

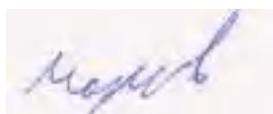
Рецензент:

зав. кафедрой «Электроснабжение» РГАТУ д.т.н., доцент Д.Е.Каширин

Одобрено учебно-методической комиссией по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника инженерного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ имени П.А. Костычева

Протокол № 1 от 30 августа 2019 г.

Председатель методической комиссии по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника



----- А.С. Морозов

ТРЕБОВАНИЯ к выполнению практических занятий

1. Уяснить содержание задачи, изобразить её электрическую схему, выписать заданные и искомые величины. Студенты заочной формы обучения выбирают вариант согласно номеру в списке группы, который имеется у старосты группы или у ведущего преподавателя.
2. Разметить схему, т.е. обозначить все её узлы, показать заданные и принятые направления ЭДС, напряжений и токов. Индексы токов в ветвях целесообразно выбирать также, как и у элементов данной ветви.
3. Во избежание ошибок при числовых расчетах все значения величин подставлять в формулы в основных единицах СИ (В, А, Ом, Ф, Гн и т.д.). Например: $1 \text{ кВ} = 1000 \text{ В}$, $1 \text{ мкФ} = 10^{-6} \text{ Ф}$, $1 \text{ мГн} = 10^{-3} \text{ Гн}$.
4. Проанализировать в процессе решения задачи полученные результаты: реальны ли найденные значения величин, возможны ли подобные режимы.
5. Электрические схемы вычерчивают с помощью инструментов или на компьютере.

Буквенные обозначения и единицы физических величин:

- Сопротивление активное R , Ом.
 - Сопротивление реактивное X , Ом.
 - Сопротивление полное Z , Ом.
 - Проводимость активная g , См (сименс).
 - Проводимость реактивная b , См.
 - Проводимость полная y , См.
 - Ёмкость C , Ф (фарада).
 - Индуктивность L , Гн (генри).
 - Электродвижущая сила (ЭДС) E , В (вольт).
 - Напряжение U , В.
 - Потенциал φ , В.
 - Ток I , А (ампер).
 - Мощность активная P , Вт (ватт).
 - Мощность реактивная Q , Вар (вольт-ампер реактивный).
 - Мощность полная S , ВА.
 - Магнитодвижущая сила (МДС) F , А.
 - Магнитная индукция B , Тл (тесла).
 - Напряженность магнитного поля H , А/м (ампер на метр).
 - Магнитный поток Φ , Вб (вебер).
 - Потокоцепление ψ , Вб.
- Все комплексные величины подчеркивают чертой снизу

$\underline{U}, \underline{I}, \underline{S}$ и т.д.

Задача № 1

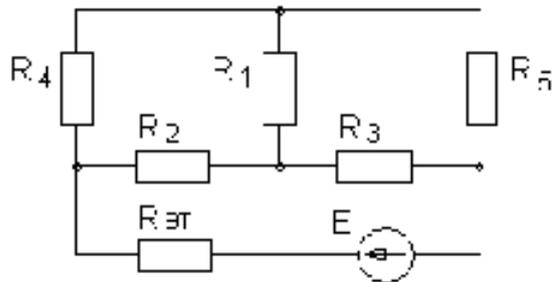


Рисунок 1.

В цепи рис.1 ЭДС источника $E = 12$ В, сопротивления равны R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 , внутреннее сопротивление источника $R_{вт}$.

Определить токи в ветвях цепи преобразованием звезды сопротивлений R_1, R_2, R_3 в эквивалентный треугольник.

Но- мер вари- анта	Данные к задаче № 1						Но- мер вари- анта	Данные к задаче № 1					
	$R_{вт}$ Ом	R_1 Ом	R_2 Ом	R_3 Ом	R_4 Ом	R_5 Ом		$R_{вт}$ Ом	R_1 Ом	R_2 Ом	R_3 Ом	R_4 Ом	R_5 Ом
1	2	3	5	4	6	3	6	1	3	5	5	9	6
2	2	3	5	3	6	3	7	1	4	4	4	9	6
3	2	1	3	5	8	4	8	1	4	5	3	9	8
4	2	3	3	3	7	4	9	1	4	5	5	9	6
5	2	2	3	5	6	6	10	1	4	6	3	9	5

Но- мер вари- анта	Данные к задаче № 1						Но- мер вари- анта	Данные к задаче № 1					
	$R_{вт}$ Ом	R_1 Ом	R_2 Ом	R_3 Ом	R_4 Ом	R_5 Ом		$R_{вт}$ Ом	R_1 Ом	R_2 Ом	R_3 Ом	R_4 Ом	R_5 Ом
11	3	3	4	5	7	5	16	1	5	3	6	8	7
12	3	4	5	2	6	2	17	1	4	4	5	8	5
13	3	5	2	3	7	5	18	1	3	4	4	8	8
14	3	3	2	2	8	6	19	1	2	6	6	8	8
15	3	1	5	3	6	7	20	1	2	6	2	8	9

Но- мер вари- анта	Данные к задаче № 1						Но- мер вари- анта	Данные к задаче № 1					
	$R_{вт}$ Ом	R_1 Ом	R_2 Ом	R_3 Ом	R_4 Ом	R_5 Ом		$R_{вт}$ Ом	R_1 Ом	R_2 Ом	R_3 Ом	R_4 Ом	R_5 Ом
21	2	2	6	3	8	3	26	3	2	5	4	7	8

22	2	5	4	4	9	3	27	3	1	3	5	7	6
23	2	1	2	5	7	3	28	3	3	6	6	7	8
24	2	4	4	6	7	4	29	3	5	4	2	7	5
25	2	4	5	4	5	4	30	3	5	6	2	7	6

Задача № 2

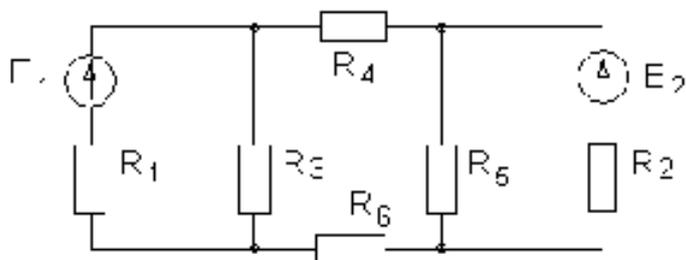


Рисунок 2.

В цепи рис.2 ЭДС источников питания равны E_1, E_2 , а сопротивления ветвей – $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6$. Определить методом непосредственного применения законов Кирхгофа токи в ветвях цепи и режим работы каждого из источников. Составить баланс мощностей.

Номер варианта	Данные к задаче № 2							
	$E_1, В$	$E_2, В$	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R_3, Ом$	$R_4, Ом$	$R_5, Ом$	$R_6, Ом$
1	120	110	1	4	15	5	20	10
2	120	105	2	5	15	5	20	10
3	120	125	3	2	10	5	20	10
4	125	120	1	10	15	6	20	10
5	120	115	2	15	10	7	20	10
6	210	215	4	25	25	8	25	15
7	210	200	2	1	8	9	25	15
8	215	210	3	5	6	10	25	15
9	220	205	4	2	6	10	25	15
10	225	220	5	25	2	15	25	15
11	130	100	1	20	3	9	10	10
12	135	105	5	15	10	10	15	10
13	125	200	2	2	2	6	20	10
14	140	105	4	1	5	20	15	15
15	145	110	3	3	1	9	25	20
16	140	120	4	15	15	8	20	20
17	145	115	2	10	20	10	10	20
18	145	130	3	20	5	15	25	20
19	130	125	5	2	15	9	20	25
20	135	135	1	3	10	6	20	25
21	200	100	6	4	5	7	10	25

22	220	110	1	5	4	8	10	25
23	210	115	4	6	3	5	15	10
24	200	205	3	8	2	15	25	15
25	115	135	5	10	15	20	25	15
26	135	120	2	15	10	3	25	15
27	140	130	5	2	25	6	10	15
28	150	110	3	3	20	9	10	20
29	155	120	4	4	15	8	20	25
30	160	125	1	5	25	7	20	25

Задача № 3

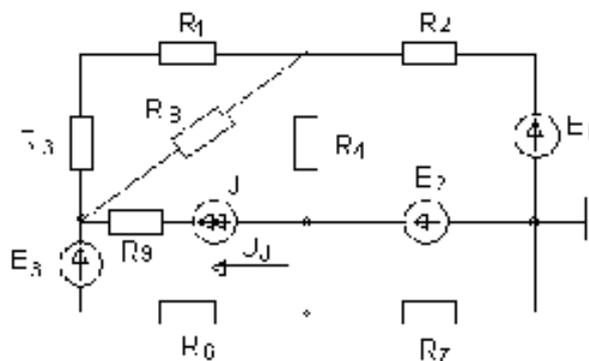


Рисунок 3.

В цепи рис. 3 ЭДС источников питания $E_1, E_2, E_3, J = 1 \text{ A}$, а сопротивления ветвей соответственно R_1, R_2, R_3, R_4 (включая внутренние сопротивления источников питания) и т.д. Определить токи в ветвях цепи и режим работы каждого из источников. Задачу решить методом узловых потенциалов.

Номер варианта	Данные к задаче № 3						
	$E_1, В$	$E_2, В$	$E_3, В$	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R_3, Ом$	$R_4, Ом$
1	120	200	100	1	2	4	5
2	220	150	120	5	4	2	1
3	120	220	150	4	2	1	5
4	120	220	100	5	1	2	4
5	220	150	120	2	4	5	1
6	120	220	150	1	2	4	5
7	300	200	120	5	4	2	1
8	400	200	150	4	2	1	5
9	200	300	150	5	1	2	4
10	200	400	120	2	4	5	1
11	200	150	200	1	4	1	4
12	120	250	200	2	5	5	4
13	220	300	150	5	2	4	4
14	200	400	100	4	1	2	2
15	400	250	100	3	6	3	2
16	300	100	200	5	3	1	2
17	120	200	200	6	2	2	1
18	220	200	300	2	1	3	1
19	400	200	350	4	2	3	4
20	300	100	250	1	1	4	5
21	120	100	100	2	6	2	6
22	220	200	150	5	2	1	6
23	100	300	200	5	1	2	1
24	200	150	200	4	3	1	2
25	250	400	100	1	4	3	3
26	300	150	200	2	5	5	3
27	400	400	300	5	5	6	1
28	300	200	400	2	5	2	2
29	300	150	400	3	4	1	5
30	150	250	300	2	2	2	6

$R_6=R_1, R_7=R_2, R_8=R_3, R_9=R_4$. Для всех вариантов.

Задача № 4

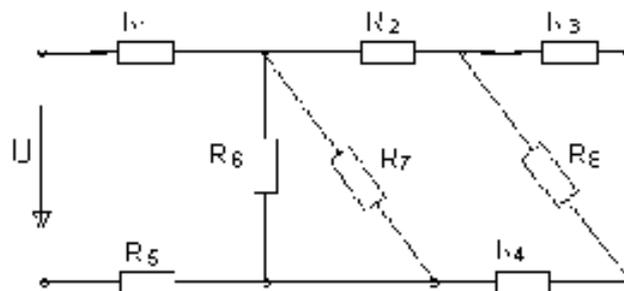


Рисунок 4.

В цепи рис. 4 известны значения сопротивлений резисторов $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8$ и входного напряжения U . Найти токи, протекающие через каждый резистор и составить баланс мощности.

Изобразить данную схему замещения с включенными приборами:

амперметром – для измерения тока в резисторе R_7 , вольтметром - для измерения напряжения на зажимах резистора R_4 и ваттметром для измерения мощности, потребляемой резистором R_5 . Задачу решить методом подобия.

Номер варианта	Данные к задаче № 4								
	U,В	$R_1, \text{Ом}$	$R_2, \text{Ом}$	$R_3, \text{Ом}$	$R_4, \text{Ом}$	$R_5, \text{Ом}$	$R_6, \text{Ом}$	$R_7, \text{Ом}$	$R_8, \text{Ом}$
1	100	4	1	6	2	5	8	3	6
2	100	4	2	10	3	8	6	5	10
3	120	5	3	8	1	3	8	6	8
4	120	2	3	4	5	6	2	3	4
5	110	1	3	2	4	5	6	4	2
6	100	3	2	8	2	5	4	12	12
7	100	6	3	16	5	4	8	10	16
8	100	7	2	20	3	5	10	6	20
9	120	3	2	6	5	8	4	4	6
10	120	4	3	8	1	2	6	8	8
11	130	2	5	5	2	7	10	4	20
12	130	3	6	7	2	6	15	5	12
13	130	6	9	4	1	5	1	8	10
14	200	5	8	8	5	9	5	6	15
15	200	1	2	9	6	8	4	2	1
16	200	4	5	3	9	2	2	1	2
17	100	8	6	6	7	4	5	5	5
18	100	9	9	2	8	5	8	8	8
19	150	5	4	1	5	6	9	9	25
20	150	7	1	5	2	8	6	6	5
21	125	6	2	8	3	9	10	3	9
22	125	2	5	9	6	6	10	4	6
23	120	1	6	5	9	2	12	5	3
24	120	2	3	1	5	5	1	8	5
25	120	4	2	4	4	4	2	9	4
26	120	5	5	2	1	7	5	6	8
27	100	6	6	5	2	1	6	2	2
28	200	9	4	6	4	2	9	5	5
29	200	7	8	3	2	3	8	2	15
30	200	5	9	2	3	1	10	5	4

Задача № 5

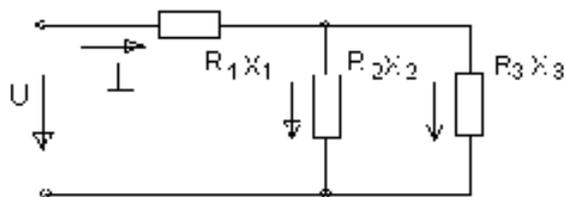


Рисунок 5.

В цепи рис.5 активные и реактивные сопротивления соответственно равны R_1, X_1 ; R_2, X_2 ; R_3, X_3 . К зажимам цепи приложено синусоидальное напряжение, действующее значение которого равно U . Определить: а) действующие значения токов в ветвях и в неразветвленном участке; б) активную, реактивную и полную мощности в обеих ветвях и на зажимах цепи. Расчет выполнить комплексным методом. Построить векторную диаграмму.

Номер варианта	Данные к задаче № 5						
	U, В	R_1 , Ом	X_1 , Ом	R_2 , Ом	X_2 , Ом	R_3 , Ом	X_3 , Ом
1	60	2	1	3	4	3	-2
2	70	2	1	4	-3	3	2
3	80	2	1	6	8	2	-5
4	90	2	1	8	-6	2	-5
5	100	2	1	3	4	6	-8
6	110	1	5	6	-3	4	6
7	100	1	5	6	8	6	-2
8	90	1	5	8	-6	4	2
9	80	1	5	3	1	2	4
10	110	1	5	4	-2	2	3
11	50	3	4	6	1	1	-2
12	60	3	4	9	5	3	-3
13	70	3	4	6	2	6	1
14	80	3	4	9	-5	9	2
15	100	3	4	5	1	5	5
16	120	4	4	5	2	2	4
17	100	4	1	5	5	1	6
18	100	4	1	5	2	4	-1
19	90	4	1	2	-2	5	-4
20	90	4	1	5	-1	2	-2
21	100	4	12	6	5	6	-3
22	90	2	2	9	2	2	-6
23	90	2	2	5	3	5	1
24	60	2	23	2	6	2	2
25	120	2	3	1	-1	1	5
26	110	2	3	4	5	4	8
27	50	1	3	4	2	7	7
28	70	1	3	4	3	8	3

29	70	1	5	4	6	9	6
30	80	1	5	4	5	6	2

Задача № 6

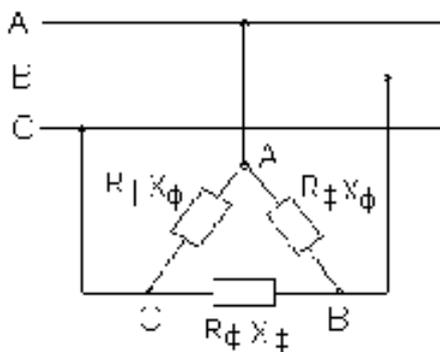


Рисунок 6.

К трехфазной линии с линейным напряжением подключен симметричный трехфазный приемник, соединенный треугольником (рис.6). Активное и реактивное сопротивления фаз приемника соответственно равны по фазам. Определить ток в фазах приемника и линейных проводах, а также потребляемую приемником активную мощность в режимах: а) симметричном трехфазном, б) при обрыве одной фазы приемника; в) при обрыве линейного провода (вследствие сгорания плавкой вставки предохранителя). Построить для всех трех режимов топографические диаграммы напряжений и показать на них векторы токов.

Номер варианта	Данные к задаче № 6			Номер варианта	Данные к задаче №6		
	$U_{л}, В$	$R_{\phi}, Ом$	$X_{\phi}, Ом$		$U_{л}, В$	$R_{\phi}, Ом$	$X_{\phi}, Ом$
1	127	3	4	6	220	12	-8
2	220	6	8	7	127	3	4
3	380	8	15	8	220	6	7
4	127	4	3	9	380	8	-10
5	220	8	6	10	220	8	5

Номер варианта	Данные к задаче № 6			Номер варианта	Данные к задаче №6		
	$U_{л}, В$	$R_{\phi}, Ом$	$X_{\phi}, Ом$		$U_{л}, В$	$R_{\phi}, Ом$	$X_{\phi}, Ом$
11	125	1	5	16	150	10	6
12	200	5	9	17	130	4	-3
13	370	9	10	18	225	6	5
14	120	4	4	19	360	7	-6
15	230	2	5	20	230	9	-7

Номер варианта	Данные к задаче № 6			Номер варианта	Данные к задаче №6		
	$U_{л}, В$	$R_{ф}, Ом$	$X_{ф}, Ом$		$U_{л}, В$	$R_{ф}, Ом$	$X_{ф}, Ом$
21	150	4	4	26	250	10	10
22	200	5	9	27	137	6	1
23	300	9	1	28	220	4	-2
24	125	7	10	29	320	7	-8
25	200	4	7	30	120	-1	9

Задача № 7

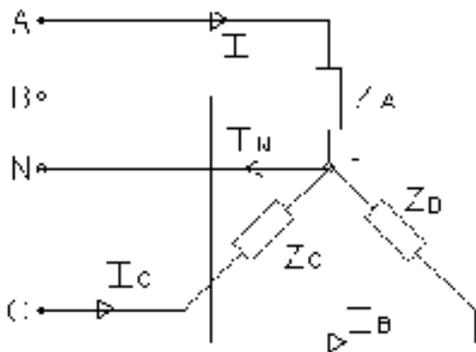


Рисунок 7.

К трехфазной линии с линейным напряжением $U_{л}$ подключен несимметричный приемник, соединенный по схеме «звезда» с нейтральным проводом (рис. 7). Активные и реактивные сопротивления фаз приемника соответственно равны $R_A, X_A, R_B, X_B, R_C, X_C$. Сопротивление нейтрального провода пренебрежимо мало. Определить токи в фазах приемника, линейных проводах и нейтральном проводе в режимах: а) трехфазном, б) при обрыве линейного провода А; в) при коротком замыкании фазы А приемника и обрыве нейтрального провода. Определить активную мощность, потребляемую приемником, в указанных трех режимах.

Построить для всех трех режимов топографические диаграммы напряжений и показать на них векторы токов.

Номер варианта	Данные к задаче № 7						
	$U_{л}, В$	$R_A, Ом$	$X_A, Ом$	$R_B, Ом$	$X_B, Ом$	$R_C, Ом$	$X_C, Ом$
1	220	10	0	3	4	0	-12
2	380	10	0	4	-3	12	9
3	220	11	0	6	8	18	-24
4	380	19	0	8	-6	24	18
5	220	20	0	12	16	18	-24
6	380	20	0	16	-12	12	9

7	220	22	0	15	10	9	-12
8	380	38	0	20	-15	6	8
9	220	20	0	18	24	4	-3
10	380	19	0	24	-18	3	4
11	220	12	0	16	10	1	12
12	360	15	0	15	14	2	10
13	300	10	0	21	-20	5	5
14	200	20	0	20	10	6	3
15	220	25	0	25	15	9	9
16	250	18	0	23	10	10	14
17	150	11	0	3	-25	15	-5
18	100	12	0	2	15	14	4
19	300	15	0	5	20	20	2
20	400	14	0	4	25	9	3
21	380	22	0	8	15	1	4
22	420	40	0	5	14	5	6
23	150	30	0	2	10	2	2
24	180	35	0	7	-11	5	-1
25	210	30	0	8	4	4	20
26	220	30	0	20	5	5	-25
27	320	28	0	4	8	2	10
28	340	20	0	15	9	4	15
29	300	10	0	10	6	6	2
30	200	10	0	10	2	9	-9

Примеры решения задач

Задача № 1

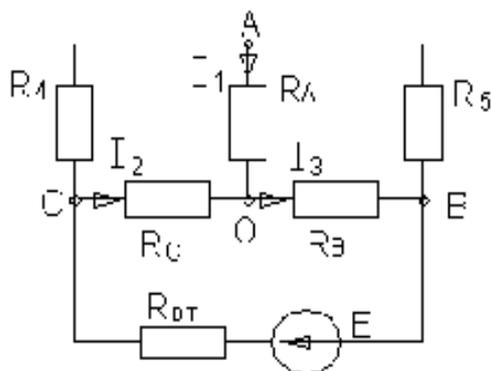


Рис.а)

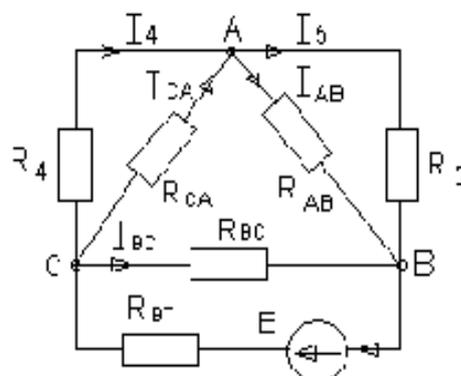


Рис.б)

$R_{DT} = 1 \text{ Ом}$, $R_1 = 3 \text{ Ом}$, $R_3 = 3 \text{ Ом}$, $R_4 = 9 \text{ Ом}$, $R_5 = 6 \text{ Ом}$, $R_2 = 4,5 \text{ Ом}$, $E = 12 \text{ В}$

Преобразуем «звезду» сопротивлений R_1 , R_2 , R_3 в треугольник сопротивлений R_{AB} , R_{BC} , R_{CA} по формулам

$$R_{AB} = R_A + R_B + \frac{R_A R_B}{R_C}, \quad R_{BC} = R_B + R_C + \frac{R_B R_C}{R_A}, \quad R_{CA} = R_C + R_A + \frac{R_C R_A}{R_B}$$

Переобозначим по схеме: $R_1=R_A$, $R_2=R_C$, $R_3=R_B$. (Такое обозначение принято в трёхфазных цепях и упрощает запоминание формул перехода Δ к Y и наоборот).

В результате преобразования Δ в Y получим схему б) и вычисляем $R_{AB}=8$ Ом; $R_{BC}=12$ Ом; $R_{CA}=12$ Ом.

Определяем $R_{ЭКВ}$

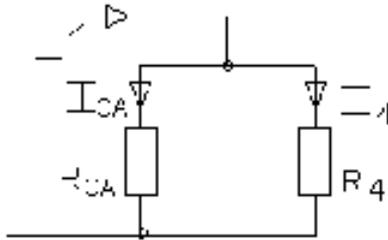
$$R_{ЭКВ} = R_{BT} + \frac{R_{BC} \left(\frac{R_4 R_{CA}}{R_4 + R_{CA}} + \frac{R_{AB} R_5}{R_{AB} + R_5} \right)}{R_{BC} + \left(\frac{R_4 R_{CA}}{R_4 + R_{CA}} + \frac{R_{AB} R_5}{R_{AB} + R_5} \right)} = 6 \text{ Ом} \quad (1) \quad I = \frac{E}{R_9} = \frac{12}{6} = 2 \text{ А}$$

Токи I_4 и I_5 при преобразовании схемы не изменяются.

$$U_{BC} = E - IR_{BT} = 10 \text{ В} \quad I_{BC} = \frac{U_{BC}}{R_{BC}} = \frac{10}{12} = 0,83 \text{ А}$$

$$I^1 = I_4 + I_{CA} = I - I_{BC} = 2 - 0,83 = 1,17 \text{ А}$$

Токи I_4 и I_5 определим по формуле «свой – чужой»:



$$I_4 = I^1 \frac{R_{CA}}{R_{CA} + R_4} = 0,67 \text{ А}$$

$$I_5 = I^1 \frac{R_{AB}}{R_{AB} + R_5} = 0,67 \text{ А}$$

$$I_{CA} = I^1 \frac{R_4}{R_{CA} + R_4} = 0,5 \text{ А}$$

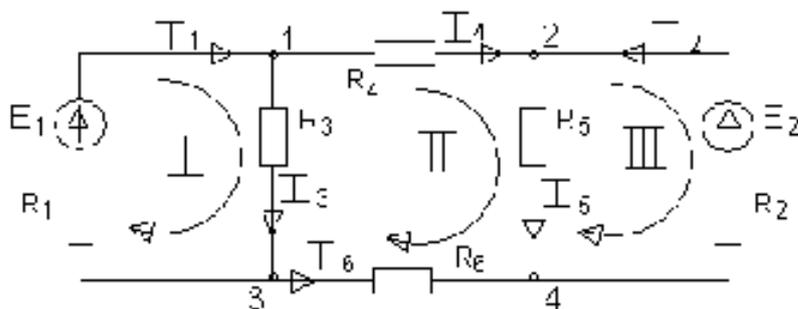
$$I_{AB} = I^1 \frac{R_5}{R_{AB} + R_5} = 0,5 \text{ А}$$

$$I_2 = I_{CA} + I_{BC} = 0,5 + 0,83 = 1,33 \text{ А}$$

$$I_3 = I_{AB} + I_{BC} = 0,5 + 0,83 = 1,33 \text{ А} \quad I_1 = I_4 - I_5 = 0 \text{ А}$$

Если ток через сопротивление R_1 не протекает, то потенциалы точек А и О равны: $\varphi_A = \varphi_O$. Проверим это: $\varphi_A = I_4 R_4 = 6 \text{ В}$, $\varphi_O = I_2 R_2 = 6 \text{ В}$.

Задача №2



$$R_1=0,1 \text{ Ом}, \quad R_2=0,2 \text{ Ом}, \quad R_3=2,0 \text{ Ом}, \quad R_4=1,0 \text{ Ом}, \quad R_5=2,5 \text{ Ом}, \quad R_6=1,5 \text{ Ом},$$

$$E_1 = 220 \text{ В}, E_2 = 215 \text{ В}.$$

По первому закону Кирхгофа $\sum_{i=1}^n I_k = 0$ составляем $Y - 1$ уравнение, где Y – количество узлов в схеме. $Y = 4$. Уравнения по 1-му закону Кирхгофа можно составлять для любых 3-х узлов из имеющихся 4-х.

По II закону Кирхгофа $\sum_{i=1}^k I_i R_i = \sum_{i=1}^m E_i$ выбираем $N = v - y + 1$ (v – количество ветвей в схеме) независимых контуров и составляем для каждого из них уравнение. Контур называется независимым, если он содержит хотя бы одну ветвь, не входящую ни в какой другой контур. Для нашей схемы: $N = 6 - 4 + 1$. В каждом контуре обозначаем обход контура в произвольно выбранном направлении. В каждой ветви также в произвольном направлении обозначаем ток.

При составлении уравнений по 1 закону Кирхгофа произвольно условимся, что если ток втекает в узел, то в состав суммы этот ток берется со знаком «+» и наоборот.

При составлении уравнений по II закону Кирхгофа произведение $I_i R_i$ берется со знаком «+», если направление тока в ветви совпадает с направлением обхода контура и наоборот. ЭДС входят в состав суммы с «+», если направление ЭДС совпадает с направлением обхода контура и наоборот.

$$\begin{array}{ll} 1. I_1 - I_3 - I_4 = 0 & 1. I_1 R_1 + I_3 R_3 = E_1 \\ 2. I_2 + I_4 - I_5 = 0 & 11. -I_3 R_3 + I_4 R_4 + I_5 R_5 - I_6 R_6 = 0 \\ 3. -I_1 + I_3 - I_6 = 0 & 111. -I_2 R_2 - I_5 R_5 = -E_2 \end{array}$$

Таким образом, мы получили систему, состоящую из 6 уравнений с 6-ю неизвестными токами. Решаем систему методом Гаусса. Для этого составляем расширенную матрицу системы из коэффициентов, стоящих при неизвестных, т.е. из «1» и значений сопротивлений.

$$\left| \begin{array}{cccccc|c} 1 & 0 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0,1 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 220 \\ 0 & 0 & -2 & 1-2,5 & -1,5 & 0 & 0 \\ 0-0,2 & 0 & 0-2,5 & 0 & -215 & 0 & 0 \end{array} \right|$$

Для приведения матрицы к трапецевидной форме необходимо придерживаться следующих свойств, не нарушающих равносильность системы уравнений:

1. Перемена местами строк между собой;
2. Умножение строки на любое число;
3. Прибавление к любой строке любой другой строки, предварительно умноженной на любое число.

Например, если мы к третьей строке добавим первую строку, предварительно умноженную на «1», то в результате вместо третьей строки получим такую строку:

$$0 \ 0 \ 0 - 1 \ 0 - 1 \ 0$$

Если 1 строку умножить на 0,1 и сложить с 4 строкой, то новая 4-ая строка примет вид:

$$0 \ 0 \ 2,1 \ 0,1 \ 0 \ 0 \ 220$$

В результате в 1 столбце матрицы у нас будет «0» во всех строках, кроме первой.

Таким же образом надо добиться, чтобы во 11 столбце во всех строках, кроме 1 и 11 были «0» и т.д.

После приведения матрицы к трапецевидной форме в каждой последующей строке будет на один ноль больше, чем в предыдущей. В шестой строке должны остаться ненулевыми только два элемента: в шестом и седьмом столбцах. Теперь мы сможем найти I_6 , поделив элемент седьмого столбца на элемент шестого столбца. Из пятой строки мы сможем определить ток I_5 и т.д. Из первой строки найдем ток I_1 . При наличии ПЭВМ с установленной системой Mathcad, систему уравнений можно решить с помощью функции $\text{lsolve}(A, B)$. Для этого необходимо ввести матрицу системы A (без столбца свободных членов) и вектор свободных членов - B .

$$I := \text{lsolve}(A, B).$$

Для нашей матрицы вектор решения имеет вид:

$$I = \left| \begin{array}{l} 108,3 \\ 76,5 \\ 104,58 \\ 3,75 \\ 79,9 \\ -3,75 \end{array} \right| \quad \begin{array}{l} I_1 = 108,3 \\ I_2 = 76,5 \\ I_3 = 104,58 \\ I_4 = 3,75 \\ I_5 = 79,9 \\ I_6 = -3,75 \end{array}$$

Т. к. $I_6 < 0$, следовательно, истинное направление тока I_6 противоположное.

$$\text{Проверим баланс мощности } \sum_{i=1}^n E_i I_i = \sum_{i=1}^n I_i^2 R_i$$

Если направление ЭДС и тока совпадают, то соответствующее слагаемое в левой части берётся со знаком «+» и наоборот. Слагаемые в правой части берутся всегда со знаком «+», т.к. значение тока входит в состав произведения в квадрате.

$$E_1 I_1 + E_2 I_2 = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_3^2 R_3 + I_4^2 R_4 + I_5^2 R_5 + I_6^2 R_6$$

$$220 \cdot 108,34 + 215 \cdot 76,5 = 23834,8 + 16447,5 = 40282,3 \text{ Вт}$$

$$108,34^2 \cdot 0,1 + 76,2^2 \cdot 0,2 + 104,58^2 \cdot 2 + 3,75 \cdot 1 + 79,9^2 \cdot 2,5 + 3,75^2 \cdot 1,5 =$$

$$1173,7 + 1161,3 + 218 + 74 + 14 + 15960 + 21,1 = 40204,1 \text{ Вт}$$

$$40282,3 \approx 40204,1$$

Баланс мощностей с учетом приближенных вычислений соблюдается. Так как направления токов и ЭДС совпадают, то источники ЭДС работают в режиме генераторов.

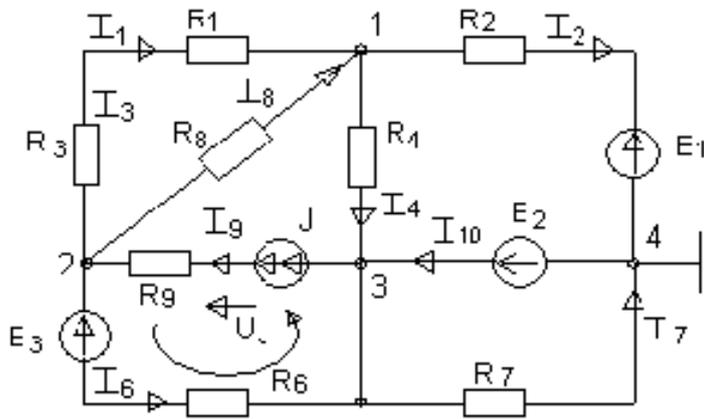
Метод узловых потенциалов

1. Принимаем потенциал одного из узлов равным нулю. Желательно выбрать нулевым потенциал такого узла, к которому подходит больше всего ветвей. Если в схеме имеется ветвь, содержащая только источник ЭДС, то необходимо «занулить» потенциал одного из узлов, примыкающих к этой ЭДС. Тогда потенциал другого узла будет известным и равным $\pm E$ (в зависимости от того, какая клемма источника ЭДС соединена с этим узлом)
2. Составляем уравнения для узлов с неизвестными потенциалами по очереди для каждого. Для этого в левой части уравнения пишем произведение неизвестного потенциала рассматриваемого узла, на сумму проводимостей ветвей, примыкающих к нему. Если в какой-либо из этих ветвей находится источник тока, то проводимость этой ветви не учитывается. Далее, из этого произведения вычитаем произведения потенциалов узлов, непосредственно связанных с рассматриваемым узлом схемы, на проводимости подходящих к этому узлу ветвей с учетом наличия в них источников тока. В правой части уравнения записываем алгебраическую сумму произведений ЭДС на проводимости ветвей, в которых установлены эти ЭДС. Если ЭДС подходит к узлу, произведение $E_i g_i$ берется со знаком «+» и наоборот. Далее в правой части записываем алгебраическую сумму величин источников тока, находящихся в ветвях, подходящих к рассматриваемому узлу со знаком «+», если ток источника тока направлен к узлу и наоборот. При этом известные потенциалы присутствуют в уравнениях на общих правилах.
3. Решаем полученную систему линейных уравнений любым из известных методов относительно потенциалов узлов.
4. С помощью известных потенциалов узлов находим токи в ветвях по закону Ома для ветвей, содержащих ЭДС:

$$I = \frac{\varphi_a - \varphi_b \pm E}{R} \quad (1)$$

Для этого в соответствии с полученными потенциалами, а следовательно, напряжением обозначаем направления токов от большего потенциала к меньшему и находим эти токи по формуле (1). Если напряжение и ЭДС совпадают по направлению, то ЭДС берется со знаком «+» и наоборот.

Для ветвей, не содержащих ЭДС $I = \frac{\varphi_a - \varphi_b}{R}$



Дано: $R_n = n, \text{ Ом}$ $E_n = n, \text{ В}$ $J = 1 \text{ А}$

Определить: I_i - ?

$$\varphi_4 = 0; \quad \varphi_3 = +E_2 = 2\text{В}; \quad g_i = \frac{1}{R_i} \quad g_1 = \frac{1}{R_1 + R_3}$$

$$\begin{cases} \varphi_1(g_1 + g_2 + g_4 + g_8) - \varphi_2(g_1 + g_8) - \varphi_3 g_4 = E_1 g_2 \\ \varphi_2(g_1 + g_6 + g_8) - \varphi_1(g_1 + g_8) - \varphi_3 g_6 = E_3 g_6 + J \end{cases}$$

$$\begin{cases} \varphi_1(g_1 + g_2 + g_4 + g_8) - \varphi_2(g_1 + g_8) - \varphi_3 g_4 = E_1 g_2 + \varphi_3 g_4 \\ -\varphi_1(g_1 + g_8) + \varphi_2(g_1 + g_6 + g_8) = E_3 g_6 + J + \varphi_3 g_6 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} g_1 &= \frac{1}{1+3} = \frac{1}{4} \text{ СМ}; & g_6 &= \frac{1}{6} \text{ СМ}; \\ q_2 &= \frac{1}{2} \text{ СМ}; & g_7 &= \frac{1}{7} \text{ СМ}; \\ q_4 &= \frac{1}{4} \text{ СМ}; & q_8 &= \frac{1}{8} \text{ СМ} \end{aligned}$$

$$\begin{cases} \varphi \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} \right) - \varphi_2 \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{8} \right) = 1 \cdot \frac{1}{2} + 2 \cdot \frac{1}{4} \\ -\varphi_1 \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{8} \right) + \varphi_2 \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{8} \right) = 3 \cdot \frac{1}{6} + 1 + 2 \cdot \frac{1}{6} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \varphi_1 \frac{9}{8} - \varphi_2 \frac{3}{8} = 1 & \varphi_1 = 2,62 \text{ В} \\ & \varphi_2 = 5,2 \text{ В} \end{cases}$$

$$\begin{cases} -\varphi_1 \frac{3}{8} + \varphi_2 \frac{13}{24} = \frac{11}{6} \end{cases}$$

$$I_1 = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{R_1 + R_3} = \frac{5,2 - 2,62}{4} = 0,644 \text{ А}; \quad I_2 = \frac{\varphi_1 - \varphi_4 - E_1}{R_2} = \frac{2,62 - 1}{2} = 0,81 \text{ А}$$

$$I_4 = \frac{\varphi_1 - \varphi_3}{R_4} = \frac{2,62 - 2}{4} = 0,155 \text{ А}; \quad I_6 = \frac{\varphi_2 - \varphi_3 - E_3}{R_6} = \frac{5,2 - 2 - 3}{6} = 0,03 \text{ А}$$

$$I_7 = \frac{\varphi_3 - \varphi_4}{R_7} = \frac{2}{7} = 0,285 \text{ А}; \quad I_8 = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{R_8} = \frac{5,2 - 2,62}{8} = 0,322 \text{ А}$$

$$I_{10} = I_2 + I_7 \quad I_{10} = 0,81 + 0,286 = 1,096 \text{ А} \quad I_9 = J = 1 \text{ А}$$

Проверим баланс мощностей.

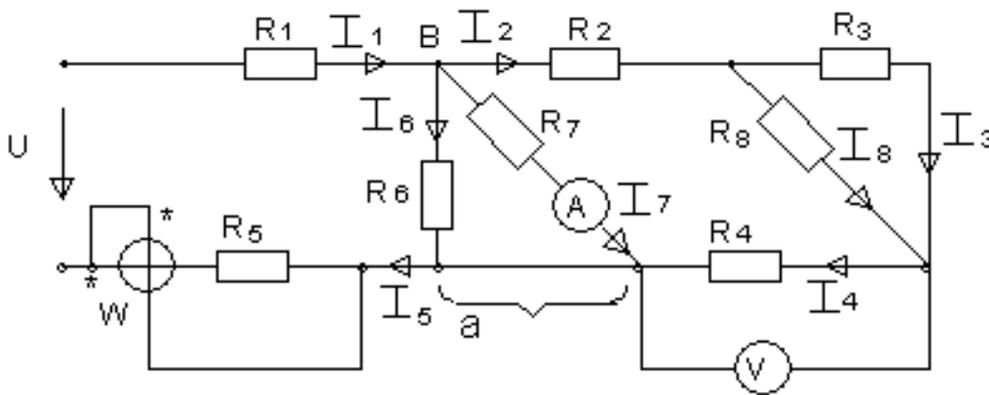
$-E_1 I_2 - E_3 I_6 + E_2 I_{10} + U_J J = I_1^2 (R_1 + R_3) + I_8^2 R_8 + I_4^2 R_4 + I_2^2 R_2 + I_7^2 R_7 + I_6^2 R_6 + J^2 R_9$
 Определим U_J . Для этого составим уравнение по 11 закону Кирхгофа для какого-либо контура, содержащего напряжение U_J .

$$I_6 R_6 + J R_9 = U_J - E_3 \quad U_J = I_6 R_6 + J R_9 + E_3 = 0,036 + 1,9 + 3 = 12,18 \text{ В}$$

$$-1 \cdot 0,81 - 3 \cdot 0,03 + 2 \cdot 1,09 + 12,18 \cdot 1 = 0,644^2 \cdot 4 + 0,322^2 \cdot 8 + 0,155^2 \cdot 4 + 0,81^2 \cdot 2 + 0,286^2 \cdot 7 + 0,03^2 \cdot 6 + 1 \cdot 9$$

13,47 Вт = 13,470 Вт. Баланс выполняется, следовательно, все токи найдены правильно.

Задача № 4



$R_1 = 3 \text{ Ом}, R_2 = 2 \text{ Ом}, R_3 = 12 \text{ Ом}, R_4 = 2 \text{ Ом}, R_5 = 6 \text{ Ом}, R_6 = 4 \text{ Ом}, R_7 = 8 \text{ Ом}, R_8 = 12 \text{ Ом}, U = 110 \text{ В}.$

Согласно методу подобия произвольно задаемся током в самой отдаленной от источника напряжения ветви. Например: $I_3^1 = 1 \text{ А}$

$$U'_{R_3} = I_3^1 \cdot R_3 = 12 \text{ В};$$

$$I_8^1 = \frac{U'_{R_3}}{R_8} = 1 \text{ А}; \quad I_2^1 = I_3^1 + I_8^1 = 2 \text{ А}; \quad I_4^1 = I_2^1;$$

$$U_{ab}^1 = I_2^1 R_2 + U'_{R_3} + I_4^1 R_4 = 20 \text{ В}$$

$$I_7^1 = \frac{U_{ab}^1}{R_7} = 2,5 \text{ А} \quad I_6^1 = \frac{U_{ab}^1}{R_6} = 5 \text{ А}$$

$$I_1^1 = I_2^1 + I_6^1 + I_7^1 = 9,5 \text{ А} \quad I_5^1 = I_1^1$$

$$U^1 = I_1^1 R_1 + U_{ab}^1 + I_5^1 R_5 = 105,5 \text{ В}$$

Находим коэффициент пропорциональности:

$$k = \frac{U}{U^1} = \frac{110}{105,5} = 1,0426$$

Затем, умножив все найденные токи I_i^1 на коэффициент k , находим истинные значения токов в ветвях.

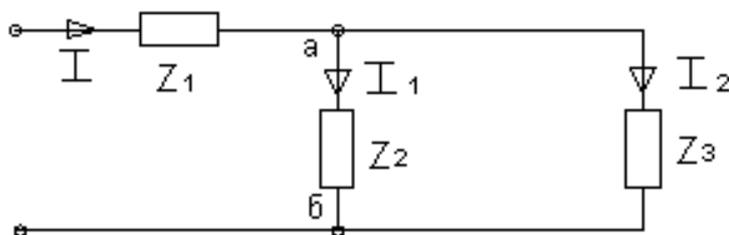
Например:

$$I_1 = k \cdot I_1^1 = 9,81 \text{ А}, \text{ и т.д.}$$

Затем находим баланс мощностей

$$UI_1 = \sum_{i=1}^8 I_i^2 R_i$$

Задача № 5



$$R_1 = 1 \text{ Ом}; X_1 = 0,5 \text{ Ом}; \quad R_2 = 4 \text{ Ом}; X_2 = -3 \text{ Ом}; R_3 = 8 \text{ Ом}; X_3 = 6 \text{ Ом};$$

$$U = 120 \text{ В}; \quad \underline{I} = \frac{U}{Z_{\text{ЭКВ}}}; \quad \underline{Z}_{\text{ЭКВ}} = \underline{Z}_1 + \frac{\underline{Z}_2 \cdot \underline{Z}_3}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3}; \quad \underline{Z}_1 = R_1 + jX_1 = 1 + j0,5 \text{ Ом}$$

$$\underline{Z}_2 = R_2 + jX_2 = 4 - j3 \text{ Ом}$$

$$\underline{Z}_3 = R_3 + jX_3 = 8 + j6 \text{ Ом}$$

Для вычисления $\underline{Z}_{\text{ЭКВ}}$ вспомним правила действия над комплексными числами.

Целесообразнее производить умножение и деление комплексных чисел в показательной форме, а сложение и вычитание в алгебраической. При умножении комплексных чисел показатели их степеней складываются, а при делении – из показателя делимого вычитается показатель делителя. Модули соответственно перемножаются или делятся.

Пример 1.

$$22e^{-j120^\circ} \cdot 10e^{j60^\circ} = 220e^{j(-120^\circ + 60^\circ)} = 220e^{-60^\circ}$$

$$22e^{-j120^\circ} / 10e^{j60^\circ} = 2,2e^{j(-120^\circ - 60^\circ)} = 2,2e^{-j180^\circ}$$

Пример 2.

$$22e^{-j120^\circ} - 10e^{j60^\circ}$$

Для вычитания перейдем от показательной формы записи комплексного числа к алгебраической через тригонометрическую, используя формулу Эйлера.

$$re^{j\varphi} = r(\cos\varphi + j\sin\varphi), \text{ где}$$

r – модуль комплексного числа, φ – его аргумент.

$$22e^{-j120^\circ} = 22(\cos(-120^\circ) + j\sin(-120^\circ)) = 22(\cos 120^\circ - j\sin 120^\circ) = 22\left(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = -11 - j11\sqrt{3}$$

$$10e^{j60^\circ} = 10(\cos 60^\circ + j\sin 60^\circ) = 10\left(\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 5 + j5\sqrt{3};$$

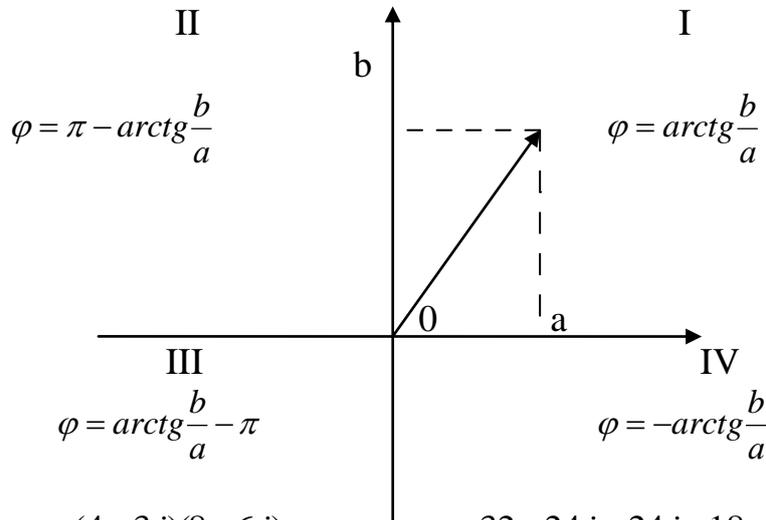
$$-11 - j11\sqrt{3} - 5 - j5\sqrt{3} = -16 - j27,7;$$

Переведем последнее комплексное число из алгебраической формы в показательную по формуле:

$$a + jb = \sqrt{a^2 + b^2} e^{j\arctg \frac{b}{a}}$$

$$-16 - j27,7 = \sqrt{16^2 + 27,7^2} e^{j(\arctg)\frac{27,7}{16} - \pi} = 32e^{j60^\circ - \pi} = 32e^{-j120^\circ}$$

Напомним, что аргумент комплексного числа $\varphi = \arctg \frac{b}{a}$ определяется по разному в зависимости от того, в какой четверти лежит этот угол



$$Z_{ЭКВ} = (1 + 0,5j) + \frac{(4 - 3j)(8 + 6j)}{4 - 3j + 8 + 6j} = (1 + 0,5j) + \frac{32 - 24j + 24j + 18}{12 + 3j} = (1 + 0,5j) + \frac{50}{3(4 + j)} =$$

$$= 1 + 0,5j + \frac{50(4 - j)}{3,17} \approx 1 + 0,5j + 4 - j = 5 - 0,5j \approx 5e^{-j5,7^\circ}$$

$$\varphi = -\arctg \frac{0,5}{5} \approx -5,7^\circ, \quad r = \sqrt{5^2 + 0,5^2} \approx 5$$

$$I = \frac{120}{5e^{-j5,7^\circ}} = 24e^{j5,7^\circ}; \quad I = 24 \text{ A}$$

Токи I_1 и I_2 найдем по формуле «свой-чужой».

$$I_1 = I \frac{Z_2}{Z_2 + Z_3} = I \frac{8 + 6j}{12 + 3j} = 24e^{j5,7^\circ} \cdot \frac{10e^{j37^\circ}}{12,4e^{j14^\circ}} = 19,3e^{j28,7^\circ} \text{ (A)}$$

$$I_2 = I \frac{Z_3}{Z_2 + Z_3} = 9,7e^{-j45,7^\circ} \text{ (A)} \quad I_1 = 19,3 \text{ A}, \quad I_2 = 9,7 \text{ A}$$

$$\underline{U}_{a\bar{b}} = \underline{I}_1 \underline{Z}_1 = 19,35e^{j28,7^\circ} \cdot 5e^{-j37^\circ} = 96,75e^{-j8,3^\circ} \text{ B}$$

Полная мощность $\underline{S} = \underline{U} \underline{I}^*$ (ВА):

Где * - обозначается комплексно-сопряженная величина, например:

$$\underline{I} = 24e^{j5,7^\circ}, \quad \underline{I}^* = 24e^{-j5,7^\circ}$$

$$P = \text{Re}\{\underline{S}\} \text{ (Вт)} \quad Q = \text{Im}\{\underline{S}\} \text{ (Вар)}$$

$$P_1 = \text{Re}\{\underline{U}_{a\bar{b}} \underline{I}_1^*\} = \text{Re}\{96,75e^{-j8,3^\circ} \cdot 19,3e^{-j28,7^\circ}\} = \text{Re}\{1867,3e^{-j37^\circ}\} = 1867,3 \cdot \cos(-37^\circ) =$$

$$= 1867,3 \cdot 0,8 = 1491,3 \text{ (Вт)}$$

Реактивная мощность второй ветви:

$$Q_2 = \text{Im}\{\underline{U}_{a\bar{b}} \underline{I}_2^*\} = \text{Im}\{96,75e^{j8,3^\circ} \cdot 9,7e^{j45,7^\circ}\} = 938,5 \cdot \sin 37,4 = 570 \text{ (Вар)}$$

$$\underline{S}_{\text{общ}} = \underline{U} \cdot \underline{I}_1^*; \quad \underline{S}_1 = \underline{U}_{a\bar{b}} \cdot \underline{I}_1^*; \quad \underline{S}_2 = \underline{U}_{a\bar{b}} \cdot \underline{I}_2^*$$

$$S_1 = |S_1| = 1867,3 \text{ ВА, и т.д.}$$

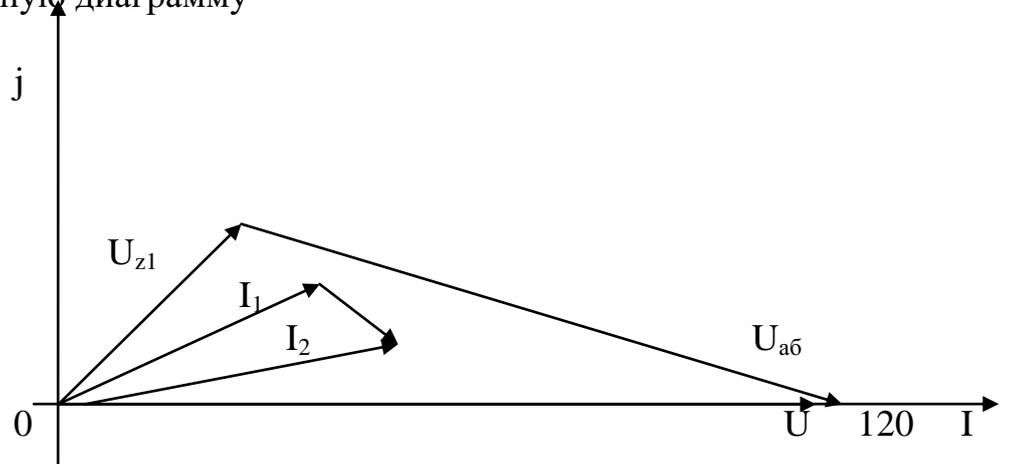
Построим векторную диаграмму токов и напряжений.

Для этого необходимо рассчитать напряжения на элементах схемы.

$$\underline{U}_{z1} = \underline{I} \cdot \underline{Z}_1 = 24e^{j5,7^\circ} \cdot (1 + 0,5j) = 24e^{j5,7^\circ} \cdot 1,1e^{j26,5^\circ} = 26,4e^{j32,2^\circ}$$

$$\underline{U}_{z1} = \underline{U}_{z2} = \underline{U}_{ab}$$

Построим векторную диаграмму



Масштаб: $U: 1 \text{ см} = 10 \text{ В}; \quad I: 1 \text{ см} = 0,5 \text{ А}$

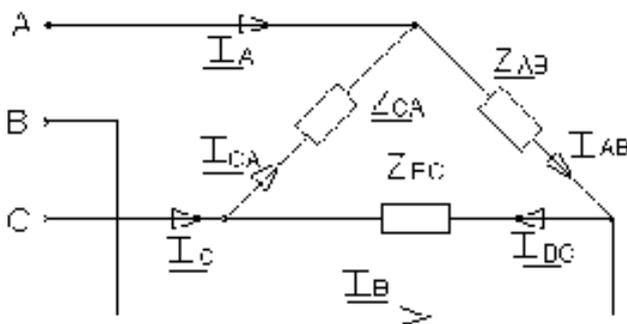
Порядок построения векторной диаграммы токов:

1. Изображаем вектор тока \underline{I}_1 длиной $(19,3 \times 2)$ мм под углом $28,7^\circ$.
2. Из конца вектора \underline{I}_1 строим вектор \underline{I}_2 аналогичным образом.
3. По первому закону Кирхгофа $\underline{I} = \underline{I}_1 + \underline{I}_2$, поэтому соединяем по правилу сложения двух векторов начало \underline{I}_1 с концом \underline{I}_2 . Получаем \underline{I} .
4. Проверяем, действительно ли полученный вектор суммы \underline{I} соответствует его аналитическому выражению.

Векторную диаграмму напряжений строим аналогично. По второму закону Кирхгофа

$$\underline{U} = \underline{U}_{z1} + \underline{U}_{ab}$$

Задача № 6



Дано: $U_{\text{л}} = 380 \text{ В}$

$$R_{\phi} = 150 \text{ Ом}$$

$$X_{\phi} = 8 \text{ Ом}$$

Вектора линейных напряжений:

$$\underline{U}_{AB} = 380e^{j30^\circ} \text{ В}, \quad \underline{U}_{BC} = 380e^{-j90^\circ} \text{ В}, \quad \underline{U}_{CA} = 380e^{j150^\circ} \text{ В}.$$

а) симметричный трёхфазный режим.

Определим ток в каждой фазе.

$$\underline{I}_{AB} = \frac{\underline{U}_{AB}}{Z_{AB}} = \frac{380e^{j30^\circ}}{15 + j8} = \frac{380e^{j30^\circ}}{17e^{j28^\circ}} = 22,3e^{j2^\circ} \text{ А}.$$

Поскольку цепь симметричная, остальные токи можем определить, сдвигая ток \underline{I}_{AB} на -120° и -240° .

$$\underline{I}_{BC} = \underline{I}_{AB} \cdot e^{-j120^\circ} = 22,3e^{j2^\circ} \cdot e^{-j120^\circ} = 22,3e^{-j118^\circ} \text{ А}$$

$$\underline{I}_{CA} = \underline{I}_{AB} \cdot e^{-j240^\circ} = 22,3e^{j2^\circ} \cdot e^{-j240^\circ} = 22,3e^{-j238^\circ} \text{ А}$$

Определим линейные токи $\underline{I}_A, \underline{I}_B, \underline{I}_C$.

$$\underline{I}_A = \underline{I}_{AB} - \underline{I}_{CA}, \quad \underline{I}_B = \underline{I}_{BC} - \underline{I}_{AB}, \quad \underline{I}_C = \underline{I}_{CA} - \underline{I}_{BC}$$

$$\underline{I}_A = 22,3[(\cos 2^\circ + j \sin 2^\circ) - (\cos 238^\circ - j \sin 238^\circ)] = 39,4e^{-j28^\circ} \text{ А}.$$

В силу симметричности схемы остальные линейные токи проще определить, сдвигая ток \underline{I}_A

$$\underline{I}_B = \underline{I}_A e^{-j120^\circ} = 39,4e^{-j148^\circ} \text{ А}$$

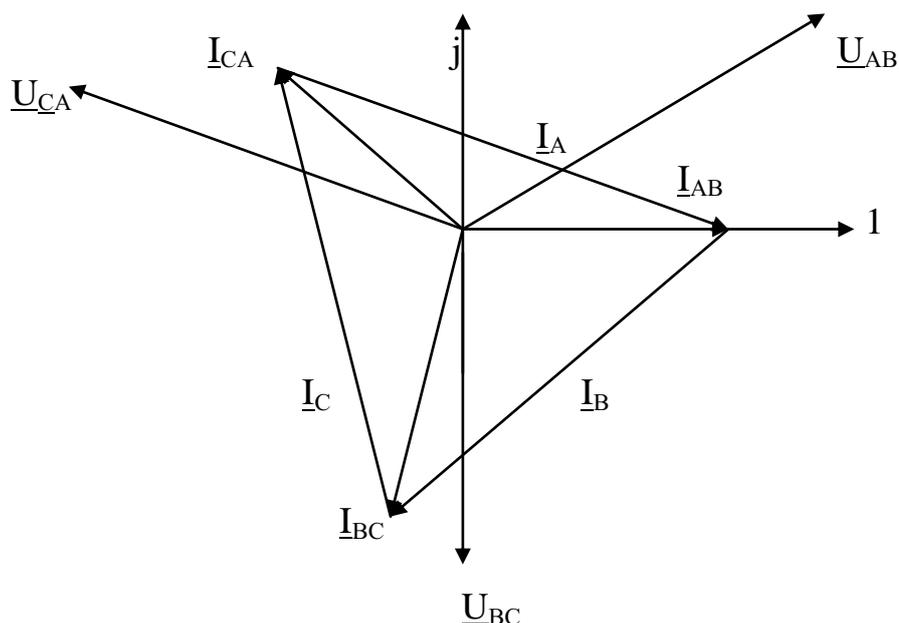
$$\underline{I}_C = \underline{I}_A e^{-j240^\circ} = 39,4e^{-j268^\circ} \text{ А}.$$

Определим потребляемую приёмником активную мощность

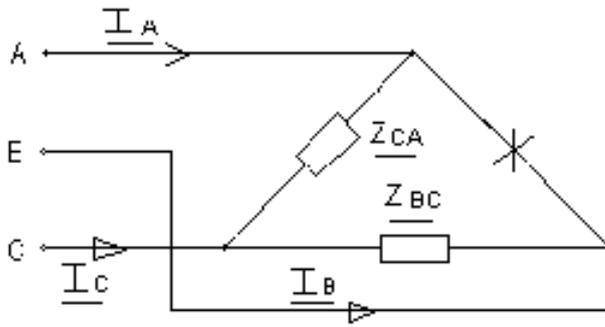
$$P = 3U_\phi I_\phi \cos \varphi = 3 \cdot 380 \cdot 22,3 \cdot \cos 28^\circ = 14965 \text{ Вт}$$

$$\varphi = \varphi_Z$$

Строим топографическую диаграмму напряжений на комплексной плоскости



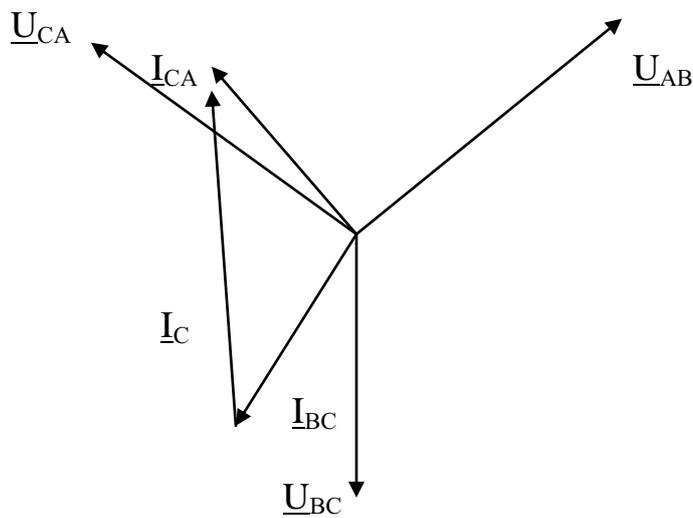
б) Обрыв фазы АВ



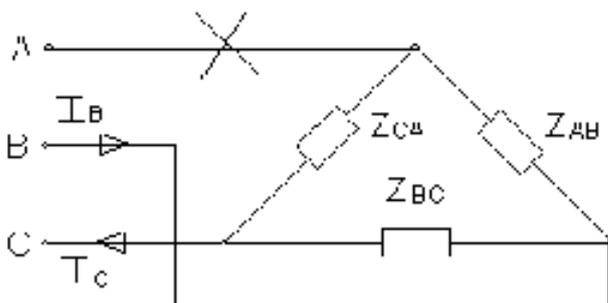
$\underline{I}_{AB} = 0$, токи \underline{I}_{BC} и \underline{I}_{CA} такие же как в случае а).

$\underline{I}_A = \underline{I}_{CA}$, $\underline{I}_B = \underline{I}_{BC}$, $\underline{I}_C = \underline{I}_{CA} - \underline{I}_{BC}$ (такой же как и в случае а)

$$P = 2U_\phi I_\phi \cos\varphi$$



в) обрыв линейного провода



$$\underline{I}_A = 0, \quad \underline{I}_B = \underline{I}_C, \quad \underline{I}_{AB} = \underline{I}_{CA} = \frac{U_{BC}}{2Z_\phi} = \frac{380e^{-j90^\circ}}{2 \cdot 17e^{j28^\circ}} = 11,2e^{-j118^\circ} \text{ A}$$

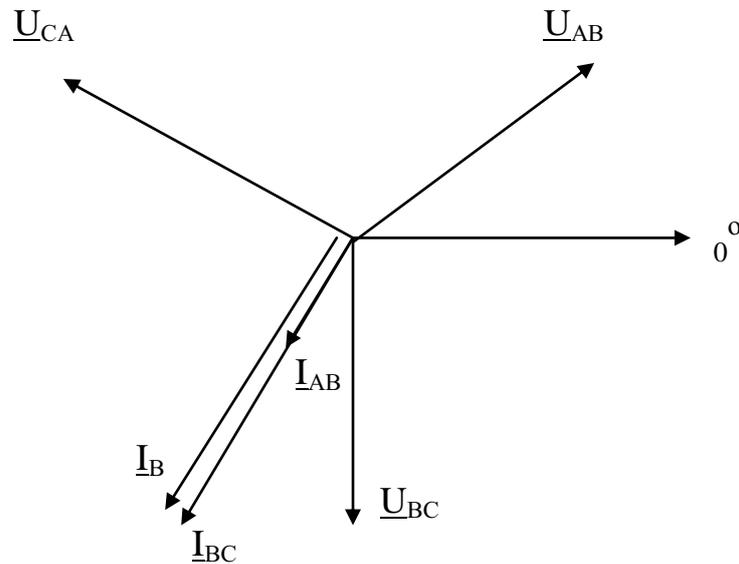
$$\underline{I}_{BC} = \frac{U_{BC}}{Z_{BC}} = 22,3e^{-j118^\circ} \text{ A (как в случае а)}$$

$$\underline{I}_B = \underline{I}_{AB} + \underline{I}_{BC} = 33,5e^{-j118^\circ}$$

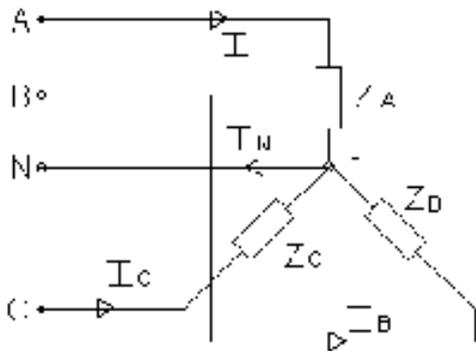
$$P_{BC} = U_{BC} I_{BC} \cos\varphi = 380 \cdot 22,3 \cdot \cos 28^\circ = 7482,5 \text{ Bm}$$

$$P_{CA,AB} = U_{BC} I_{AB} \cos \varphi = 380 \cdot 11,2 \cdot \cos 28 = 3758 \text{ Bm}$$

$$P = P_{BC} + P_{CA,AB} = 7482,5 + 3758 = 11240,5 \text{ Bm}$$



Задача № 7



$$U_L = 380 \text{ В}$$

$$R_A = 20 \text{ Ом}$$

$$R_B = 16 \text{ Ом}$$

$$R_C = 12 \text{ Ом}$$

$$X_A = 0 \text{ Ом}$$

$$X_B = -12 \text{ Ом}$$

$$X_C = 9 \text{ Ом}$$

а) Трехфазный режим

$$I_L = I_\phi; \quad I_A = \frac{U_A}{Z_A} = \frac{220}{20} = 11 \text{ A}$$

$$U = \frac{U_L}{\sqrt{3}} = 220 \text{ В}$$

$$I_B = \frac{U_B}{Z_B} = \frac{220e^{-j120^\circ}}{20e^{-j36,8^\circ}} = 11e^{-j83,2^\circ} \text{ A}$$

$$Z_B = 16 - 12j = 20e^{-j36,8^\circ} \text{ Ом}$$

$$I_C = \frac{U_C}{Z_C} = \frac{220e^{j120^\circ}}{15e^{j36,8^\circ}} = 14,6e^{j83,2^\circ} \text{ A}$$

$$Z_C = 12 + 9j = 15e^{j36,8^\circ} \text{ Ом}$$

\underline{I}_N – ток в нейтральном проводе

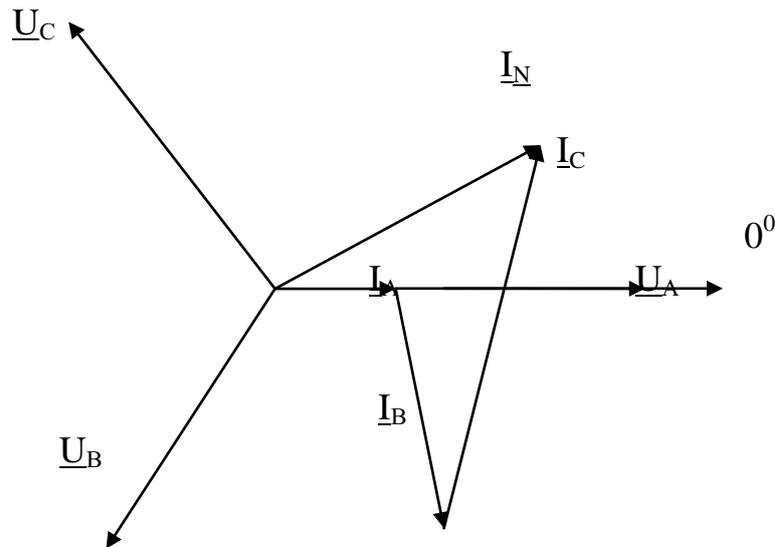
$$\underline{I}_N = \underline{I}_A + \underline{I}_B + \underline{I}_C = 11 + 11e^{-j83,2^\circ} + 14,6e^{j83,2^\circ} = 11 + 11(\cos 83,2^\circ - j \sin 83,2^\circ) + 14,6(\cos 83,2^\circ + j \sin 83,2^\circ) = 11 + 1,3 - j10,9 + 1,72 + j14,5 = 14 + j3,6 = 14,5e^{j14,4^\circ} \text{ A}$$

$$P_A = U_A I_A \cos \varphi_A = 2420 \text{ Вт}$$

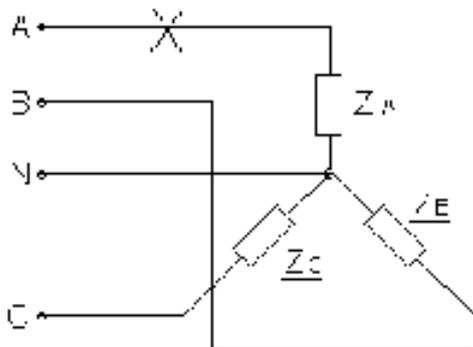
$$P_B = U_B I_B \cos \varphi_B = 286,5 \text{ Вт} \quad P_C = U_C I_C \cos \varphi_C = 380,3 \text{ Вт}$$

$$P = P_A + P_B + P_C = 3086,8 \text{ Вт}$$

Построим топографическую диаграмму напряжений на комплексной плоскости (1, j).

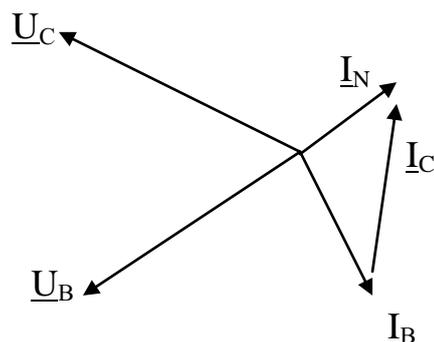


б) Обрыв линейного провода А.

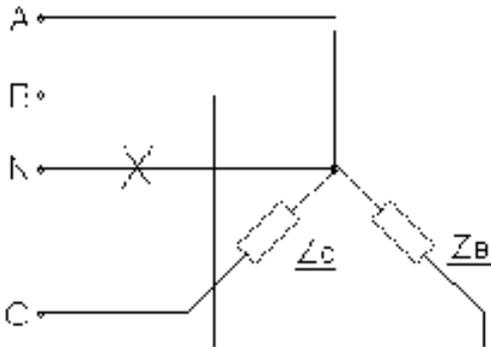


$$\underline{I}_A = 0 \quad \underline{I}_B, \underline{I}_C, P_B, P_C \text{ - остаются как в режиме а); } P_A = 0$$

$$\underline{I}_N = \underline{I}_B + \underline{I}_C = 3,02 + 3,6j = 4,7e^{j50^\circ} \text{ A} \quad P = P_B + P_C$$



в) Обрыв нейтрального провода и КЗ фазы А.



$$\underline{U}_B = -\underline{U}_{AB} \quad \underline{U}_C = \underline{U}_{CA}$$

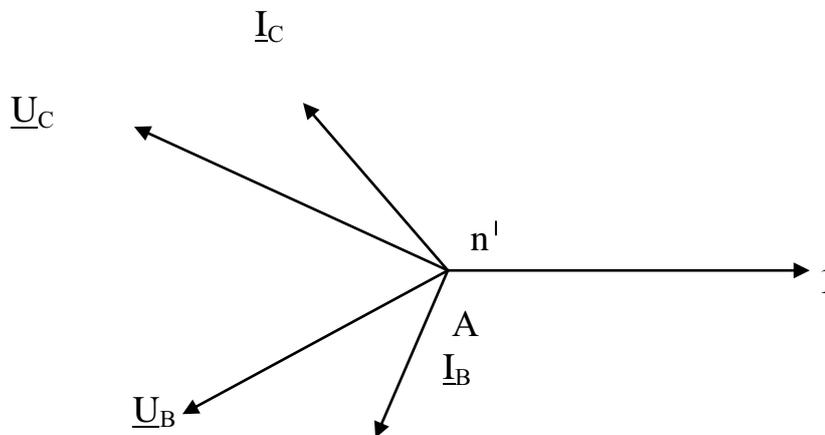
$$\underline{I}_B = \frac{-\underline{U}_{AB}}{Z_B} = \frac{\underline{U}_{BA}}{Z_B} = \frac{380e^{-j150^\circ}}{20e^{-j36,8^\circ}} = 19e^{-j113,2^\circ} \text{ A}$$

$$\underline{I}_C = \frac{\underline{U}_{CA}}{Z_C} = \frac{380e^{j150^\circ}}{15e^{j36,8^\circ}} = 25,3e^{j113,2^\circ} \text{ A}$$

$$P_A = 0 \quad P_B = I_B U_{BA} \cos \varphi_B = 19 \cdot 380 \cos(-36,8^\circ) = 5781 \text{ Вт}$$

$$P_C = I_C U_{CA} \cos \varphi_C = 25,3 \cdot 380 \cos 36,8^\circ = 7698 \text{ Вт}$$

$$P = P_B + P_C$$



Список литературы

Основная литература

1. Атабеков, Григорий Иосифович.

Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи [Текст] : учебное пособие / Атабеков, Григорий Иосифович. - 7-е изд. ; стереотип. - СПб. : Лань, 2009. - 592 с.

2. Атабеков, Григорий Иосифович.

Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи.

Электромагнитное поле. [Текст] : учебное пособие / Атабеков, Григорий Иосифович. - 5-е изд. ; стереотип. - СПб. : Лань, 2009. - 432 с.

3. Атабеков, Григорий Иосифович.

Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи [Текст] : учебное пособие / Атабеков, Григорий Иосифович. - 7-е изд. ; стереотип. - СПб. : Лань, 2009. - 592 с. – ЭБС «Лань».

4. Лоторейчук Е. А.

Теоретические основы электротехники: Учебник / Е.А. Лоторейчук. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 320 с. – ЭБС «Лань».

Дополнительная литература

1. Евдокимов, Федор Евдокимович.

Теоретические основы электротехники [Текст] : учебник для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования, обучающихся по энергетическим и радиотехническим специальностям / Евдокимов, Федор Евдокимович. - 9-е изд. ; стереотип. - М. : Академия, 2004. - 560 с.

2. Теоретические основы электротехники. Т.3 [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по спец. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Демирчян, К.С. [и др.]. - 4-е изд. ; доп. для самостоятельного изучения курса. - СПб. : Питер, 2004. - 377 с.

3. Бессонов, Лев Алексеевич.

Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле [Текст] : учебник для студентов технических высших учебных заведений, обучающихся по направлениям "Электротехника", "Электротехнологии", "Электромеханика", "Электроэнергетика", "Приборостроение" / Бессонов, Лев Алексеевич. - 11-е изд. - М. : Юрайт, 2012. - 317 с.

Периодические издания

1. Новости электротехники : отраслевое информационно-справочное издание / учредитель и изд. : Закрытое акционерное общество "Новости Электротехники". – 2000- . – М., 2019- . – Двухмесяч.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет»

ЭБ «Академия». - Режим доступа: <http://www.academia-moscow.ru/>

ЭБС «Юрайт». Режим доступа:<http://www.biblio-online.ru>

ЭБС «IPRbooks». Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16402>

ЭБС «Лань». – Режим доступа: . <http://e.lanbook.com/>

Пример выполнения расчетных работ с
использованием программы Mathcad.

Задача 1

Исходные данные.

$$r1 := 0.5 \quad r2 := 2 \quad r3 := 5 \quad r4 := 1 \quad r5 := 8 \quad r6 := 8$$

$$e1 := 10$$

Преобразуем "вездю" сопротивлений $r1, r2, r3$ в треугольник сопротивлений r_{ab}, r_{bc}, r_{ca} . Для этого переобозначим по схеме:

$$r_a := r_1 \quad r_b := r_3 \quad r_c := r_2$$

$$r_{ab} := r_a + r_b + r_c \frac{r_c}{r_c} \quad r_{bc} := r_b + r_c + r_a \frac{r_a}{r_a} \quad r_{ca} := r_c + r_a + r_b \frac{r_b}{r_b}$$

$$r_{ab} = 3.4 \quad r_{bc} = 8.5 \quad r_{ca} = 17$$

Определим ток.

$$r_{св} := r_{vt} + r_{bc} \frac{\left(r_{ab} \frac{r_5}{r_{ab} + r_5} + r_4 \frac{r_{ca}}{r_4 + r_{ca}} \right)}{\left(r_{ab} \frac{r_5}{r_{ab} + r_5} + r_4 \frac{r_{ca}}{r_4 + r_{ca}} \right) + r_{bc}} \quad r_{св} = 4.515$$

$$i := \frac{e1}{r_{св}} \quad i = 2.215$$

Токи I_4 и I_5 при преобразовании схемы не изменяются.

$$u_{bc} := e1 - i r_{vt} \quad u_{bc} = 8.852 \quad i_{bc} := \frac{u_{bc}}{r_{bc}} \quad i_{bc} = 1.045$$

$$i_{11} := i - i_{bc} \quad i_{11} = 1.167$$

Токи I_4 и I_5 введем в формуле ссыла чужей

$$i_4 := i_{11} \frac{r_{ca}}{r_{ca} + r_1} \quad i_5 := i_{11} \frac{r_{ab}}{r_{ab} + r_5}$$

$$i_3a := i_{11} \frac{r_4}{r_{ca} + r_4} \quad i_3b := i_{11} \frac{r_5}{r_{ab} + r_5}$$

$$i_4 = 0.755 \quad i_5 = 0.423 \quad i_3a = 0.374 \quad i_3b = 0.746$$

$$i_2 := i_3a + i_{bc} \quad i_3 := i_3b + i_{bc} \quad i_2 = 1.42 \quad i_3 = 1.792$$

$$i_{11} := i_4 - i_5 \quad i_{11} = 0.372$$

Задача 2

$$\begin{aligned} \epsilon_1 &:= 220 & \epsilon_2 &:= 200 & r_1 &:= 0.15 & r_2 &:= 0.35 & r_3 &:= 2 \\ \kappa_1 &:= 1.5 & \kappa_2 &:= 3.5 & \kappa_3 &:= 1.5 \end{aligned}$$

Given:

$$i^1 - i_3 - i_4 = 7$$

$$i_2 + i_4 - i_5 = 0$$

$$-i_1 - i_3 - i_6 = 0$$

$$i_1 \cdot r_1 + i_3 \cdot r_3 = \epsilon_1$$

$$-i_3 \cdot i_3 + i_4 \cdot i_4 + i_5 \cdot i_5 - i_6 \cdot i_6 = 0$$

$$-i_2 \cdot i_2 - i_5 \cdot i_5 = -\epsilon_2$$

$$\text{Find}(i_1, i_2, i_3, i_4, i_5, i_6) \text{ float, 4} \rightarrow \begin{pmatrix} 133.5 \\ 45.94 \\ 131.9 \\ 5.603 \\ 52.55 \\ -6.603 \end{pmatrix}$$

$$i_1 := 133.5 \quad i_2 := 45.94 \quad i_3 := 131.9 \quad i_4 := 5.603 \quad i_5 := 52.55 \quad i_6 := -6.603$$

Баланс мощностей

$$P_g := \epsilon_1 \cdot i_1 + \epsilon_2 \cdot i_2$$

$$P_{\Sigma} = 2.306 \times 10^4$$

$$P_{\Sigma} = i_1^2 \cdot r_1 + i_2^2 \cdot r_2 + i_3^2 \cdot r_3 + i_4^2 \cdot r_4 + i_5^2 \cdot r_5 - i_6^2 \cdot r_6 \quad P_{\Sigma} = 3.257 \times 10^4$$

Баланс по балансу: $P_g = P_{\Sigma}$

Задача 3

$$e1 := 220 \quad e2 := 125 \quad e3 := 140 \quad i1 := 2 \quad i2 := 1 \quad i3 := 5 \quad i4 := 6$$

$$j1 := 1 \quad i7 := 7 \quad i8 := 9 \quad i6 := 6 \quad i9 := 8$$

$$k1 := 0 \quad B := e2 \quad g1 := \frac{1}{i1 + i3} \quad g2 := \frac{1}{i2} \quad g4 := \frac{1}{i4}$$

$$g6 := \frac{1}{i6} \quad g7 := \frac{1}{i7} \quad g8 := \frac{1}{i8} \quad g9 := \frac{1}{i9}$$

Given

$$f1 \cdot (g1 + g2 + g4 + g8) - f2 \cdot (g1 + g2) - f3 \cdot g4 = e1 \cdot g2$$

$$f2 \cdot (g1 + g6 + g8) - f1 \cdot (g1 + g8) - f3 \cdot g6 = e3 \cdot g6 + j1$$

$$f1 := 211.4 \quad f2 := 236.1 \quad \text{Find}(f1, f2) \text{ using } 4 \rightarrow \begin{pmatrix} 211.4 \\ 236.1 \end{pmatrix}$$

$$i1 := (f2 - f1) \cdot g1 \quad i1 = 37.87 \quad i7 := (f3 - f4) \cdot g7 \quad i7 = 17.877$$

$$i2 := (f1 - f4 - e1) \cdot g2 \quad i2 = -8.6 \quad i8 := (f2 - f1) \cdot g8 \quad i8 = 27.44$$

$$i4 := (f1 - f3) \cdot g4 \quad i4 = 14.4 \quad i6 := i2 + i7 \quad i6 = 9.777$$

$$i9 := (f2 - f3 - e3) \cdot g9 \quad i9 = -4.317$$

Проверим баланс мощностей. Для этого сначала определим напряжения на источнике тока.

$$u_j := i6 \cdot i6 + j1 \cdot i9 + e3 \quad u_j = 115.1$$

$$p_g = -e1 \cdot i2 - e3 \cdot i8 + e2 \cdot i6 = u_j \cdot j1 \quad p_g = 3.243 \times 10^3$$

$$p_n := i1^2 \cdot (r1 + r3) + i8^2 \cdot r3 + i4^2 \cdot r4 + i2^2 \cdot r2 + i7^2 \cdot r7 + i6^2 \cdot r6 + i9^2 \cdot r9$$

$$p_n = 3.243 \times 10^3 \quad \text{Баланс выполняется.}$$

Задача 4

$$u = 150 \quad i1 := 4 \quad i2 = 2 \quad i3 := 7 \quad i4 := 5 \quad i5 := 4 \quad i6 := 4 \quad i7 := 12 \quad i8 := 11$$

$$\text{Условие: } i31 := 1 \quad \text{Тогда: } u_{i31} := i2 \cdot i3 \quad u_{i21} = 7 \quad i21 := \frac{u_{i31}}{i2} \quad i31 = 0.636$$

$$i21 := i2 + i31 \quad i21 = 1.636 \quad i41 := i21 \quad u_{i41} := i21 \cdot i2 + u_{i31} + i41 \cdot i4 \quad u_{i41} = 17.455$$

$$i71 := \frac{u_{i41}}{i7} \quad i61 := \frac{u_{i41}}{i6} \quad i51 = 1.614 \quad i71 = 1.538$$

$$i11 := i21 + i61 + i71 \quad i11 = 7.788 \quad i21 = i11 \quad i31 = 7.788 \quad u1 := i11 \cdot i1 + u_{i41} + i51 \cdot i5$$

$$u1 = 20.758 \quad \text{Находим коэф. пропорциональности } k = \frac{u}{u1} \quad k = 1.877$$

Находим и другие значения тока

$i1 = k \cdot i11$	$i1 = 14.465$	$i3 = k \cdot i31$	$i3 = 14.465$
$i2 = k \cdot i21$	$i2 = 3.035$	$i6 = k \cdot i61$	$i6 = 8.567$
$i5 = k \cdot i51$	$i5 = 1.857$	$i7 = k \cdot i71$	$i7 = 2.355$
$i4 = k \cdot i41$	$i4 = 2.029$	$i8 = k \cdot i81$	$i8 = 1.132$

Баланс мощностей

$$p_{\text{г}} := u \cdot i1 \quad p_{\text{г}} = 2.17 \times 10^3$$

$$p_{\text{л}} := i1^2 \cdot (r1 + r2) + i2^2 \cdot (r2 + r3) + i3^2 \cdot r3 + i5^2 \cdot r5 + i7^2 \cdot r7 + i6^2 \cdot r6 \quad p_{\text{л}} = 2.17 \times 10^3$$

Баланс соблюдается

Задание 5

$$r1 = 1 \quad r2 = 3 \quad r3 = 6 \quad x2 = 4i \quad x3 = 1 \quad x4 = 7i$$

$$u = 120 \quad z1 = r1 + x1 \quad z2 = -r2 + x2 \quad z3 = r3 + x3 \quad z_{ocv} = z1 - z2 \cdot \frac{z1}{z2 + z3}$$

$$z_{ocv} = 6.415 - 3.523i$$

$$i := \frac{u}{z_{ocv}} \quad |i| = 14.371 - 7.892i \quad |i| = 16.395 \quad \arg(i) \cdot \frac{180}{\pi} = -28.774$$

$$i1 = i \cdot \frac{z3}{z3 + z2} \quad |i1| = 12.165 + 2.244i \quad |i1| = 12.37 \quad \arg(i1) \cdot \frac{180}{\pi} = -10.433$$

$$i2 = i \cdot \frac{z2}{z3 + z2} \quad |i2| = 2.206 - 10.132i \quad |i2| = 10.369 \quad \arg(i2) \cdot \frac{180}{\pi} = -107.114$$

$$i_{ab} = i1 \cdot z2 \quad |i_{ab}| = 81.933 - 35.224i \quad |i_{ab}| = 89.271 \quad \arg(i_{ab}) \cdot \frac{180}{\pi} = -23.255$$

Мощность на зажимах ЛЭПН

$$s := u \cdot (\operatorname{Re}(i) - \operatorname{Im}(i) \cdot i) \quad |s| = 1.725 \times 10^3 + 947.042i \quad |s| = 1.967 \times 10^3$$

Активная мощность $P = \operatorname{Re}(s)$ Реактивная мощность $Q = \operatorname{Im}(s)$

$$P = 1.725 \times 10^3 \quad Q = 947.042$$

Аналогично мощности по ветвям

$$s2 := u10 \cdot (\operatorname{Re}(i1) - \operatorname{Im}(i1) \cdot i) \quad |s2| = 918.093 - 612.062i \quad |s2| = 1.103 \times 10^3$$

$$P2 := \operatorname{Re}(s2) \quad Q2 := \operatorname{Im}(s2) \quad P2 = 918.093 \quad Q2 = -612.062$$

$$s3 := i_{ab} \cdot (\operatorname{Re}(z2) - \operatorname{Im}(z2) \cdot i) \quad |s3| = 537.622 + 752.671i \quad |s3| = 924.76$$

$$P3 := \operatorname{Re}(s3) \quad Q3 := \operatorname{Im}(s3) \quad P3 = 537.622 \quad Q3 = 752.671$$

Напряжения на клеммах схемы

$$uz1 = r1 \cdot i \quad |uz1| = 38.177 + 35.223i \quad |uz1| = 51.847 \quad \arg(uz1) \cdot \frac{180}{\pi} = -42.791$$

Строну вектору-с днаправму(поотрзв-а ранао)

Задача B

$$u_1 := 200 \quad z := 15 + 6i \quad \arg z := \arg z \quad \arg z = 0.381$$

$$u_{ab} := u_1 e^{\frac{\pi \cdot i}{6}} \quad u_{bc} := u_1 e^{\frac{-\pi \cdot i}{2}} \quad u_{ca} := u_1 e^{\frac{5 \cdot \pi \cdot i}{6}}$$

(a) Симметричный режим

$$i_{ab} := \frac{u_{ab}}{z} \quad i_{ab} = 12.353 + 1.762i \quad |i_{ab}| = 12.38 \quad \arg(i_{ab}) \cdot \frac{180}{\pi} = 8.155$$

$$i_{bc} := \frac{u_{bc}}{z} \quad i_{bc} = -4.998 - 11.494i \quad |i_{bc}| = 12.38 \quad \arg(i_{bc}) \cdot \frac{180}{\pi} = -111.301$$

$$i_{ca} := \frac{u_{ca}}{z} \quad i_{ca} = -7.655 - 5.729i \quad |i_{ca}| = 12.38 \quad \arg(i_{ca}) \cdot \frac{180}{\pi} = 128.199$$

Линейные токн:

$$i_a := i_{cb} - i_{bc} \quad i_a = 12.909 - 7.562i \quad |i_a| = 21.442 \quad \arg(i_a) \cdot \frac{180}{\pi} = 21.331$$

$$i_b := i_{bc} - i_{ca} \quad i_b = -16.351 - 13.26i \quad |i_b| = 21.442 \quad \arg(i_b) \cdot \frac{180}{\pi} = -141.301$$

$$i_c := i_{ca} - i_{ab} \quad i_c = -3.038 + 21.223i \quad |i_c| = 21.442 \quad \arg(i_c) \cdot \frac{180}{\pi} = 98.199$$

$$s_{ab} := u_{ab} \cdot (\operatorname{Re}(i_{cb}) - \operatorname{Im}(i_{bc}) \cdot i) \quad s_{ab} = 2.299 \times 10^3 + 919.54i$$

$$P_{ab} := \operatorname{Re}(s_{ab}) \quad P_{ab} = 2.299 \times 10^3 \quad P := 3 \cdot P_{ab} \quad P = 6.897 \times 10^3$$

Проверка

$$P = 3 \cdot u_1 \cdot |i_{ab}| \cdot \cos(\arg z) \quad P = 6.897 \times 10^3 \quad \text{Степень совпала}$$

(b) Обрыв в фазе AB

$$i_{ab} := 0 \quad i_{bc} := \frac{u_{bc}}{z} \quad i_{bc} = -4.998 - 11.494i \quad |i_{bc}| = 12.38 \quad \arg(i_{bc}) \cdot \frac{180}{\pi} = -111.301$$

$$i_{ca} := \frac{u_{ca}}{z} \quad i_{ca} = -7.655 + 9.724i \quad |i_{ca}| = 12.38 \quad \arg(i_{ca}) \cdot \frac{180}{\pi} = 128.155$$

$$i_a := i_{ca} \quad i_b := i_{bc} \quad i_c := i_{ca} - i_{bc} \quad i_c = -3.038 + 21.223i \quad |i_c| = 21.442 \quad \arg(i_c) \cdot \frac{180}{\pi} = 98.155$$

$$P := 2 \cdot u_1 \cdot |i_{bc}| \cdot \cos(\arg z) \quad P = 4.598 \times 10^3$$

Обрыв в фазе BC

$$i_a := 0 \quad i_b := i_{bc} \quad i_{ab} := \frac{u_{ab}}{2z} \quad i_{ab} = -2.299 - 5.747i \quad |i_{ab}| = 6.19 \quad \arg(i_{ab}) \cdot \frac{180}{\pi} = -111.301$$

$$i_{bc} := i_{ca} \quad i_{bc} := \frac{u_{bc}}{z} \quad i_{bc} = -4.998 - 11.494i \quad |i_{bc}| = 12.38 \quad \arg(i_{bc}) \cdot \frac{180}{\pi} = -111.301$$

$$i_c := i_{ab} + i_{bc} \quad i_c = -6.897 - 17.241i \quad |i_c| = 18.57 \quad \arg(i_c) \cdot \frac{180}{\pi} = -111.301$$

$$s_{abc} := u_{bc} \cdot (\operatorname{Re}(i_{bc}) - \operatorname{Im}(i_{ca}) \cdot i) \quad s_{abc} = 2.299 \times 10^3 + 919.54i \quad P_{abc} := \operatorname{Re}(s_{abc}) \quad P_{bc} = 2.299 \times 10^3$$

$$s_{caab} := u_{ca} \cdot (\operatorname{Re}(i_{ab}) - \operatorname{Im}(i_{bc}) \cdot i) \quad s_{caab} = 1.149 \times 10^3 + 459.77i$$

$$P_{caab} := \operatorname{Re}(s_{caab}) \quad P_{caab} = 1.149 \times 10^3 \quad P := P_{bc} + P_{caab} \quad P = 3.448 \times 10^3$$

Задача 7

$$u_1 = 380 \quad z_a = 14 \quad z_b = 10 - 12i \quad z_c = 8 + 5i \quad u_1 = \frac{u_1}{\sqrt{3}} \quad u_1 = 219.252 \quad u_1 = 233$$

$$e_a = u_1 \quad e_b = u_1 \cdot e^{-j \cdot 2 \cdot \frac{\pi}{3}} \quad e_c = u_1 \cdot e^{j \cdot 2 \cdot \frac{\pi}{3}}$$

(а) Трёхфазный режим

$$i_a = \frac{e_a}{z_a} \quad i_a = 15.714 \quad i_b = \frac{e_b}{z_b} \quad i_b = 4.892 - j3.218i \quad |i_b| = 14.724$$

$$\arg(i_b) = \frac{180}{\pi} = -59.806 \quad i_c = \frac{e_c}{z_c} \quad i_c = 3.816 + j23.306i \quad |i_c| = 23.32 \quad \arg(i_c) = \frac{80}{\pi} = 87.995$$

Так в нейтральном проводе

$$i_n = i_a + i_b + i_c \quad i_n = 21.352 + j10.087i \quad |i_n| = 23.651 \quad \arg(i_n) = \frac{180}{\pi} = 25.246$$

$$s_a = s_a(\operatorname{Re}(i_a) - \operatorname{Im}(i_a) \cdot j) \quad s_a = 3.457 \times 10^3 \quad s_b = e_b(\operatorname{Re}(i_b) - \operatorname{Im}(i_b) \cdot j)$$

$$s_b = 1.934 \times 10^3 - 2.381i \times 10^3 \quad s_c = e_c(\operatorname{Re}(i_c) - \operatorname{Im}(i_c) \cdot j) \quad s_c = 4.351 \times 10^3 + 2.719i \times 10^3$$

$$P_a := \operatorname{Re}(s_a) \quad P_b := \operatorname{Re}(s_b) \quad P_c := \operatorname{Re}(s_c) \quad P_e = 3.457 \times 10^3 \quad P_n = 4.351 \times 10^3$$

$$P_n = 1.934 \times 10^3 \quad P := P_a + P_b + P_c \quad P = 9.751 \times 10^3$$

(б) Обрыв линейного провода

$$i_a = 0 \quad \text{Токи } i_b, i_c, \text{ мощности } P_b, P_c \text{ остаются как и в режиме а), } P_n = 0$$

$$i_n = i_b + i_c \quad i_n = 5.678 + j10.087i \quad |i_n| = 11.576$$

$$\arg(i_n) = \frac{180}{\pi} = 60.626 \quad P = P_b + P_c \quad P = 6.334 \times 10^3$$

(в) Открытый режим в режиме и в фазе А

$$u_b = u_{ab} \quad u_c = u_{ca} \quad P_a = 0 \quad u_{ab} = 380 \cdot e^{-j \frac{\pi}{6}} \quad u_{bc} = 380 \cdot e^{-j \frac{\pi}{2}} \quad u_{ca} = 380 \cdot e^{j \frac{5\pi}{6}}$$

$$i_b = \frac{-u_{ab}}{z_b} \quad i_b = -4.143 - 23.972i \quad |i_b| = 24.327 \quad \arg(i_b) = \frac{180}{\pi} = -99.806$$

$$i_c = \frac{u_{ca}}{z_c} \quad i_c = 13.907 + j35.567i \quad |i_c| = 40.28 \quad \arg(i_c) = \frac{180}{\pi} = 117.995$$

$$s_b = -u_{ab}(\operatorname{Re}(i_b) - \operatorname{Im}(i_b) \cdot j) \quad s_b = 5.913 \times 10^3 - 7.102i \times 10^3$$

$$P_b := \operatorname{Re}(s_b) \quad P_b = 5.913 \times 10^3 \quad s_c = u_{ca}(\operatorname{Re}(i_c) - \operatorname{Im}(i_c) \cdot j) \quad s_c = 1.298 \times 10^4 + 8.112i \times 10^3$$

$$P_c := \operatorname{Re}(s_c) \quad P_c = 1.298 \times 10^4 \quad P := P_b + P_c \quad P = 1.39 \times 10^4$$

**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»**

**Методические указания к практическим
работам по технической механике**

для студентов первого курса инженерного факультета

Рязань 2020

Методические указания выполнены с учетом требований федерального государственного стандарта высшего профессионального образования третьего поколения по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника утвержденного 28 февраля 2017 г.

Разработчик



Заведующий кафедрой СИСиМ

Полтин А.С.
2020

Рассмотрено и утверждено на заседании кафедры «_31_» ____августа____ 2020 г.,
протокол №1.

Заведующий кафедрой «Строительство инженерных сооружений и механика»

Заведующий кафедрой СИСиМ

(подпись)

Боричев С.Н.

Методические указания предназначены в помощь студентам инженерного факультета при формировании компетенции ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5-в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование разделов	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
1.	Статика	1. Условия и уравнения равновесия твердого тела под действием плоской системы сходящихся сил.	2	ОПК-1.3; ОПК-2.5; ОПК-4.3; ОПК-5.1
		2. Условия и уравнения равновесия твердого тела под действием плоской произвольной системы сил.	2	
		3. Центр тяжести твердого тела и его координаты.	2	
2.	Кинематика	1. Скорость и ускорение точки в естественной системе координат.	2	ОПК-1.3; ОПК-2.5; ОПК-4.3; ОПК-5.1
		2. Поступательное и вращательное движение твердого тела.	2	
		3. Скорость и ускорение точки при сложном ее движении.	2	
3.	Динамика	1. Задачи динамики.	2	ОПК-1.3; ОПК-2.5; ОПК-4.3; ОПК-5.1
		2. Теоремы динамики. Теорема об изменении количества движения. Теорема об изменении кинетической энергии.	2	
		3. Принцип Даламбера. Метод кинетостатики.	2	
4.	Соппротивление материалов	1. Расчет стержней на прочность и жесткость при действии продольных сил .	2	ОПК-1.3; ОПК-2.5; ОПК-4.3; ОПК-5.1
		2. Расчет вала на прочность и жесткость при кручении.	2	
		3. Расчет изгибаемой балки на прочность.	2	
5.	Теория механизмов и машин	1. Структурный анализ механизмов.	2	ОПК-1.3; ОПК-2.5; ОПК-4.3; ОПК-5.1
		2. Кинематический анализ механизмов .	2	
		3. Силовой анализ механизмов.	2	
6.	Детали машин и основы конструирования	1. Расчет разъемных и неразъемных соединений на срез и смятие.	2	ОПК-1.3; ОПК-2.5; ОПК-4.3; ОПК-5.1
		2. Выполнение расчета прямозубых передач.	2	
		3. Подбор подшипников качения по	2	

Раздел Статика

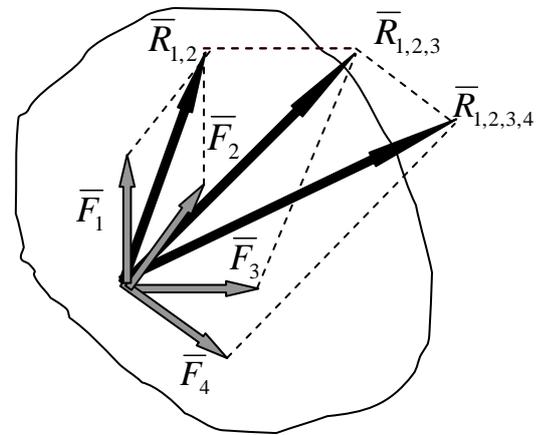
Практическая работа №1

Условия и уравнения равновесия твердого тела под действием плоской системы сходящихся сил

I. Система сходящихся сил.

Сходящимися называются силы, линии действия которых пересекаются в одной точке.

Перенесем все силы по линии их действия в точку пересечения. Сложим первые две силы F_1 и F_2 по аксиоме параллелограмма. Сложим полученную равнодействующую R_{12} со следующей силой F_3 . Повторяем данную операцию до тех пор, пока останется только одна сила, эквивалентная исходной системе сил:



$$\bar{R}_{1,2} = \bar{F}_1 + \bar{F}_2;$$

$$\bar{R}_{1,2,3} = \bar{R}_{1,2} + \bar{F}_3;$$

$$\bar{R}_{1,2,3,4} = \bar{R}_{1,2,3} + \bar{F}_4.$$

Простейший вид системы – это сила, приложенная в точке пересечения исходных сил. Таким образом, сходящаяся система сил приводится к одной силе – *равнодействующей* (силе, эквивалентной исходной системе сил), равной геометрической сумме сил системы:

$$\bar{R} = \bar{F}_1 + \bar{F}_2 + \bar{F}_3 + \bar{F}_4 + \dots = \sum \bar{F}_i.$$

Сложение сил построением параллелограммов можно заменить построением силового многоугольника – выбирается одна из сил и изображается параллельно самой себе с началом в любой произвольной точке, все другие силы изображаются параллельными самим себе с началом, совпадающим с концом предыдущей силы.

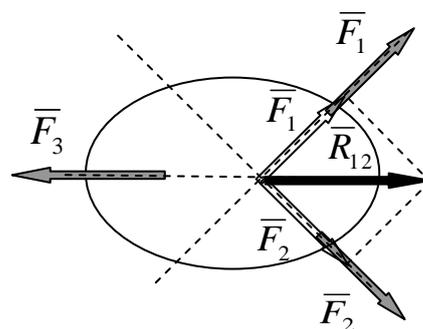
Если равнодействующая системы оказывается не равной нулю, тело под действием такой силы будет двигаться в направлении равнодействующей. Для того чтобы уравновесить систему достаточно приложить силу, равную полученной равнодействующей и направленной в противоположную сторону (аксиома о двух силах). *Условием равновесия системы сходящихся сил является обращение равнодействующей в ноль:*

$$\boxed{\bar{R} = \sum \bar{F}_i = 0.}$$

Это условие эквивалентно замкнутости силового многоугольника определенным образом, а именно, направление всех сил при обходе по контуру не изменяется по направлению.

II. Теорема о трех силах. *Если тело, под действием трех непараллельных сил находится в равновесии, то линии действия этих сил пересекаются в одной точке.*

Перенесем две силы по линии их действия в точку их пересечения. Сложим эти силы по аксиоме параллелограмма:



$$\bar{R}_{1,2} = \bar{F}_1 + \bar{F}_2.$$

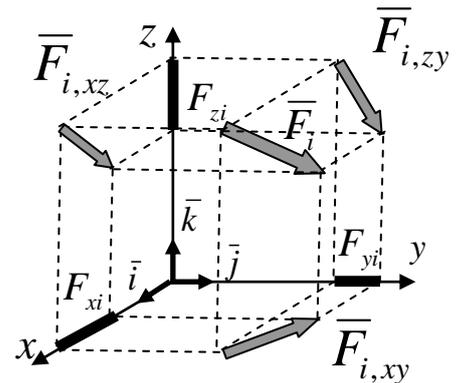
Теперь система состоит всего из двух сил. А такая система находится в равновесии, если эти силы равны между собой и направлены по одной линии в противоположные стороны:

$$\bar{R}_{1,2} = -\bar{F}_3.$$

Таким образом, все три силы пересекаются в одной точке.

Теорема о трех силах может эффективно применяться для определения направления одной из двух реакций тел.

III. Аналитическое определение равнодействующей сходящихся сил. Каждая из сил, геометрическая сумма которых дает равнодействующую, может быть представлена через ее проекции на координатные оси и единичные векторы (орты):



$$\bar{F}_i = F_{xi}\bar{i} + F_{yi}\bar{j}$$

Тогда равнодействующая выражается через проекции сил в виде:

$$\bar{R} = \sum \bar{F}_i = \bar{F}_1 + \bar{F}_2 + \dots = F_{x1}\bar{i} + F_{y1}\bar{j} + F_{x2}\bar{i} + F_{y2}\bar{j} + \dots$$

Группировка по ортам дает выражения для проекций равнодействующей:

$$\bar{R} = (F_{x1} + F_{x2} + \dots)\bar{i} + (F_{y1} + F_{y2} + \dots)\bar{j} = R_x\bar{i} + R_y\bar{j}$$

Отсюда проекции равнодействующей:

$$R_x = \sum F_{xi}; R_y = \sum F_{yi};$$

Направляющие косинусы равнодействующей:

$$\cos(\bar{R}, x) = \frac{R_x}{R}; \quad \cos(\bar{R}, y) = \frac{R_y}{R};$$

Модуль равнодействующей:

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}.$$

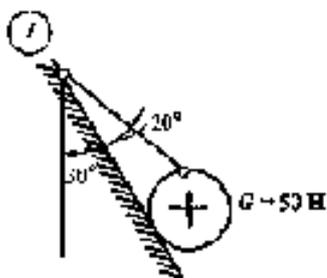
Условием равновесия является обращение в ноль равнодействующей:

$$\bar{R} = 0.$$

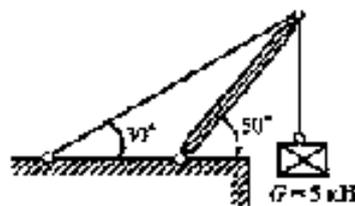
Отсюда уравнения равновесия:

$$R_x = \sum F_{xi} = 0; \quad R_y = \sum F_{yi} = 0;$$

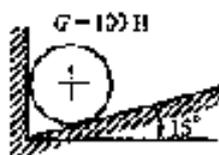
Задания для практических работ. Определить величину и направление реакций связи для одного из вариантов



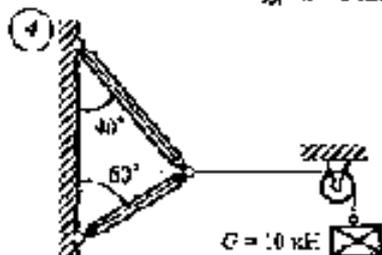
2



3



4



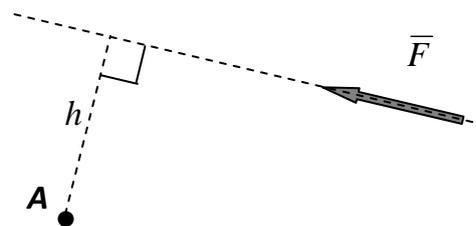
Практическая работа №2

Условия и уравнения равновесия твердого тела под действием плоской произвольной системы сил.

I. Плоская произвольная система сил. Если силы лежат в одной плоскости и их линии действия не пересекаются в одной точке, то такая система сил называется **плоской произвольной**.

Для рассмотрения данной системы сил введем понятия *момента силы относительно точки на плоскости* и *пары сил*.

Момент силы относительно точки на плоскости – алгебраическая величина, равная произведению модуля силы на плечо, взятая со знаком плюс, если вращение плоскости под действием силы происходит против часовой стрелки, и со знаком минус в противном случае.

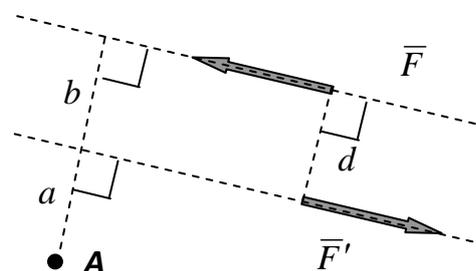


Плечо силы – длина перпендикуляра, опущенного из точки на линию действия силы.

$$M_A(\vec{F}) = \pm F \cdot h.$$

Пара сил – это совокупность двух параллельных друг другу сил, равных по величине и направленных в противоположные стороны.

Теорема о моменте пары сил. Момент пары сил на плоскости не зависит от выбора центра приведения (полюса) и равен произведению модуля любой из сил пары на плечо пары, взятым со знаком плюс, если вращение плоскости под действием пары сил происходит против часовой стрелки, и со знаком минус в противном случае.



Плечо пары сил – это длина перпендикуляра, опущенного из любой точки на линии действия одной из сил пары на линию действия другой силы этой пары.

$$M_A(\bar{F}, \bar{F}') = \pm F \cdot d.$$

Теоремы о парах:

1. Пару сил можно перенести в любое место в плоскости ее действия, при этом кинематическое состояние тела не изменится.

2. Пару сил можно заменить другой парой сил, если их моменты алгебраически равны, при этом кинематическое состояние тела не изменится.

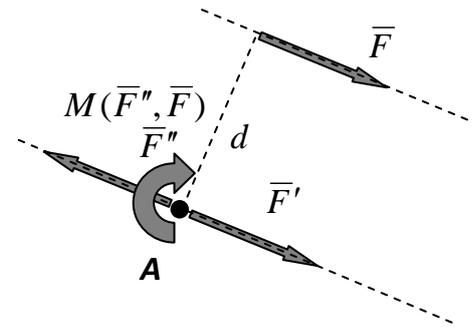
3. Систему пар сил на плоскости можно заменить одной парой, момент которой равен алгебраической сумме моментов исходных пар, при этом кинематическое состояние тела не изменится.

Условием равновесия системы пар сил является обращение в ноль алгебраической суммы моментов исходных пар сил:

$$M = \sum M_i = 0.$$

II. Приведение силы к заданному центру осуществляется по методу Пуансо: силу можно перенести параллельно самой себе в любую точку плоскости, если добавить соответствующую пару сил, момент которой равен моменту этой силы относительно рассматриваемой точки.

Добавим к системе в точке A две силы, равные по величине между собой и величине заданной силы F , направленные по одной прямой в противоположные стороны и параллельные заданной силе F . Кинематическое состояние системы при этом не изменится (аксиома о присоединении).

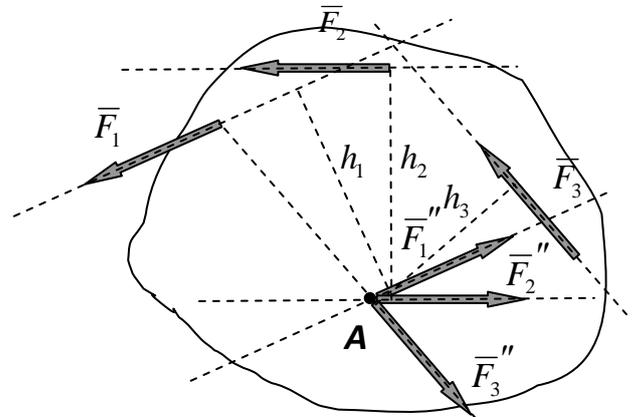


Исходная сила и одна из добавленных сил противоположно направленная образуют пару сил. Момент этой пары численно равен моменту исходной силы относительно центра приведения:

$$M(\bar{F}'', \bar{F}') - F \cdot d = M_A(\bar{F}).$$

Приведение плоской произвольной системы сил к заданному центру.

Выбираем произвольную точку на плоскости и каждую из сил переносим по методу Пуансо в эту точку (см. выше).



Вместо исходной произвольной системы получим сходящуюся систему сил и систему пар.

В общем случае плоская произвольная система сил приводится к одной силе, называемой *главным вектором* и к паре с моментом, равным *главному моменту* всех сил системы относительно центра приведения:

$$\bar{R}^* = \sum \bar{F}_i;$$

$$M = M_A = \sum M_{iA}.$$

Условием равновесия плоской произвольной системы сил является одновременное обращение главного вектора и главного момента системы в ноль:

$$\bar{R}^* = \sum \bar{F}_i = 0;$$

$$M = M_A = \sum M_{iA} = 0.$$

Три формы уравнений равновесия:

$$1. \begin{cases} \sum M_{iC} = 0; \\ \sum M_{iB} = 0; \\ \sum M_{iA} = 0 \end{cases}$$

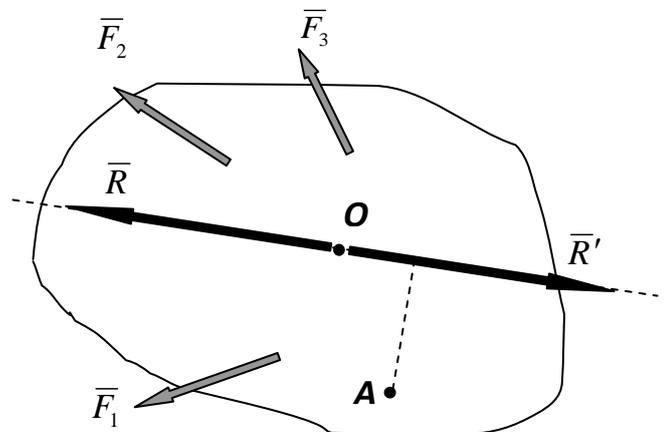
$$2. \begin{cases} \sum F_{xi} = 0; \\ \sum F_{yi} = 0; \\ \sum M_{iA} = 0. \end{cases}$$

$$3. \begin{cases} \sum F_{xi} = 0; \\ \sum M_{iB} = 0; \\ \sum M_{iA} = 0. \end{cases}$$

Вторая и третья формы уравнений равновесия имеют ограничения, связанные с выбором одной из осей, например, x , и точки C относительно положения точек A и B : ось x не перпендикулярна AB , точка C не лежит на AB .

III. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей. Если система сил имеет равнодействующую, то момент этой равнодействующей относительно любого центра равен алгебраической сумме моментов сил системы относительно того же центра.

Пусть система сил F_1, F_2, F_3 приводится к равнодействующей, приложенной в точке O . Такая система не находится в равновесии ($R \neq 0$). Уравновесим эту систему силой R' , равной равнодействующей R , направленной по линии ее действия в



противоположную сторону. Система исходных сил F_1 , F_2 , F_3 и уравнивающей силы R' находится в равновесии и должна удовлетворять условию:

$$\sum M_{iA} + M_A(R') = 0.$$

Сила R' , равна равнодействующей R и направлена по линии ее действия в противоположную сторону:

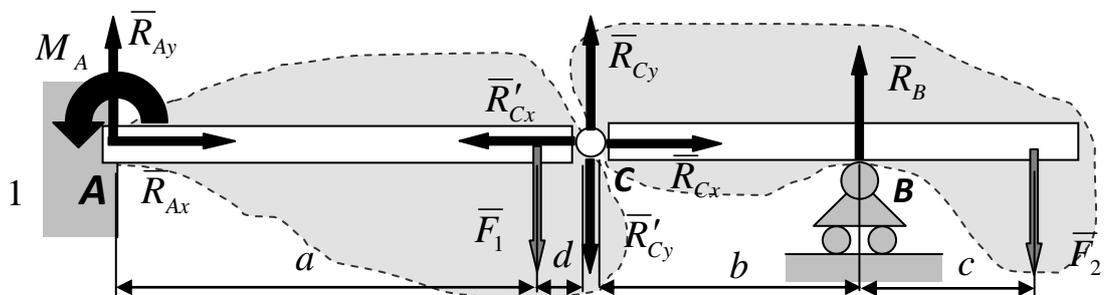
$$M_A(R') = -M_A(R).$$

Подстановка этого равенства в уравнение равновесия дает:

$$M_A(R) = \sum M_{iA}.$$

IV. Равновесие составной конструкции. Конструкции могут состоять из сочлененных между собой тел (балок, ферм).

Рассмотрим пример. Консольная балка соединена посредством шарнира в точке C с брусом, опирающимся на подвижный цилиндрический шарнир. К конструкции приложены внешние силы F_1 и F_2 , известны размеры конструкции.



Выберем в качестве объекта всю конструкцию.

2. Отбросим связи и заменим их действие реакциями.

3. Число неизвестных реакций – 4, а количество независимых уравнений – 3.

Количество наложенных связей превышает число независимых уравнений равновесия. Такая задача является **статически неопределимой**. В теоретической механике возможно решение только **статически определимых** задач, в которых количество связей равно числу независимых уравнений равновесия.

Это означает, что необходимо расчленить конструкцию, т.е. отбросить шарнир C и заменить его действие на каждую из частей реакциями.

С использованием аксиомы действия и противодействия для каждой пары реакций шарнира C общее число неизвестных реакций уменьшается до 6 и равно общему числу уравнений равновесия:

$$(CB): \sum F_{xi} = 0; \quad R_{Cx} = 0;$$

$$\sum M_{Ci} = 0; \quad R_B b - F_2 (b + c) = 0;$$

$$\sum M_{Bi} = 0; \quad -R_{Cy} b - F_2 b = 0.$$

$$(AC): \sum F_{xi} = 0; \quad R_{Ax} - R'_{Cx} = 0;$$

$$\sum F_{yi} = 0; \quad R_{Ay} - R'_{Cy} - F_1 = 0;$$

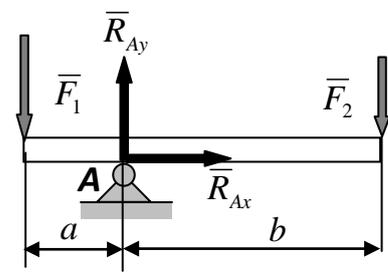
$$\sum M_{Ai} = 0; \quad M_A - R'_{Cy} (a + d) - F_1 a = 0.$$

$$\bar{R}'_{Cx} = -\bar{R}_{Cx}, \text{ но } R'_{Cx} = R_{Cx};$$

$$\bar{R}'_{Cy} = -\bar{R}_{Cy}, \text{ но } R'_{Cy} = R_{Cy}.$$

Решение полученной системы уравнений не представляет затруднений в указанном порядке: от балки CB к балке AC .

Рычаг – твердое тело, имеющее одну неподвижную точку. Рычаг может быть в



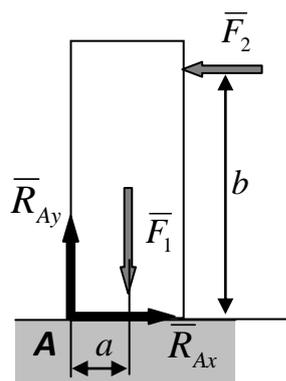
равновесии лишь при определенном соотношении активных сил, действующих на него.

Применяя общий подход составления уравнений равновесия к рычагу, получаем:

$$\begin{aligned} \sum F_{xi} &= 0; \quad R_{Ax} = 0; \\ \sum F_{yi} &= 0; \quad R_{Ay} - F_1 - F_2 = 0; \\ \sum M_{Ai} &= 0; \quad F_1 a - F_2 b = 0. \end{aligned}$$

Во многих случаях значением опорных реакций не интересуются и искомое соотношение сил определяют из последнего моментного уравнения, которое и принимается за **уравнение равновесия рычага**.

Уравнение равновесия рычага используется при расчете подпорной стенки или груза на опрокидывание. Удерживающий момент относительно неподвижной точки (от F_1) должен быть больше опрокидывающего момента (от F_2) относительно этой же точки.

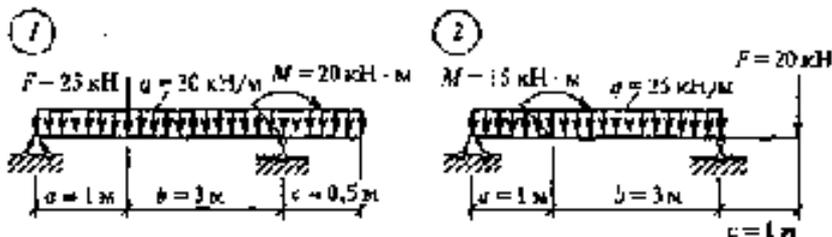


Условие устойчивости на опрокидывание:

$$M_A^{\text{удерж}} > M_A^{\text{опрок}}$$

Задания для практических работ

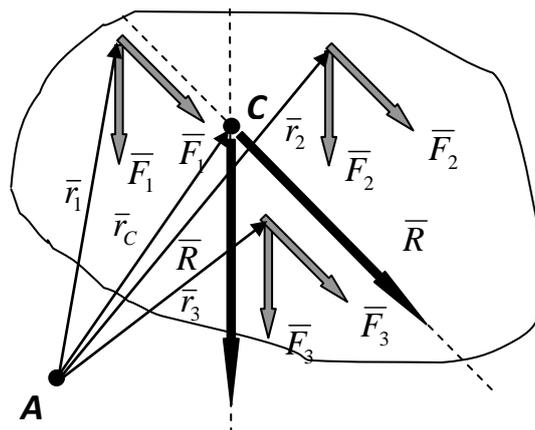
Определить реакции опор для балки одного из вариантов



Практическая работа №3 Центр тяжести твердого тела и его координаты.

Сложение параллельных сил.

Основным результатом сложения двух параллельных и направленных в одну сторону сил, является приведение их к одной силе – равнодействующей, приложенной в точке, делящей прямую, соединяющую линии действия этих сил и перпендикулярную им, на расстояния,



обратно пропорциональные величинам сил. Последовательно складывая попарно параллельные силы приходим также к одной силе – равнодействующей R . Поскольку силу можно переносить по линии ее действия, то точка приложения силы (равнодействующей) по существу не определена. Если все силы повернуть на один и тот же угол и вновь провести сложение сил, то получаем другое направление линии действия равнодействующей. Точка пересечения этих двух линий действия равнодействующих может рассматриваться, как точка приложения равнодействующей, не изменяющей своего положения при одновременном повороте всех сил на один и тот же угол. Такая точка называется *центром параллельных сил*.

Центр параллельных сил – точка приложения равнодействующей, не изменяющей своего положения при одновременном повороте всех сил на один и тот же угол.

Для аналитического определения положения центра параллельных сил применим теорему Вариньона:

$$\bar{M}_A(\bar{R}) = \sum \bar{M}_{iA}; \quad \bar{r}_C \times \bar{R} = \sum \bar{r}_i \times \bar{F}_i.$$

Каждую из сил представим с помощью единичного вектора e , параллельному линиям действия сил:

$$\bar{F}_i = F_i \bar{e} \quad \text{и} \quad \bar{R} = \sum \bar{F}_i = \sum F_i \bar{e}.$$

Тогда предыдущее равенство после перестановки скалярных множителей в векторных произведениях примет вид:

$$\bar{r}_c \sum F_i = \sum F_i \bar{r}_i.$$

Откуда получаем:

$$\bar{r}_c = \frac{\sum F_i \bar{r}_i}{\sum F_i}.$$

Проекции полученного соотношения для радиуса-вектора центра параллельных сил на координатные оси дают аналитические формулы для определения координат центра параллельных сил:

$$x_c = \frac{\sum F_i x_i}{\sum F_i}; \quad y_c = \frac{\sum F_i y_i}{\sum F_i}; \quad z_c = \frac{\sum F_i z_i}{\sum F_i}.$$

II. Центр тяжести – центр приложения равнодействующей сил тяготения (веса) материального тела.

При определении положения центра тяжести тела используются гипотезы:

1. Линии действия сил тяготения, приложенные к отдельным частицам тела, параллельны (рассматриваемые тела имеют размеры много меньше радиуса Земли и углом между линиями действия сил тяготения частиц тел можно пренебречь).

2. Ускорение свободного падения $g = \text{const}$ (высота рассматриваемых тел много меньше радиуса Земли и изменением величины ускорения свободного падения по высоте тела можно пренебречь).

3. Рассматриваемые тела – однородные (нет включений материалов с другой плотностью) и сплошные (нет пустот).

С учетом принятых гипотез, при определении положения центра тяжести можно использовать формулы для определения положения центра параллельных сил:

$$x_c = \frac{\sum \Delta G_i x_i}{\sum \Delta G_i}; \quad y_c = \frac{\sum \Delta G_i y_i}{\sum \Delta G_i}; \quad z_c = \frac{\sum \Delta G_i z_i}{\sum \Delta G_i}.$$

Здесь ΔG – силы тяжести элементарных объемов.

Определение положения центра тяжести однородных тел.

Выделим элементарный объем $Dv = dx dy dz$. Сила тяжести такого объема равна $Dg = \gamma Dv$, где $\gamma = const$ – объемный вес. Замена суммирования дискретных сил тяжести ΔG_i непрерывным распределением приводит к интегральным выражениям по объему тела для определения координат центров тяжести, например, координаты x_c :

$$x_c = \frac{\int_G x dG}{\int_G dG} = \frac{\iiint x \gamma dx dy dz}{\iiint \gamma dx dy dz} = \frac{\int_V x dV}{\int_V dV}.$$

Для координат y и z получаются аналогичные выражения.

В частном случае плоского тела (постоянной толщины $H = const$), $Dv = H dx dy = H dS$:

$$x_c = \frac{\int x dS}{\int_S dS};$$

$$y_c = \frac{\int y dS}{\int_S dS}.$$

Для линейного тела (постоянного поперечного сечения $S = const$, ось – плоская кривая), $Dv = S dL$:

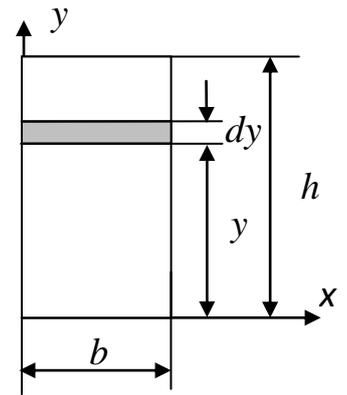
$$x_c = \frac{\int x dL}{\int_L dL};$$

$$y_c = \frac{\int y dL}{\int_L dL}.$$

III. Определение положения центра тяжести простейших плоских тел:

5. Прямоугольник: $Ds = bdy$:

$$y_c = \frac{\int_S y dS}{\int_S dS} = \frac{\int_0^h y b dy}{\int_0^h b dy} = \frac{b \int_0^h y dy}{b \int_0^h dy} = \frac{b \frac{y^2}{2} \Big|_0^h}{bh} = \frac{h}{2}$$

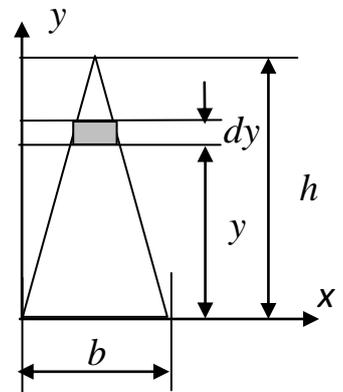


5. Треугольник:

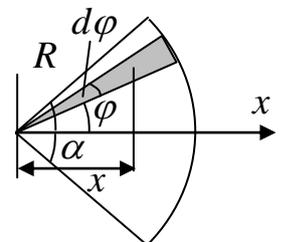
$$\frac{b_y}{b} = \frac{h-y}{h};$$

$$b_y = \frac{h-y}{h} b;$$

$$dS = b_y dy = \frac{h-y}{h} b dy.$$



$$y_c = \frac{\int_S y dS}{\int_S dS} = \frac{\int_0^h y \frac{h-y}{h} b dy}{\int_0^h \frac{h-y}{h} b dy} = \frac{\frac{b}{h} \int_0^h (hy - y^2) dy}{\frac{b}{h} \int_0^h (h-y) dy} = \frac{\frac{b}{h} \left(h \frac{y^2}{2} - \frac{y^3}{3} \right) \Big|_0^h}{\frac{b}{h} \left(hy - \frac{y^2}{2} \right) \Big|_0^h} = \frac{\frac{bh^2}{6}}{\frac{1}{2}bh} = \frac{h}{3}$$



3. Круговой сектор:

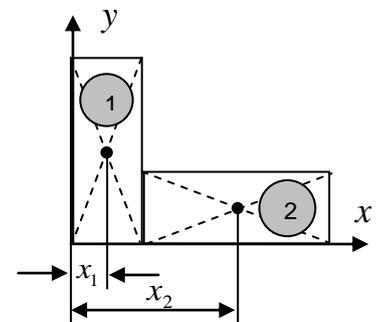
$$dS = \frac{1}{2} R(Rd\varphi) = \frac{1}{2} R^2 d\varphi.$$

$$x_c = \frac{\int_S x dS}{\int_S dS} = \frac{2 \int_0^\alpha \frac{2}{3} R \cos \varphi \frac{R^2}{2} d\varphi}{2 \int_0^\alpha \frac{R^2}{2} d\varphi} = \frac{\frac{2}{3} R^3 \sin \varphi \Big|_0^\alpha}{R^2 \varphi \Big|_0^\alpha} = \frac{2}{3} \frac{R \sin \alpha}{\alpha}$$

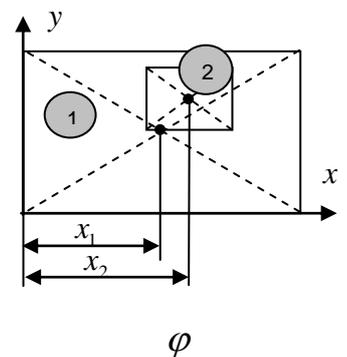
Методы определения положения центра тяжести сложных фигур:

1. Метод разбиения – сложная фигура разбивается на совокупность простых фигур, для которых известны положения центра тяжести или легко определяются.

$$x_c = \frac{\sum x_i S_i}{\sum S_i} = \frac{x_1 S_1 + x_2 S_2}{S_1 + S_2}.$$



2. Метод отрицательных площадей – сложная фигура разбивается на совокупность простых фигур, для которых известны положения центра тяжести или легко определяются, но при наличии отверстий или пустот удобно их представление в виде “отрицательных” областей.



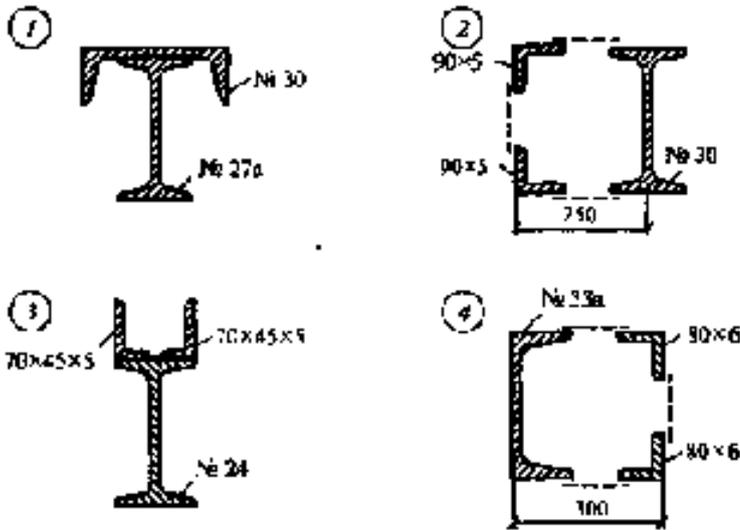
$$x_c = \frac{x_1 S_1 - x_2 S_2}{S_1 - S_2}.$$

3. **Метод симметрии** – при наличии у фигуры оси или плоскости симметрии центр тяжести лежит на этой оси или в этой плоскости. С учетом этого свойства уменьшается количество координат центра тяжести, подлежащих определению (см., например, определение положения центра тяжести кругового сектора).

4. **Метод интегрирования** – при наличии у фигуры достаточно простого контура, описываемым известным уравнением (окружность, парабола и т.п.), выбирается элементарная площадка или полоска и выполняется аналитическое интегрирование. См. например, определение положения центра тяжести треугольника или кругового сектора. При более сложном контуре, который может быть разбит на более простые граничные отрезки используется предварительно метод разбиения. При сложностях с аналитическим интегрированием используются численные методы интегрирования.

5. **Метод подвешивания** – экспериментальный метод, основанный на том, что при подвешивании тела или фигуры за какую-либо произвольную точку центр тяжести находится на одной вертикали с точкой подвеса. Для определения положения центра тяжести плоской фигуры достаточно ее подвесить поочередно за две любые точки и прочертить соответствующие вертикали, например, с помощью отвеса, и точка пересечений этих прямых соответствует положению центра тяжести фигуры.

Задания для практических работ. Определить координаты центра тяжести сечения по данным из одного варианта.



Раздел Кинематика

Практическая работа №4

Скорость и ускорение точки в естественной системе координат

Представим радиус-вектор как сложную функцию:

$$\vec{r}(t) = \vec{r}[s(t)].$$

Используем векторную форму определения скорости:

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}(t)}{dt} = \frac{d\vec{r}}{ds} \frac{ds}{dt} = \frac{d\vec{r}}{ds} \dot{s}.$$

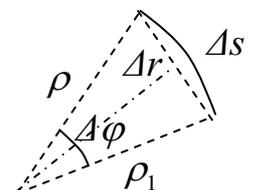
Представим производную радиус-вектора как предел:

$$\frac{d\vec{r}}{ds} = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta s}.$$

Величина производной радиуса-вектора по дуговой координате равна 1:

$$\left| \frac{d\vec{r}}{ds} \right| = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \left| \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta s} \right| = \lim_{\Delta \varphi \rightarrow 0} \frac{2\rho \sin \frac{\Delta \varphi}{2}}{\rho \Delta \varphi} = 1.$$

При $\Delta s \rightarrow 0$ радиус кривизны $\rho_1 \rightarrow \rho$, угол между радиусами кривизны $\varphi \Delta \rightarrow 0$, числитель – основание



равнобедренного треугольника, знаменатель – длина круговой дуги радиуса ρ .

Таким образом, производная радиуса-вектора по дуговой координате есть единичный вектор, направленный по касательной к траектории.

Вектор скорости равен:

$$\bar{v} = \dot{s} \bar{\tau}.$$

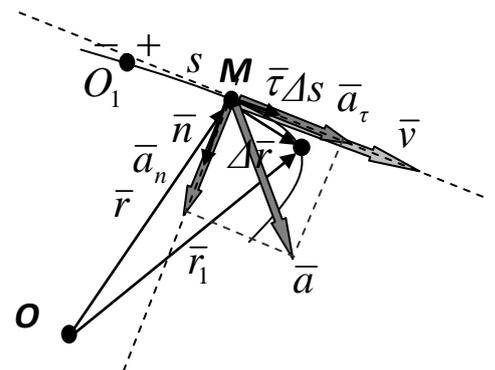
Проекция скорости на касательную:

$$v_{\tau} = \dot{s}.$$

При $\dot{s} > 0$ вектор скорости направлен в сторону увеличения дуговой координаты, в противном случае – в обратную сторону.

III. Ускорение точки – это величина, характеризующая быстроту изменения скорости точки.

Естественный способ: Используем векторное выражение для ускорения и выражение для скорости при естественном способе задания:



$$\bar{v} = \dot{s} \bar{\tau};$$

$$\bar{a} = \frac{d\bar{v}}{dt} = \frac{d}{dt}(\dot{s} \bar{\tau}) = \ddot{s} \bar{\tau} + \dot{s} \frac{d\bar{\tau}}{dt}.$$

Представим единичный касательный вектор как сложную функцию:

$$\bar{\tau}(t) = \bar{\tau}[s(t)].$$

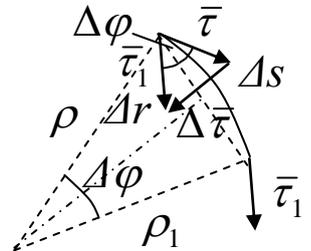
Производная единичного касательного вектора:

$$\frac{d\bar{\tau}}{dt} = \frac{d\bar{\tau}}{ds} \frac{ds}{dt} = \dot{s} \frac{d\bar{\tau}}{ds}.$$

Величина производной единичного касательного вектора по дуговой координате:

$$\left| \frac{d\bar{\tau}}{ds} \right| = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \left| \frac{\Delta \bar{\tau}}{\Delta s} \right| = \lim_{\Delta \varphi \rightarrow 0} \frac{2 \sin \frac{\Delta \varphi}{2}}{\rho \Delta \varphi} = \frac{1}{\rho}.$$

При $\Delta s \rightarrow 0$ радиус кривизны $\rho_1 \rightarrow \rho$, угол между радиусами кривизны $\varphi \Delta \rightarrow 0$, числитель – основание равнобедренного треугольника, образованного единичными векторами τ_1 и τ , знаменатель – длина круговой дуги радиуса ρ . Угол между приращением единичного вектора $\Delta \tau$ и самим вектором τ при $\varphi \Delta \rightarrow 0$, стремится к 90° . Таким образом, производная единичного касательного вектора по дуговой координате есть вектор, направленный перпендикулярно касательной к траектории.



Введем единичный вектор n , нормальный (перпендикулярный) к касательной, направленный к центру кривизны.

С использованием вектора n и ранее определенных величин ускорение представляется как сумма векторов:

$$\bar{a} = \ddot{s} \bar{\tau} + \frac{\dot{s}^2}{\rho} \bar{n}.$$

Составляющие вектора ускорения:

$$\bar{a}_\tau = \ddot{s}\bar{\tau}; \quad \bar{a}_n = \frac{\dot{s}^2}{\rho}\bar{n}.$$

Проекции ускорения на оси τ и n :

$$a_\tau = \ddot{s}; \quad a_n = \frac{\dot{s}^2}{\rho}.$$

Таким образом, полное ускорение точки есть векторная сумма двух ускорений: касательного, направленного по касательной к траектории в сторону увеличения дуговой координаты, если $\dot{s} > 0$ (в противном случае – в противоположную) и нормального ускорения, направленного по нормали к касательной в сторону центра кривизны (вогнутости траектории):

$$\bar{a} = \bar{a}_\tau + \bar{a}_n.$$

Модуль полного ускорения:

$$a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2};$$

Классификация движений точки по ее ускорениям

\bar{a}_τ	\bar{a}_n	Вид движения	
		Закон движения	Траектория
$= 0 [t, t_1]$	$= 0 [t, t_1]$	равномерное ($v = \text{const}$)	прямолинейное ($\rho = \infty$)
$= 0 [t, t_1]$	$\neq 0 [t, t_1]$	равномерное ($v = \text{const}$)	криволинейное ($\rho \neq \infty$)
$= 0$ в момент времени t	$= 0 [t, t_1]$	неравномерное ($v \neq \text{const}$), в момент времени t $v = \text{max}$	прямолинейное ($\rho = \infty$)
	$\neq 0 [t, t_1]$		криволинейное ($\rho \neq \infty$)
$\neq 0 [t, t_1]$	$= 0 [t, t_1]$	неравномерное ($v \neq \text{const}$)	прямолинейное ($\rho = \infty$)
	$= 0$	перемена направления	любая траектория

	в момент времени t	движения ($v = 0$ при $t=t$)	
		неравномерное ($v \neq \text{const}$)	перегиб траектории ($\rho = \infty$)
$\neq 0 [t, t_1]$	$\neq 0 [t, t_1]$	неравномерное ($v \neq \text{const}$)	криволинейное ($\rho \neq \infty$)
$= \text{const} [t, t_1]$	любое	равнопеременное	любая траектория

Задачи для практического занятия

Задача 1. Точка движется по дуге окружности радиуса $R = 20$ см. Закон ее движения по траектории: $s = 20 \sin \pi t$ (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/с².

2.6. 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.

Задача 2. 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.

Практическая работа №5

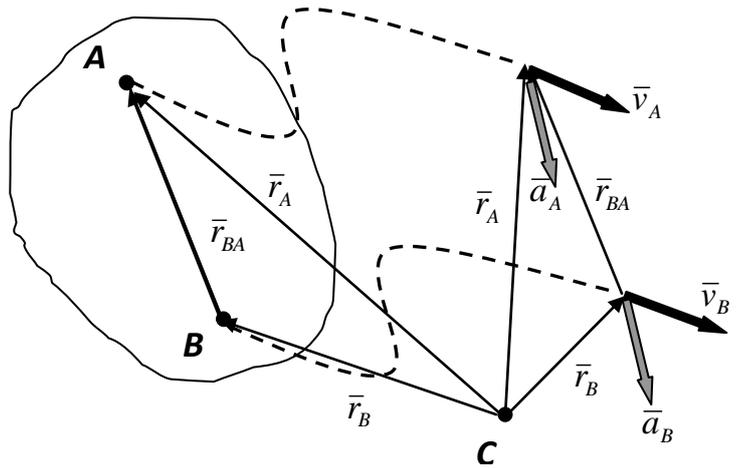
Поступательное и вращательное движение твердого тела.

Поступательное движение твердого тела – такой вид движения, при котором любая прямая, жестко связанная с телом, остается параллельной самой себе.

При поступательном движении точки и само тело (центр масс тела) могут двигаться по криволинейным траекториям (например, движение кабины колеса обозрения).

Теорема о поступательном движении твердого тела.

При поступательном движении твердого тела все его точки описывают тождественные траектории и имеют в каждый момент времени геометрически равные скорости и ускорения.



Проведем радиус-векторы к двум точкам A и B , а также соединим эти точки вектором r_{BA} .

В любой момент времени выполняется векторное равенство:

$$\vec{r}_A(t) = \vec{r}_B(t) + \vec{r}_{BA}.$$

В любой момент времени вектор r_{BA} остается постоянным по направлению (по определению поступательного движения) и по величине (расстояние между точками не изменяется). Отсюда:

$$\boxed{\vec{r}_A(t) = \vec{r}_B(t) + \text{const.}}$$

Это означает, что в каждый момент времени положение точки A отличается от положения точки B на одну и ту же величину $r_{BA} = \text{const}$, т.е. траектории этих двух точек тождественны.

Продифференцируем по времени левую и правую часть соотношения:

$$\frac{d\vec{r}_A(t)}{dt} = \frac{d\vec{r}_B(t)}{dt}.$$

Это означает, что в каждый момент времени скорость точки A равна геометрически скорости точки B :

$$\boxed{\vec{v}_A(t) = \vec{v}_B(t).}$$

Второе дифференцирование по времени приводит к соотношению:

$$\frac{d\vec{r}^2_A(t)}{dt^2} = \frac{d\vec{r}^2_B(t)}{dt^2}.$$

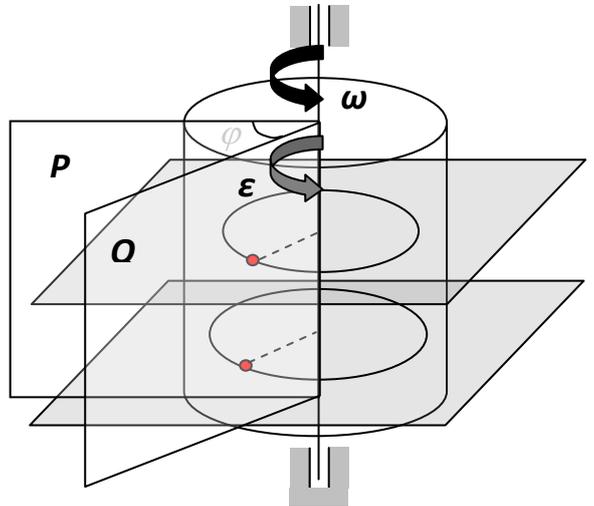
Это означает, что в каждый момент времени ускорение точки A равно геометрически ускорению точки B :

$$\boxed{\bar{a}_A(t) = \bar{a}_B(t)}.$$

Таким образом, поступательное движение твердого тела полностью определяется движением одной точки, принадлежащей этому телу и выбранной произвольным образом. Все параметры движения этой точки (траектория, скорость и ускорение) описываются уравнениями и соотношениями кинематики точки.

II. Вращательное движение твердого тела – движение, при котором все его точки движутся в плоскостях, перпендикулярных некоторой неподвижной прямой, и описывают окружности с центрами, лежащими на этой прямой, называемой осью вращения.

Вращательное движение задается законом изменения двугранного угла φ (угла поворота), образованного неподвижной плоскостью P , проходящей через ось вращения, и плоскостью Q , жестко связанной с телом.



Уравнение вращательного движения имеет вид:

$$\boxed{\varphi = \varphi(t)}.$$

Угловая скорость – величина, характеризующая быстроту изменения угла поворота.

Рассмотрим движение точки в моменты времени t и $t_1 = t + \Delta t$:

$$t \Rightarrow \varphi;$$

$$t_1 = t + \Delta t \Rightarrow \varphi_1 = \varphi + \Delta \varphi.$$

Средняя угловая скорость в интервале времени Δt равна:

$$\frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \omega_{\text{cp}}.$$

Устремим Δt к нулю и перейдем к пределу, получим истинную угловую скорость в момент времени t :

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{d\varphi}{dt} = \omega = \dot{\varphi}.$$

Если $d\varphi/dt > 0$, то вращение происходит в сторону увеличения угла поворота, если $d\varphi/dt < 0$, то вращение происходит в сторону уменьшения угла поворота.

Угловое ускорение – величина, характеризующая быстроту изменения угловой скорости.

Рассмотрим движение точки в моменты времени t и $t_1 = t + \Delta t$:

$$t \Rightarrow \omega;$$

$$t_1 = t + \Delta t \Rightarrow \omega_1 = \omega + \Delta \omega.$$

Среднее угловое ускорение в интервале времени Δt :

$$\frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \varepsilon_{\text{cp}}.$$

Устремим Δt к нулю и перейдем к пределу, получим истинное угловое ускорение в момент времени t :

$$\boxed{\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{d\omega}{dt} = \ddot{\varphi} = \dot{\omega} = \varepsilon.}$$

Угловое ускорение изображается дуговой стрелкой в сторону увеличения угла поворота при $\ddot{\varphi} > 0$.

Если угловые скорость и ускорение одного знака, то скорость увеличивается по модулю и вращение называется ускоренным (дуговые стрелки угловой скорости и углового ускорения направлены в одну сторону).

Если угловые скорость и ускорение разного знака, то скорость уменьшается по модулю и вращение называется замедленным (дуговые стрелки угловой скорости и углового ускорения направлены в противоположные стороны).

III. Равномерное вращение. Угловая скорость не изменяется по величине:

$$\omega = const.$$

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt}; \quad \int_{\varphi_0}^{\varphi} d\varphi = \omega \int_0^t dt; \quad \Rightarrow$$

$$\boxed{\varphi = \varphi_0 + \omega t.}$$

Равнопеременное вращение. Угловое ускорение не изменяется по величине:

$$\varepsilon = const.$$

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}; \quad \int_{\omega_0}^{\omega} d\omega = \varepsilon \int_0^t dt; \quad \Rightarrow$$

$$\boxed{\omega = \omega_0 + \varepsilon t.}$$

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt}; \quad \int_{\varphi_0}^{\varphi} d\varphi = \int_0^t (\omega_0 + \varepsilon t) dt; \quad \Rightarrow$$

$$\boxed{\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \varepsilon \frac{t^2}{2}.}$$

Скорость точки при вращательном движении твердого тела.

В данном случае траектория точки представляет собой окружность радиуса R – расстояние точки до оси вращения.

Применяем формулу для определения скорости точки при естественном задании движения:

$$v_{\tau} = \dot{s}.$$

Дуговая координата связана с радиусом окружности соотношением:

$$\boxed{s = \varphi R.}$$

Тогда проекция скорости на касательную к окружности:

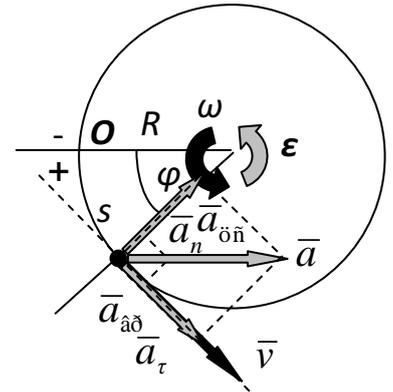
$$v_{\tau} = \frac{d}{dt}(\varphi R) = \frac{d\varphi}{dt} R = \omega R.$$

Таким образом, выражение для модуля скорости имеет вид:

$$v = \omega \cdot R.$$

Скорость точки пропорциональна расстоянию ее до оси вращения (радиусу вращения). Вектор скорости направляют перпендикулярно радиусу в сторону дуговой стрелки угловой скорости.

Ускорение точки при вращательном движении твердого тела. Траектория точки – окружность радиуса R , применяем формулы для определения ускорений точки при естественном задании движения:



$$a_\tau = \ddot{s}; \quad a_n = \frac{\dot{s}^2}{\rho}.$$

Проекции ускорения на касательную к окружности и нормаль:

$$a_\tau = \frac{d^2}{dt^2} (\varphi R) = \frac{d^2 \varphi}{dt^2} R = \varepsilon R.$$

$$a_n = \frac{1}{\rho} \left[\frac{d}{dt} (\varphi R) \right]^2 = \frac{1}{R} \left[\frac{d\varphi}{dt} R \right]^2 = \omega^2 R.$$

Вектор касательного углового ускорения, называемого **вращательным ускорением**, направляют перпендикулярно радиусу в сторону дуговой стрелки углового ускорения.

Выражение для модуля вращательного ускорения имеет вид:

$$a_{\text{вр}} = \varepsilon \cdot R.$$

Нормальное ускорение, называемое **центростремительным ускорением**, направляют по радиусу к оси вращения независимо от направления дуговой стрелки угловой скорости:

$$a_{\text{цс}} = \omega^2 \cdot R.$$

Оба ускорения точки пропорциональны расстоянию ее до оси вращения (радиусу вращения).

Полное ускорение точки, как и ранее, есть векторная сумма этих ускорений:

$$\bar{a} = \bar{a}_{\text{вр}} + \bar{a}_{\text{цс}}.$$

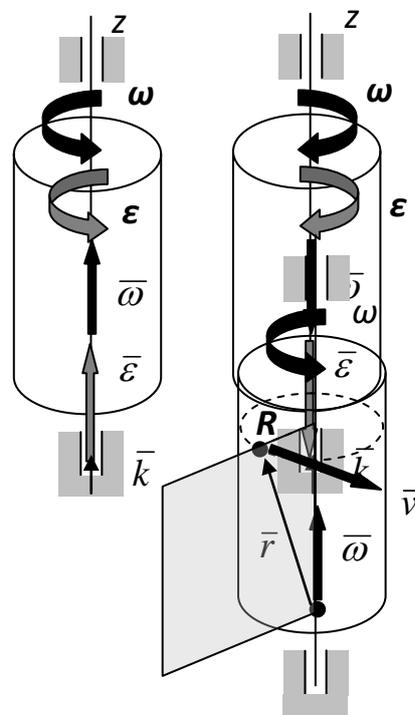
Угол между направлением полного ускорения и радиусом от величины радиуса не зависит и равен:

$$\beta = \arctg\left(\frac{a_{\text{вр}}}{a_{\text{цс}}}\right) = \arctg\left(\frac{\varepsilon}{\omega^2}\right).$$

IV. Скорость и ускорения точки при вращательном движении как векторные произведения.

Представим угловую скорость и угловое ускорение как векторы, направленные по оси вращения в ту сторону, откуда дуговые стрелки этих величин указывают вращение против часовой стрелки.

Положительное направление оси z можно задать с помощью единичного



вектора k , тогда векторы угловой скорости и углового ускорения можно представить как:

$$\bar{\omega} = \omega_z \bar{k} ; \bar{\varepsilon} = \varepsilon_z \bar{k} .$$

Здесь ω_z, ε_z – проекции векторов на ось z .

Скорость точки при вращательном движении как векторное произведение.

Выражение, которое описывает величину, и направление скорости:

$$\boxed{\bar{v} = \bar{\omega} \times \bar{r}}$$

Модуль этого векторного произведения:

$$\boxed{|\bar{v}| = |\bar{\omega}| \cdot |\bar{r}| \sin(\bar{\omega}, \bar{r})} \Rightarrow \boxed{v = \omega \cdot R.}$$

Направление вектора рассматриваемого векторного произведения определяется следующими способами:

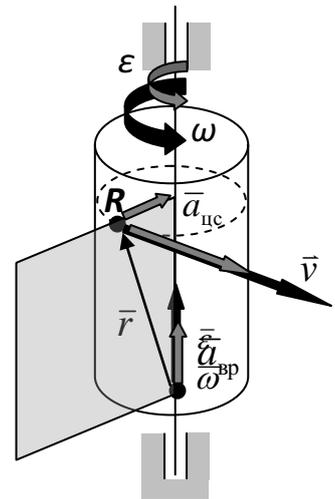
1. по определению векторного произведения – перпендикулярно плоскости, проведенной через умножаемые вектора, направлен в ту сторону, откуда поворот первого вектора ко второму на наименьший угол кажется происходящим против часовой стрелки;

2. по правилу правой руки – при совмещении большого пальца с первым вектором, остальных – со вторым вектором, поворот большого пальца перпендикулярно ладони указывает на направление вектора векторного произведения.

Ускорение точки при вращательном движении как векторное произведение.

Вращательное ускорение определяется выражением, которое описывает его величину, и направление:

$$\vec{a}_{\text{вр}} = \vec{\varepsilon} \times \vec{r}$$



Величина этого векторного произведения:

$$|\vec{a}_{\text{вр}}| = |\vec{\varepsilon}| \cdot |\vec{r}| \sin(\vec{\varepsilon}, \vec{r}). \Rightarrow a_{\text{вр}} = \varepsilon \cdot R.$$

Направление вектора рассматриваемого векторного произведения можно установить по определению векторного произведения или по правилу правой руки.

Центростремительное ускорение точки определяется выражением, которое описывает и величину, и направление центростремительного ускорения:

$$\vec{a}_{\text{цс}} = \vec{\omega} \times \vec{v} \quad \text{или} \quad \vec{a}_{\text{цс}} = \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r})$$

Величина этого векторного произведения:

$$|\vec{a}_{\text{цс}}| = |\vec{\omega}| \cdot |\vec{v}| \sin(\vec{\omega}, \vec{v}). \Rightarrow a_{\text{цс}} = \omega \cdot v = \omega(\omega \cdot R) = \omega^2 R.$$

Направление вектора рассматриваемого векторного произведения можно установить по определению векторного произведения или по правилу правой руки.

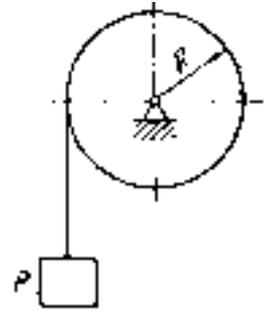
Задания для практической работы

Задача 1. Маховое колесо радиуса $R = 2\text{м}$ 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, $\omega_n = 11250$ м/с², $\omega_\tau = 10$ м/с².

Задача 2. 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 .



К задаче 3.2.

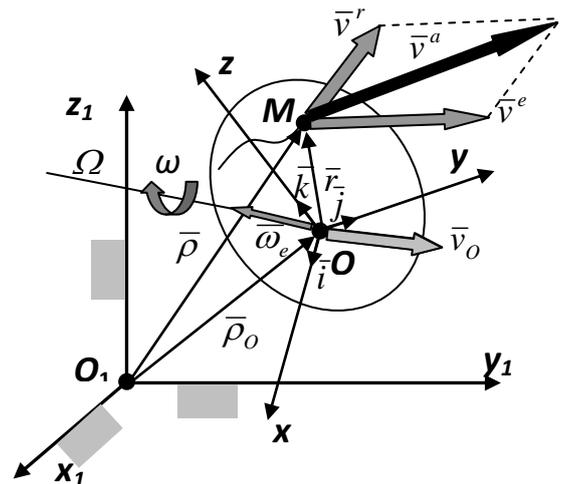
Ответ: $\omega = 20t$ рад/с, $\varepsilon = 20$ рад/с², $w = 200\sqrt{1+400t^4}$ см/с².

Практическая работа №5 Скорость и ускорение точки при сложном ее движении.

I. Сложное движение точки – такое движение, при котором точка участвует одновременно в двух или нескольких движениях.

Примерами сложного движения точки (тела) являются, например, лодка, переплывающая реку; человек, идущий по движущемуся эскалатору и др.

Для описания сложного движения точки или для представления движения в виде сложного используются две системы отсчета: **неподвижная** $O_1x_1y_1z_1$, связанная с каким-либо условно неподвижным телом и **подвижная** $Oxyz$, связанная с каким-либо движущимся телом.



При сложном движении имеют место:

Абсолютное движение (a) – движение точки, рассматриваемое относительно неподвижной системы отсчета.

Относительное движение (r) – движение точки, рассматриваемое относительно подвижной системы отсчета.

Переносное движение (e) – движение подвижной системы отсчета, рассматриваемое относительно неподвижной системы отсчета.

Абсолютная скорость (ускорение) точки v^a (a^a) – скорость (ускорение) точки, вычисленная относительно неподвижной системы отсчета.

Относительная скорость (ускорение) точки v^r (a^r) – скорость (ускорение) точки, вычисленная относительно подвижной системы отсчета.

Переносная скорость (ускорение) точки v^e (a^e) – скорость (ускорение) точки, принадлежащей подвижной системе координат или твердому телу, с которым жестко связана подвижная система координат, совпадающей с рассматриваемой движущейся точкой в данный момент времени и вычисленная относительно неподвижной системы отсчета.

II. Теорема о сложении скоростей точки при сложном движении. Абсолютная скорость точки равна геометрической сумме относительной и переносной скоростей точки.

В любой момент времени справедливо соотношение:

$$\bar{\rho} = \bar{\rho}_0 + \bar{r} = \bar{\rho}_0 + x\bar{i} + y\bar{j} + z\bar{k}.$$

Продифференцируем это соотношение по времени, имея в виду, что орты i, j, k изменяют свое направление в общем случае движения свободного тела, с которым связана подвижная система координат:

$$\frac{d\bar{\rho}}{dt} = \frac{d\bar{\rho}_O}{dt} + \frac{d\bar{r}}{dt} = \frac{d\bar{\rho}_O}{dt} + \frac{dx}{dt} \bar{i} + \frac{dy}{dt} \bar{j} + \frac{dz}{dt} \bar{k} + x \frac{d\bar{i}}{dt} + y \frac{d\bar{j}}{dt} + z \frac{d\bar{k}}{dt}.$$

В данном равенстве первое слагаемое (v_O) – **скорость полюса O**; следующие три – **относительная скорость точки (v^r)**, последние три слагаемых характеризуют **линейную скорость точки относительно оси вращения** (векторная формула):

$$\frac{d\bar{\rho}_O}{dt} = \bar{v}_O; \quad \frac{dx}{dt} \bar{i} + \frac{dy}{dt} \bar{j} + \frac{dz}{dt} \bar{k} = \bar{v}^r; \quad x \frac{d\bar{i}}{dt} + y \frac{d\bar{j}}{dt} + z \frac{d\bar{k}}{dt} = \bar{\omega}_e \times \bar{r}$$

Сумма первого и последнего слагаемого – скорость точки свободного тела есть **переносная скорость точки (v^e)**:

$$\boxed{\bar{v}^e = \bar{v}_O + \bar{\omega}_e \times \bar{r}.}$$

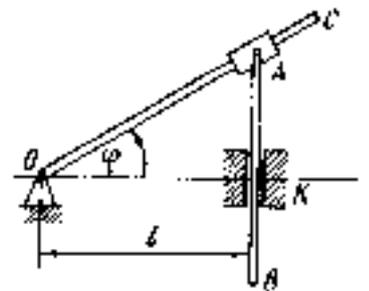
Таким образом, с учетом того, что производная по времени радиуса-вектора ρ есть абсолютная скорость, получаем:

$$\boxed{\bar{v}^a = \bar{v}^r + \bar{v}^e.}$$

Модуль вектора абсолютной скорости:

$$\boxed{|\bar{v}^a| = \sqrt{|\bar{v}^r|^2 + |\bar{v}^e|^2 + 2|\bar{v}^r||\bar{v}^e| \sin(\bar{v}^r, \bar{v}^e).}$$

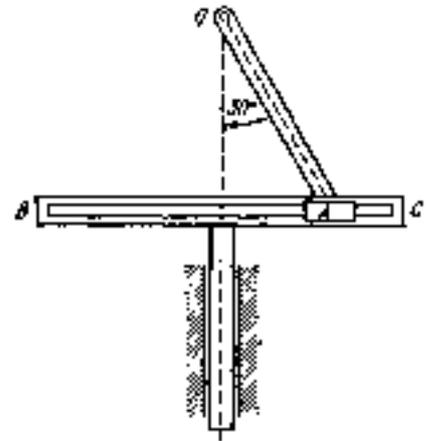
Задача 6.1. В кулисном механизме при качании кривошипа OC вокруг оси O , перпендикулярной плоскости рисунка, ползун A , перемещаясь вдоль кривошипа OC , приводит в движение стержень AB , движущийся в вертикальных направляющих K . Расстояние $OK = l$. Определить скорость движения ползуна A относительно кривошипа OC в функции от угловой скорости ω и угла поворота ϕ кривошипа.



К задаче 6.1.

Ответ: $v_r = \frac{l\omega \sin \phi}{\cos \phi}.$

Задача 6.2. 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:
$$v = \frac{v_0^2 t}{\sqrt{(r + \rho)^2 - v_0^2 t^2}}.$$

К задаче 6.2

Тема 7. Абсолютное и относительное движение точки.

Ускорение точки при сложном ее движении.

Теорема о сложении ускорений. Абсолютное ускорение точки равно геометрической сумме относительного, переносного и кориолисова ускорений точки.

Для скорости получено соотношение:

$$\frac{d\bar{\rho}}{dt} = \frac{d\bar{\rho}_O}{dt} + \frac{d\bar{r}}{dt} = \frac{d\bar{\rho}_O}{dt} + \frac{dx}{dt} \bar{i} + \frac{dy}{dt} \bar{j} + \frac{dz}{dt} \bar{k} + x \frac{d\bar{i}}{dt} + y \frac{d\bar{j}}{dt} + z \frac{d\bar{k}}{dt}.$$

Продифференцируем это соотношение по времени еще раз:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 \bar{\rho}}{dt^2} &= \frac{d^2 \bar{\rho}_O}{dt^2} + \ddot{x} \bar{i} + \ddot{y} \bar{j} + \ddot{z} \bar{k} + \dot{x} \frac{d\bar{i}}{dt} + \dot{y} \frac{d\bar{j}}{dt} + \dot{z} \frac{d\bar{k}}{dt} + \\ &+ \dot{x} \frac{d\bar{i}}{dt} + \dot{y} \frac{d\bar{j}}{dt} + \dot{z} \frac{d\bar{k}}{dt} + x \frac{d^2 \bar{i}}{dt^2} + y \frac{d^2 \bar{j}}{dt^2} + z \frac{d^2 \bar{k}}{dt^2}. \end{aligned}$$

В данном равенстве первое слагаемое (a_O) – *ускорение полюса O*; следующие три – *относительное ускорение точки* (a'):

$$\frac{d^2 \bar{\rho}_O}{dt^2} = \bar{a}_O;$$

$$\ddot{x}\bar{i} + \ddot{y}\bar{j} + \ddot{z}\bar{k} = \bar{a}^r.$$

Для последних трех слагаемых следует определить вторые производные по времени от ортов подвижной системы координат i, j, k :

$$\frac{d^2 \bar{i}}{dt^2} = \frac{d}{dt}(\bar{\omega}_e \times \bar{i}) = \frac{d\bar{\omega}_e}{dt} \times \bar{i} + \bar{\omega}_e \times (\bar{\omega}_e \times \bar{i});$$

$$\frac{d^2 \bar{j}}{dt^2} = \frac{d}{dt}(\bar{\omega}_e \times \bar{j}) = \frac{d\bar{\omega}_e}{dt} \times \bar{j} + \bar{\omega}_e \times (\bar{\omega}_e \times \bar{j});$$

$$\frac{d^2 \bar{k}}{dt^2} = \frac{d}{dt}(\bar{\omega}_e \times \bar{k}) = \frac{d\bar{\omega}_e}{dt} \times \bar{k} + \bar{\omega}_e \times (\bar{\omega}_e \times \bar{k}).$$

Подставим эти выражения в последние три слагаемые и сгруппируем:

$$\begin{aligned} & \frac{d\bar{\omega}_e}{dt} \times x\bar{i} + \bar{\omega}_e \times (\bar{\omega}_e \times x\bar{i}) + \frac{d\bar{\omega}_e}{dt} \times y\bar{j} + \bar{\omega}_e \times (\bar{\omega}_e \times y\bar{j}) + \\ & + \frac{d\bar{\omega}_e}{dt} \times z\bar{k} + \bar{\omega}_e \times (\bar{\omega}_e \times z\bar{k}) = \bar{\varepsilon}_e \times \bar{r} + \bar{\omega}_e \times (\bar{\omega}_e \times \bar{r}). \end{aligned}$$

Сумма первого и полученных двух слагаемых – ускорение точки свободного тела есть **переносное ускорение точки** (\bar{a}^e):

$$\boxed{\bar{a}^e = \bar{a}_O + \bar{\varepsilon}_e \times \bar{r} + \bar{\omega}_e \times (\bar{\omega}_e \times \bar{r}).}$$

В оставшихся шести слагаемых сложим одинаковые члены, подставим векторные произведения для первых производных по времени от ортов и сгруппируем:

$$2 \left[\dot{x} \frac{d\bar{i}}{dt} + \dot{y} \frac{d\bar{j}}{dt} + \dot{z} \frac{d\bar{k}}{dt} \right] = 2 \left[\dot{x}(\bar{\omega}_e \times \bar{i}) + \dot{y}(\bar{\omega}_e \times \bar{j}) + \dot{z}(\bar{\omega}_e \times \bar{k}) \right] = 2(\bar{\omega}_e \times \bar{v}^r).$$

Полученная компонента ускорения представляет собой *ускорение Кориолиса* (\bar{a}^c):

$$\bar{a}^c = 2(\bar{\omega}_e \times \bar{v}^r).$$

С учетом того, что вторая производная по времени радиуса-вектора ρ есть абсолютное ускорение, получаем:

$$\bar{a}^a = \bar{a}^r + \bar{a}^e + \bar{a}^c.$$

Модуль вектора ускорения Кориолиса:

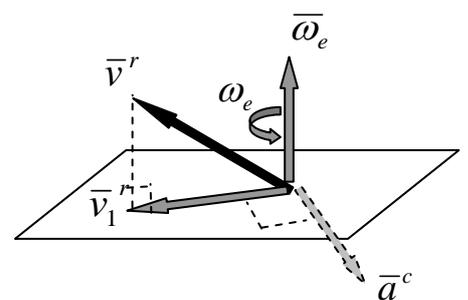
$$|\bar{a}^c| = 2\omega_e v^r \sin(\bar{\omega}_e, \bar{v}^r).$$

Ускорение Кориолиса обращается в ноль в двух случаях:

1. Угловая скорость переносного движения равна 0 (поступательное переносное движение).
2. Вектор угловой скорости параллелен вектору относительной скорости (синус угла между векторами обращается в 0).

Направление вектора ускорения Кориолиса определяется по одному из трех правил:

1. По правилу векторного произведения.
2. По правилу правой руки.
3. **По правилу Жуковского:** спроецировать вектор относительной скорости на плоскость, перпендикулярную вектору угловой скорости; повернуть проекцию вектора относительной скорости на прямой угол в сторону дуговой стрелки угловой скорости.



Причины возникновения ускорения Кориолиса. Для прояснения физических причин возникновения ускорения Кориолиса рассмотрим пример, в котором будем полагать постоянными вектор относительной скорости (в подвижной системе координат) и вектор угловой переносной скорости (вращения подвижной системы координат относительно неподвижной оси).

Пусть в некоторый момент времени положение точки и вектора относительной и переносной скоростей таковы, как они изображены на рисунке (вид сверху). Через некоторое время точка удалится от оси вращения и тело повернется на некоторый угол.

В результате:

1) относительная скорость изменится по направлению из-за наличия переносной угловой скорости;

2) переносная линейная скорость изменится по величине из-за наличия относительной скорости, изменяющей расстояние точки до оси вращения.

Таким образом, можно считать, что существует две причины возникновения ускорения Кориолиса:

1) переносная угловая скорость влияет на относительную скорость;

2) относительная скорость в свою очередь влияет на переносную линейную скорость.

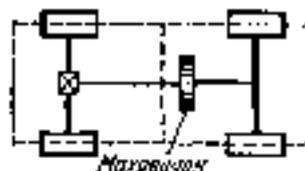
Кориолисово ускорение имеют тела, движущиеся по поверхности Земли, например, поезда, автомобили и т.д. Оно обнаруживается, например, при движении воды в реке, протекающей с севера на юг по меридиану. В Северном полушарии размывается правый берег, а в Южном – левый. На экваторе ускорение Кориолиса равно нулю, так как векторы переносной угловой скорости и относительной скорости

параллельны. По этой же причине истирается больше правый рельс в Северном полушарии и левый в Южном, если поезд идет с севера на юг.

Задачи для практических работ.

Задача 1. Автомобиль на прямолинейном участке пути движется с ускорением $\omega_0 = 2 \text{ м/с}^2$. На продольный вал насажен вращающийся маховичок радиуса $R = 0,25 \text{ м}$, имеющий в данный момент угловую скорость $\omega = 4 \text{ рад/с}$ и угловое ускорение $\varepsilon = 4 \text{ рад/с}^2$. Найти абсолютное ускорение точек обода маховичка в данный момент.

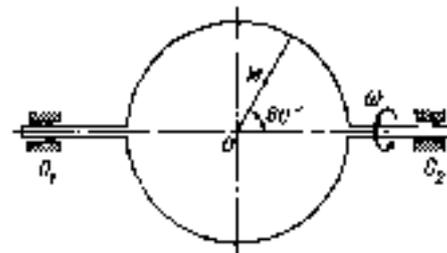
Ответ: $\omega = 4,58 \text{ м/с}^2$.



К задаче .1.

Задача 2. По радиусу диска, вращающегося вокруг оси O_1O_2 с угловой скоростью $\omega = 2t \text{ рад/с}$ в направлении от центра диска к его ободу движется точка M по закону $OM = 4t^2 \text{ см}$. Радиус OM составляет с осью O_1O_2 угол 60° . Определить величину абсолютного ускорения точки M в момент $t = 1 \text{ с}$.

Ответ: $\omega_M = 35,56 \text{ см/с}^2$.



К задаче .2.

Раздел Динамика

Практическая работа №5 Задачи динамики. Принцип Даламбера. Метод кинетостатики.

Существуют две основные задачи динамики:

1. *Прямая задача:* задано движение (уравнения движения, траектория), требуется определить силы, под действием которых происходит заданное движение.

2. *Обратная задача*: заданы силы, под действием которых происходит движение, требуется найти параметры движения (уравнения движения, траекторию движения).

Обе задачи решаются с помощью основного уравнения динамики и проекции его на координатные оси. Решение первой задачи связано с операциями дифференцирования. Решение обратной задачи требует интегрирования соответствующих дифференциальных уравнений.

Порядок решения прямой и обратной задачи:

1. Составление дифференциального уравнения движения:

1.1. Выбрать систему координат (прямоугольную (неподвижную) при неизвестной траектории движения, естественную (подвижную) при известной траектории, например).

1.2. Освободить материальную точку от связей, заменить их действие реакциями, добавить активные силы.

1.3. Записать основной закон динамики в векторном виде, спроецировать на выбранные оси, выразить задаваемые или реактивные силы через переменные время, координаты или скорости, если они от них зависят.

2. Решение дифференциальных уравнений:

2.1. Понизить производную, если уравнение не приводится к каноническому (стандартному) виду.

2.2. Разделить переменные.

2.3. Если в уравнении три переменных, то сделать замену переменных, затем разделить переменные.

2.4. Вычислить неопределенные интегралы в левой и правой частях уравнения.

2.5. Используя начальные условия, определить постоянную интегрирования.

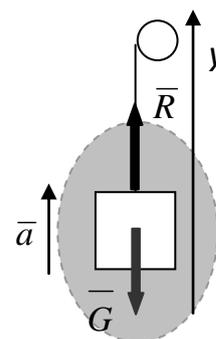
Замечание. Вместо вычисления неопределенных интегралов можно вычислить определенные интегралы с переменным верхним пределом. Нижние пределы представляют начальные значения переменных (начальные условия). Тогда не требуется отдельного нахождения постоянной, которая автоматически включается в решение.

2.6. Выразить скорость через производную координаты по времени, и повторить пункты 2.2 ... 2.5.

Замечание. Если уравнение приводится к каноническому виду, имеющему стандартное решение, то это готовое решение и используется.

Пример 1 (прямая задача). Кабина лифта весом G поднимается тросом с ускорением a . Определить натяжение троса.

1. Выбираем объект и систему координат (кабина лифта движется поступательно и ее можно рассматривать как материальную точку).
2. Отбрасываем связь (трос) и заменяем реакцией, прикладываем активные силы.



3. Составляем основное уравнение динамики:

$$m\bar{a} = \sum \bar{F}_i = \bar{G} + \bar{R}.$$

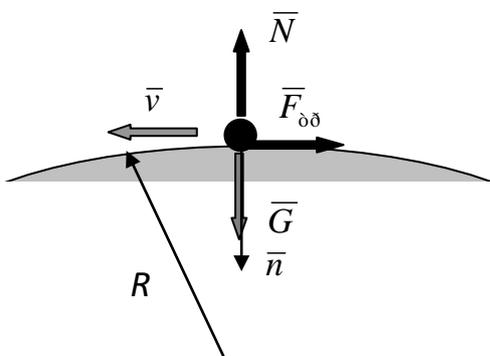
4. Проецируем основное уравнение динамики на ось y :

$$ma_y = R - G.$$

Определяем реакцию троса, которая по величине будет равна натяжению:

$$R = G + ma_y = G + \frac{G}{g} a_y = G\left(1 + \frac{a_y}{g}\right).$$

Пример 2 (прямая задача). Автомашина весом G движется по выпуклому мосту, радиус кривизны которого равен R , со скоростью V . Определить давление автомашины на мост.



1. Выбираем объект и естественную систему координат (машину рассматриваем как точку).
2. Отбрасываем связь и заменяем реакцией, прикладываем активные силы.
3. Составляем основное уравнение

динамики:

$$m\bar{a} = \sum \bar{F}_i = \bar{G} + \bar{N} + \bar{F}_{\delta\delta}.$$

4. Проецируем основное уравнение динамики на нормальную ось:

$$ma_n = G - N.$$

Определяем нормальную реакцию, равную давлению машины на мост:

$$N = G - ma_n = G - m \frac{v^2}{R} = G \left(1 - \frac{v^2}{gR} \right).$$

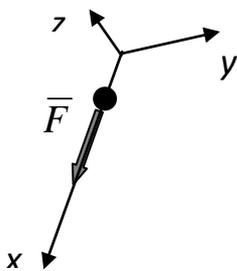
Решение обратной задачи динамики. В общем случае движения точки силы, действующие на точку, являются переменными, зависящими от времени, координат и скорости. Движение точки описывается системой трех дифференциальных уравнений второго порядка. После интегрирования каждого из них будет шесть постоянных. Значения постоянных находятся из шести начальных условий при $t = 0$.

$x = x_0;$	$y = y_0;$	$z = z_0;$
$\dot{x} = \dot{x}_0;$	$\dot{y} = \dot{y}_0;$	$\dot{z} = \dot{z}_0.$

Таким образом, под действием одной и той же системы сил материальная точка может совершать целый класс движений,

определяемых начальными условиями. Начальные координаты учитывают исходное положение точки. Начальная скорость, задаваемая проекциями, учитывает влияние на ее движение по рассматриваемому участку траектории сил, действовавших на точку до прихода на этот участок, т.е. начальное кинематическое состояние.

Пример 3 (обратная задача). Свободная материальная точка массы m движется по действием силы F , постоянной по модулю и величине. В начальный момент скорость точки составляла v_0 и совпадала по направлению с силой. Определить уравнение движения точки.



1. Выберем декартову систему отсчета, направляя ось x вдоль направления силы.

2. Составляем основное уравнение динамики:

$$m\bar{a} = \sum \bar{F}_i = \bar{F} = \overline{const.}$$

3. Спроецируем уравнение на ось:

$$ma_x = F_x = F. \quad \text{или} \quad m\ddot{x} = F.$$

4. Понижаем порядок производной:

$$m \frac{dv_x}{dt} = F.$$

5. Разделяем переменные:

$$dv_x = \frac{F}{m} dt.$$

6. Вычисляем интегралы от обеих частей уравнения:

$$\int dv_x = \int \frac{F}{m} dt \quad \Rightarrow \quad v_x = \frac{F}{m} t + C_1.$$

7. Представим проекцию скорости как производную координаты по времени и разделяем переменные:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{F}{m}t + C_1 \Rightarrow dx = \left(\frac{F}{m}t + C_1\right)dt.$$

8. Вычислив интегралы от обеих частей уравнения, получим:

$$x = \frac{F}{m} \frac{t^2}{2} + C_1 t + C_2.$$

9. Для определения значений постоянных C_1 и C_2 используем начальные условия $t = 0$, $v_x = v_0$, $x = x_0$:

$$v_0 = \frac{F}{m} \cdot 0 + C_1; \quad x_0 = \frac{F}{m} \frac{0^2}{2} + C_1 \cdot 0 + C_2.$$

$$C_1 = v_0; \quad C_2 = x_0.$$

В итоге получаем уравнение равнопеременного движения (по оси x):

$$1. \quad x = \frac{F}{m} \frac{t^2}{2} + v_0 t + x_0.$$

Задания для практических работ

1. Горизонтальная платформа, на которой лежит груз массы 1,02 кг, опускается вертикально вниз с ускорением 4 м/с². 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 $t = 0$ до $t = 2$ с; 2) от $t = 2$ до $t = 8$ с и 3) от $t = 8$ с до $t = 10$ с.
 Ответ: $T_1 = 5904$ Н, $T_2 = 4704$ Н, $T_3 = 3504$ Н.



К задаче 26.4

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. 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.

5. 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: $f = 0,2$.

6. Тяжелая точка поднимается по негладкой наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом. В начальный момент скорость точки равнялась $v_0 = 15$ 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.

Практическая работа №6 Теоремы динамики. Теорема об изменении количества движения. Теорема об изменении кинетической энергии.

Теорема об изменении момента количества движения системы.

Рассмотрим систему n материальных точек. Приложенные к каждой точке силы разделим на внешние и внутренние и заменим их на соответствующие равнодействующие F_k^e и F_k^i . Запишем для каждой точки основное уравнение динамики:

$$m_k \frac{d\bar{v}_k}{dt} = \bar{F}_k^e + \bar{F}_k^i.$$

Умножим векторно каждое из равенств на радиус-вектор:

$$\bar{r}_k \times m_k \frac{d\bar{v}_k}{dt} = \bar{r}_k \times \bar{F}_k^e + \bar{r}_k \times \bar{F}_k^i.$$

Просуммируем эти уравнения по всем точкам:

$$\sum \bar{r}_k \times m_k \frac{d\bar{v}_k}{dt} = \sum \bar{r}_k \times \bar{F}_k^e + \sum \bar{r}_k \times \bar{F}_k^i.$$

По свойству главного момента всех внутренних сил системы:

$$\bar{M}_O^i = \sum \bar{M}_{kO}^i = 0.$$

Таким образом, получаем:

$$\sum \frac{d}{dt} (\bar{r}_k \times m_k \bar{v}_k) = \bar{M}_O^e.$$

Заменяем сумму производных на производную суммы:

$$\frac{d}{dt} (\sum \bar{r}_k \times m_k \bar{v}_k) = \bar{M}_O^e.$$

Выражение в скобках есть момент количества движения системы. Тогда получаем, что **производная вектора момента количества движения системы относительно некоторого центра по времени равна главному моменту внешних сил системы относительно этого же центра:**

$$\boxed{\frac{d\bar{K}_O}{dt} = \bar{M}_O^e.}$$

В проекциях на координатные оси:

$$\boxed{\frac{dK_x}{dt} = M_x^e; \quad \frac{dK_y}{dt} = M_y^e; \quad \frac{dK_z}{dt} = M_z^e.}$$

Производная момента количества движения системы относительно некоторой оси по времени равна главному моменту внешних сил системы относительно этой же оси.

Следствия из теоремы об изменении момента количества движения системы (законы сохранения):

1. Если в интервале времени $[t_1, t_2]$ вектор главного момента внешних сил системы относительно некоторого центра равен нулю, $M_O^e = 0$, то вектор момента количества движения системы относительно этого же центра постоянен, $K_O = \text{const}$ (закон сохранения момента количества движения системы).

2. Если в интервале времени $[t_1, t_2]$ главный момент внешних сил системы относительно какой-либо оси (например, оси x) равен нулю, $M_x^e = 0$, то момент количества движения системы относительно этой оси постоянен, $K_x = \text{const}$.

Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки. Изменение кинетической энергии точки равно работе сил, действующих на точку на том же перемещении.

Запишем основной закон динамики точки:

$$m\bar{a} = \sum \bar{F}_i = \bar{R}.$$

Выразим ускорение через скорость и умножим левую и правую части соотношения скалярно на дифференциал радиуса-вектора:

$$m \frac{d\bar{v}}{dt} \cdot d\bar{r} = \bar{R} \cdot d\bar{r} \quad \Leftrightarrow \quad m\bar{v} \cdot d\bar{v} = \bar{R} \cdot d\bar{r}.$$

Проинтегрируем полученное соотношение:

$$\int d\left(\frac{mv^2}{2}\right) = \int_{M_0}^M dA; \quad \left.\frac{mv^2}{2}\right|_{v_0}^v = A.$$

После подстановки пределов получаем ***теорему об изменении кинетической энергии материальной точки:***

$$\boxed{\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = A.}$$

Теорема об изменении кинетической энергии системы.
Изменение кинетической энергии системы равно работе сил, действующих на систему на соответствующих перемещениях точек системы.

Запишем теорему об изменении кинетической энергии для произвольной точки системы, при этом выделим работу внешних и внутренних сил, приложенных к данной точке:

$$\frac{m_k v_k^2}{2} - \frac{m v_{k0}^2}{2} = A_k^i + A_k^e.$$

Просуммируем левые и правые части соотношений по всем точкам:

$$\sum \frac{m_k v_k^2}{2} - \sum \frac{m v_{k0}^2}{2} = \sum A_k^i + \sum A_k^e.$$

В левой части получили разность кинетических энергий системы:

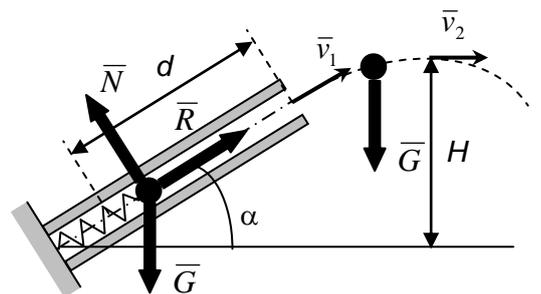
$$T - T_0 = \sum A_k^i + \sum A_k^e.$$

Для неизменяемой системы, где $\sum A_k^i = 0$:

$$T - T_0 = \sum A_k^e.$$

Пример. Снаряд массы m выбрасывается пружинным устройством из канала под углом α к горизонту. Длина нерастянутой пружины жесткостью c равна длине канала l_0 . Перед выстрелом пружина сжимается на величину d . Определить скорость снаряда при вылете из канала, а также максимальную высоту полета.

1. Выбираем объект – снаряд.



2. Отбрасываем связи – ствол и пружину. Заменяем связи реакциями – N, R .

3. Добавляем активные силы – G .

4. Записываем теорему об изменении кинетической энергии для точки:

$$\frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = A.$$

Начальная скорость снаряда равна нулю: $v_0 = 0$.

Работа сил, приложенных к объекту, равна:

$$A = A_N + A_G + A_R.$$

Работа нормальной реакции равна нулю (направление реакции перпендикулярно перемещению): $A_N = 0$.

Работа силы тяжести:

$$A_G = -G\Delta h = -mgd \sin \alpha.$$

Работа упругой реакции пружины (направление реакции совпадает с перемещением):

$$A_R = c \frac{d^2}{2}.$$

Подставляем определенные величины в теорему:

$$\frac{mv_1^2}{2} - 0 = -mgd \sin \alpha + c \frac{d^2}{2}.$$

Отсюда величина скорости вылета снаряда:

$$v_1 = \sqrt{\frac{cd^2}{m} - 2gd \sin \alpha}.$$

Определяем максимальную высоту полета (повторяем пункты 1-4):

$$\frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = A.$$

Вертикальная скорость снаряда в наивысшей точке траектории равна нулю: $v_{2y} = 0$.

Горизонтальная скорость снаряда постоянная (из закона сохранения проекции на ось x количества движения точки) и равна:

$$v_{2x} = v_{1x} = \sqrt{\frac{cd^2}{m} - 2gd \sin \alpha \cos \alpha}.$$

Работа силы тяжести:

$$A_G = -G\Delta h = -mg(H - l_0 \sin \alpha).$$

Подставляем определенные величины в теорему:

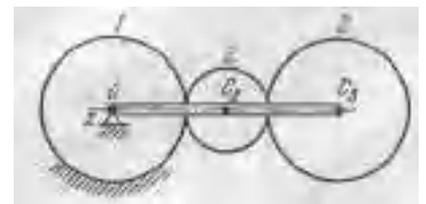
$$\frac{m \left(\frac{cd^2}{m} - 2gd \sin \alpha \right) \cos^2 \alpha}{2} - \frac{m \left(\frac{cd^2}{m} - 2gd \sin \alpha \right)}{2} = -mg(H - l_0 \sin \alpha).$$

Отсюда максимальная высота полета:

$$H = \left(\frac{cd^2}{2mg} - d \sin \alpha \right) \sin^2 \alpha + l_0 \sin \alpha.$$

Задания для практических работ

1. 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 имеет радиус r_2 . Кривошип вращается с угловой скоростью, проекция которой на ось z равна ω_z . Массой кривошипа пренебречь. Колеса считать однородными дисками.



Ответ: $L_{0z} = \frac{m_2(2r + 3r_2) + 8m(r + r_2)}{2} (r + r_2) \omega_z.$

К задаче 1

2. 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, $T_2 = 50$ Н. Чему должен быть равен момент сил сопротивления для того, чтобы шкив вращался с угловым ускорением $\varepsilon = 1,5$ рад/с²? Шкив считать однородным диском.

Ответ: $9,8$ Н · м.

3. Твердое тело, находившееся в покое, приводится во вращение вокруг неподвижной вертикальной оси постоянным моментом, равным M : при этом возникает момент сил сопротивления M_I , пропорциональный квадрату угловой скорости вращения твердого тела:

$M_I = \alpha \omega^2$. Найти закон изменения угловой скорости, момент инерции твердого тела относительно оси вращения равен J .

Ответ: $\omega = \sqrt{\frac{M}{\alpha} \frac{e^{\beta t} - 1}{e^{\beta t} + 1}}$, где $\beta = \frac{2}{J} \sqrt{\alpha M}$.

4. Тело K находится на шероховатой наклонной плоскости в покое. Угол наклона плоскости к горизонту α и $f_0 > \text{tg} \alpha$, где f_0 - коэффициент трения покоя. В некоторый момент телу сообщена начальная скорость V_0 , направленная к задаче 46

вдоль плоскости вниз. Определить путь s , пройденный телом до остановки, если коэффициент трения при движении равен f .

Ответ: $s = \frac{v_0^2}{2g(f \cos \alpha - \sin \alpha)}$.

5. 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.

6. Брус начинает двигаться с начальной скоростью v_0 по горизонтальной шероховатой плоскости и проходит до полной остановки расстояние s . Определить коэффициент трения скольжения, считая, что сила трения пропорциональна нормальному давлению.

Ответ: $f = v_0^2 / (2gs)$.

7. Вычислить кинетическую энергию гусеницы трактора, движущегося со скоростью v_0 . Расстояние между осями колес равно l , радиусы колес равны r , масса одного погонного метра гусеничной цепи равна γ .

Ответ: $T = 2\gamma(l + \pi r)v_0^2$.



К задаче 7

8. 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: $R_c = \mu Mgv^2$, где μ - коэффициент, зависящий от формы автомобиля. Определить мощность N двигателя, передаваемую на оси ведущих колес, в установившемся режиме.

$$\text{Ответ: } N = Mg \left(\frac{f_k}{r} + \mu v^2 \right) v.$$

Практическая работа №7 Принцип Даламбера. Метод кинестатики.

Принцип Даламбера – это общий метод, при помощи которого уравнения динамики по форме придается вид уравнений статики.

Основное уравнение динамики точки:

$$m\bar{a} = \sum \bar{P}_i.$$

Перенесем произведение массы на ускорение в правую часть:

$$0 = \sum \bar{P}_i - m\bar{a}.$$

Получившееся дополнительное слагаемое имеет размерность силы и принимается за силу инерции, направленную в сторону противоположную ускорению:

$$\boxed{\bar{\Phi} = -m\bar{a}.$$

Получаем **принцип Даламбера для материальной точки**: **геометрическая сумма приложенных к точке сил и силы инерции этой точки равна нулю**:

$$\boxed{\sum \bar{P}_i + \bar{\Phi} = 0.$$

Сила инерции условно добавляется к действующим на точку силам, образуя взаимно уравновешенную систему сил.

Принцип Даламбера для несвободной механической системы.

Запишем принцип Даламбера для k -той точки:

$$\bar{P}_k + \bar{R}_k + \bar{\Phi}_k = 0.$$

Здесь P_k – равнодействующая задаваемых сил, приложенных к точке;

R_k – равнодействующая реакций связей, приложенных к точке;

$\Phi_k = -ma_k$ – сила инерции точки.

Сложим все n уравнений:

$$\sum \bar{P}_k + \sum \bar{R}_k + \sum \bar{\Phi}_k = 0.$$

Здесь P^* – главный вектор задаваемых сил, приложенных к точке;

R^* – главный вектор реакций связей, приложенных к точке;

Φ^* – главный вектор сил инерции точек системы.

Таким образом, ***геометрическая сумма главных векторов задаваемых сил, реакций связи и сил инерции материальных точек равна нулю:***

$$\boxed{\bar{P}^* + \bar{R}^* + \bar{\Phi}^* = 0.}$$

Умножим уравнение, выражающее принцип Даламбера на радиус-вектор, проведенный из центра O к точке:

$$\bar{r}_k \times \bar{P}_k + \bar{r}_k \times \bar{R}_k + \bar{r}_k \times \bar{\Phi}_k = 0.$$

Сложим все n уравнений:

$$\sum \bar{r}_k \times \bar{P}_k + \sum \bar{r}_k \times \bar{R}_k + \sum \bar{r}_k \times \bar{\Phi}_k = 0.$$

Таким образом, *геометрическая сумма главных моментов задаваемых сил, реакций связи и сил инерции материальных точек относительно любого центра равна нулю:*

$$\overline{M}_O^P + \overline{M}_O^R + \overline{M}_O^\Phi = 0.$$

III. Приведение сил инерции точек твердого тела к простейшему виду. В динамике за центр приведения принимается обычно центр масс системы.

В результате приведения сил инерции в общем случае получается главный вектор сил инерции и главный момент сил инерции относительно центра масс:

$$\begin{aligned} \overline{\Phi}^* &= \sum \overline{\Phi}_k = -\sum m_k \overline{a}_k; \\ \overline{M}_C^\Phi &= \sum \overline{M}_{iC}^\Phi = -\sum \overline{r}_k \times m_k \overline{a}_k. \end{aligned}$$

Главный вектор сил инерции твердого тела – не зависит от выбора центра приведения и для всех типов движения равен:

$$\overline{\Phi}^* = -M\overline{a}_C.$$

Рассмотрим главный момент сил инерции при различных видах движения:

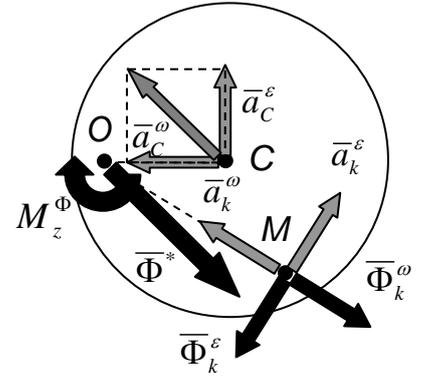
Поступательное движение. Ускорения всех точек одинаковы и главный момент сил инерции относительно центра масс равен нулю, т.к. радиус-вектор центра масс обращается в нуль, если центр приведения совпадает с центром масс:

$$\overline{M}_C^\Phi = \sum \overline{M}_{iC}^\Phi = -\sum \overline{r}_k \times m_k \overline{a}_C = -\sum m_k \overline{r}_k \times \overline{a}_C = -M\overline{r}_C \times \overline{a}_C = 0;$$

Таким образом, силы инерции приводятся к равнодействующей силе, приложенной в центре масс, равной по модулю произведению

массы тела на модуль ускорения его центра масс и направленной противоположно этому ускорению.

Вращательное движение вокруг неподвижной оси. Рассмотрим тело, имеющее плоскость материальной симметрии, перпендикулярной оси вращения. В этом случае ось вращения является главной осью инерции тела в точке O . Ускорения всех точек, лежащих на одной прямой, параллельной оси вращения геометрически равны. Поэтому силы инерции симметричных точек относительно плоскости материальной симметрии также равны и их равнодействующая будет лежать в этой плоскости (в точке M_k).



Главный вектор сил инерции равен:

$$\vec{\Phi}^* = -M\vec{a}_C.$$

Ускорение центра масс:

$$a_C = OC\sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4}.$$

При выборе центра приведения в точке O главный вектор сил инерции должен быть приложен в этой точке параллельно вектору ускорения центра масс в противоположную сторону.

В произвольной точке M_k ускорение равно:

$$\vec{a}_k = \vec{a}_k^\varepsilon + \vec{a}_k^\omega; \quad a_k^\varepsilon = \varepsilon OM_k, a_k^\omega = \omega^2 OM_k.$$

Так как линии действия центробежных сил инерции проходят через центр вращения, то главный момент сил инерции вычисляется как сумма моментов только вращательных сил инерции:

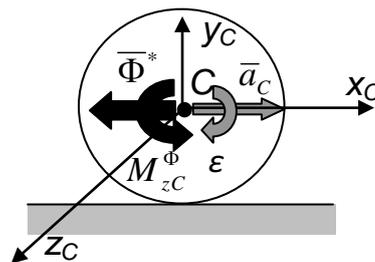
$$M_O^\Phi = -\sum \Phi_k^\varepsilon OM_k = -\sum m_k \varepsilon OM_k^2 = -\varepsilon \sum m_k OM_k^2 = -I_z \varepsilon.$$

Таким образом, главный момент сил инерции равен произведению углового ускорения на момент инерции тела относительно оси вращения и направлен в сторону противоположную угловому ускорению:

$$M_z^\Phi = -I_z \varepsilon.$$

При вращательном движении тела вокруг неподвижной оси силы инерции приводятся к главному вектору и главному моменту сил инерции.

3. Плоское движение. Рассмотрим тело, совершающее плоское движение, и имеющее плоскость материальной симметрии параллельную плоскости движения. Это движение может быть разложено на поступательное движение с центром масс тела C и вращательное вокруг подвижной оси z_C , проходящей через центр масс тела перпендикулярно плоскости движения.



В соответствии с этим силы инерции поступательного движения приводятся к главному вектору сил инерции, приложенному в центре масс, и главному моменту сил инерции (паре сил, лежащей в плоскости движения):

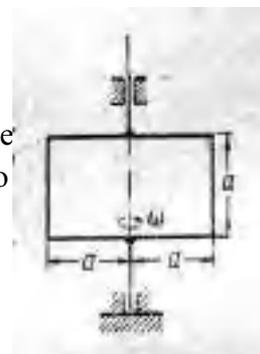
$$\Phi^* = -M \bar{a}_C, \quad M_{z_C}^\Phi = -I_{z_C} \varepsilon.$$

Задания для практических работ

1. Автомобиль массы M движется прямолинейно с ускорением w . Определить вертикальное давление передних и задних колес автомобиля, если его центр масс C находится на высоте h от поверхности грунта. Расстояния передней и задней осей автомобиля от вертикали, проходящей через центр масс, соответственно равны a

и b . Массами колес пренебречь. Как должен двигаться автомобиль, чтобы давления передних и задних колес оказались равными?

Ответ: $N_1 = \frac{M(gb - wh)}{a + b}$, $N_2 = \frac{M(ga + wh)}{a + b}$; при торможении автомобиля с замедлением $w = g \frac{a - b}{2h}$.



2. Однородная прямоугольная пластинка массы M равномерно вращается вертикальной осью с угловой скоростью ω . Определить силу, разрывающую

направлении, перпендикулярном

оси вращения, в сечении, проходящем через ось вращения.

К задаче 2

3. В центробежном тахометре два тонких однородных прямолиней-

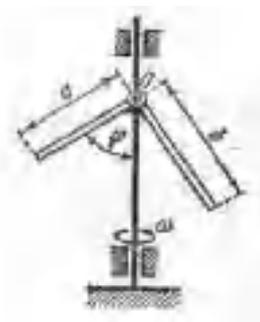
ных стержня длины a и b жестко соединены под прямым углом,

вершина которого O шарнирно соединена с вертикальным валом;

вал вращается с постоянной угловой скоростью ω . Найти зависимость

между ω и углом отклонения φ , образованным направлением

стержня длины a и вертикалью.



К задаче 3

$$\text{Ответ: } \omega^2 = 3g \frac{b^2 \cos \varphi - a^2 \sin \varphi}{(b^3 - a^3) \sin 2\varphi}.$$

Раздел . Сопротивление материалов.

Практическая работа №8 Расчет стержней на прочность и жесткость при действии продольных сил .

Задача: По оси стального ступенчатого бруса приложены силы F_1 и F_2 , значения которых, а также площади поперечных сечений и длины участков указаны на рисунке 1. Построить эпюры продольных сил, нормальных напряжений и абсолютных удлинений бруса. Модуль продольной упругости материала бруса $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

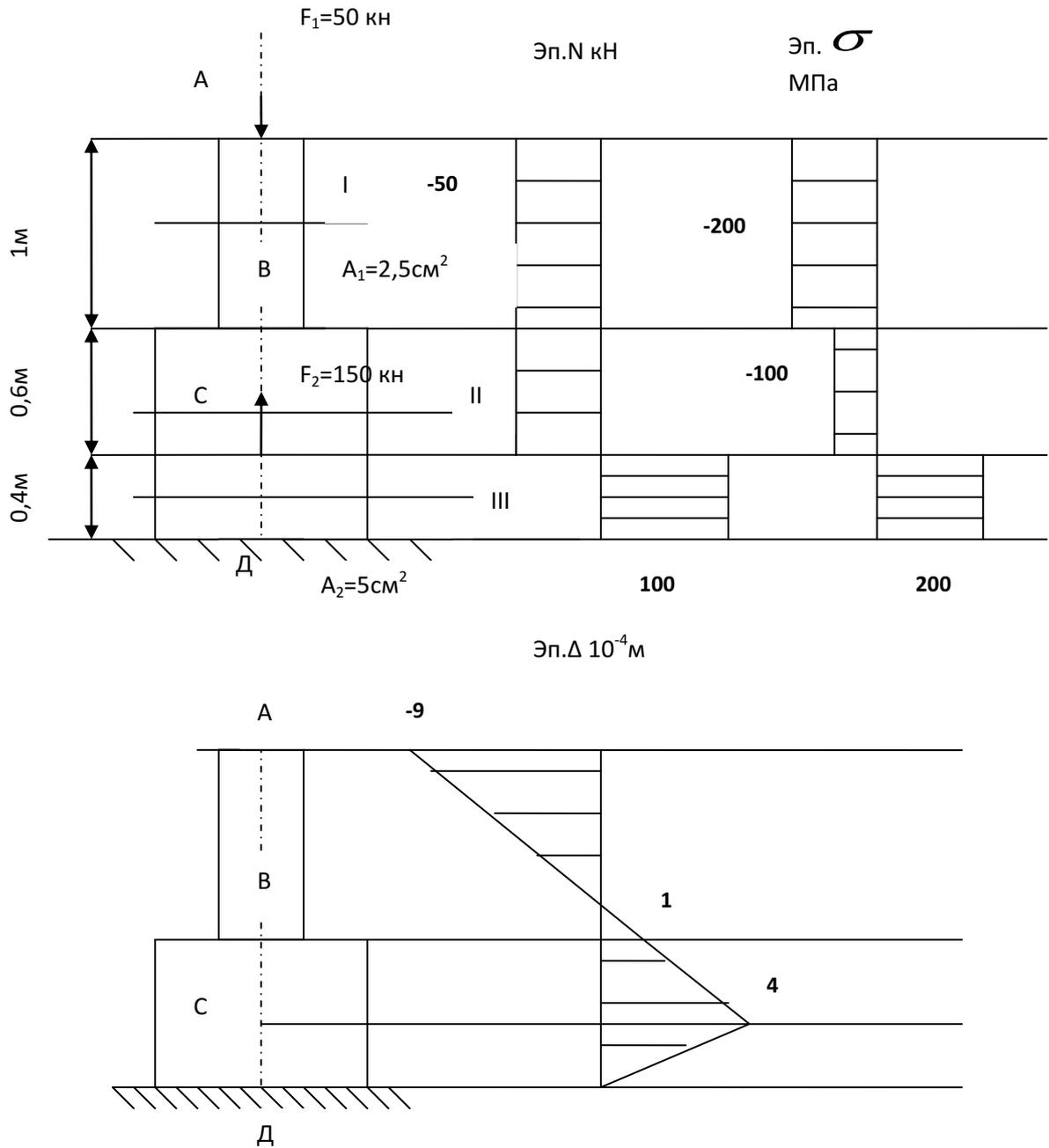


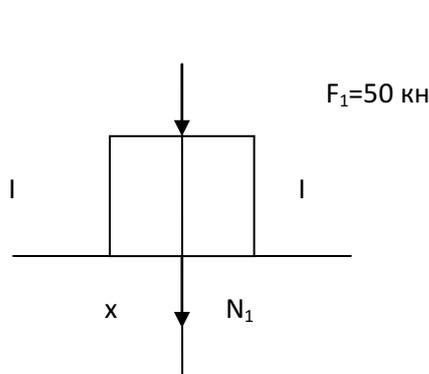
Рисунок 1.-Эпюры внутренних силовых факторов , напряжений и перемещений характерных точек сечений.

Решение:

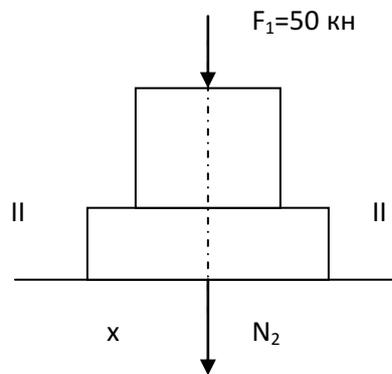
1. Построение эпюр продольных сил и нормальных напряжений по длине бруса.

2.1.Разбиваем брус на участки , начиная со свободного конца и применяя принцип Сен-Венана. Границами участков являются сечения , в которых приложены внешние силы или места изменения площади поперечного сечения. Брус имеет три участка АВ, ВС и СД.

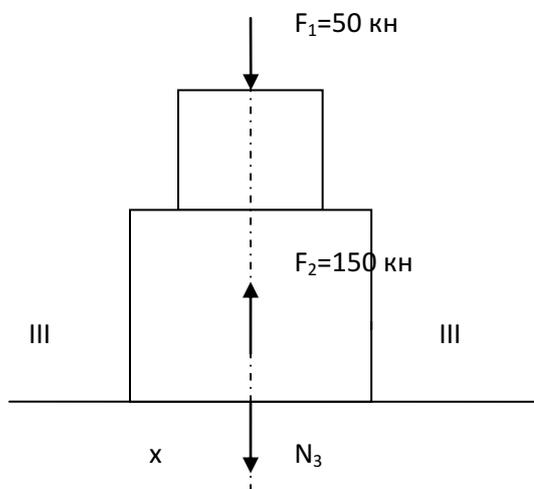
2.2.Определяем значения продольного усилия , используя метод РОЗУ и правило знаков. Для этого проводим сечения в пределах каждого участка , отбрасывая нижнюю часть бруса и заменяя ее действие усилием N (направлена в сторону отброшенной части) составляем уравнения равновесия.



а) участок АВ:



б) участок ВС:



в) участок СД:

Рисунок .2.- Равновесие участков.

Участок АВ (рис5.2 а):

$$\sum X = F_1 + N_1 = 0 \quad \text{отсюда} \quad N_1 = -F_1 = -50 \text{ кН (Сжатие)}$$

Участок ВС(рис5.2 б):

$$\sum X = F_1 + N_2 = 0 \quad \text{отсюда} \quad N_2 = -F_1 = -50 \text{ кН (Сжатие)}$$

Участок СД(рис5.2 в):

$$\sum X = F_1 + N_3 - F_2 = 0 \quad \text{отсюда} \quad N_3 = F_2 - F_1 = 100 \text{ кН (растяжение)}$$

2.3. Определяем значения нормальных напряжений.

$$\text{Участок АВ: } \sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{-50 \times 10^3}{2,5 \times 10^{-4}} = -200 \text{ МПа}$$

$$\text{Участок ВС: } \sigma_2 = \frac{N_2}{A_2} = \frac{-50 \times 10^3}{5 \times 10^{-4}} = -100 \text{ МПа}$$

$$\text{Участок СД: } \sigma_3 = \frac{N_3}{A_3} = \frac{100 \times 10^3}{5 \times 10^{-4}} = 200 \text{ МПа}$$

2.4. Определяем абсолютные удлинения участков бруса и перемещения характерных точек.

$$\Delta_d = 0$$

$$\Delta_c = \Delta_d + \Delta L_{CD} = \frac{N_3 \times L_3}{A_2 \times E} = \frac{100 \times 10^3 \times 0,4}{5 \times 10^{-4} \times 2 \times 10^{11}} = 4 \times 10^{-4} \text{ м,}$$

$$\Delta_B = \Delta_C + \Delta L_{BC} = \Delta_C + \frac{N_2 \times L_2}{A_2 \times E} = 4 \times 10^{-4} + \frac{-50 \times 10^3 \times 0,6}{5 \times 10^{-4} \times 2 \times 10^{11}} = 4 \times 10^{-4} - 3 \times 10^{-4} = 1 \times 10^{-4} \text{ м},$$

$$\Delta_A = \Delta_B + \Delta L_{AB} = \Delta_B + \frac{N_2 \times L_2}{A_2 \times E} = 1 \times 10^{-4} + \frac{-50 \times 10^3 \times 1}{2,5 \times 10^{-4} \times 2 \times 10^{11}} = -9 \times 10^{-4} \text{ м}.$$

Брус укорачивается на 0,9 мм.

2.5. По полученным данным строим эпюры N , σ и Δ , откладывая от нулевой линии в масштабе их значения (положительные значения вправо, отрицательные влево) (рис.1).

Практическая работа №9 Расчет вала на прочность и жесткость при кручении.

Пример №3. Для вала, испытывающего кручение, требуется (рис.5.6.):

1. Построить эпюру крутящего момента.
2. Определить диаметр вала из условия прочности и жесткости.
3. Определить углы закручивания каждого характерного сечения и построить эпюру.

Для материала вала принять допускаемое напряжение при кручении $[\tau] = 90 \text{ МПа}$, модуль сдвига $G = 0,8 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, допускаемый угол закручивания $[\varphi] = 1 \text{ град/м}$.

$M_1 = 900 \text{ Нм}$, $M_2 = 1500 \text{ Нм}$, $M_3 = 800 \text{ Нм}$, $L_1 = L_2 = L_3 = 0,5 \text{ м}$.

Решение:

1. Разобьем длину данного вала на три участка: I, II, III. Границами участков являются сечения, в которых приложены внешние моменты. Так как моменты, нагружающие вал, действуют в плоскостях, перпендикулярных его продольной оси, то в поперечных сечениях возникает только один внутренний силовой фактор – крутящий момент T_z . Для определения крутящего момента применим метод сечений. Крутящий момент в произвольном поперечном сечении вала численно равен алгебраической сумме внешних моментов, действующих на отсеченную часть, т.е. $T_z = \sum M_i$.

Установим следующее правило знаков: внешний момент, направленный по ходу часовой стрелки (при взгляде со стороны проведенного сечения), считается положительным, в противном случае внешний момент отрицателен (рис.1).

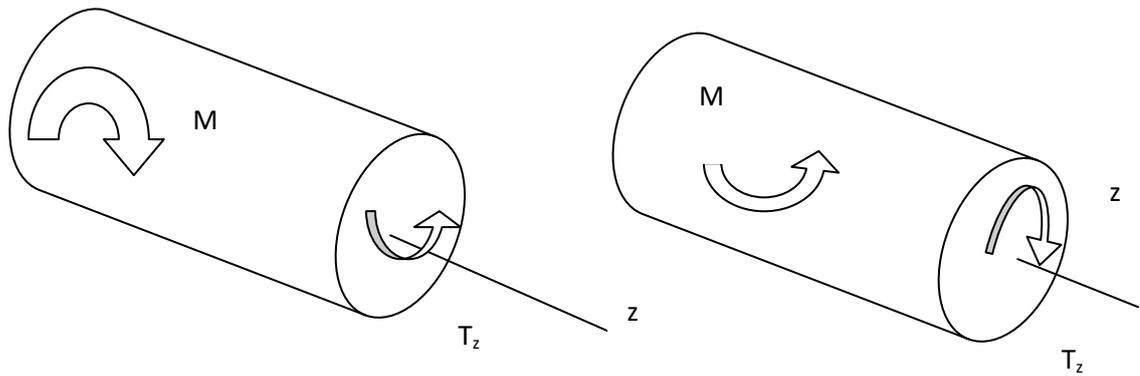


Рисунок 1.- Правило знаков для определения крутящего момента.

Проведя мысленно сечение в пределах каждого из участков вала, будем отбрасывать правую закрепленную часть и оставлять для рассмотрения левую часть.

На участке I крутящий момент постоянен и равен:

$$T_{z1} = M_1 = 900 \text{ Нм}$$

На участке II крутящий момент постоянен и равен:

$$T_{z2} = M_1 - M_2 = 900 - 1500 = -600 \text{ Нм}$$

На участке III крутящий момент постоянен и равен:

$$T_{z3} = M_1 - M_2 + M_3 = 900 - 1500 + 800 = 200 \text{ Нм}$$

Построенная эпюра крутящих моментов показана на рисунке 2

2. Определяем диаметр вала из условия прочности. Для этого используем условие

прочности при кручении: $\tau_{\max} = \frac{T_{z \max}}{W_p} \leq [\tau]$,

где W_p – полярный момент сопротивления являющийся геометрической характеристикой прочности поперечного сечения и для круга диаметра d выражается

формулой $W_p = \frac{\pi d^3}{16} \approx 0,2d^3$

$$\tau_{\max} = \frac{T_{z1}}{W_{p1}} \leq [\tau], \quad \frac{900}{W_{p1}} \leq 90 \times 10^6$$

Определяем диаметр вала для первого участка

$$W_{p1} = 10 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3, \text{ приравниваем } 0,2 d_1^3 = 10 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3, \text{ находим}$$

$$d_1 = 3 \sqrt{\frac{10 \times 10^{-6}}{0,2}} = 36,5 \times 10^{-3} \text{ м} = 36,5 \text{ мм}$$

Принимаем : $d_1=37$ мм.

Определяем диаметр вала из условия жесткости. Для этого используем условие жесткости при кручении:

$$\varphi = \frac{T_{Z_{\max}}}{GJ_{\rho}} \leq [\varphi]$$

где J_{ρ} - полярный момент инерции сечения, который для круга диаметром d

выражается формулой $J_{\rho} = \frac{\pi d^4}{32}$

На основании приведенных формул получаем:

$$J_{\rho} \geq \frac{T_{Z_{\max}}}{G[\varphi]}$$

$$d \geq \sqrt[4]{\frac{32T_{Z_{\max}}}{\pi G[\varphi]}} \geq \sqrt[4]{\frac{32 \cdot 900 \cdot 10^3}{0,8 \cdot 10^{11} \cdot 3,14 \cdot 0,3^{3,14} / 180}} = 0,038 \text{ м}$$

Окончательно принимаем диаметр вала $d=38$ мм.

3. Определяем углы закручивания каждого характерного сечения, предварительно вычислив жесткость сечения:

$$GJ_{\rho} = 0,8 \cdot 10^{11} \cdot \frac{3,14 \cdot 0,038^4}{32} = 16368,3 \text{ м}^4$$

Сечение А: $\varphi_A=0$

Сечение В: $\varphi_B = \varphi_A + \varphi_{AB}$

$$\varphi_B = \varphi_A + \frac{T_{Z3} \cdot l_3}{GJ_{\rho}} = 0 + \frac{900 \cdot 0,5}{16368,3} = 0,0275 \text{ рад}$$

Сечение С: $\varphi_C = \varphi_B + \varphi_{BC}$

$$\varphi_C = \varphi_B + \frac{T_{Z2} \cdot l_2}{GJ_\rho} = 0,0275 + \frac{-600 \cdot 0,5}{16368,3} = 0,0091 \text{ рад}$$

Сечение С: $\varphi_D = \varphi_C + \varphi_{сд}$

$$\varphi_D = \varphi_C + \frac{T_{Z1} \cdot l_1}{GJ_\rho} = 0,0091 + \frac{200 \cdot 0,5}{16368,3} = 0,0152 \text{ рад}$$

По полученным данным строим эпюру углов закручивания рис. 2.

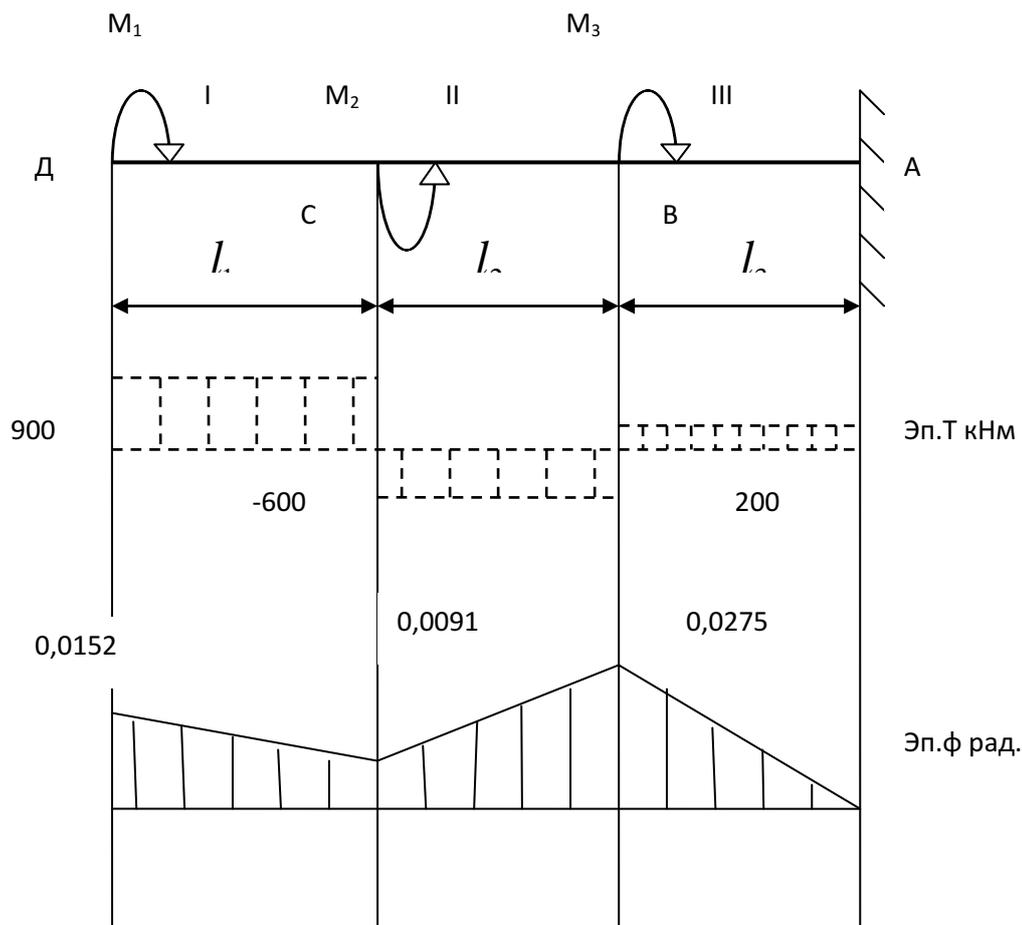


Рисунок 2.- Построение эпюр крутящих моментов и углов закручивания.

Практическая работа №10 Расчет изгибаемой балки на прочность.

Задача : Для заданной консольной балки (рисунок 2.) построить эпюры внутренних силовых факторов Q_y и M_x . Подобрать сечение балки в двух вариантах: а) прокатный профиль; б) прямоугольное сечение с соотношением высоты к ширине $h : b = 3 : 4$.

Решение:

1.Прежде чем приступить к решению задачи необходимо разбить балку на участки, определяя их границы по месту приложения внешней нагрузки. Балка имеет три участка АВ, ВС, СД. Назначаем границы :

участок АВ: $0 \leq x_1 \leq 4$ м

участок ВС: $4 \leq x_2 \leq 6$ м

участок СД: $6 \leq x_3 \leq 10$ м

2.Определяем значения изгибающего момента M_x и поперечной силы Q_y , используя метод РОЗУ. Введем правило знаков:(рис.1) если при определении Q_y рассматривается левая отсеченная часть балки, то внешние силы направленные вверх принимаются со знаком плюс, а вниз со знаком минус. Изгибающий момент считается положительным, если балка изгибается выпуклостью вниз, т.е. растянутые волокна расположены снизу. При изгибе выпуклостью вверх M_x отрицателен. Из этого следует если моменты внешних сил стремятся повернуть левую отсеченную часть балки относительно рассматриваемого сечения против часовой стрелки, то эти моменты надо брать со знаком плюс, а по часовой – минус. При рассмотрении правой части – наоборот.

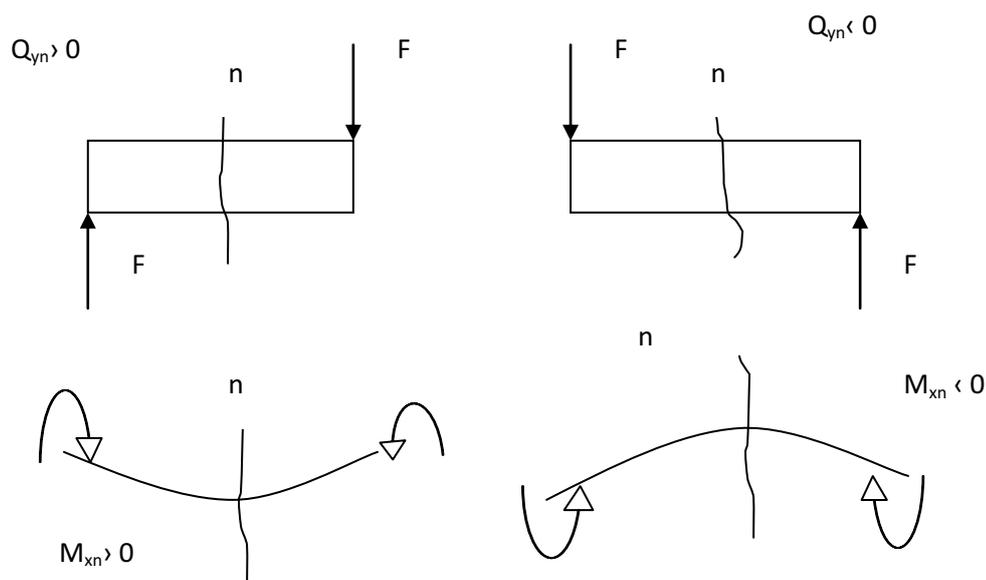


Рисунок 1.- Правило знаков Q_y и M_x

Приступаем к вычислению внутренних силовых факторов.

Сечение I – I:

$$\sum Y = -Q_{y1} - F = 0 \quad \text{отсюда } Q_{y1} = -F = -3 \text{ кН}$$

$$\sum M_1 = M_{x1} + Fx_1 = 0$$

$$M_{x1} = -Fx_1$$

$$\text{При } x_1 = 0 \quad M_{x1} = 0$$

$$\text{При } x_1 = 4 \text{ м} \quad M_{x1} = -12 \text{ кНм}$$

Сечение II – II:

$$\sum Y = -Q_{y2} - F = 0 \quad \text{отсюда } Q_{y2} = -F = -3 \text{ кН}$$

$$\sum M_2 = M_{x2} + Fx_2 - m = 0$$

$$M_{x2} = m - Fx_2$$

$$\text{При } x_2 = 4 \text{ м} \quad M_{x2} = 8 - 12 = -4 \text{ кНм}$$

$$\text{При } x_2 = 6 \text{ м} \quad M_{x2} = 8 - 18 = -10 \text{ кНм}$$

Сечение III – III:

$$\sum Y = -Q_{y3} - F - q(x_3 - 6) = 0 \quad \text{отсюда } Q_{y3} = -F - q(x_3 - 6)$$

$$\text{При } x_3 = 6 \text{ м} \quad Q_{y3} = -F = -3 \text{ кН}$$

$$\text{При } x_3 = 10 \text{ м} \quad Q_{y3} = -F - q \cdot 4 = -3 - 8 = -11 \text{ кН}$$

$$\sum M_3 = M_{x3} + Fx_3 - m + q(x_3 - 6)^2 / 2 = 0$$

$$M_{x3} = -Fx_3 + m - q(x_3 - 6)^2 / 2$$

$$\text{При } x_3 = 6 \text{ м} \quad M_{x3} = -Fx_3 + m = -10 \text{ кНм}$$

$$\text{При } x_3 = 10 \text{ м} \quad M_{x3} = -Fx_3 + m - q \cdot 8 = -38 \text{ кНм}$$

3. По полученным данным строим эпюры Q_y и M_x исходя из следующих правил:

а) если на балку действует внешняя сила, то вместе ее приложения на эпюре Q_y будет скачок равный ее значению (графическая зависимость постоянная)

б) если на балку действует внешний момент, то вместе его приложения на эпюре M_x будет скачок равный его значению (графическая зависимость линейная)

в) если на балку действует равномерно-распределенная нагрузка, то эпюра Q_y меняется по линейному закону, а эпюра M_x по параболическому вогнутостью в сторону действия нагрузки, причем M_x принимает экстремум в месте, где $Q_y = 0$

г) положительные значения откладываются вниз от нулевой линии, а отрицательные вверх.

4. Подбираем сечение балки из условия прочности по допускаемым напряжениям , предварительно определив опасный участок балки $M_x = \max$

а) Двутавр

$$\sigma = \frac{M_{x\max}}{W_x} \leq [\sigma]$$

Откуда требуемый момент сопротивления сечения W_x :

$$W_x = \frac{M_x}{[\sigma]} = \frac{38 \times 10^3}{160} = 0,000238 \text{ м}^3 = 238 \text{ см}^3$$

По таблице ГОСТ 8239-72(приложения) принимаем двутавр № 22а $W_x = 254 \text{ см}^3$

б) прямоугольное сечение

$$W_x = \frac{b \times h^2}{6}$$

$$b = 0,75h \quad W_x = 0,75h^3/6 = 238 \text{ см}^3$$

отсюда

$$h = \sqrt[3]{\frac{238 \times 6}{0,75}} = 12,1 \text{ см}$$

$$b = 0,75 \times 12,1 = 9,1 \text{ см}$$

Принимаем: $h = 120 \text{ мм}$ $b = 90 \text{ мм}$

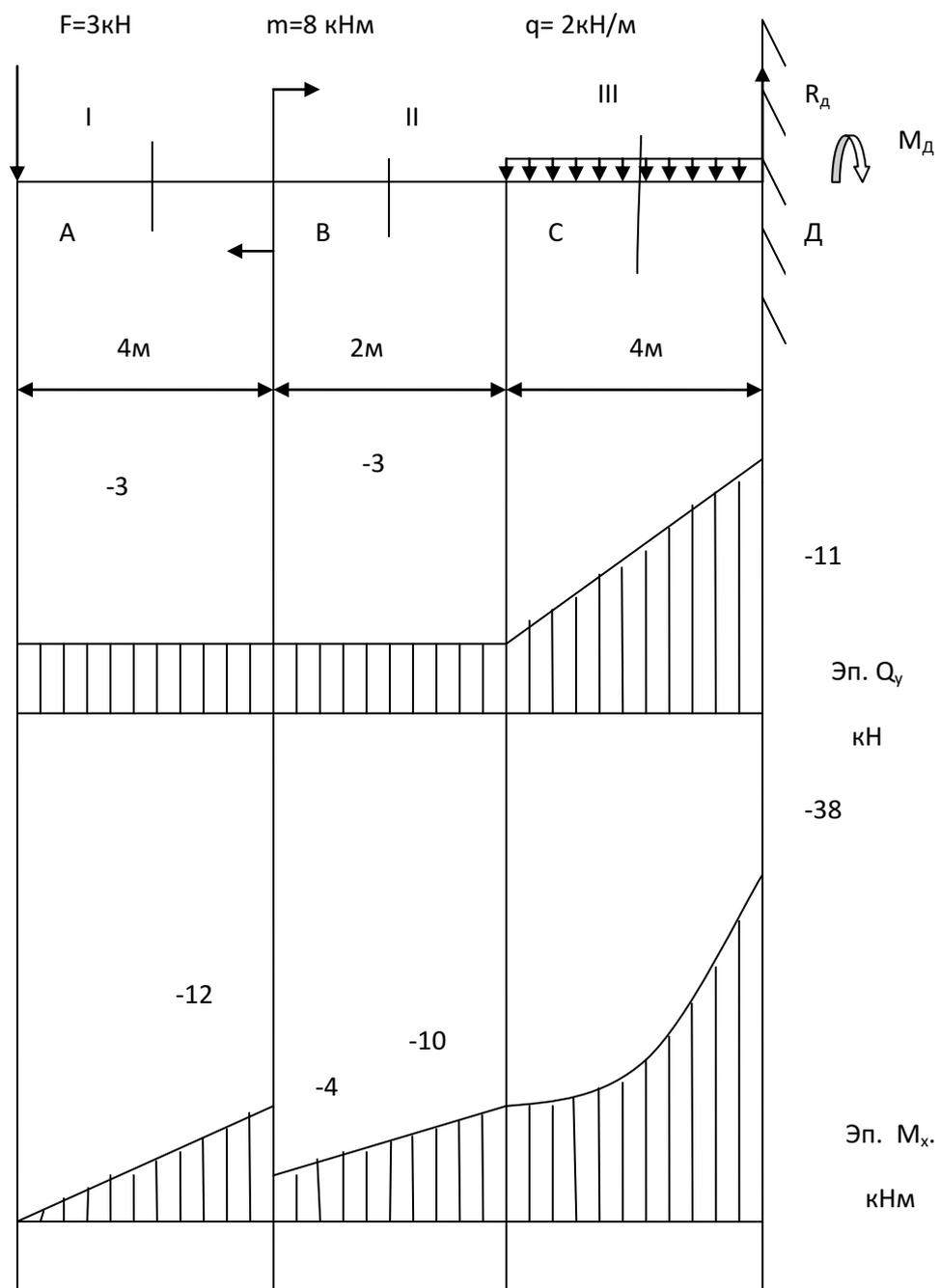


Рисунок 2.- Эпюры внутренних силовых факторов при изгибе балки.

Раздел Теория механизмов и машин.

Практическая работа №11. Структурный анализ механизмов.

Составление структурной схемы механизма

1 Структурная схема даёт представление о работе механизма, если задано движение ведущего звена. Для кинематического анализа она дополняется размерами звеньев и законом движения ведущего звена. На структурной схеме звенья механизма изображаются отрезками прямых линий или условными обозначениями зубчатых колёс или кулачков, в соответствии с приложением 1, и нумеруются арабскими числами. Кинематические пары изображаются в соответствии с принятыми обозначениями и обозначаются заглавными буквами латинского алфавита.

3.2. Для построения структурной схемы механизма в рекомендуется следующий порядок действий:

1. Установить основное кинематическое назначение механизма, например, на рисунке, представленном выше, механизм предназначен для преобразования вращательного движения ведущего звена АВ во вращательное движение ведомого звена CD.

2 Подсчитать общее число звеньев K , включая стойку. Число подвижных звеньев будет равно $n=K-1$

3. Выяснить, сколько наложено на подвижные звенья механизма общих условий связи, и по их числу установить номер семейства механизма.

4 Подсчитать и установить класс кинематических пар, а по их числу установить число степеней свободы (подвижности) механизма.

5 Вычертить схему механизма, начиная с неподвижных элементов кинематических пар, т.е. элементов, принадлежащих стойке. Далее вычерчиваются ведущие звенья, входящие кинематические пары со стойкой, затем наносится на чертёж кинематическая цепь, образующая ведомую часть механизма.

При составлении схемы плоских механизмов чертёж должен совпадать с плоскостью, параллельно которой движутся точки звеньев механизма.

Исключения составляют передачи с зубчатыми колёсами, когда для наглядности схема вычерчивается в плоскости, перпендикулярной плоскости вращения колёс.

Определение класса плоского механизма выполняется в следующей последовательности:

1 Изображается структурная схема механизма и вычисляется по формуле $W=3n-2p_5-p_4$, степень его подвижности. Звенья, вносящие лишние степени свободы, при расчёте не учитываются.

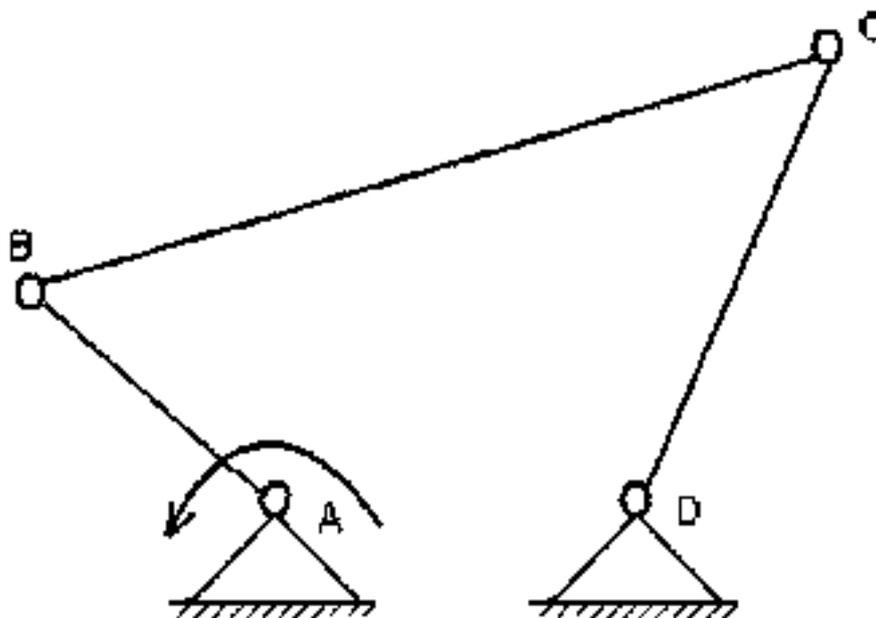
2. Кинематические пары 4го класса заменяются звеном с двумя кинематическими парами 5го класса. При наличии замены, изображается отдельно схема заменяющего механизма, содержащая только кинематические пары 5го класса.

3. Выбирается ведущее звено (звенья), входящее в кинематическую пару 5го класса со стойкой. Отделяется группа Ассура 2го класса, при этом у оставшегося механизма степень подвижности не должна измениться. Если не удаётся отделить группу Ассура 2го класса, следует отделить группу Ассура более высокого класса.

Разделение механизма ведётся до тех пор, пока останется ведущее (ведомое) звено и стойка.

4 Выписать структурную формулу механизма в виде цепочки групп Ассура получившихся классов. По номеру старшей группы Ассура назначается класс исследуемого механизма.

Пример: В качестве примера, на рисунке показан плоский механизм.



На его звенья наложены следующие ограничения: звенья AB, BC, CD перемещаются только в плоскости чертежа, вращения их возможны только вокруг осей, перпендикулярных к плоскости чертежа.

Следовательно, механизм относится к третьему семейству.

В состав механизма входят две стойки. При расчёте степени подвижности механизма, все стойки считаются за одно звено, однако, кинематические пары, которыми механизм крепится к стойкам, считаются по числу стоек.

Тогда:

число подвижных звеньев:

$$n=3;$$

число кинематических пар 5го класса:

$$P_5=4 (A, B, C, D);$$

число кинематических пар 4го класса:

$$P_4=0;$$

число степеней подвижности (свободы) механизма:

$$W=3n-2 P_5- P_4=3 \cdot 3-2 \cdot 4-1 \cdot 0=9-8=1$$

Для движения механизма нужно задать закон движения звена АВ, тогда движение ведомого звена CD будет определено полностью.

Практическая работа № 12 Кинематический анализ механизмов

Кинематический анализ механизма – исследование его основных параметров с целью изучения законов их изменения и на основе этого выбор из ряда известных наилучшего механизма.

Данный анализ механизма выполняется либо для заданного момента времени, либо для заданного положения входного звена; иногда для анализируемого положения механизма задают взаимное расположение каких-либо его звеньев. Кинематический анализ направлен на достижение следующих целей: определение кинематических характеристик звеньев (перемещение, скорость, ускорение, траектория движения, функция положения при известных законах движения входных звеньев); оценка кинематических условий работы выходного звена; определение необходимых численных данных для проведения силового, динамического и других расчётов механизма.

При этом виде анализа исходными данными являются: кинематическая схема механизма; размеры и иные геометрические параметры звеньев (такие, которые не изменяются при движении механизма); законы движения входных звеньев (или параметры движения, например, угловая скорость и угловое ускорение входного звена в выбранном для анализа положении механизма).

Для механизмов, подчиняющихся классификации Л.В. Ассура, порядок кинематического анализа определяется формулой строения: вначале находят параметры движения начальных механизмов, а затем структурных групп в порядке следования их в формуле строения. Другими словами: кинематика любого элемента формулы строения может быть изучена только после того, как она изучена для всех предшествующих в этой формуле элементов.

Кинематический анализ можно проводить четырьмя методами:

- аналитическим;
- графическим;
- графоаналитическим;
- экспериментальным.

Рассмотрим более подробно графоаналитический метод кинематического анализа механизмов.

2.2. Графоаналитический метод

Графоаналитический метод позволяет определить скорость и ускорение любой точки механизма в данный момент времени, также его называют методом планов скоростей и ускорений.

Задача о положениях решается графическим методом, т.е. построением нескольких совмещённых планов механизма в выбранном масштабе длин. Задачи о скоростях и ускорениях решаются построением планов скоростей и ускорений звеньев механизма при

определённых (заданных) положениях ведущего звена на основе заранее составленных векторных уравнений скоростей и ускорений звеньев механизма.

Преимущество этого метода по сравнению с графическим в том, что он менее трудоёмок, так как позволяет определять скорости и ускорения (их величину и направление) на одном плане скоростей или плане ускорений для множества точек механизма.

Недостатком метода является то, что требуется построить планы скоростей и ускорений для нескольких положений механизма (если необходимо определять скорость и ускорение при различных положениях механизма и его звеньев). Кроме того, на точность определения соответствующих величин влияют погрешности их измерения с помощью инструментов (например, миллиметровой линейки) на соответствующих планах.

Следует помнить, что в основе построения планов скоростей и ускорений лежат законы плоскопараллельного движения. Согласно этим законам вытекает следующее.

1 План скоростей (а также план ускорений) получается в результате графического решения векторных уравнений для определения скоростей (ускорений) точек в плоскопараллельном движении.

2 Векторы абсолютных скоростей точек (при рассмотрении их движения относительно неподвижного звена) изображаются исходящими из полюса плана, а направление совпадает с касательными к траектории движения. Векторы относительных скоростей точек (при их движении относительно подвижных точек) изображаются отрезками, соединяющими концы соответствующих векторов абсолютных скоростей;

3 Длина векторов относительных скоростей пропорциональна длине тех участков звеньев, которые являются радиусами вращения точек в их относительном движении. Это положение, известное под названием теоремы подобия, облегчает определение скоростей многих точек, лежащих на звеньях плоскопараллельного и вращательного движения.

Различают масштаб и масштабный коэффициент. Масштабом физической величины называют длину отрезка в миллиметрах, изображающую единицу этой величины. Масштабным коэффициентом физической величины называют отношение числового значения физической величины в собственных ей единицах к длине отрезка (в мм), изображающего эту величину на чертеже. Масштаб и масштабный коэффициент являются взаимно обратными величинами. Масштабные коэффициенты употребляются чаще, так как их применение аналогично использованию цены деления в приборах. В дальнейшем изложении указываются только масштабные коэффициенты, которые обозначаются буквой

с индексом, указывающим к какой

величине они относятся, например, скорости и ускорения:

$$\mu_v = \left[\frac{\text{м/с}}{\text{мм}} \right] \text{ и } \mu_a = \left[\frac{\text{м/с}^2}{\text{мм}} \right].$$

Тогда действительная величина определяется произведением

длины соответствующего отрезка на чертеже в мм на величину соответствующего масштабного коэффициента.

План скоростей жёсткого звена – геометрическое место точек концов векторов абсолютных скоростей любых точек звена, если они построены из одной общей точки p , называемой полюсом плана скоростей. Любой план всегда строится с учетом величины соответствующего масштабного коэффициента.

Модуль скорости точки можно определить по формуле: V

1,

а линия действия этого вектора будет перпендикулярная отрезку, соединяющему мгновенный центр вращения и данную точку.

План скоростей подобен самому звену и повернут на девяносто градусов в сторону мгновенного вращения. Если план скоростей жёсткого звена подобен своему звену, то план скоростей механизма не подобен самому механизму, так как в отличие от жёсткого звена механизм есть изменяемая подвижная система.

План скоростей механизма – совокупность планов скоростей отдельных звеньев, построенных из одной общей точки p .

Аналогично по теореме подобия для определения скоростей отдельных точек звеньев, очевидно, что план ускорений жёсткого звена подобен самому звену и повернут на девяносто градусов.

Полное ускорение можно найти геометрически просуммировав его нормальную и тангенциальную составляющие.

Модуль вектора нормального ускорения можно найти по формуле: a_n

2

1. Линия действия этого вектора будет параллельна звену и направлена к центру вращения.

Модуль вектора тангенциального ускорения можно найти по формуле: a

2

1. Линия действия этого вектора будет перпендикулярна звену.

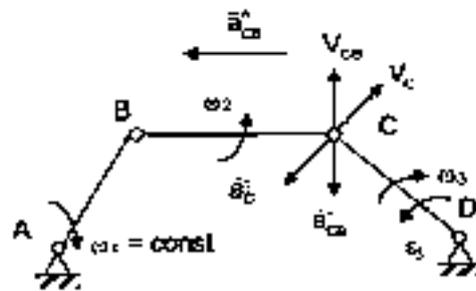
План ускорений механизма, как и план скоростей, не подобен самому механизму и является совокупностью планов ускорений отдельных звеньев, построенных из одного полюса плана ускорений q .

Рассмотрим изложенные выше принципы на конкретных примерах, проведем кинематический анализ следующих механизмов: шарнирного четырехзвенника, шарнирного шестизвенника и двух кулисных механизмов.

При решении задачи, связанной с кулисным механизмом, будет дано определение кориолисова ускорения, а также обобщены свойства при построении планов скоростей и ускорений.

Примеры.

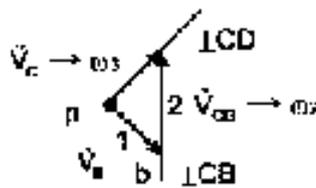
Шарнирный четырехзвенник



План скоростей

$$V_B = \omega_1 l_1;$$

$$\dot{V}_C = \dot{V}_B^{[1]} + \dot{V}_{CB}^{[2]}.$$



$$\mu_V = \frac{V_B}{\rho b} \left[\frac{\text{м/с}}{\text{мм}} \right]; V_{CB} = b_{CB} \omega_2; \omega_2 = \frac{V_{CB}}{l_2} = \frac{b_{CB} \mu_V}{l_2}; \omega_3 = \frac{\rho \mu_V}{l_3}.$$

План ускорений

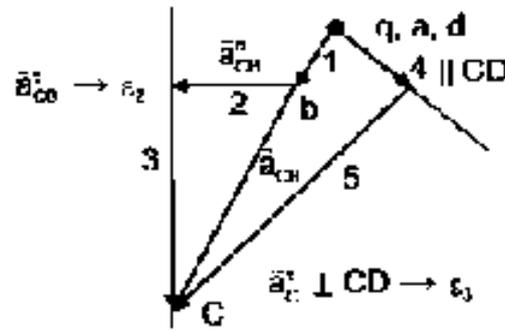
$$\bar{a}_C = \bar{a}_B^n + \bar{a}_B^r + \bar{a}_{CB}^n + \bar{a}_{CB}^r;$$

$$\omega_1 = \text{const};$$

$$\epsilon_1 = 0.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{a}_C = \bar{a}_B^n + \bar{a}_B^r + \bar{a}_{CB}^n + \bar{a}_{CB}^r; \\ \bar{a}_C = \bar{a}_C^n + \bar{a}_C^r. \end{array} \right.$$

503 - С.



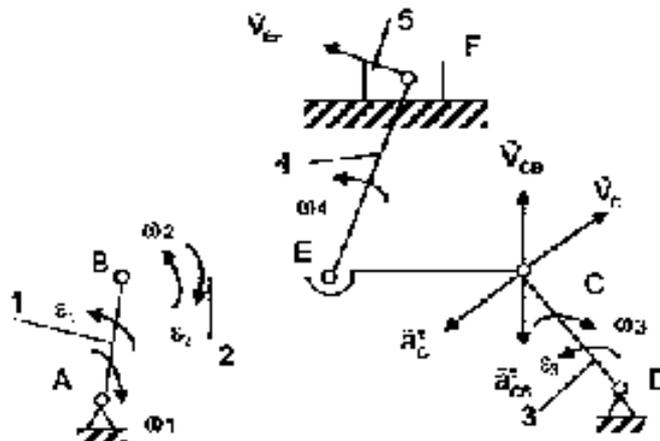
$$\mu_b = \frac{a_B}{qb} \left[\frac{M/c^2}{MM} \right]; a_{CB}^* = \omega_2^2 l_{CB}; bc = \frac{a_{CB}}{\mu_a};$$

$$\vec{V}_{CB} \rightarrow m_2; \vec{a}_{CB}^* \rightarrow e_2;$$

$$\epsilon_1 = \frac{a_{C1}^*}{l_1} = \frac{n_{C1} \omega_1}{l_1};$$

$$\epsilon_2 = \frac{a_C^*}{l_2} = \frac{n_C \omega_1}{l_2}.$$

Шарнирный шестизвенник



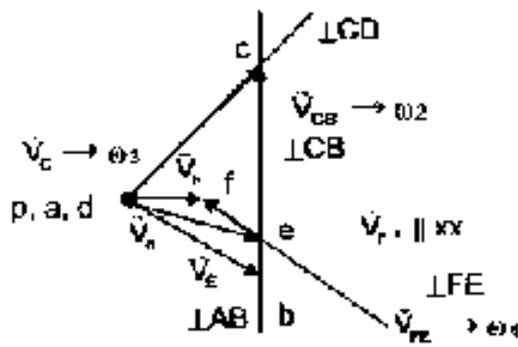
План скоростей

$$\vec{V}_C = \vec{V}_B + \vec{V}_{CB};$$

$$\frac{V_C}{l_{CD}} = \frac{V_B}{l_{AB}} + \frac{V_{CB}}{l_{CB}};$$

$$V_E = \omega_E \cdot \mu_V;$$

$$\vec{V}_F = \vec{V}_E + \vec{V}_{FE};$$



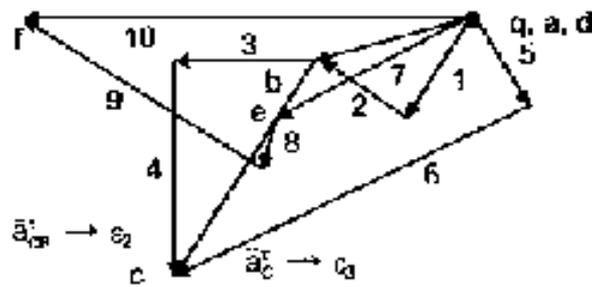
План ускорений

$$\left\{ \begin{aligned} \vec{a}_C &= \vec{a}_B^{n|1} + \vec{a}_B^{t|2} + \vec{a}_{CB}^{n|3} + \vec{a}_{CB}^{t|4}; \\ \vec{a}_C &= \vec{a}_C^{n|5} + \vec{a}_C^{t|6}. \end{aligned} \right.$$

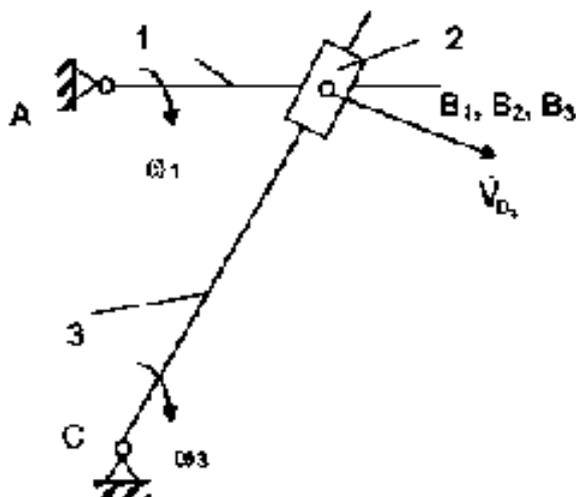
$\vec{a}_B^{n|1}$ (⊥AB), $\vec{a}_B^{t|2}$ (⊥AB), $\vec{a}_{CB}^{n|3}$ (⊥CB), $\vec{a}_{CB}^{t|4}$ (⊥CB), $\vec{a}_C^{n|5}$ (⊥CD), $\vec{a}_C^{t|6}$ (⊥CD)

$$\vec{a}_F^{10} = \vec{a}_E^{17} + \vec{a}_{FE}^{n|8} + \vec{a}_{FE}^{t|9}$$

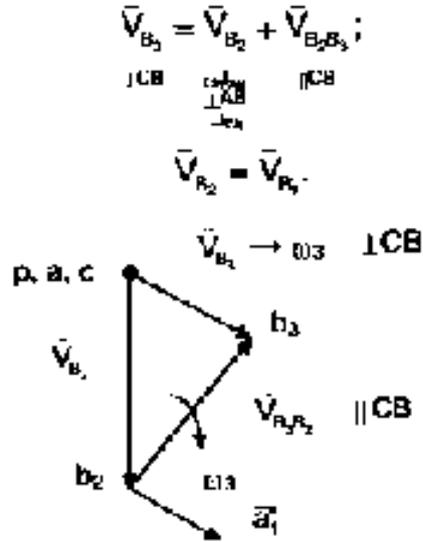
\vec{a}_E^{17} (⊥xx), $\vec{a}_{FE}^{n|8}$ (⊥FE), $\vec{a}_{FE}^{t|9}$ (⊥FE)



Кулисный механизм (1)



План скоростей

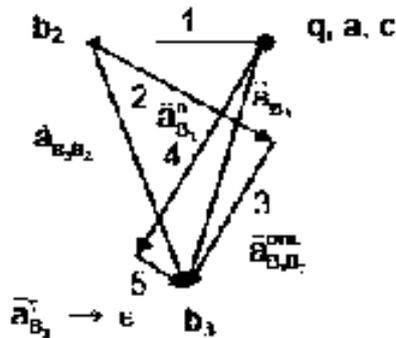


План ускорений

$$\begin{cases} \vec{a}_{B_3} = \vec{a}_{B_1}^n \parallel + \vec{a}_{B_2}^t + \vec{a}_{B_2 B_3}^k \parallel + \vec{a}_{B_2 B_3}^{отл} \parallel, \\ \vec{a}_{B_2} = \vec{a}_{B_1}^n \perp + \vec{a}_{B_1}^t \parallel. \end{cases}$$

$$\vec{a}^k = 2[\vec{V}_{B_2 B_3} \times \vec{\omega}_3].$$

Кориолисово ускорение – ускорение, равное удвоенному векторному произведению вектора линейной относительной скорости на вектор угловой переносной скорости. Направление кориолисова ускорения определяется по плану скоростей. Вектор линейной относительной скорости поворачивается по направлению вектора переносной угловой скорости на 90° .



Практическая работа №13. Силовой анализ механизмов.

Задачей силового расчета является определение сил, действующих на звенья механизма и сил взаимодействия этих звеньев – то есть давлений в кинематических парах.

При силовом расчете преимущественно пользуются принципом Даламбера, известном из теоретической механики. Согласно этому принципу, если к звеньям механизма приложить активные силы и моменты пар сил, реакции связей, а также силы инерции и моменты пар сил инерции, то можно условно считать, что система сил находится в равновесии и к ней применимы уравнения статики. Этот принцип носит еще одно название – принцип кинестатики.

Силы инерции в плоских механизмах

Для использования принципа кинестатики необходимо уметь определять направления и величины сил и моментов сил инерции звеньев. В общем случае, все силы инерции звена плоского механизма, совершающего плоскопараллельное движение и имеющего плоскость симметрии, параллельную оси движения, приводятся к главному вектору сил инерции F_i , приложенному в центре тяжести звена S и к главному моменту пары сил инерции M_i (рис..1).

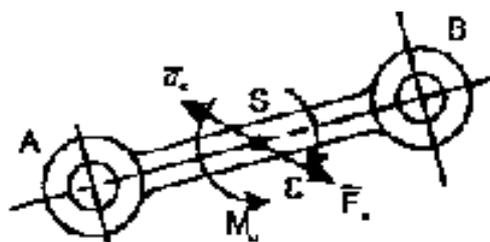


Рис. 22 Сила и момент инерции звена плоского механизма

Сила инерции F_i прикладывается к центру тяжести звена S и направлена в сторону, противоположную направлению полного ускорения точки S .

$$\vec{F}_i = -m \cdot \vec{a}_s,$$

где F_i – вектор сил инерции звена AB ;

m – масса звена, кг;

a_s – вектор полного ускорения центра тяжести звена, m/c^2 .

Сила инерции имеет размерность $m \cdot кг / c^2$, т. е. измеряется в Ньютонах.

Момент пары сил инерции M_i , направлен в сторону, противоположную направлению углового ускорения звена ε_{AB} и рассчитывается по формуле

$$M_i = -I_s \cdot \varepsilon,$$

где I_s – момент инерции звена относительно оси, проходящей через центр тяжести и перпендикулярной к плоскости движения звена, $кг \cdot м^2$;

ε – угловое ускорение звена, $1/c^2$.

Момент инерции I_s однородного стержня длиной l и массой m равен

$$I_s = m \frac{l^2}{12}.$$

Размерность момента инерции $\text{кг м}^2/\text{с}^2$, т. е. Н м

Отметим частные случаи движения звеньев плоского механизма.

1 Звено движется поступательно с некоторым ускорением (рис..2, а).

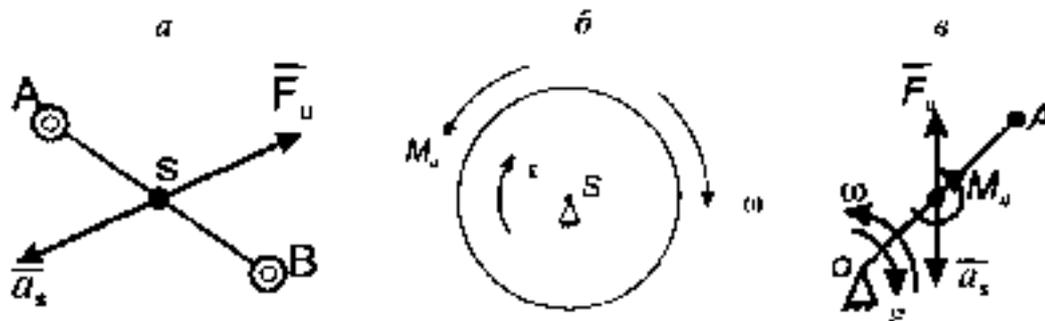


Рис. 2 Силы инерции и моменты пар инерции звеньев плоских механизмов
 Так как угловое ускорение ϵ звена равно нулю, то момент пар сил инерции также равен нулю и все силы инерции сведутся к одной результирующей силе F_u , приложенной в центре тяжести S звена и направленной противоположно ускорению.

$$\vec{F}_u = -m\vec{a}_s.$$

2 Звено вращается вокруг оси, проходящей через его центр тяжести S(рис. 2, б).

Поскольку ускорение центра тяжести равно нулю, сила инерции F_u также равна нулю. Если угловое ускорение ϵ звена не равно нулю, то силы инерции приводятся к паре с моментом M_u , равным

$$M_u = -I_s \epsilon.$$

Момент инерции диска или цилиндра радиуса R относительно оси, проходящей через его центр тяжести S

$$I_s = \frac{mR^2}{2}.$$

При равномерном вращении ($\omega = \text{const}$) сила инерции F_u и момент пар сил инерции M_u равны нулю.

3 Звено вращается вокруг оси O, не проходящей через центр тяжести (рис..2, в). Силы инерции сводятся к приложенной в центре тяжести S силе F_u , направленной противоположно полному ускорению a_s и к паре сил инерции с моментом M_u .

$$F_u = ma_s,$$

$$M_u = -I_o \epsilon.$$

Момент инерции стержня I_o вокруг оси, проходящей через его конец равен

$$I_o = m \frac{l^2}{3}.$$

1 Методика кинетостатического расчета

При кинетостатическом расчете механизма необходимо определить реакции в кинематических парах и либо уравновешивающую силу, либо уравновешивающий момент пары сил.

Силовой расчет механизмов будем вести в предположении, что трение в кинематических парах отсутствует и все силы, действующие на механизм, расположены в одной плоскости.

Одним из известных методов силового расчета является метод рассмотрения каждого звена механизма в равновесии. При этом методе механизм расчленяется на отдельные звенья.

Вначале рассматривается равновесие крайнего звена, считая от главного (ведущего), затем равновесие звена, соединенного с крайним, и т.д. Равновесие главного звена рассматривается в последнюю очередь.

Рассматривая отдельно взятое звено в равновесии, необходимо приложить к нему все внешние силы ($P_{дв}$, $P_{п.с.}$, G , $P_{и}$) включая реакции связей, с которыми отсоединенные звенья действуют на взятое звено.

Изложим методику расчета на примере четырехзвенного механизма. Вначале рассмотрим в равновесии звено 3 (коромысло), приложив к нему все действующие силы, включая реакции связей. (Рис.1)

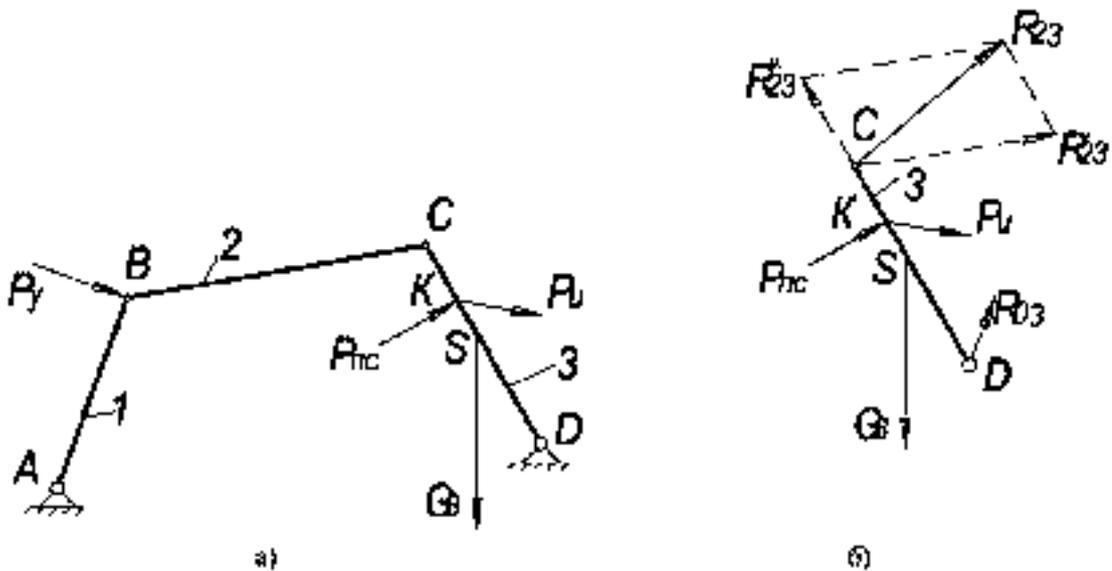


Рис.1

Реакция во вращательной паре “С” неизвестна ни по величине, ни по направлению.

Для определения этой реакции заменяем её двумя составляющими (рис. 1.б), одну из которых – $R_{2'3}$, направляем по шатуну 2, вторую составляющую $R_{23} - R_{2''3}$ – по коромыслу (3).

$$\overline{R_{23}} = \overline{R_{2'3}} - \overline{R_{2''3}}$$

Величина $R_{2'3}$ может быть найдена из условия равновесия рассматриваемого звена.

Звено 3 находится в равновесии под действием следующих сил РП.С.;

$$P_{и}; G_3; R_{03}; R_{23}; R_{2'3}; R_{2''3}.$$

Составляем уравнение моментов всех сил относительно точки D

$$\sum M_D(P_i) = 0$$

$$-P_{11c} \cdot h_{211c} - P_{11} \cdot h_{21} + G_2 \cdot h_{2d} - R'_{23} \cdot h_{2'2} = 0$$

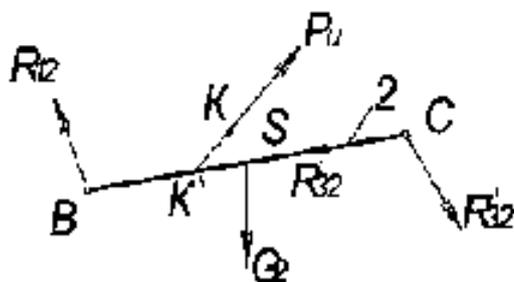
откуда

$$R'_{23} = \frac{G_2 \cdot h_{2d} - P_{11c} \cdot h_{211c} - P_{11} \cdot h_{21}}{h_{R'_{23}}}$$

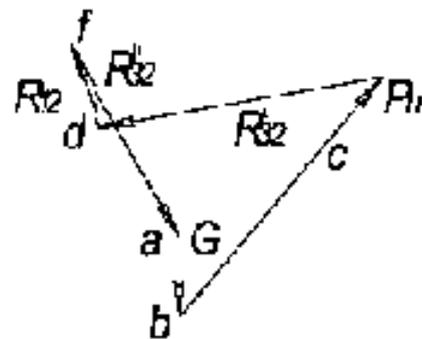
Если после определения этой величины она окажется отрицательной, то её направление

будет противоположно выбранному направлению.

Составляющую $R_{2'3}$ можно найти, рассмотрев в равновесии отдельно взятое звено 2 (рис.2а).



а)



б)

Рис. 2

Из условия равновесия звена 2 можно написать

$$\sum M_B(P_i) = 0$$

$$P_{1c} \cdot h_{1c} - G_2 \cdot h_{2d} - R'_{22} \cdot h_{R'_{22}} = 0$$

причем $R'_{22} = -R'_{21}$

$$R'_{22} = \frac{P_{1c} \cdot h_{1c} - G_2 \cdot h_{2d}}{h_{R'_{22}}}$$

Оставшуюся неизвестную реакцию R_{12} можно найти графическим методом, построив план сил этого звена (рис. 2.б).

Уравнение равновесия звена 2 имеет следующий вид:

$$\overline{R_{12}} + \overline{G_2} + \overline{P_{1c}} + \overline{R'_{32}} + \overline{R'_{22}} = 0$$

Из произвольно выбранного полюса f откладываем в масштабе μP силу R'_{32} в виде вектора

fd , к нему геометрически прибавляем вектор db , изображающий в том же масштабе μP силу G

и т.д.

Вектор df дает нам величину реакции R_{12} в масштабе μP .

Далее приступаем к нахождению силы, уравновешивающей механизм.

Для этого рассматриваем в равновесии кривошип АВ. (рис.3).

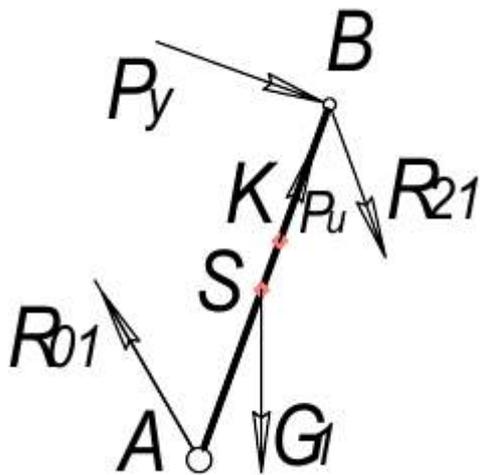


Рис.3.

Кривошип находится под действием силы веса G_1 , реакции шатуна 2 на кривошип R_{21} , силу инерции P_{i1}

Под действием этих сил кривошипы в общем случае не будут находиться в равновесии. Для равновесия необходимо приложить уравнивающую силу P_y , или уравнивающий момент M_y .

Этими уравнивающими силой и моментом являются реактивные силы или момент от двигателя.

Пусть уравнивающая сила будет направлена по нормали к кривошипу и приложения в точке B. Из условия равновесия звена AB можно составить уравнение суммы моментов всех сил относительно точки A.

$$\sum M_A(P_i) = 0$$

$$-R_{12} \cdot h_{r_{12}} - G_1 \cdot h_{G_1} - P_y \cdot h_{P_y} = 0$$

откуда

$$P_y = \frac{-R_{12} \cdot h_{r_{12}} - G_1 \cdot h_{G_1}}{h_{P_y}}$$

Уравнивающую силу можно найти также методом, при котором в равновесии рассматривается весь механизм.

Условие равновесия механизма можно выразить следующим уравнением:

$$\sum N(P_i) = 0, \text{ т.е. (1)}$$

Сумма мощностей всех сил, приложенных к механизму, с учетом сил инерции и уравнивающих сил равна нулю.

Мгновенная мощность силы, приложенной в i -той точке пропорциональна моменту этой силы относительно конца вектора повернутой скорости данной точки (рис.4).

$$N_i = \mu_p \cdot \mu_u \cdot \overline{P}_i \cdot h_i$$

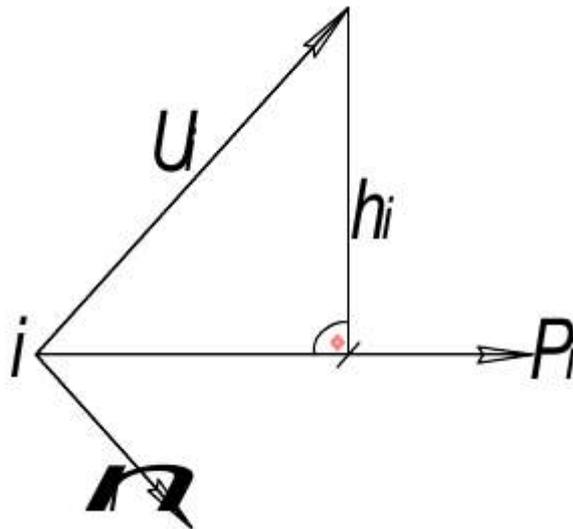


Рис. 4.

Из уравнения равновесия можно найти уравновешивающую силу. Часто удобно находить P_u с помощью вспомогательного рычага Жуковского, когда для механизма построен полярный план скоростей, повернутый на 90° . В последнем случае к концам найденных векторов скоростей следует приложить действующие внешние силы.

После этого, рассматривая повернутый план скоростей как жесткий рычаг, вращающийся вокруг полюса P можно написать уравнение равновесия рычага в виде суммы моментов сил относительно полюса:

$$\sum M_p(P_i) = 0$$

Уравнение равновесия плана скоростей, рассматриваемого как жесткий рычаг, тождественно уравнению мощностей.

Если к звеньям механизма кроме сил приложен еще и момент M (рис.5), то его можно рассматривать как пару сил, составляющая которой равна:

$$P = \frac{\mu}{l_{AB}}$$

Найденные силы P прикладываются в соответствующих изображающих точках плана скоростей.

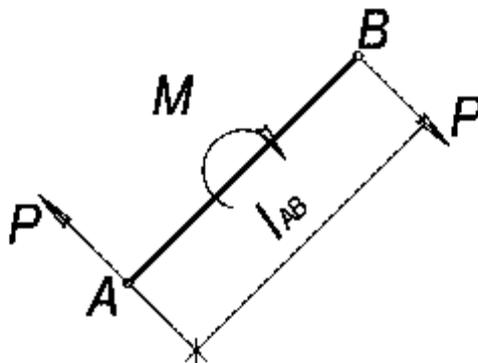


Рис. 5

Практическая работа №14. Расчет разъемных и неразъемных соединений на срез и смятие.

Общие понятия

Для соединения отдельных элементов строительных конструкций служат шпонки, заклепки, штифты, болты, которые воспринимают нагрузки, перпендикулярные к продольной оси.

Расчеты этих деталей на срез и смятие носят условный характер, поэтому существуют основные допущения:

в поперечных сечениях возникает только один внутренний силовой фактор — поперечная сила Q ;

касательные напряжения в поперечных сечениях распределены равномерно;

если в соединении n количество болтов, заклепок и т.д., то считается, что все они нагружаются одинаково.

Разрушение соединительных деталей происходит в результате их среза, и касательные напряжения называют напряжениями среза τ . Тогда условие прочности на срез

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{Q_y}{A_{\text{ср}}} \leq [\tau_{\text{ср}}],$$

где τ — расчетное напряжение среза; Q — поперечная сила при F :

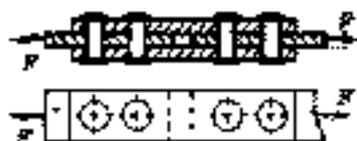
Проверку элементов конструкции на смятие производят по формуле

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{Q}{A_{\text{см}}} \leq [\sigma_{\text{см}}],$$

где $A_{\text{ш}}$ — площадь смятия; $[\sigma_{\text{см}}]$ — допускаемое напряжение на смятие, обычно принимают $[a_{\text{см}}] = (1,7—2,2)[\sigma]$.

Пример № 1

Рассчитать количество заклепок диаметром $d = 4$ мм, необходимое для соединения двух листов двумя накладками (см. рис.). Материалом для листов и заклепок служит дюралюминий, для которого $R_{\sigma} = 110$ МПа, $R_{\sigma\sigma} = 310$ МПа. Сила $F = 35$ кН, коэффициент условий работы соединения $\gamma_b = 0,9$; толщина листов и накладок $t = 2$ мм.



Решение.

Используя формулы $n \geq \frac{4F}{\pi d^2 \gamma_b R_{\sigma\sigma}}$ и $n \geq \frac{F}{\sum t \gamma_b R_{\sigma}}$ - рассчитываем необходимое количество заклепок:

из условия прочности на срез

$$n \geq \frac{4F}{\pi d^2 \gamma_b R_{\sigma\sigma}} = \frac{4 \cdot 35 \cdot 10^3}{\pi \cdot 0,004^2 \cdot 2 \cdot 110 \cdot 10^6 \cdot 0,9} = 14,$$

из условия прочности на смятие

$$n \geq \frac{F}{\sum t \gamma_b R_{\sigma}} = \frac{35 \cdot 10^3}{0,002 \cdot 0,004 \cdot 2 \cdot 110 \cdot 10^6 \cdot 0,9} = 16$$

Из полученных результатов видно, что в данном случае решающим является условие прочности на смятие. Таким образом, следует взять 16 заклепок.

Пример № 2

Выполнить расчет прикрепления стержня к угловой фасонке (см. рис.1) болтами диаметром $d = 2$ см. Стержень, поперечное сечение которого представляет собой два одинаковых равнобоких уголка, растягивается силой $F = 300$ кН.

Материал фасонки и болтов - сталь, для которой расчетные сопротивления равны: на растяжение $R_b = 200$ МПа, на срез $R_{\sigma\sigma} = 160$ МПа, на смятие R_{σ} - 400 МПа, коэффициент условий работы соединения $\gamma_b = 0,75$. Одновременно рассчитать и назначить толщину листа фасонки.

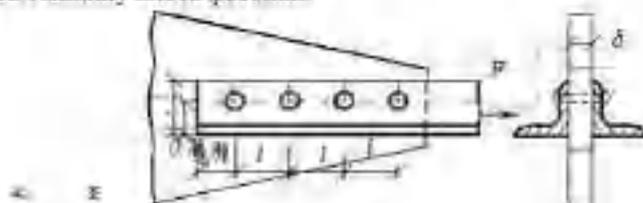


Рис.1

Решение.

Прежде всего необходимо установить номер равнобоких уголков, составляющих стержень, определив требуемую площадь поперечного сечения $A_{\text{нр}}$ из условия прочности на растяжение:

$$A_{\text{нр}} = \frac{F}{R_b \gamma_b} = \frac{300}{200 \cdot 10^6 \cdot 0,75} = 0,002 \text{ м}^2 = 20 \text{ см}^2$$

Учитывая предстоящее ослабление стержня отверстиями для болтов, следует добавить к площади сечения $A_{\text{нр}}$ 15%. Полученной таким образом площади сечения $A = 1,1520 = 23 \text{ см}^2$ отвечает по ГОСТ 8508-86 (см. Приложение) симметричное сечение из двух равнобоких уголков размерами $75 \times 75 \times 8$ мм.

Производим расчет на срез. Пользуясь формулой $n \geq \frac{4F}{\pi d^2 n_s R_{0,2} \gamma_s}$, найдем необходимое число болтов

$$n = \frac{4F}{\pi d^2 n_s R_{0,2} \gamma_s} = \frac{4 \cdot 300}{3,14 \cdot 0,02^2 \cdot 2 \cdot 160 \cdot 10^6 \cdot 0,75} = 4.$$

Остановившись на этом числе болтов, определим толщину δ угловой фанонки, используя условие прочности на смятие $\sigma_{\text{сж}} = \frac{F}{d \Sigma n_1} \leq R_{0,2} \gamma_s$

$$\delta = \frac{F}{n d R_{0,2} \gamma_s} = \frac{300}{4 \cdot 0,02 \cdot 400 \cdot 10^6 \cdot 0,075} = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 1,25 \text{ см}.$$

Указания

1. Привязка линии размещения болтов (заклепок) в один ряд находится из условия: $m = b/2 - 5 \text{ мм}$,

В нашем примере (рис. 1)

$$m = 75/2 - 5 = 42,5 \text{ мм}.$$

2. Минимальное расстояние между центрами соседних болтов принимают равным $l = 3d$. В рассматриваемой задаче имеем

$$l = 3 \cdot 20 = 60 \text{ мм}.$$

3. Расстояние от крайних болтов до границы соединения l' принимается равным $0,7l$. В нашем примере $l' = 0,7l = 0,7 \cdot 60 = 42 \text{ мм}$.

4. При выполнении условия $b \geq 12 \text{ см}$ болты (заклепки) размещают в две линии в шахматном порядке (рис. 2).

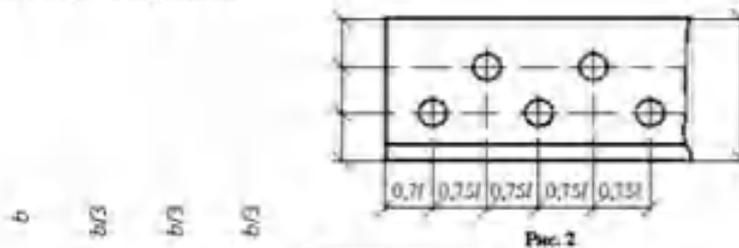
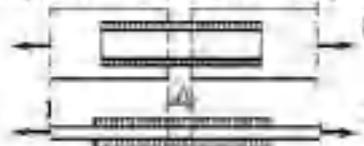


Рис. 2

Пример №3

Определить длину флангового сварного шва, необходимую для соединения двумя накладками с двух сторон стальных листов, растягиваемых усилием $F = 500 \text{ кН}$ (см. рис.). Расчетные сопротивления на срез металла шва $R_{0,2} = 180 \text{ МПа}$, металла границы сплавления $R_{0,2} = 160 \text{ МПа}$.

Коэффициенты имеют значения: $\beta_f = 0,7$; $\beta_f = \beta_{\text{ср}} = 1$; $\gamma_{\text{ср}} = 1$; $\gamma_s = 0,9$. Длина катета сварного шва $k_f = 0,8 \text{ см}$. Зазор Δ пренебречь.



Решение.

Расчитываем необходимую длину двух фланговых швов с каждой стороны одной накладки, используя формулы

$$\tau = \frac{F}{l_w \beta_f k_f} \leq R_{0,2} \gamma_{\text{ср}} \quad \text{и} \quad \tau = \frac{F}{l_w \beta_f k_f} \leq R_{0,2} \gamma_{\text{ср}} \gamma_s$$

Из условия прочности на срез по металлу шва получим

$$l_w = \frac{0,5F}{\beta_f k_f R_{0,2} \gamma_{\text{ср}} \gamma_s} = \frac{0,5 \cdot 500}{0,7 \cdot 0,008 \cdot 180 \cdot 10^6 \cdot 0,9} = 0,276 \text{ м} = 276 \text{ мм} \approx 28 \text{ см}$$

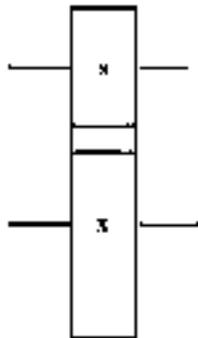
Из условия прочности на срез на границе сплавления находим:

$$l_{\text{ср}} = \frac{0,5F}{d_{\text{кз}} \cdot \beta_{\text{кз}} \cdot \beta_{\text{кз}} \cdot \beta_{\text{кз}}} = \frac{0,5 \cdot 500}{1 \cdot 0,008 \cdot 160 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 0,9} = 0,217 \text{ м} \approx 0,22 \text{ м} = 22 \text{ см}$$

Из двух расчетных длин выбираем большую $l_{\text{ср}} = 28 \text{ см}$. Расчетная длина одного шва (с одной стороны накладки) будет $l_{\text{ср}} = l_{\text{ср}}/2 = 14 \text{ см}$. Конструктивная длина одного шва составит $l_{\text{ср}} + 2 = 14 + 2 = 16 \text{ см}$.

Практическая работа №15. Выполнение расчета прямозубых передач.

Шестерня $T_1; \omega_1$



Колесо $T_2; \omega_2$

Исходные данные формируются по результатам кинематического расчета

$$i = 4$$

$$\omega_1 = 76,2 \text{ рад/с}$$

$$\omega_2 = 19,1 \text{ рад/с}$$

$$n_1 = 728 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_2 = 182 \text{ мин}^{-1}$$

$$T_1 = 34 \text{ Нм}$$

$$T_2 = 90 \text{ Нм}$$

Рис. 1 - Передача цилиндрическая прямозубая

1 Выбор материала шестерни и колеса

Выбираем материалы со средними механическими характеристиками: для шестерни сталь 45, термообработка – улучшение, HB230 колеса – сталь 45, термообработка улучшение, твердость HB200

2 Определяем допускаемые напряжения на контактную прочность

$$[\sigma]_{\text{H}} = \frac{\sigma_{\text{H lim}} \cdot K_{\text{HL}}}{[n]_{\text{H}}}$$

где $\sigma_{\text{H lim}}$ – предел контактной выносливости $\sigma_{\text{H lim}} = 2 \cdot \text{HB} + 70$

K_{HL} – коэффициент долговечности (при длительной эксплуатации редуктора равен 1).

$[n]_{\text{H}}$ – коэффициент безопасности, $[n]_{\text{H}} = 1,1 \dots 1,2$ принимаем $[n]_{\text{H}} = 1,15$

$$\text{III: } \sigma_{\text{H lim I}} = 2 \cdot 230 + 70 = 530 \text{ МПа}$$

$$\text{K: } \sigma_{\text{H lim II}} = 2 \cdot 200 + 70 = 470 \text{ МПа}$$

$$[\sigma]_{\text{III}} = \frac{530 \cdot 1}{1,15} = 460 \text{ МПа}; [\sigma]_{\text{K}} = \frac{470 \cdot 1}{1,15} = 408 \text{ МПа}$$

Расчёт прямозубых передач ведем по $[\sigma]_{\text{H}}$

3 Определяем допускаемые напряжения на изгибную прочность

$$[\sigma]_F = \frac{\sigma_{F1lim}^u \cdot K_{FL}}{[n]_F}$$

где $\sigma_{F1lim}^u = 1,8 HB$ - при отпусковом цикле изгиба и термической обработке
улучшение

$[n]_F = 1,75$ - коэффициент, учитывающий нестабильность материала, зависит
от способа изготовления заготовки

$K_{FL} = 1$ коэффициент долговечности

шестерня:

$$\sigma_{F1lim}^u = 1,8 HB = 1,8 \cdot 230 = 414 \text{ МПа}$$

колесо:

$$\sigma_{F2lim}^u = 1,8 HB = 1,8 \cdot 200 = 360 \text{ МПа}$$

шестерня:

$$[\sigma]_{F1} = \frac{414 \cdot 1}{1,75} = 236 \text{ МПа}$$

колесо:

$$[\sigma]_{F2} = \frac{360 \cdot 1}{1,75} = 205 \text{ МПа}$$

4 Определяем межосевое расстояние передачи

$$a_w = (u \pm 1) \sqrt[3]{\left(\frac{310}{[\sigma]_F} \right)^2 \cdot \frac{T_2 \cdot K_H}{\psi_{ba}}}$$

Где

+ внешнее зацепление; - внутреннее зацепление;

310 – коэффициент при расчете прямозубой передачи;

$u=4$ - передаточное число;

K_H – коэффициент нагрузки

$$K_H = K_{Ha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\nu} \quad \text{где}$$

K_{Ha} - коэффициент, учитывающий неравномерность нагрузки для
прямозубой передачи $K_{Ha} = 1 \dots 1,5$ принимаем $K_{Ha} = 1,0$

$K_{H\beta}$ - коэффициент, учитывающий концентрацию нагрузки, $K_{H\beta} = 1,1 \dots 1,2$
принимаем 1,1

$K_{H\nu}$ - коэффициент, учитывающий влияние динамической нагрузки

$K_{H\nu} = 1 \dots 1,1$ принимаем $K_{H\nu} = 1,1$

$K_H = 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 1,2$

$\psi_{ba} (\psi_{va})$ - коэффициент ширины зубчатого колеса

для прямозубых передач по стандартному ряду $\psi_{\omega} = 0,1; 0,125; 0,16; 0,25$

Принимаем $\psi_{\omega} = 0,25$

$$a_n = (4 + 1) \cdot \left(\frac{310}{408 - 4} \right)^2 \frac{343 \cdot 10^3 \cdot 1,2}{0,25} = 193,0 \text{ мм}$$

Принимаем $a_n = 200 \text{ мм}$

5. Определяем нормальный модуль зацепления

$$m_n = (0,01 \dots 0,02) a_n = 2,0 \dots 4,0 \text{ мм} \quad [17; \text{с.30}], [18; \text{с.59}].$$

Таблица 1

I ряд	1; 1,25; 1,5; 2,0; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 60; 80; 100
2 ряд	1,125; 1,375; 1,75; 2,25; 2,75; 3,5; 4,5; 5,5; 7,0; 9,0; 11; 14; 18; 22; 28; 36; 45; 55; 70; 90

Модуль зацепления в мм (по ГОСТ 9563-60), принимаем (таб. 1) $m = 4$

6. Определяем числа зубьев шестерни и колеса

$$a = m_n (Z_1 + Z_2)$$

где: Z_1 и Z_2 - числа зубьев шестерни и колеса

$$Z_1 + Z_2 = \frac{2a}{m_n} = \frac{2 \cdot 200}{4} = 100,0$$

$$Z_1 = \frac{Z_1 + Z_2}{1 + u} = \frac{100,0}{1 + 4} = 20,0$$

$$Z_2 = 100 - 20 = 80$$

Принимаем $Z_1 = 20$; $Z_2 = 80$.

7. Проверяем значение передаточного числа

$$u = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{80}{20} = 4$$

Допустимое значение отклонения передаточного числа $[u] < 3\%$

8. Определяем геометрические размеры шестерни и колеса

Делительные диаметры:

$$d_1 = m_n Z_1 = 4 \cdot 20 = 80 \text{ мм}$$

$$d_2 = m_n Z_2 = 4 \cdot 80 = 320 \text{ мм}$$

проверка:

$$a_n = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{80,0 + 320,0}{2} = 200 \text{ мм}$$

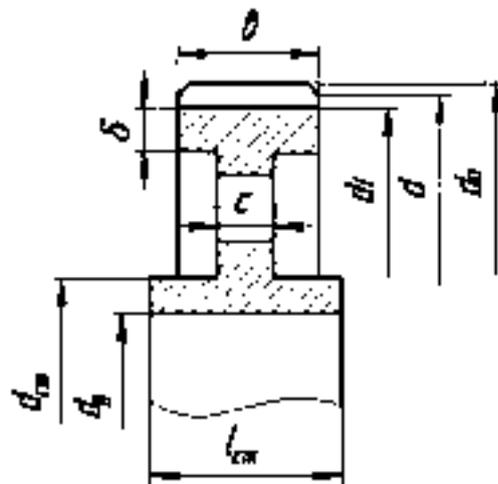


Рис. 2 Эскиз шестерни (колеса).

Диаметры выступов:

$$d_{н1} = d_1 + 2m = 80,0 + 2 \cdot 4 = 88,0 \text{ мм}$$

$$d_{н2} = d_2 + 2m = 320,0 + 2 \cdot 4 = 328,0 \text{ мм}$$

Диаметры впадин:

$$d_n = d_1 - 2,5m = 80,0 - 2,5 \cdot 4 = 70,0 \text{ мм}$$

$$d_{н2} = d_2 - 2,5m = 320,0 / 2 - 2,5 \cdot 4 = 310,0 \text{ мм}$$

Ширину зубчатых колес:

$$v_2 = \varphi_m \cdot a = 0,25 \cdot 200 = 50,0 \text{ мм; принимаем } v_2 = 50 \text{ мм}$$

$$v_1 = v_2 + 5 = 55 \text{ мм}$$

Толщину обода:

$$\delta = (3 \dots 4)m = 12 \dots 16 \text{ мм, принимаем } \delta = 12 \text{ мм}$$

Толщину дна колеса:

$$c = (0,2 \dots 0,3)v_2 = 10 \dots 15 \text{ мм, принимаем } c = 12 \text{ мм.}$$

Ориентировочные диаметры валов:

$$d_{в1} = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2 \cdot [\tau]_{\text{сп}}}} = \sqrt[3]{\frac{90 \cdot 10^1}{0,2 \cdot 25}} = 26,2 \text{ мм; принимаем } d_{в1} = 26 \text{ мм}$$

$$d_{в2} = \sqrt[3]{\frac{T_2}{0,2 \cdot [\tau]_{\text{ст}}}} = \sqrt[3]{\frac{1343 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 25}} = 40,8 \text{ мм; принимаем } d_{в2} = 42 \text{ мм}$$

где $[\tau]_{кр} = 20 \dots 25 \text{ МПа}$ – допускаемые напряжения на кручение.

Значения диаметров валов предварительные и будут уточнены после согласования с диаметром вала электродвигателя.

Диаметры ступиц:

$$d_{ср1} = (1,5 \dots 1,7) d_{в1}$$

$$d_{ср1} = 1,5 d_{в1} = 1,5 \cdot 26 = 39 \text{ мм}, \quad d_{ср1} = 40 \text{ мм}$$

$$d_{ср2} = 1,5 d_{в2} = 1,5 \cdot 42 = 63 \text{ мм}, \quad d_{ср2} = 40 \text{ мм}$$

Длину ступиц:

$$l_{с1} = (1,5 \dots 1,2) d_{в1}$$

$$l_{с1} = 1,2 d_{в1} = 1,2 \cdot 26 = 31,2 \text{ мм}$$

$$l_{с2} = 1,2 d_{в2} = 1,2 \cdot 42 = 50,4 \text{ мм}$$

$$\text{Принимаем: } l_{с1} = b_1 = 55 \text{ мм}$$

$$l_{с2} = b_2 = 50 \text{ мм}$$

Длина ступиц уточняется после расчёта шпонок.

9. Определяем окружную скорость зубчатого колеса

$$v = \frac{\omega_2 d_2}{2} = \frac{19,1 \cdot 320,0}{2 \cdot 10^3} = 3,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Выбирем смазку окунанием. По скорости выбираем марку масла

$$V_{н} = (0,4 \dots 0,8) P \quad (\text{для одноступенчатых редукторов})$$

где $V_{н}$ в литрах;

P – мощность в кВт.

$$V_{н} = (0,4 \dots 0,8)$$

10. Определяем силы, действующие в зацеплении

Окружное усилие:

$$F_t = \frac{2T_r}{d_1} = \frac{2 \cdot 90 \cdot 10^3}{80,0} = 2225 \text{ Н}$$

Радиальная составляющая:

$$F_r = F_t \tan \alpha = 2225 \cdot \tan 20 = 2225 \cdot 0,3640 = 810 \text{ Н}$$

где $\alpha=20^\circ$ стандартный угол зацепления

Осевая составляющая т. х. передачи прямозубая:

$$F_u = 0$$

11. Определяем расчётные контактные напряжения

$$\sigma_H = \frac{310}{a} = \frac{T_2 \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\gamma} \cdot K_{H\delta} \cdot (u+1)^2}{\sigma_2 \cdot u^2}$$

где:

$K_{H\alpha}=1,05$, $K_{H\beta}=1$ (пр.зуб); [17; с.62];

$K_{H\gamma}=1,02$ (для 8ст. точности) [17; С.62];

$K_{H\delta}=1$ [18; с.32], [17; С.59].

$$\sigma_H = \frac{310}{200} = \frac{343 \cdot 10^3 \cdot 1,0 \cdot 1,02 \cdot (4+1)^2}{50 \cdot 4^2} = 362 \text{ МПа}$$

$[\sigma]_H = 408 \text{ МПа} > \sigma_H = 362 \text{ МПа}$ - недогрузка 9%

Допускаемая перегрузка 5%, недогрузка 10%

12. Проверим прочность зубчатых колес по напряженным изгибу

$$\sigma_F = Y_F \cdot Y_{Fa} \cdot \frac{F_t}{b \cdot m_n} \cdot K_{Fa} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{F\alpha}$$

где:

Y_F – коэффициент прочности зуба по местным напряжениям зависящий от числа зубьев

шестерня: $Z_1 = 20$ $Y_{F1} = 4,09$

колесо: $Z_2 = 80$ $Y_{F2} = 3,61$

По таблице определяем: $Y_{F2} = 3,60$

Сравним отношение $\frac{[\sigma]_F}{Y_F}$ для шестерни и колеса:

$$\frac{[\sigma]_F}{Y_{F1}} = \frac{236}{4,09} = 57,7 > \frac{[\sigma]_F}{Y_{F2}} = \frac{205}{3,61} = 56,8$$

Далее расчёт ведем по колесу, как менее прочному

Y_{Fa} – коэффициент учитывающий наклон зуба, для прямозубой передачи

$$Y_{Fa} = 1$$

K_{Fa} – коэффициент, учитывающий концентрацию нагрузки по длине зуба; при симметричном расположении на валу $K_{Fa} = 1$

$K_{F\beta}$ – динамический коэффициент, при $V = 3,1$ м/с и 8-й степени точности

$$K_{F\beta} = 1,45$$

$K_{F\alpha}$ – учитывает распределение нагрузки между зубьями

$$K_{F\alpha} = 1; \text{ тогда:}$$

$$\sigma_{F2} = 3,61 \cdot 1,0 \cdot \frac{2225}{50 \cdot 4} \cdot 1 \cdot 1,45 \cdot 1 = 58 \text{ МПа}$$

Условие прочности выполнено, так как:

$$[\sigma]_{F2} = 205 \text{ МПа} \gg \sigma_F = 58 \text{ МПа}$$

Практическая работа № 16. Подбор подшипников качения по динамической грузоподъемности.

9.6 Последовательность подбора подшипников качения.

1. Назначают тип и схему установки подшипников.

2. Для выбранного подшипника по справочникам выписывают следующие данные:

- для шариковых радиальных и радиально-упорных с углом контакта $\alpha < 18^\circ$ из табл. 24.10-24.11, 24.15 значения базовых динамической C_d и статической C_{0d} радиальных грузоподъемностей, основные геометрические параметры: диаметр отверстия d , наружный диаметр D , диаметр шарика D_w ;

- для шариковых радиально-упорных с углом контакта $\alpha \geq 18^\circ$ из табл. 24.15 значение C_d , а из табл. 7.2 значения коэффициентов X радиальной, Y осевой нагрузок, коэффициента e осевого нагружения;

- для конических роликовых из табл. 24.16-24.18 значения C_d , Y и e ; а также принимают $X=0,4$.

3. Из условия равновесия вала и условия ограничения минимального значения осевых нагрузок на радиально-упорные подшипники определяют осевые силы F_{d1} и F_{d2} .

4. Для подшипников шариковых радиальных, а также шариковых радиально-упорных с углом контакта $\alpha < 18^\circ$ по табл. 7.2 в зависимости от отношения $f_0 F_d / C_d$ находят значения X , Y и e , где f_0 – коэффициент, зависящий от геометрии подшипника и применяемого уровня напряжения. Значения коэффициента f_0 приведены в табл. 7.3 в зависимости от отношения $D_w \cos \alpha / D_{pm}$, где D_w – диаметр шарика (табл. 24.10-24.11, 24.15), α – угол контакта (для радиальных подшипников $\alpha=0$), D_{pm} – диаметр окружности расположения центров шариков, $D_{pm}=(d+D)/2$. При отсутствии табличных значения диаметр шарика можно вычислить по высоте «живого сечения» $H=(D-d)/2$:

- для подшипников серий 200, 300 и 400 при $d \leq 40$ мм и особо легких серий $D_w=0,6H$;

- для подшипников серий 200, 300 и 400 при $d > 40$ мм $D_w=0,635H$;

- для малогабаритных и быстроходных подшипников $D_w=0,55H$;

- для подшипников повышенной грузоподъемности $D_w=0,64H$.

5. Сравнивают отношение $F_d/(VF_d)$ с коэффициентом e и соответственно принимают значения коэффициентов X и Y : при $F_d/(VF_d) \leq e$ принимают $X=1$ и

Таблица 7.2

Тип подшипника	$\alpha,^\circ$	Коэффициент осевого нагружения e	Подшипник однорядный		Подшипник двухрядный			
			$F_d/(VF_d) \leq e$		$F_d/(VF_d) > e$		$F_d/(VF_d) > e$	
			X	Y	X	Y	X	Y
Радиальный	0	$0,28(f_0 F_d / C_d)^{2/3}$	0,56	$0,44/e$	1,0	0	0,56	$0,44/e$
Радиально-упорный	12	$0,41(f_0 F_d / C_d)^{2/3}$	0,45	$0,55/e$	1,0	$0,62/e$	0,74	$0,88/e$
	15	$0,46(f_0 F_d / C_d)^{2/3}$	0,44	$0,56/e$	1,0	$0,63/e$	0,72	$0,91/e$
	18	0,57	0,43	1,0	1,0	1,09	0,70	1,63
	25	0,68	0,41	0,87	1,0	0,97	0,67	1,41
	26							
	36	0,95	0,37	0,66	1,0	0,66	0,66	1,07
40	1,14	0,35	0,57	1,0	0,55	0,57	0,93	

Примечание: 1. Для однорядных подшипников при $F_d/(VF_d) \leq e$ принимают: $X=1$, $Y=0$. 2. В приведенных в таблице формулах C_d – статическая грузоподъемность подшипника, для двухрядных подшипников C_d – статическая грузоподъемность одного ряда. 3. В настоящее время переходят на выпуск радиально-упорных шариководшипников с углом контакта 13, 25 и 40° (вместо 12,26 и 36°).

Таблица 7.3

$D_w \cos \alpha / D_{rn}$	f_0	$D_w \cos \alpha / D_{rn}$	f_0	$D_w \cos \alpha / D_{rn}$	f_0
0,10	16,4	0,18	14,4	0,26	12,5
0,11	16,1	0,19	14,2	0,27	12,3
0,12	15,9	0,20	14,0	0,28	12,1
0,13	15,6	0,21	13,7	0,29	11,8
0,14	15,4	0,22	13,5	0,30	11,6
0,15	15,2	0,23	13,2	0,31	11,4
0,16	14,9	0,24	13,0	0,32	11,2
0,17	14,7	0,25	12,8	0,33	10,9

Примечание. Здесь D_w – диаметр шарика, α – угол контакта, D_{rn} – диаметр окружности расположения центров шариков.

б. Вычисляют эквивалентную динамическую нагрузку:

- радиальную для шариковых радиальных и шариковых и роликовых радиально упорных

$$P = (XVF_r + YF_a)K_B K_T$$

- радиальную для подшипников с короткими цилиндрическими роликами

$$P = VF_r K_B K_T$$

- осевую для упорных подшипников

$$P = F_a K_B K_T$$

Значение коэффициента динамической нагрузки K_B принимают по таб. 7.6 (значение K_B приблизительно равно значению отношения кратко-

временной перегрузки к номинальной нагрузке), а температурного коэффициента K_T – в зависимости от рабочей температуры $t_{ам}$ подшипника:

$t_{ам}, ^\circ\text{C}$	≤ 100	125	150	175	200	225	250
K_T	1,0	1,05	1,10	1,15	1,25	1,35	1,4

Для работы при повышенных температурах применяются подшипники со специальной стабилизирующей термообработкой или изготовленные из теплоустойчивых сталей.

Таблица 7.6

Характер нагрузки	K_B	Область применения
Спокойная нагрузка без толчков	1,0	Маломощные кинематические редукторы и приводы. Механизмы ручных кранов, блоков. Тали, кошки, ручные лебедки. Приводы управления
Легкие толчки, кратковременные перегрузки до 125% номинальной нагрузки	1,0 – 1,2	Прецизионные зубчатые передачи. Металлорежущие станки (кроме строгальных, долбежных и шлифовальных). Гироскопы. Механизмы подъема кранов. Электротали и монорельсовые тележки. Лебедки с механическим приводом. Легкие вентиляторы и воздуходувки.

Умеренные толчки; вибрационная нагрузка; кратковременные перегрузки до 150% номинальной нагрузки	1,3 – 1,5	Зубчатые передачи. Редукторы всех типов. Механизмы передвижения крановых тележек и поворота кранов. Буклы рельсового подвижного состава
То же, в условиях повышенной надежности	1,5 – 1,8	Механизмы изменения вылета стрелы кранов. Шпиндели пятифазальных станков. Электрощпиндели
Нагрузки со значительными толчками и вибрациями; кратковременные перегрузки до 200% номинальной нагрузки	1,8 – 2,5	Зубчатые передачи. Дробилки и кофры. Кривошипно-шатунные механизмы. Валики прокатных станов. Мощные вентиляторы.
Нагрузка с сильными ударами; кратковременные перегрузки до 300% номинальной	2,5 – 3,0	Тяжелые ковочные машины. Лесопильные рамы. Рабочие роликовые конвейеры крупносортовых станов, блюмингов и слябингов.

Для подшипников, работающих при типовых режимах нагружения расчеты удобно вести с помощью коэффициента эквивалентности K_E :

Режим работы	0	I	II	III	IV	V
K_E	1,0	0,8	0,63	0,56	0,5	0,4

При этом по известным максимально длительно действующим силам F_{r1max} , F_{r2max} , F_{Ax} (соответствующим максимальному из длительно действующих моменту $T = T_{max}$) находят эквивалентные нагрузки:

$$F_{r1} = K_E F_{r1max}; F_{r2} = K_E F_{r2max}; F_A = K_E F_{Ax}$$

по которым в соответствии с пп. 2 – 6 ведут расчет подшипников как при постоянной нагрузке.

7. Определяют скорректированный по уровню надежности и условиям применения расчетный ресурс (долговечность) подшипника, ч:

$$L_{10sk} = a_1 \cdot a_{22} \cdot \left(\frac{C}{P} \right)^4 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n}$$

Таблица 7.7

Вероятность безотказной работы P_n , %	90	95	96	97	98	99
Обозначение ресурса	L_{10k}	L_{50}	L_{60}	L_{70}	L_{80}	L_{90}
Коэффициент надежности a_1	1	0,62	0,53	0,44	0,33	0,21

где C – базовая динамическая грузоподъемность подшипника (радиальная C_r или осевая C_a), H ; P – эквивалентная динамическая нагрузка (радиальная P_r или осевая P_a , а при переменном режиме нагружения P_{Eq} или P_{Eq}), H ; k – показатель степени: $k = 3$ для шариковых и $k = 10/3$ для роликовых подшипников, n – частота вращения кольца, мин⁻¹; a_1 – коэффициент, корректирующий ресурс в зависимости от надежности, принимают по табл. 7.7; a_{2j} – коэффициент, корректирующий ресурс в зависимости от особых свойств подшипника, которые он приобретает, например, вследствие применения специальных материалов или специальных процессов производства, или специальной конструкции, а также от условий его работы (соответствие характеристик смазочного материала требуемым, наличие инородных частиц, вызывающих изменение свойств материала).

Вместо индекса x в обозначении ресурса записывают цифру $s = 100 - P_s$, где P_s – надежность при определенном ресурсе. Так, при 90%-ной надежности – L_{90s} , при 95%-ной – L_{95s} , при 97%-ной – L_{97s} .

Для обычных условий применения подшипников (материал обычной плавки, наличие перекосов колес, отсутствие надежной гидродинамической пленки масла) значения коэффициента a_{2j} :

Шарикоподшипники (кроме сферических).....	0,7...0,8
Роликоподшипники конических.....	0,6...0,7
Роликоподшипники цилиндрических, шарикоподшипники сферические двухрядные.....	0,5...0,6
роликовые радиальные двухрядные сферические подшипники.....	0,3...0,4

Формулы справедливы при частотах вращения от 10 мин⁻¹ до предельных по каталогу, а также если P_r (или P_a), а при переменных нагрузках P_{max} (или P_{max}) не превышают $0,5C_r$ (или $0,5C_a$).

В некоторых случаях по формуле расчета ресурса вычисляют допустимую нагрузку P_d (или P_a). Для подшипников, работающих при малых частотах вращения и рассчитанных на небольшой ресурс, вычисленная таким образом допустимая нагрузка может превышать статическую грузоподъемность, что недопустимо. Поэтому применяемость формул ограничена условием $P_r \leq C_{st}$ (или $P_a \leq C_{sa}$).

В. Оценивают пригодность намеченного типоразмера подшипника. Подшипник пригоден, если расчетный ресурс больше или равен требуемому:

$$L_{calc} \geq L'_{req}$$

Если в одной опоре устанавливают рядом два одинаковых радиальных или радиально-упорных одворядных подшипника специально подобранных так, что они работают как один узел, то эта пара подшипников рассматривается как один двухрядный подшипник. При определении эквивалентной нагрузки P , значения коэффициентов X и Y принимают как для двухрядных подшипников: для шарикоподшипников – по табл. 7.2; для роликоподшипников – по п. 5. При определении ресурса по формуле п.7 вме-

ств C_r подставляют базовую динамическую радиальную грузоподъемность $C_{r,eq}$ комплекта из двух подшипников: для шарикоподшипников $C_{r,eq} = 1,625 C_r$, для роликоподшипников $C_{r,eq} = 1,714 C_r$. Базовая статическая радиальная грузоподъемность такого комплекта равна удвоенной номинальной грузоподъемности одного однорядного подшипника $C_{статик} = 2 C_{ст}$.

Если по конструктивному исполнению подшипниковый узел представляет собой два самостоятельных подшипника, которые замещают независимо друг от друга, то ресурс определяют исходя из того, что всю нагрузку, действующую на опору, воспринимает один подшипник. $C_{r,eq}$

Пример №1

Подобрать подшипники качения для опор выходного вала цилиндрического зубчатого редуктора. Частота вращения вала $n = 120$ мин⁻¹. Требуемый ресурс при вероятности безотказной работы 90%: $L'_{100h} = 25000$ ч. Диаметр посадочных поверхностей вала $d = 60$ мм. Максимально длительными действующими силами: $F_{r1max} = 5127$ Н, $F_{r2max} = 7487$ Н, $F_{Ax1} = 2400$ Н.

Режим нагружения – II (средний равновероятный). Возможны кратковременные перегрузки до 150% номинальной нагрузки. Условия эксплуатации подшипников – обычные. Ожидаемая температура работы $t_{пов} = 50^\circ\text{C}$.

1. Для типового режима нагружения – II коэффициент эквивалентности $K_F = 0,63$. Вычисляем эквивалентные нагрузки: $F_{r1} = K_F F_{r1max} = 0,63 \cdot 5127 = 3230$ Н; $F_{r2} = K_F F_{r2max} = 0,63 \cdot 7487 = 4717$ Н; $F_A = K_F F_{Ax1} = 0,63 \cdot 2400 = 1512$ Н.

2. Предварительно назначаем шариковые радиальные однорядные подшипники легкой серии 212. Схема установки подшипников – вращепор.

3. Для принятых подшипников из табл. Находим: $C_r = 52000$ Н, $C_{10} = 31000$ Н, $d = 60$ мм, $D = 100$ мм, $D_w = 15,875$ мм, $\alpha = 0^\circ$.

4. Для радиальных шарикоподшипников из условия равновесия вала следует: $F_{a1} = 0$, $F_{a2} = F_A = 1512$ Н. Дальнейший расчет выполняем для более нагруженного подшипника опоры 2.

5. Отношение $D_w \cos \alpha / D_{pw} = (15,875 \cdot \cos 0^\circ) / 85 = 0,19$, где $D_{pw} = 0,5(D+d) = 0,5(100+60) = 85$ мм.

В соответствии с табл. имеем: $f_0 = 14,2$.

Коэффициент осевости нагружения (см. табл. 7.2):

$$e = 0,28 \left(\frac{f_0 \cdot F_a}{C_r} \right)^{0,23} = 0,28 \left(\frac{14,2 \cdot 1512}{52000} \right)^{0,23} = 0,257.$$

6. Отношение $F_d / (V F_{r2}) = 1512 / (1 \cdot 4717) = 0,321$, что больше $e = 0,257$ ($V = 1$ при вращении внутреннего кольца). Окончательно принимаем (см. табл.): $X = 0,56$; $Y = 0,44 / e = 0,44 / 0,257 = 1,71$.

7. Принимаем $K_F = 1,4$ (см. табл.); $K_T = 1$ ($t_{пов} < 100^\circ\text{C}$). Эквивалентная динамическая радиальная нагрузка

$$P = (X V F_r + Y F_a) K_F K_T = (1 \cdot 0,56 \cdot 4717 + 1,71 \cdot 1512) \cdot 1,4 \cdot 1 = 7318 \text{ Н.}$$

8. Расчетный скорректированный ресурс подшипника при $\alpha_1 = 1$ (вероятность безотказной работы 90%, табл.), $\alpha_{2,1} = 0,7$ (обычные условия применения, см. с.), $k = 3$ (шариковый подшипник)

$$L_{calc} = a_1 \cdot a_{2,1} \cdot \left(\frac{C_r}{P} \right) \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n} = 1 \cdot 0,7 \cdot \left(\frac{52000}{7318} \right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 120} = 34882ч$$

Расчетный ресурс больше требуемого: $L_{calc} > L'_{зад}$ ($34882 > 25000$).

9. Проверка выполнения условия $P_{r,max} \leq 0,5C_r$.

С этой целью выполняем расчеты по пунктам 5 -7 при наибольших значениях заданных сил переменного режима нагружения для подшипника более нагруженной опоры 2:

$$e = 0,28 \left(\frac{F_H \cdot F_{d,max}}{C_{30}} \right)^{0,125} = 0,28 \left(\frac{14,3 \cdot 2400}{31000} \right)^{0,125} = 0,286.$$

Отношение $F_{d,max}/(VF_{r,max}) = 2400/(1 \cdot 7487) = 0,321$, что больше $e = 0,286$. Следовательно $X = 0,56$; $Y = 0,44/e = 0,44/0,286 = 1,54$.

Эквивалентная динамическая радиальная нагрузка

$$P_{r,max} = (XVF_{r,max} + YF_{d,max})K_B K_T = (1 \cdot 0,56 \cdot 7487 + 1,54 \cdot 2400) \cdot 1,4 \cdot 1 = 11044Н.$$

Условие $P_{r,max} \leq 0,5C_r$ выполнено: $11044 < 0,5 \cdot 52000 = 26000 Н$.

10. Так как расчетный ресурс больше требуемого и выполнено условие $P_{r,max} \leq 0,5C_r$, то предварительно назначенный подшипник 212 пригоден. При требуемом ресурсе надежность выше 90%.

Литература

1. Основная литература

1. 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).
2. 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).
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. Лачуга, Ю. Ф. Теоретическая механика [Текст] : учебник для студентов высших аграрных заведений, обучающихся по агроинженерным специальностям / Ю. Ф. Лачуга, В. А. Ксендзов. - 3-е изд. ; перераб. и доп. - М. : КолосС, 2010. - 576 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).

5. Тимофеев, Г. А. Теория механизмов и машин [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обуч. по техн. спец. / Г. А. Тимофеев. - 2-е изд.; перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2010. - 351 с. - (Основы наук).
6. Теория механизмов и машин [Текст] : учебное пособие для направлений "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов" и "Технология транспортных процессов" / А. М. Кравченко, С. Н. Борычев, Н. В. Бышов, Д. Н. Бышов, Е. В. Лунин. - Рязань : РГАТУ, 2012. - 192 с.
7. Чмиль, В. П. Теория механизмов и машин [Текст] : учебно-методическое пособие / В. П. Чмиль. - СПб. : Лань, 2012. - 288 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).
8. 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/>
9. Кривошапко С.Н. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ. (Электронный ресурс): Учебник и практикум для прикладного бакалавриата М.: ЮРАЙТ, 2015-Режим доступа:/ <http://www.biblio-online.ru/>
10. Эрдеди, Н. А. Соппротивление 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).
11. Ахметзянов, М. Х. Соппротивление 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).
12. Кривошапко, С. Н. Соппротивление 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).
13. Соппротивление материалов [Текст] : учебник для студентов вузов / А. Г. Схиртладзе [и др.]. - М. : Академия, 2012. - 416 с. - (Бакалавриат).

2.Дополнительная литература

1. Ксендзов, В. А. Теоретическая механика. Курс лекций [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / В. А. Ксендзов, А. В. Паршков. - Рязань : РГАТУ, 2012. - 380 с.
2. 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).
3. Диевский, В. А. Теоретическая механика. Интернет-тестирование базовых знаний [Текст] : учебное пособие / В. А. Диевский, А. В. Диевский. - СПб. : Лань, 2010. - 144 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная дитература).

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.
5. Теория механизмов и механика машин [Текст] : учебник для студентов вузов , обучающихся по спец. "Машиностроительные технологии и оборудование" / под ред. К. В. Фролова. - 5-е изд. ; стереотип. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. - 664 с.
6. Теория механизмов и механика машин [Текст] : учебник для вузов / под ред. К. В. Фролова. - 4-е изд. ; испр. - М. : Высшая школа, 2003. - 496 с.
7. Сигаев, Евгений Александрович. Сопротивление материалов : Учеб. пособие для студ. спец. 311300 "Механизация сельского хозяйства". Ч. 2. - Кемерово : Кузбассвуиздат, 2004. - 248 с
- 8.. Атапин, Владимир Григорьевич. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ : Учебник и практикум / Атапин В.Г. - М. : Издательство Юрайт, 2016. - 342. -с
9. Жуков, В. Г. Механика. Сопротивление материалов [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 260200 - "Продукты питания животного происхождения" / В. Г. Жуков. - СПб. : Лань, 2012. - 416 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«Рязанский государственный агротехнологический
университет имени П.А. Костычева»**

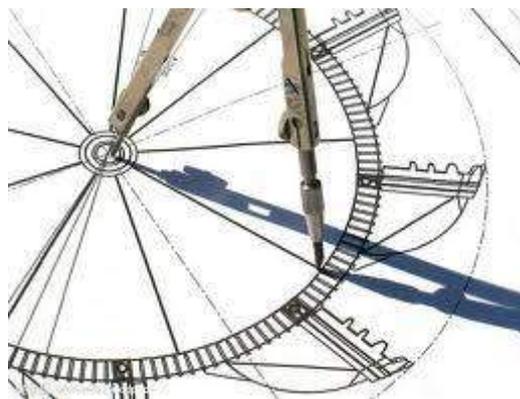
**Кафедра: "Строительство инженерных сооружений и
механика"**

А.И.Бойко

Инженерная и компьютерная графика

Методические указания

для выполнения лабораторных работ по проекционному черчению для студентов 1 курса инженерного факультета направления подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиля: «Электрические станции и подстанции»



Рязань, 2020 г.

Методические указания выполнены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного 28.02.2018 №144

Разработчики: доцент, «Строительство инженерных сооружений и механика»

Разработчик: доцент, кафедры СИС и М

 Бойко А.И.

Рассмотрено и утверждено на заседании кафедры « 31 » __ августа __ 2020 г., протокол №1.

Заведующий кафедрой «Строительство инженерных сооружений и механика»



д.т.н., профессор, Борычев С.Н.

(подпись)

(Ф.И.О.)

Введение

Изучение дисциплины способствует формированию общепрофессиональной компетенций: ОПК-1, развивает способности осуществлять поиск, обработку и анализ информации из различных источников и представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

ГОСТ 2.001 - 70 устанавливает общие положения по целевому назначению, области распространения, классификации и обозначению стандартов, входящих в комплекс Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ

Единая система конструкторской документации - комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой организациями и предприятиями. Основное назначение стандартов ЕСКД – установление в организациях и на предприятиях единых правил выполнения, оформления и обращения конструкторской документации, которые должны обеспечивать:

- 1) возможность и взаимобмена конструкторскими документами между организациями и предприятиями без их переоформления;
- 2) стабилизацию комплектности, исключая дублирование и разработку не требуемых производству документов;
- 3) возможность расширения унификации при конструкторской разработке проектов промышленных изделий;
- 4) упрощение форм конструкторских документов графических изображений, снижающее трудоемкость проектно-конструкторских разработок промышленных изделий;
- 5) механизацию и автоматизацию обработки технических документов и содер-

жащейся в них информации;

б) улучшение условий технической подготовки производства;

7) улучшение условий эксплуатации промышленных изделий;

8) оперативную подготовку документации для быстрой переналадки действующего производства.

2. ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СТАНДАРТОВ ЕСКД

Установленные стандартами ЕСКД правила и положения по разработке, оформлению и обращению документации распространяются:

1) на все виды конструкторских документов;

2) на учетно-регистрационную документацию и документацию по внесению изменений в конструкторские документы;

3) на нормативно-техническую и технологическую документацию, а также на научно-техническую и учебную литературу в той части, в которой они могут быть для них применены и не регламентируются специальными стандартами и нормативами, устанавливающими правила выполнения этой документации и литературы, например форматов и шрифтов для печатных изданий и т. п.

3. СОСТАВ, КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЕ СТАНДАРТОВ ЕСКД

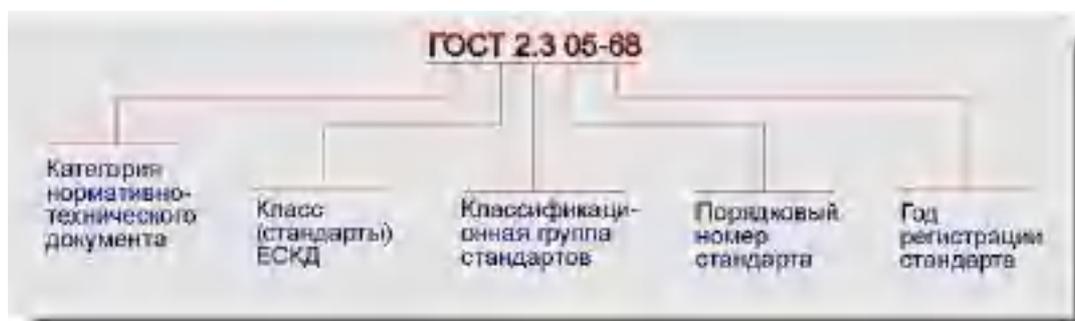
Состав стандартов, входящих в ЕСКД, определяется перечнем, приведенным в Указателе стандартов, ежегодно публикуемых по стандартам. Распределение стандартов ЕСКД по классификационным группам приведено в таблице 1.

Таблица 1

Классификационные группы ЕСКД	
Шифр группы	Содержание стандартов в группе
0	Общие положения
1	Основные положения
2	Классификация и обозначение изделий в конструкторских документах
3	

4	Общие правила выполнения чертежей
5	Правила выполнения чертежей изделий машино - и приборостроения
6	Правила обращения конструкторских документов (учет,
7	хранение,
8	дублирование, внесение изменений)
9	Правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации
	Правила выполнения схем
	Правила выполнения документов строительных и судостроения
	Прочие стандарты

Обозначение стандартов ЕСКД строится на классификационном принципе. Номер стандарта составляется из цифры 2, присвоенной классу стандартов ЕСКД; одной цифры (после точки), обозначающей классификационную группу (шифр группы) стандартов; двузначной цифры, определяющей порядковый номер стандарта в данной группе, и двузначной цифры (после тире), указывающей год регистрации стандарта. Пример обозначения стандарта ЕСКД «Изображения - виды, разрезы, сечения».



ИЗОБРАЖЕНИЯ

Работа №1

Основные виды

Правила изображения предметов (изделий, сооружений и их составных элементов) на чертежах всех отраслей промышленности и строительства устанавливает ГОСТ 2.305 - 68. Изображения предметов должны выполняться по методу прямоугольного (ортогонального) проецирования на плоскость. При этом предмет располагают между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. Следует обратить внимание на различие, существующее между изображением и проекцией предмета. Не всякое изображение является проекцией предмета. Между предметом и его проекцией существует взаимно однозначное точечное соответствие, которое состоит в том, что каждой точке предмета соответствует определенная точка на проекции и наоборот. При построении изображений предметов стандарт допускает применение условностей и упрощений, вследствие чего указанное соответствие нарушается. Поэтому получающиеся при проецировании предмета фигуры называют не проекциями, а изображениями. В качестве основных плоскостей проекций принимают грани пустотелого куба, в который мысленно помещают предмет и проецируют его на внутренние поверхности граней. Грани совмещают с плоскостью, как показано на рис.1. Изображение на фронтальной плоскости принимается на чертеже в качестве главного. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета. Изображения на чертеже в зависимости от их содержания разделяют на виды, сечения, разрезы.

Вид - изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности при помощи штриховых линий. Однако, следует иметь в виду, что наличие большого количества штриховых линий затрудняет чтение чертежа, поэтому их использование должно быть ограничено. Виды разделяются на основные, местные и дополнительные.

Основные виды - изображения, получаемые на основных плоскостях проекций-гранях куба (Рис.1):1-вид спереди(главный вид);2-вид сверху;3-вид слева; 4-вид справа; 5-вид снизу; 6-вид сзади.Название видов на чертежах не надписываются, если они расположены, как показано на рис.1,т.е. в проекционной связи. Если же виды сверху,слева и справа не находятся в проекционной связи с главным изображением, то они отмечаются на чертеже надписью по типу "А" .Направление взгляда указывается стрелкой, обозначаемой прописной буквой русского алфавита. Когда отсутствует изображение, на котором может быть показано направление взгляда, название вида надписывают.

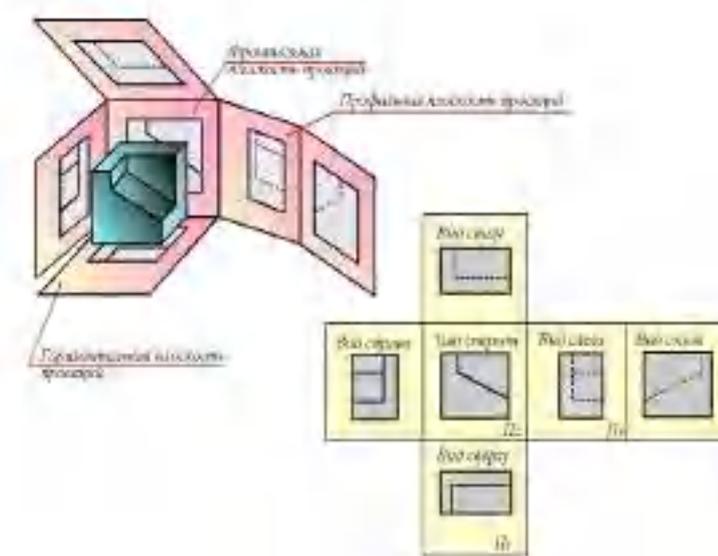


Рис.1

Местный вид - изображение отдельного ограниченного места поверхности предмета на одной из основных плоскостей проекций. Местный вид можно располагать на любом свободном месте чертежа, отмечая надписью типа "А", а у связанного с ним изображения предмета должна быть поставлена стрелка, указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением (Рис. 2).Местный вид может быть ограничен линией обрыва,по возможности в наименьшем размере, или не ограничен (Рис. 2).

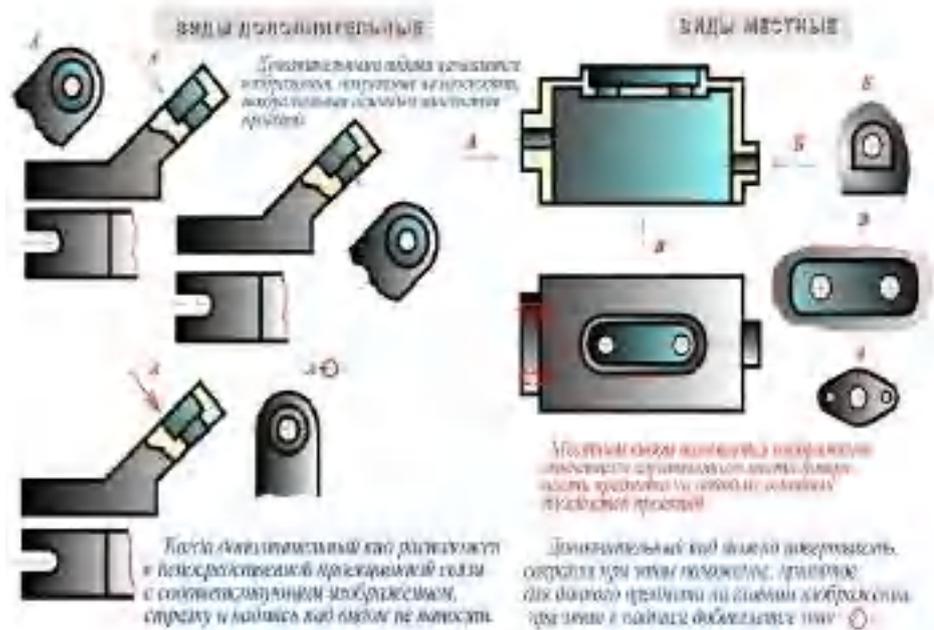


Рис. 2

Дополнительные виды - изображения, получаемые на плоскостях, непараллельных основным плоскостям проекций. Применяются в тех случаях, если какую-либо часть предмета невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров. Дополнительный вид отмечается на чертеже надписью типа "А" (Рис. 2), а у связанного с дополнительным видом изображения предмета ставится стрелка с соответствующим буквенным обозначением (стрелка А, Рис. 2), указывающая направление взгляда. Когда дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и надпись над видом не наносят (Рис. 2). Дополнительный вид можно повернуть, сохраняя при этом положение, принятое для данного предмета на главном изображении. При этом к надписи "А" добавляется знак "повернуто" (Рис. 2). Основные, местные и дополнительные виды служат для изображения формы внешних поверхностей предмета. Удачное их сочетание позволяет избежать штриховых линий или свести их количество до минимума.

Контрольные вопросы к работе №1

1. Что называется видом?
2. Что называется основным видом?

3. Что называется дополнительным видом?

4. Что называется местным видом?

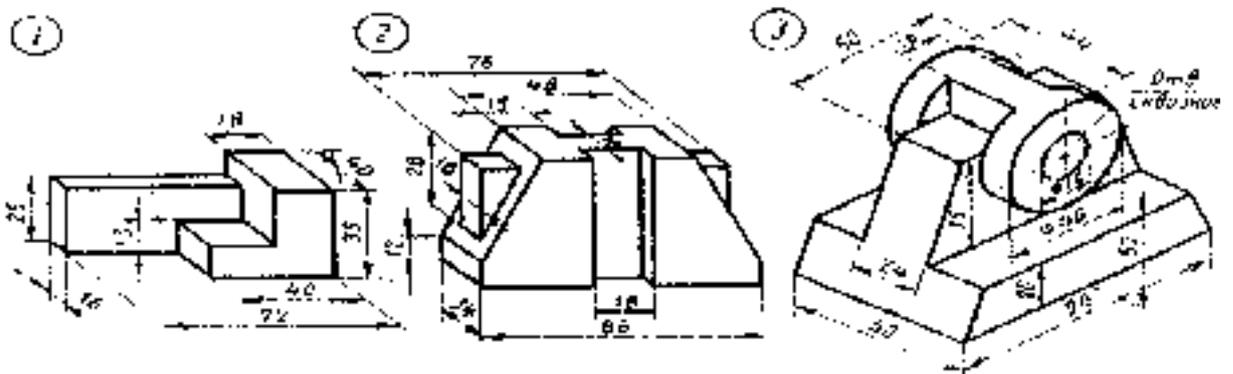
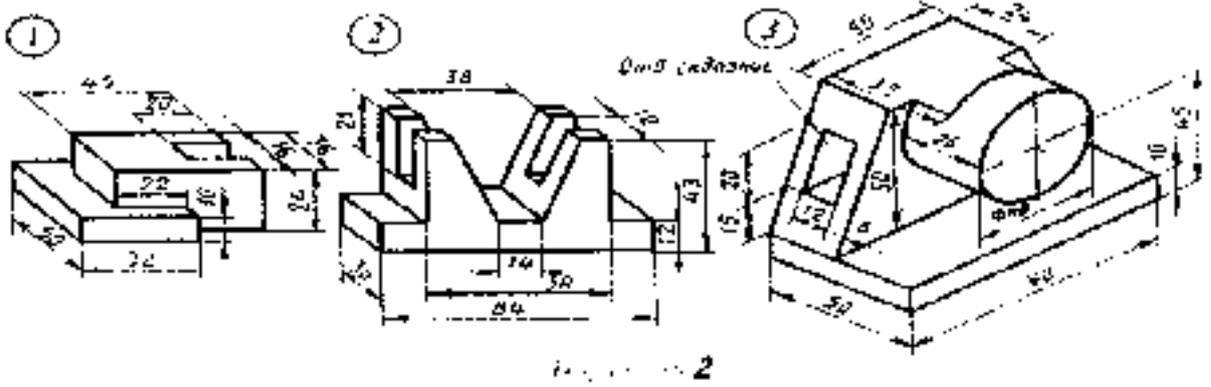
**Графическое задание к работе №1 и методика его выполнения.
Построить три вида детали по ее наглядному изображению, нанести размеры.**

Методические указания к выполнению задания

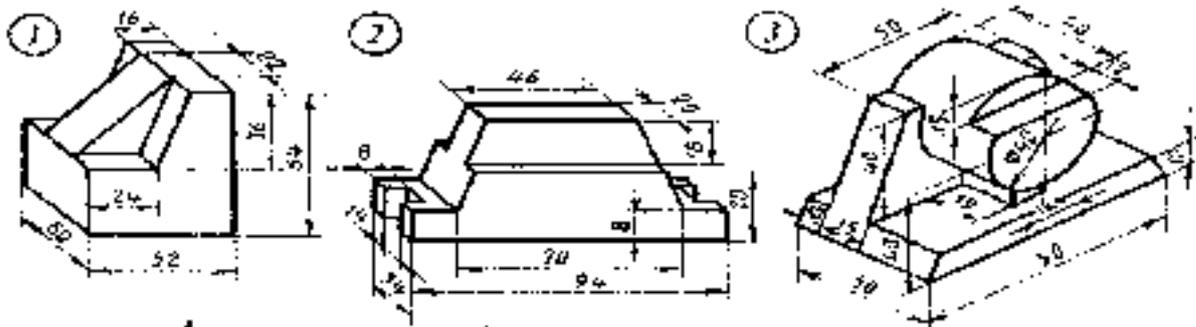
Работа выполняется на листе формата А3, оформляется рамкой, основной надписью формы 1 (по ГОСТ 2.104 - 68). Перед выполнением графического задания необходимо изучить теоретический материал, ознакомиться с конструкцией изделия по ее наглядному изображению и определить основные геометрические тела из которых она состоит. Затем выполнить построение видов в тонких линиях, в необходимых случаях построить линии перехода от одной поверхности к другой (линии их пересечения). Изучить правила простановки размеров (по ГОСТ 2.307 - 68) и нанести их на чертеже. В заключении выполняется обводка всех изображений чертежа. Название чертежа – «Чертеж проекционный» .

Комплект вариантов к работе №1

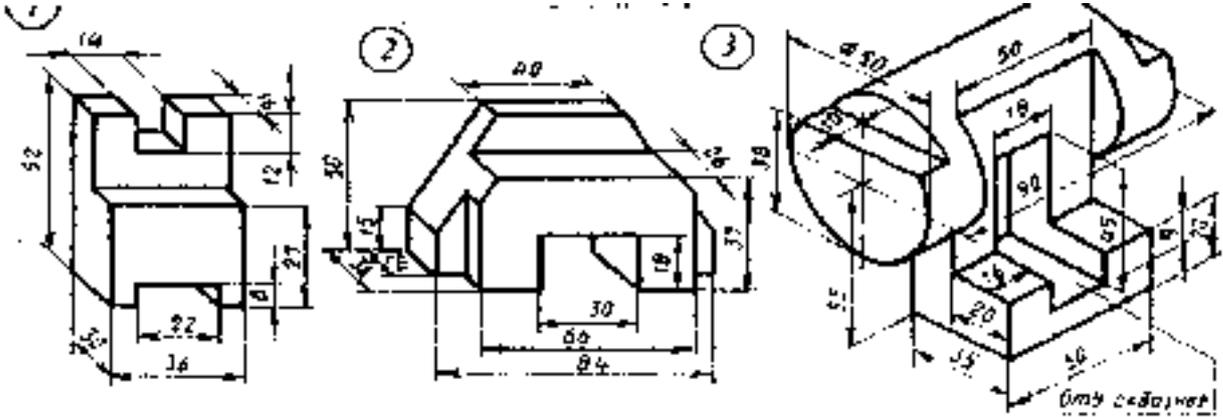
Вариант 1



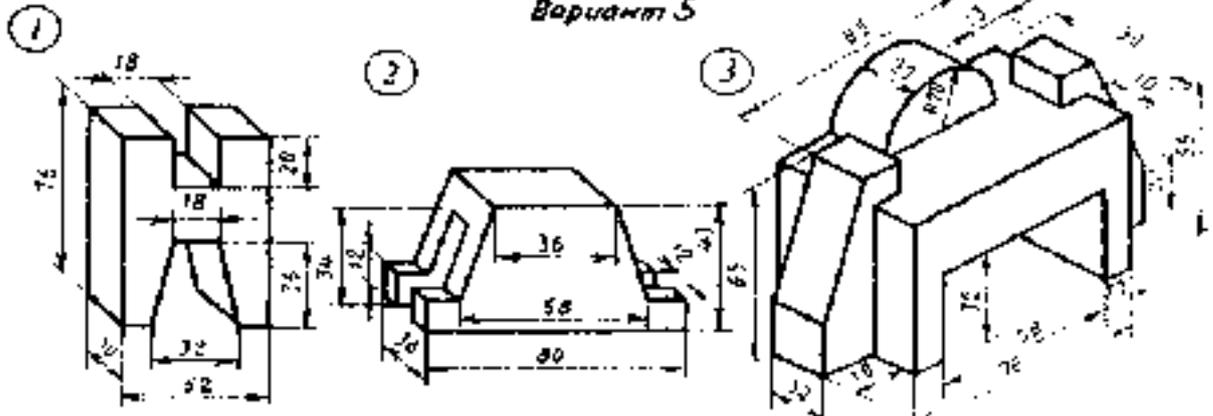
Вариант 3



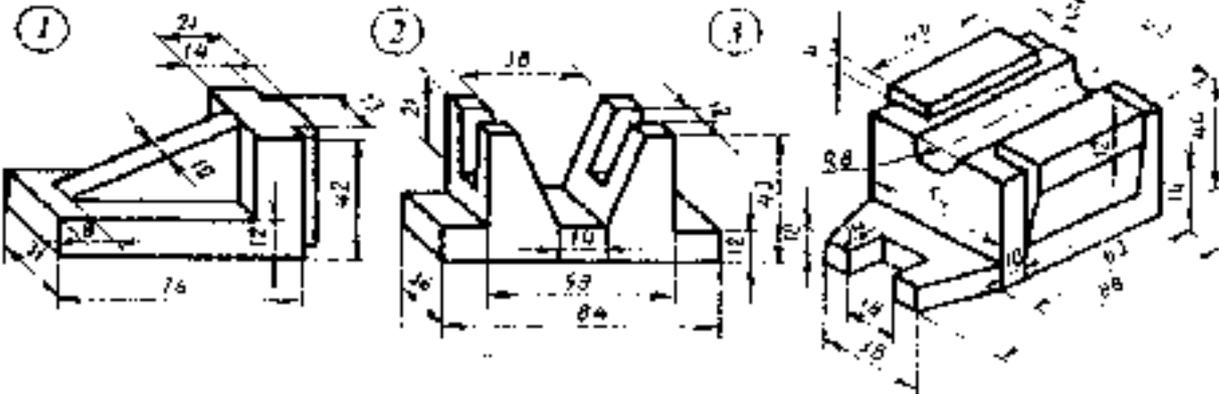
Вариант 4



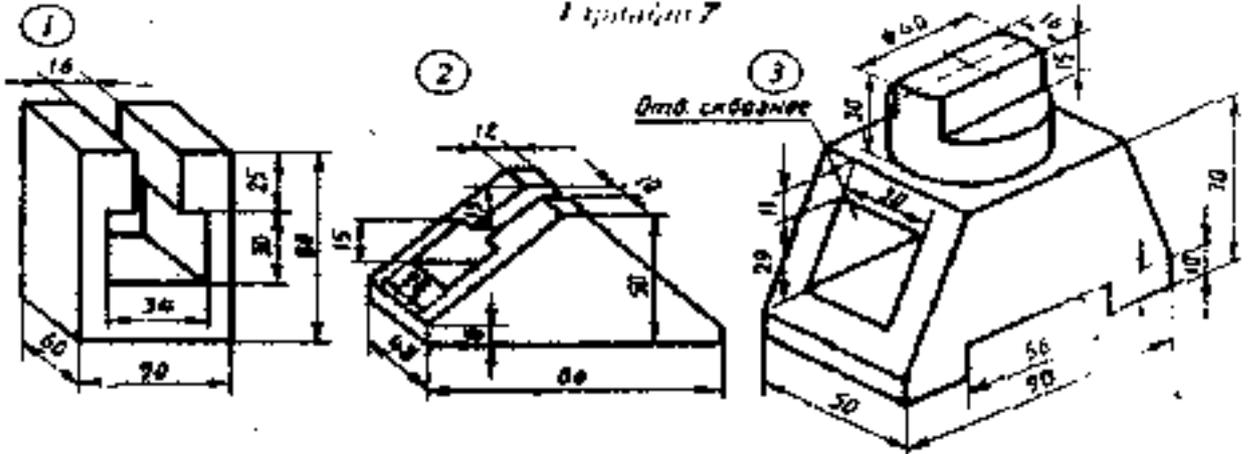
Вариант 5



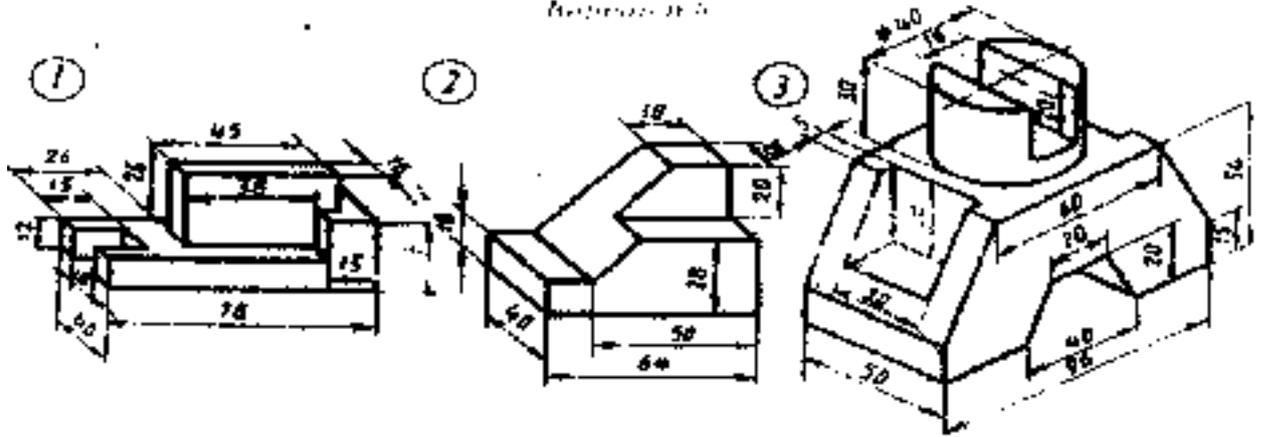
Вариант 6



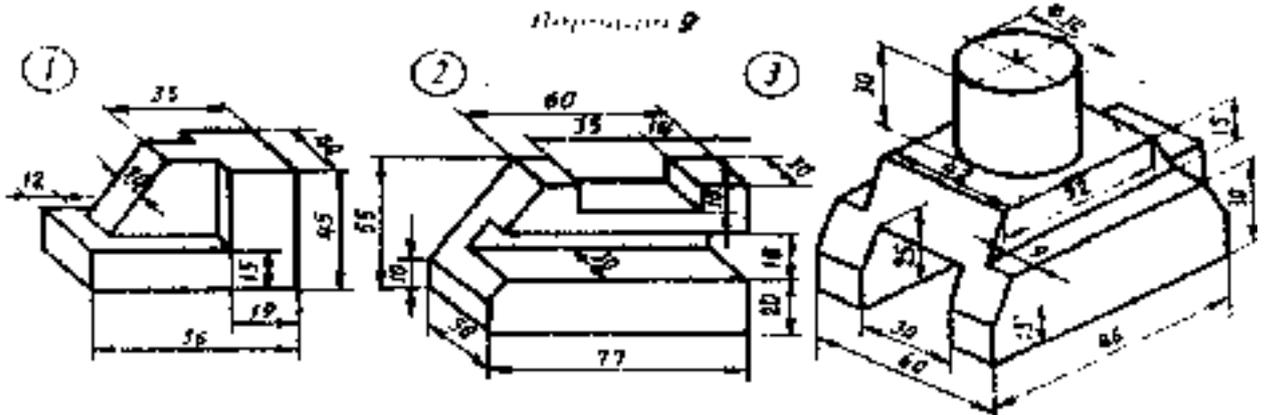
Упражнение 7



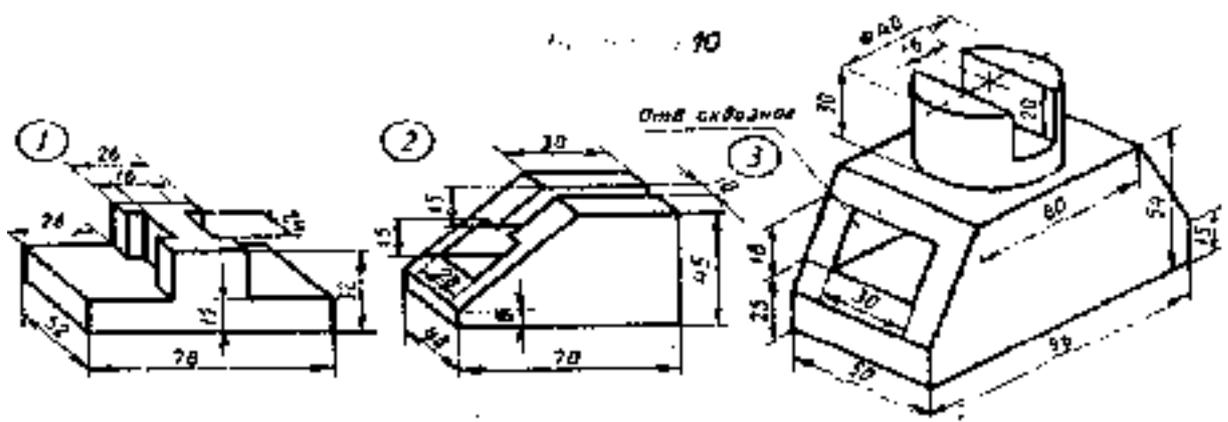
Упражнение 8



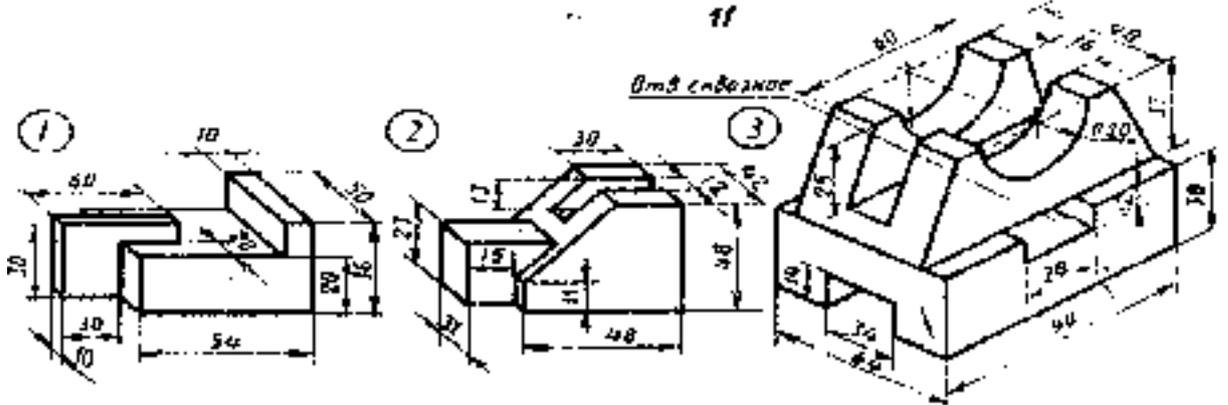
Упражнение 9



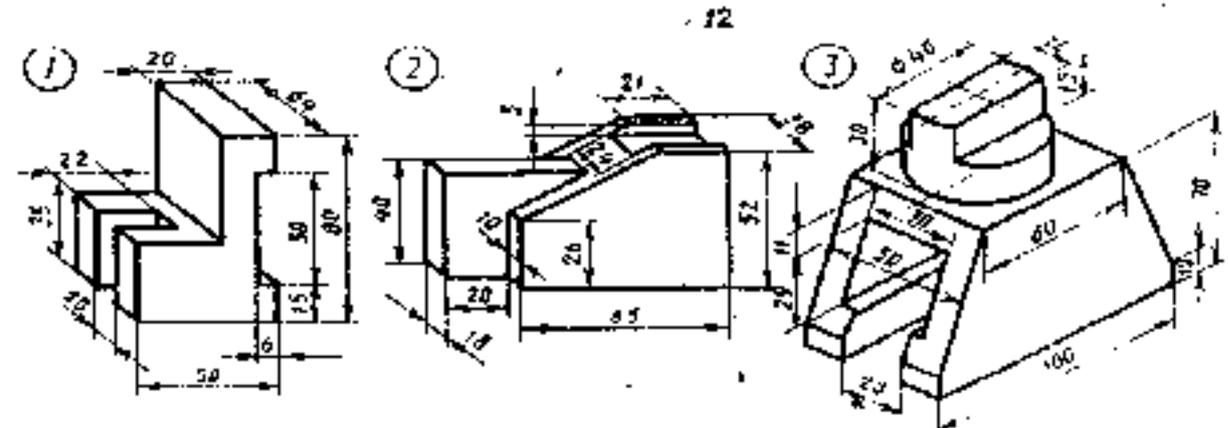
Задача 10



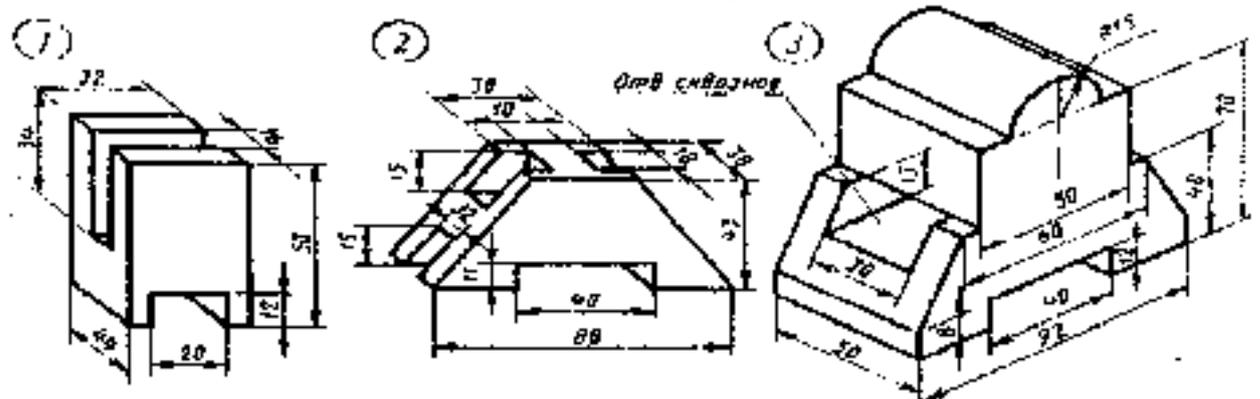
11



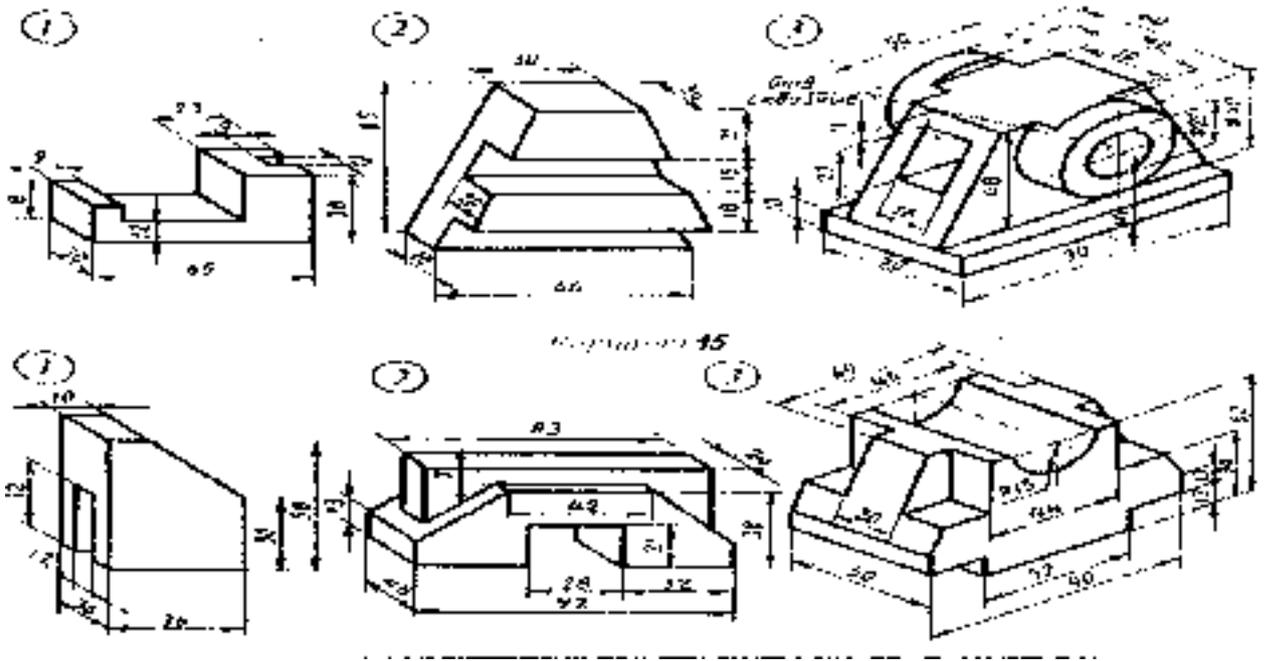
12



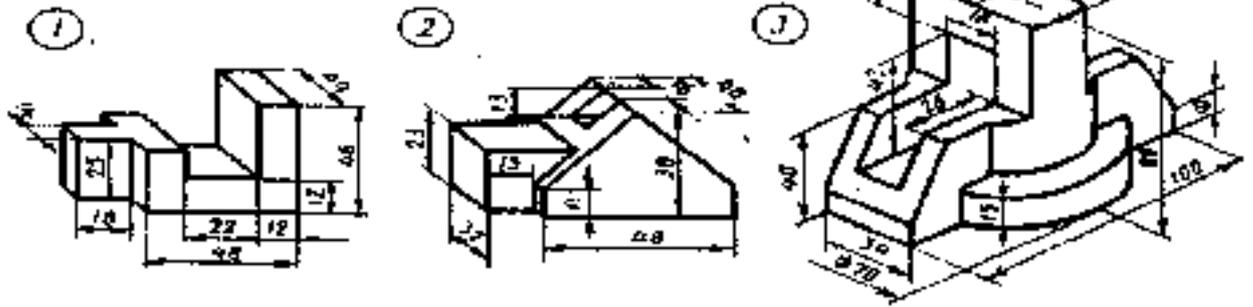
Задача 13



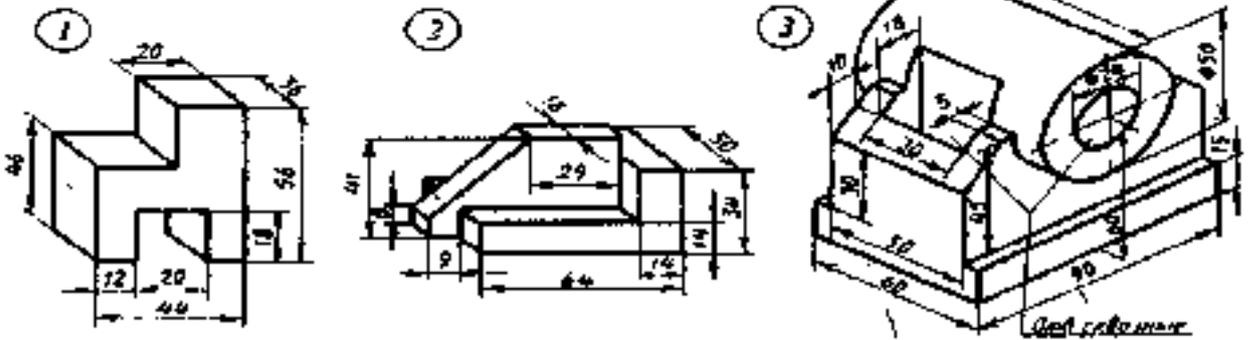
Вариант 14



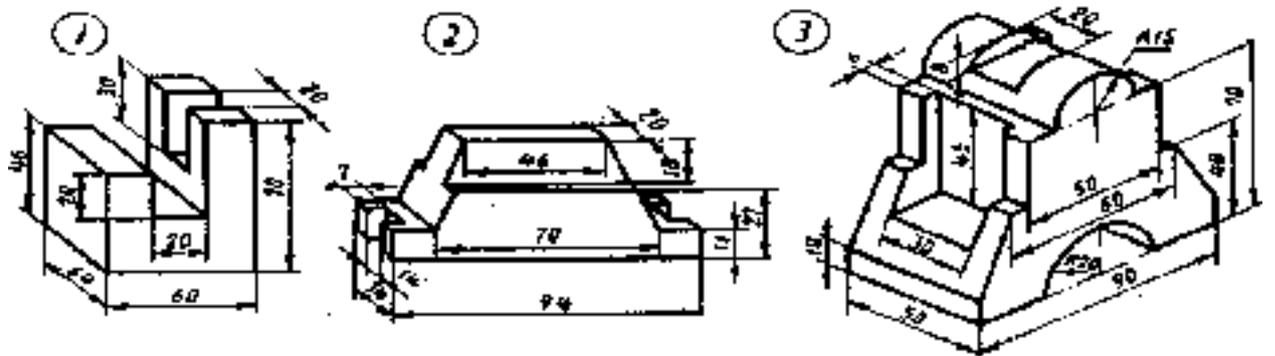
Задача 16



Задача 17



Задача 18



Работа №2

АксонOMETрические проекции

Метод прямоугольного проецирования на несколько плоскостей проекций, обладая многими достоинствами, вместе с тем имеет и существенный недостаток: изображения не обладают наглядностью. Одновременное рассмотрение двух (а иногда и более) изображений затрудняет мысленное воссоздание пространственного объекта. При выполнении технических чертежей часто оказывается необходимым наряду с изображением предметов в системе ортогональных проекций иметь изображения более наглядные. Для построения таких изображений применяют способ аксонометрического проецирования, состоящий в том, что данный предмет вместе с системой трех взаимно перпендикулярных осей координат, к которым он отнесен в пространстве, параллельно проецируется на некоторую плоскость, называемую плоскостью аксонометрических проекций (или **картинной плоскостью**). Проекция на этой плоскости называется аксонометрической или сокращенно **аксонометрией**. На рис.3 показана схема проецирования осей координат и отнесенной к ним точки А на плоскость Р, принятую за плоскость аксонометрических проекций (картинную). Направление проецирования указано стрелкой S.



Рис.3

УГЛЫ МЕЖДУ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИМИ ОСЯМИ

В прямоугольных аксонометрических проекциях аксонометрические оси являются высотами треугольника следов (Рис.4), а точка O_p - точкой их пересечения (ортоцентром).

Изометрическая проекция

Так как $k = m = n$, то $q = w = f$. Это означает, что треугольник следов равносторонний и, следовательно, углы между аксонометрическими осями равны 120 градусам (Рис.4).

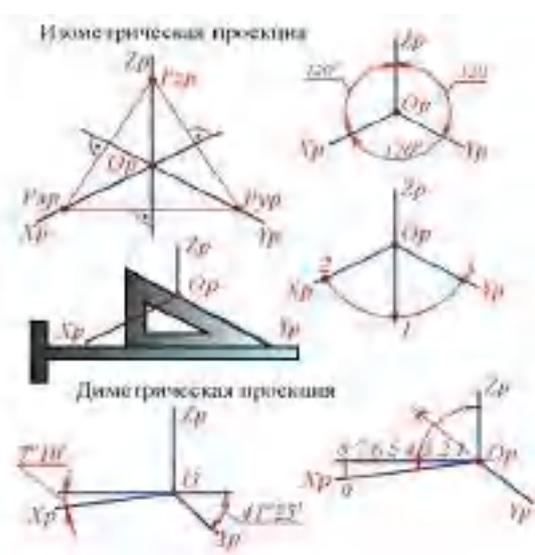


Рис. 4

Диметрическая проекция.

Когда $k = n$, $m = n/2$ оси X_p и Y_p составляют с перпендикуляром к оси Z_p соответственно углы 7 град., 10 минут и 41 град., 25 минут (Рис. 4). Построение осей показано на рис.4. Приняв за единицу отрезок любой длины, откладывают на горизонтальной прямой влево от точки O_p восемь таких единиц; затем вниз по вертикали откладывают одну единицу. Ось X_p проводят через точку O_p и полученную точку 9. Осью Y_p служит биссектриса угла между осями X_p и Z_p .

Контрольные вопросы к работе №2

1. В чем заключается метод прямоугольного проецирования?
2. На какие виды делятся аксонометрические проекции?
3. Какие углы между координатными осями при аксонометрической проекции?
4. Какие углы между координатными осями при диметрической проекции?

Графическое задание к работе №2 и методика его выполнения.

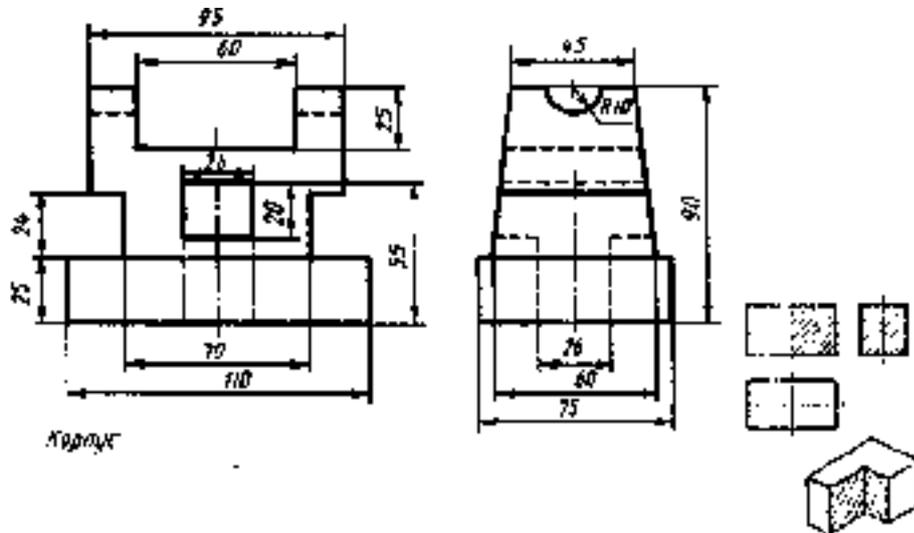
По двум видам детали построить ее третий вид, построить ее аксонометрическую проекцию с вырезом одной четвертой части.

Методические указания к выполнению задания

Работа выполняется на листе формата А3, оформляется рамкой, основной надписью формы 1 (по ГОСТ 2.104 - 68). Перед выполнением графического задания необходимо изучить теоретический материал, ознакомиться с конструкцией изделия по ее проекционному чертежу и определить основные геометрические тела из которых она состоит. Затем в тонких линиях построить вид слева, построить линии перехода от одной поверхности к другой (линии их пересечения), нанести штриховку и обозначения. Построить аксонометрические оси под углом 120° , в них построить деталь в аксонометрии. Затем сделать вырез передней четверти, нанести штриховку. В заключении выполняется обводка всех изображений чертежа. Название чертежа – «Аксонометрия с вырезом».

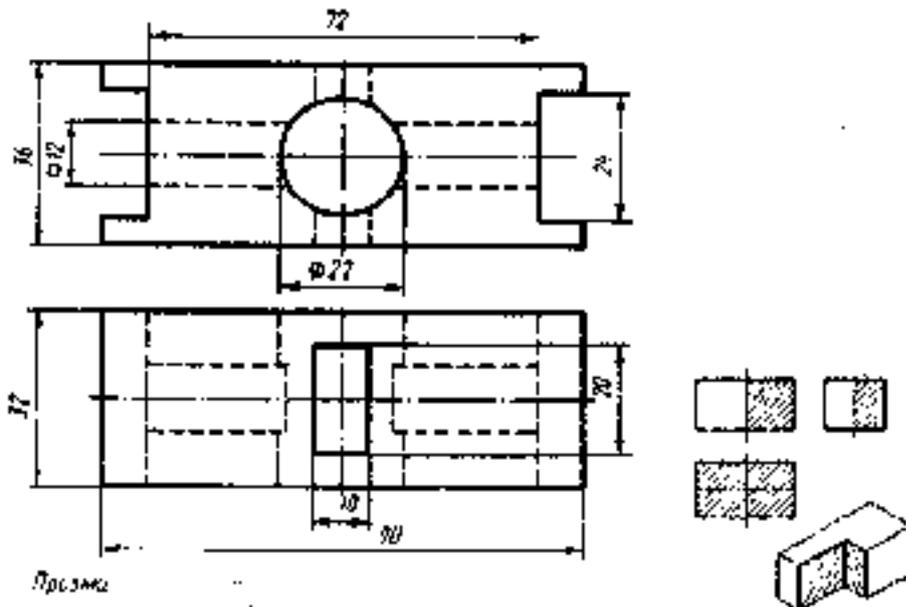
Комплект вариантов к работе №2

Вариант 1



Чертеж

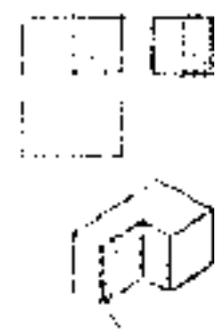
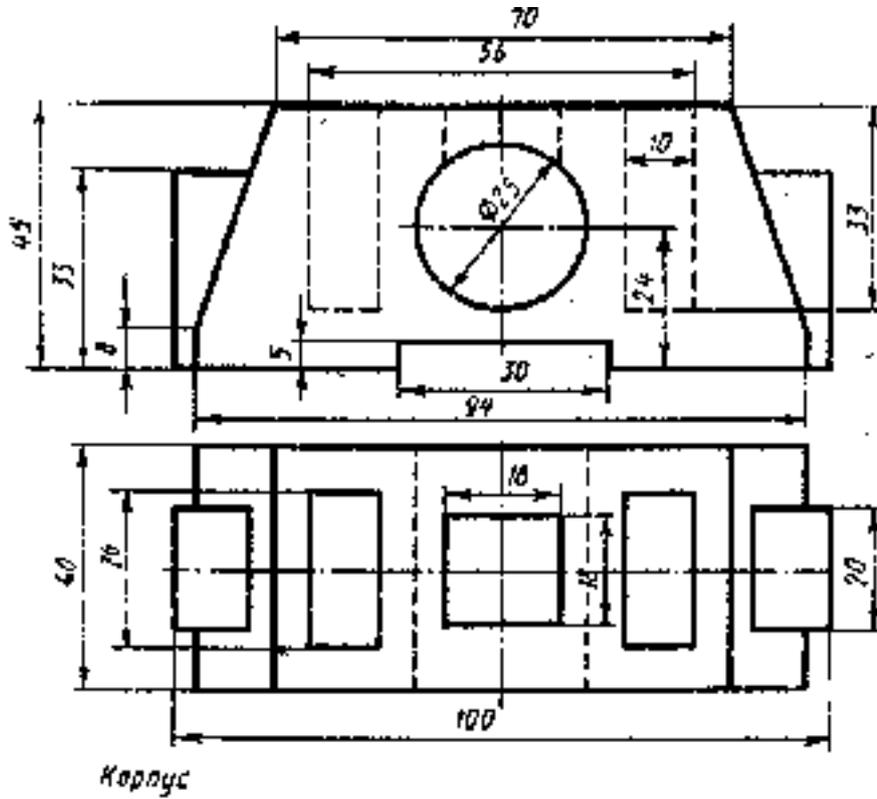
Нарисуй 2



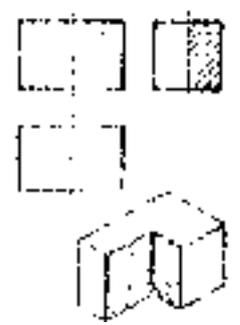
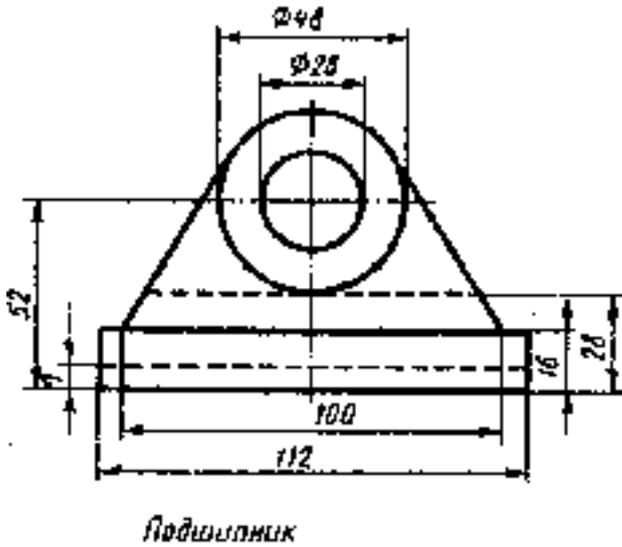
Прислать

По двум данным проекциям построить третью проекцию с применением разрезов, указанных в схеме, изометрическую проекцию учебной модели с вырезом передней четверти. Нанести размеры.

Вариант 3

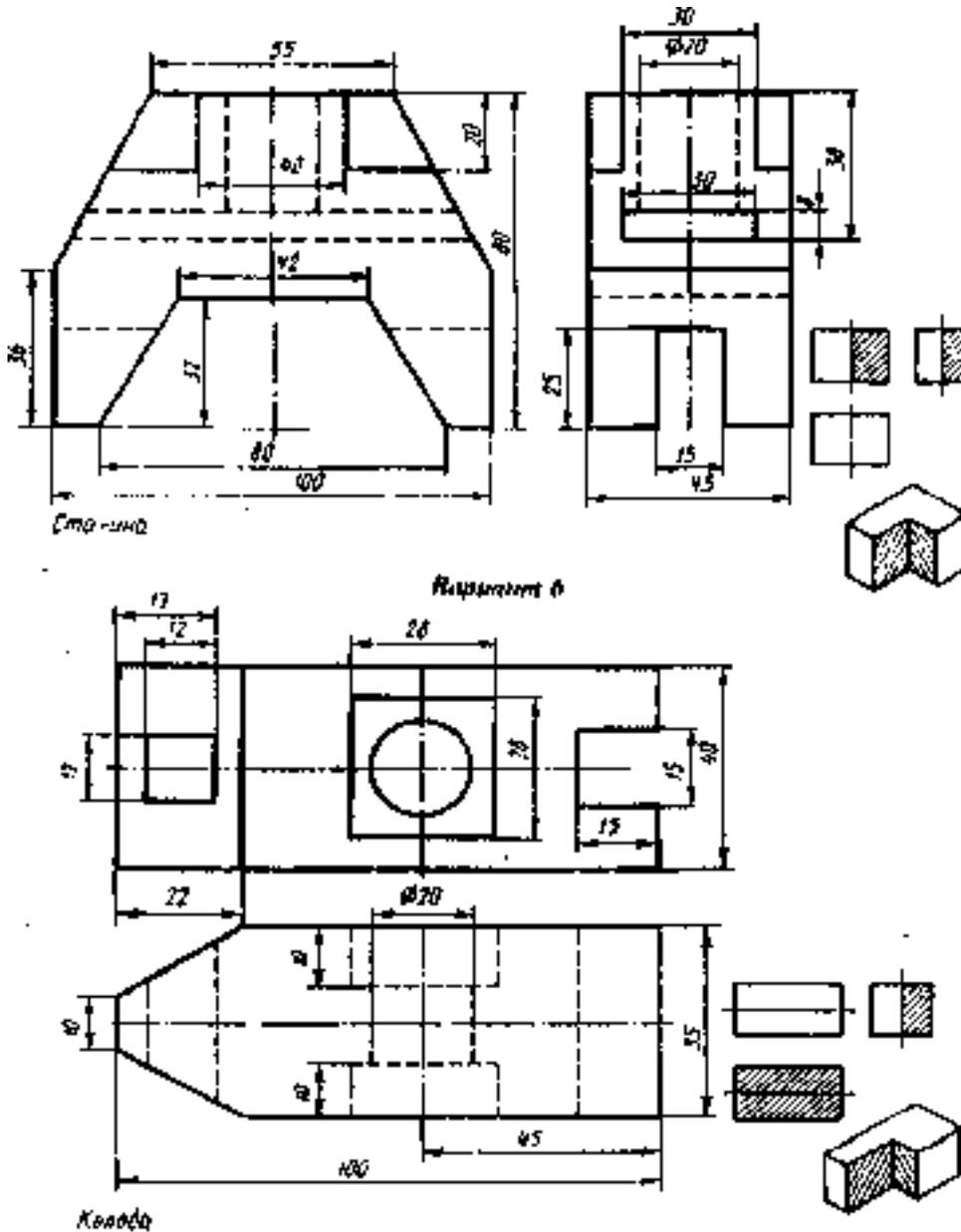


Корпус 4



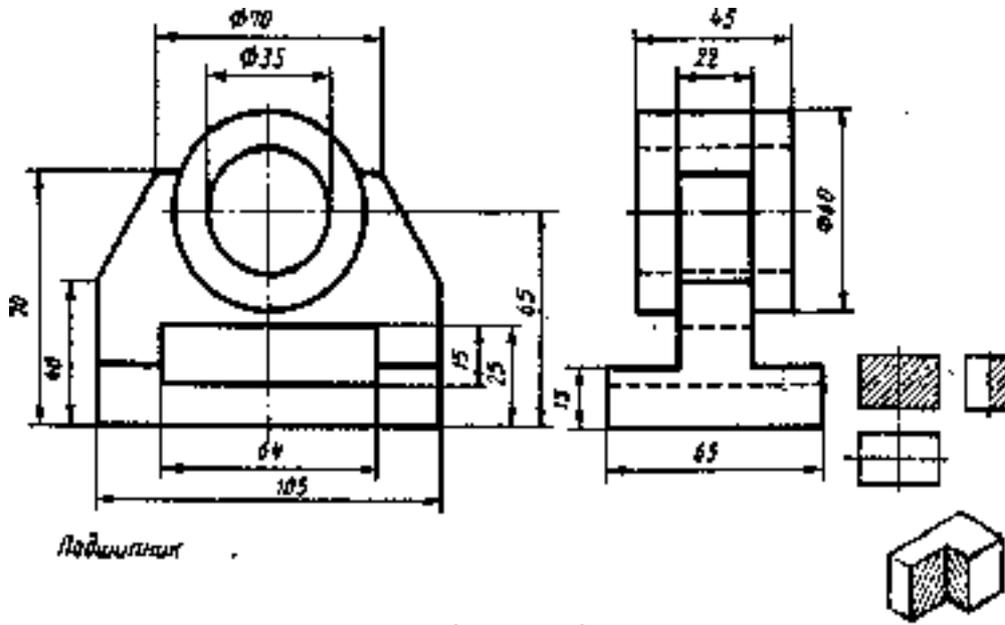
По двум данным проекциям построить третью проекцию с применением разрезов, указанных в схеме, изометрическую проекцию учебной модели с вырезом передней четверти. Нанести размеры.

Вариант 5



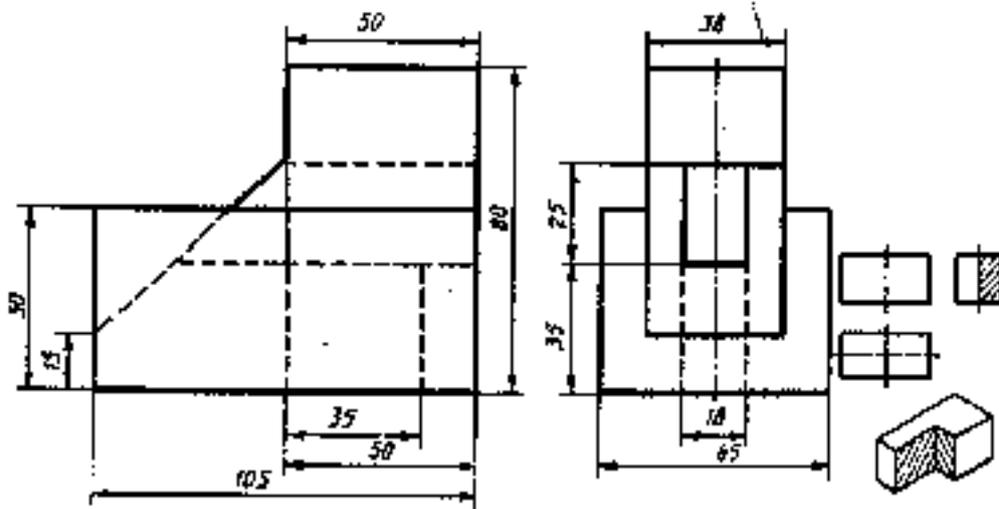
По двум данным проекциям построить третью проекцию с применением разрезов, указанных в схеме, изометрическую проекцию учебной модели с вырезом передней четверти. Нанести размеры.

Вариант 7



Подшипник

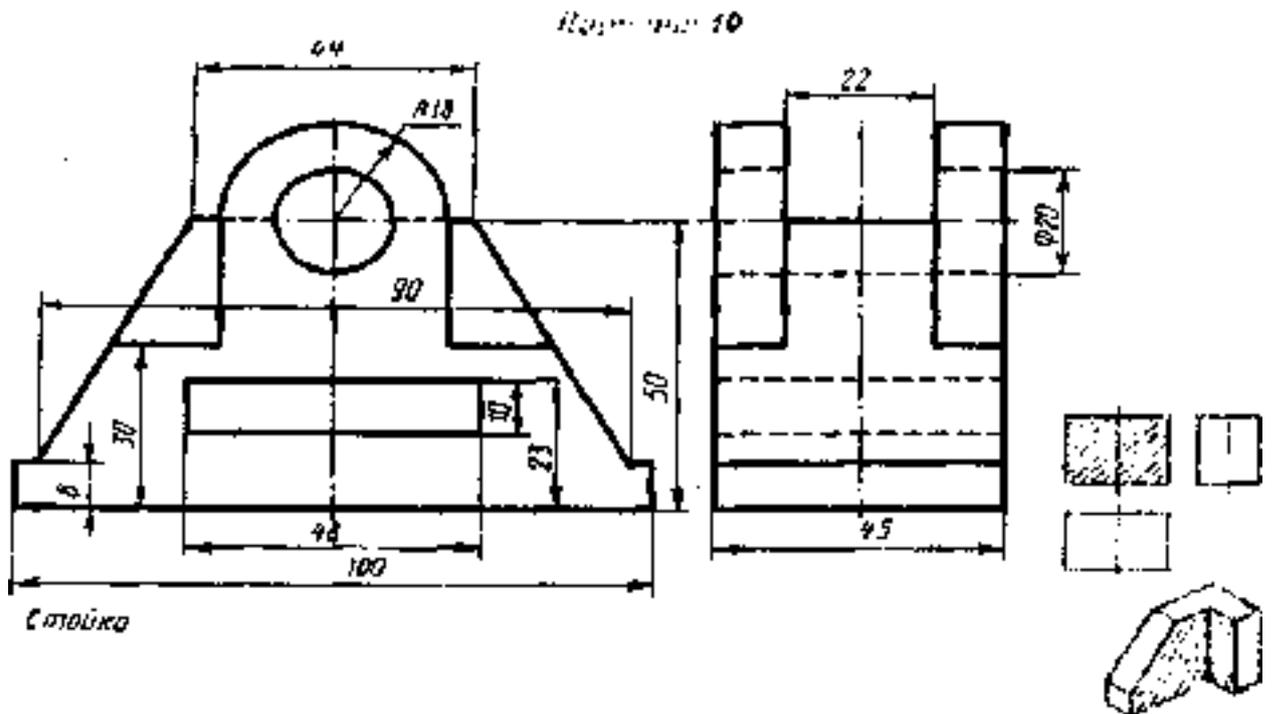
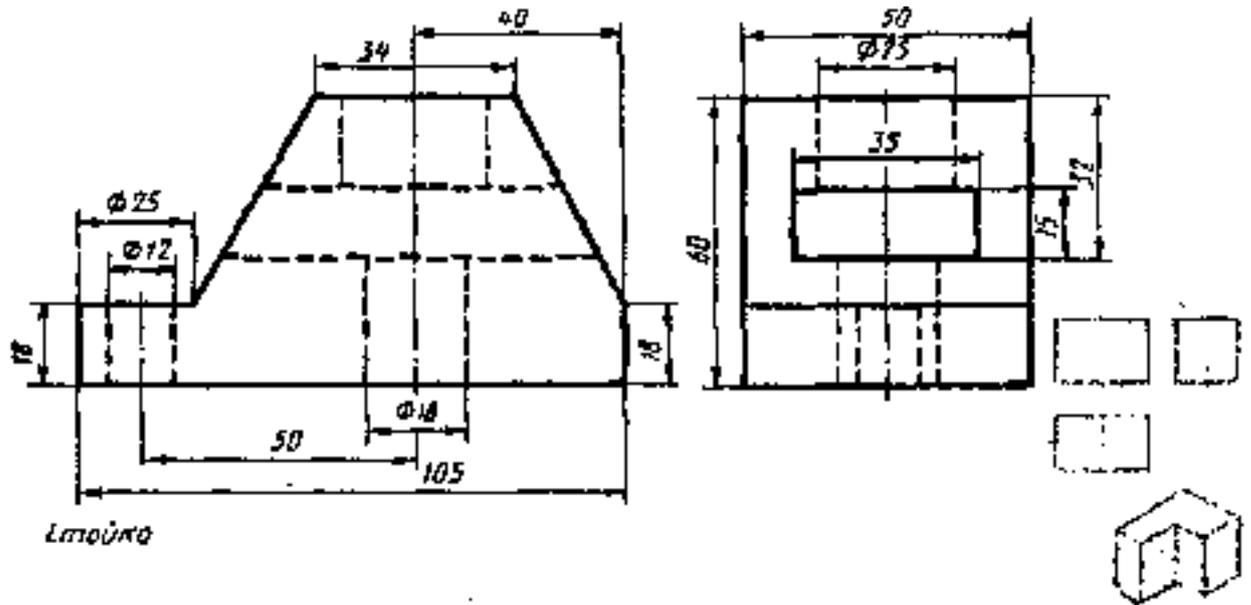
Вариант B



Колод

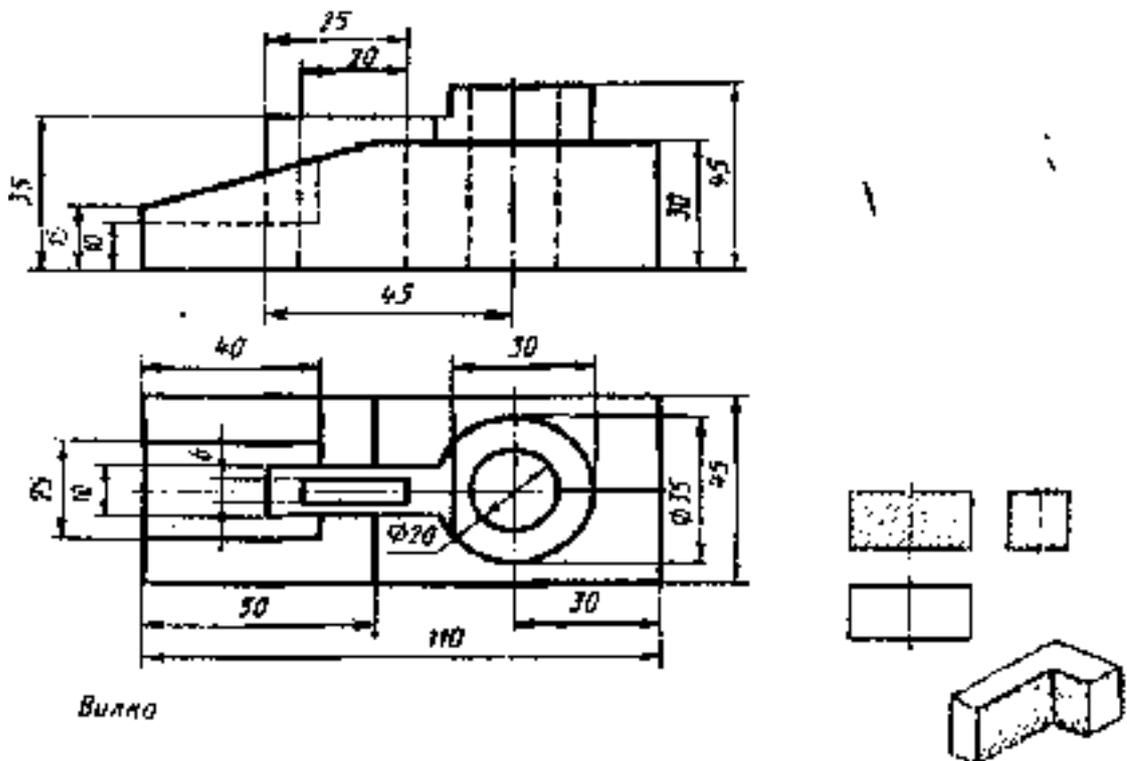
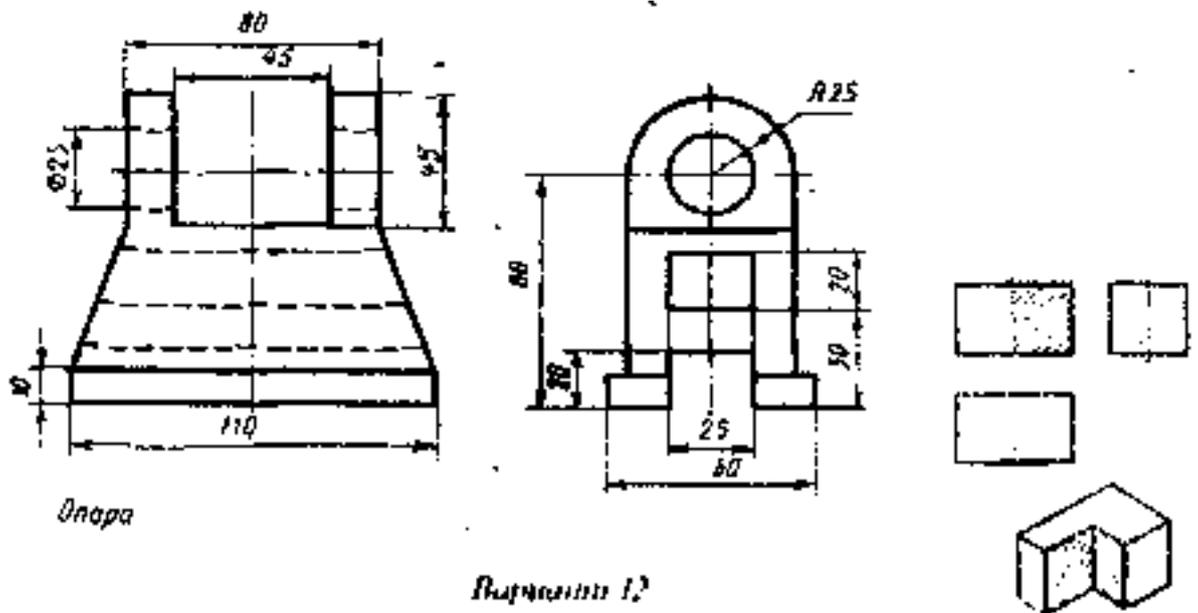
По двум данным проекциям построить третью проекцию с применением разрезов, указанных в схеме, изометрическую проекцию учебной модели с вырезом передней четверти. Нанести размеры.

Вариант 9

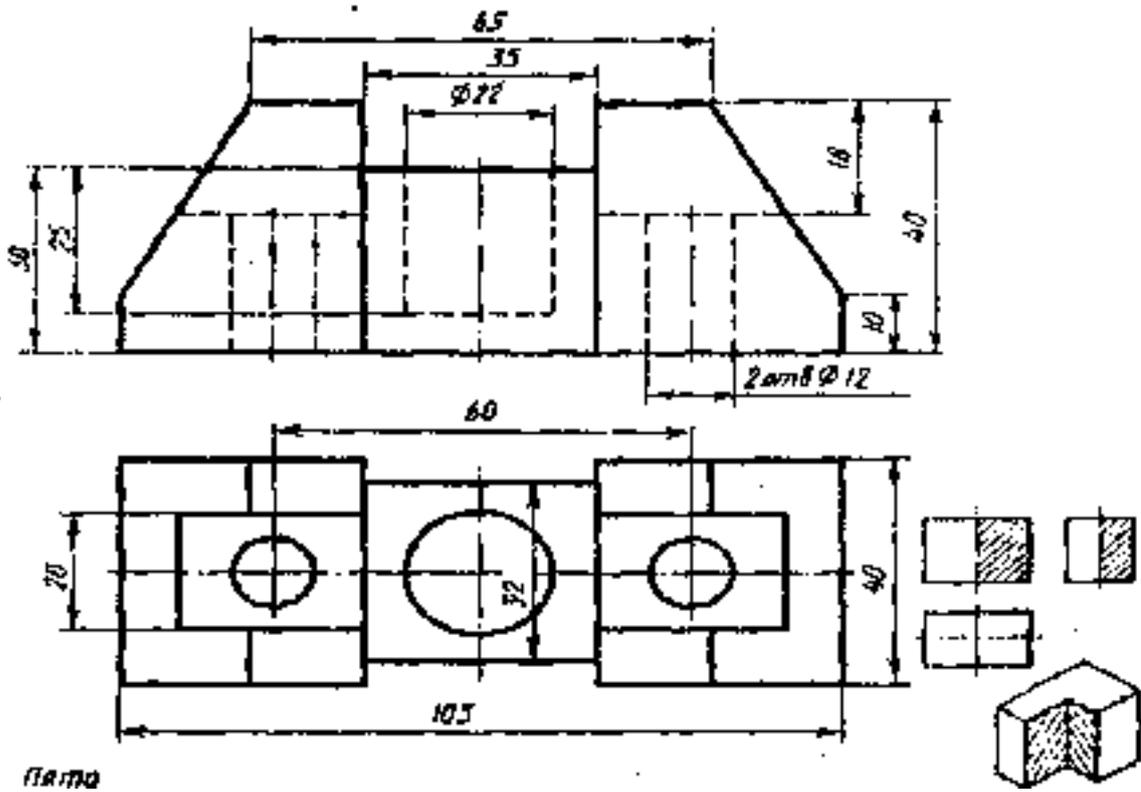
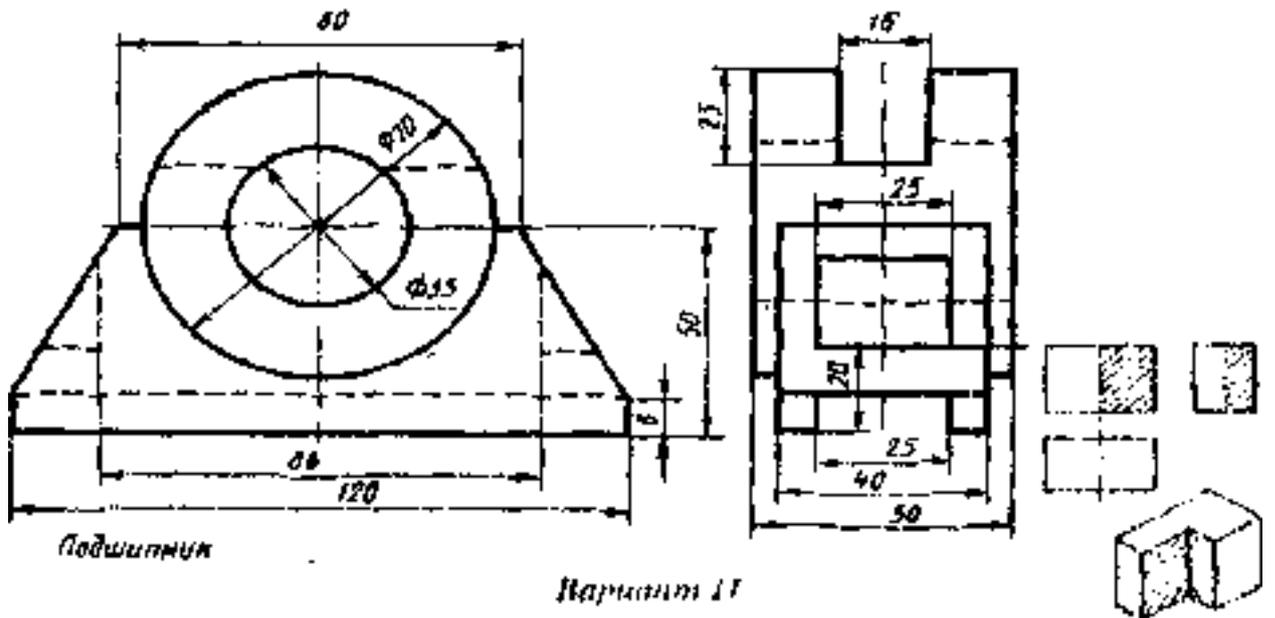


По двум данным проекциям построить третью проекцию с применением разрезов, указанных в схеме, изометрическую проекцию учебной модели с вырезом передней четверти. Нанести размеры.

Вариант 11

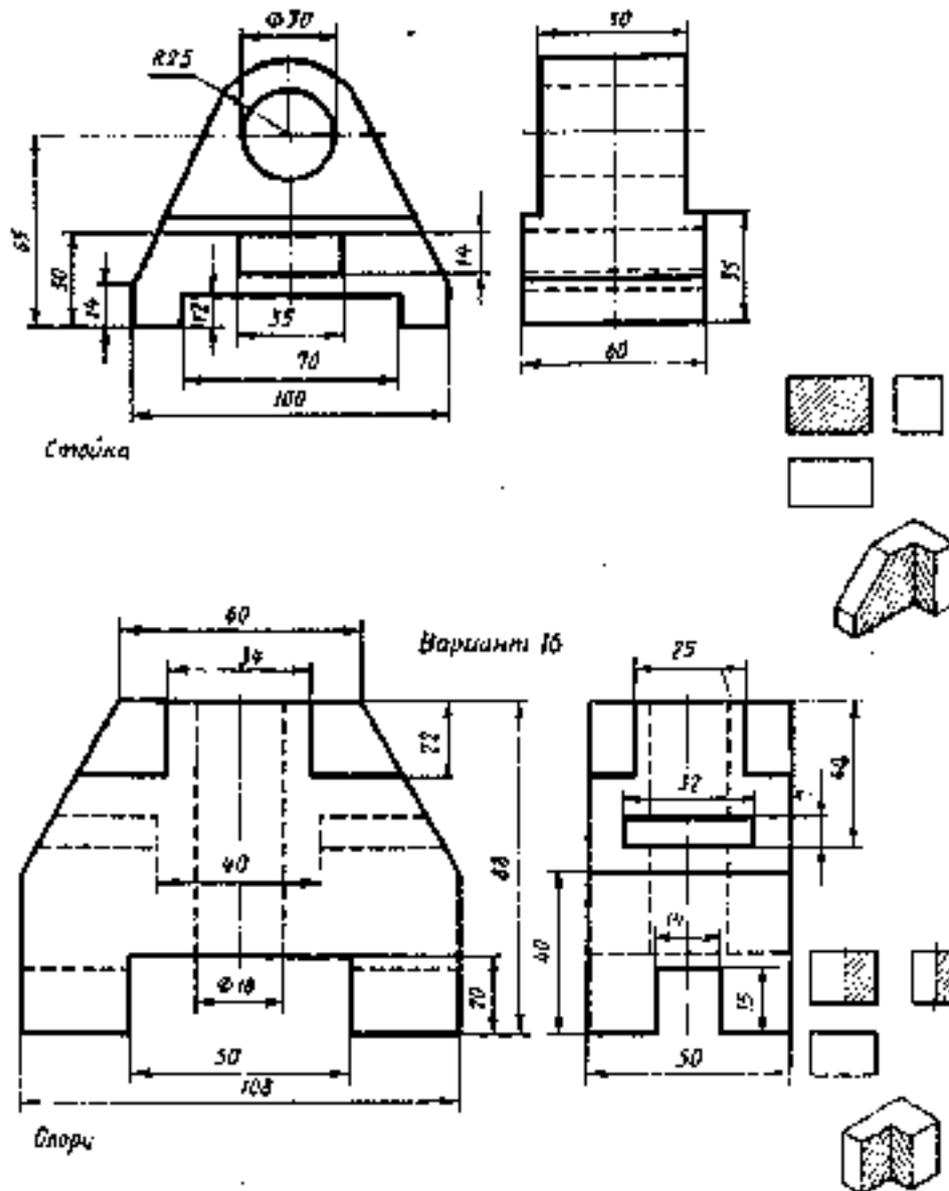


По двум данным проекциям построить третью проекцию с применением разрезов, указанных в схеме, изометрическую проекцию учебной модели с вырезом передней четверти. Нанести размеры.



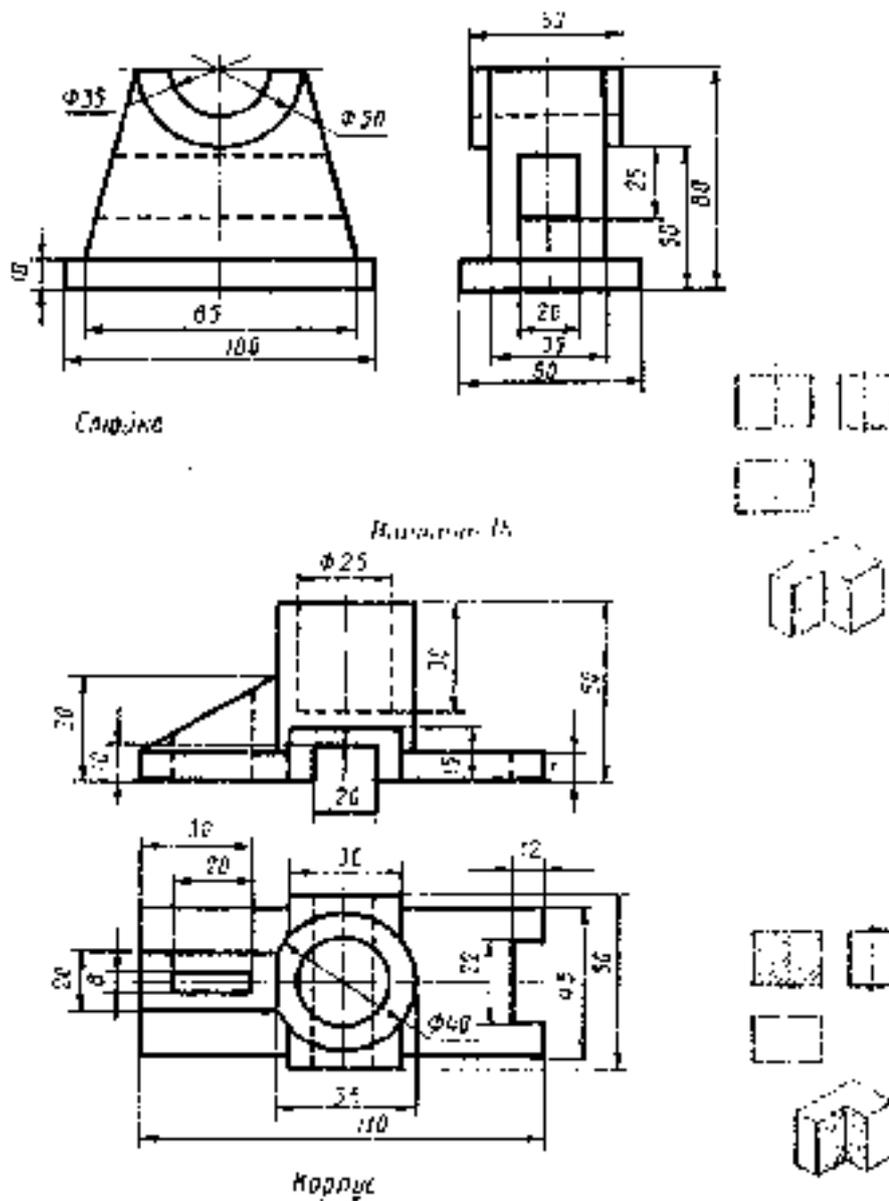
По двум данным проекциям построить третью проекцию с применением разрезов, указанных в схеме, изометрическую проекцию учебной модели с вырезом передней четверти. Нанести размеры.

Вариант 15



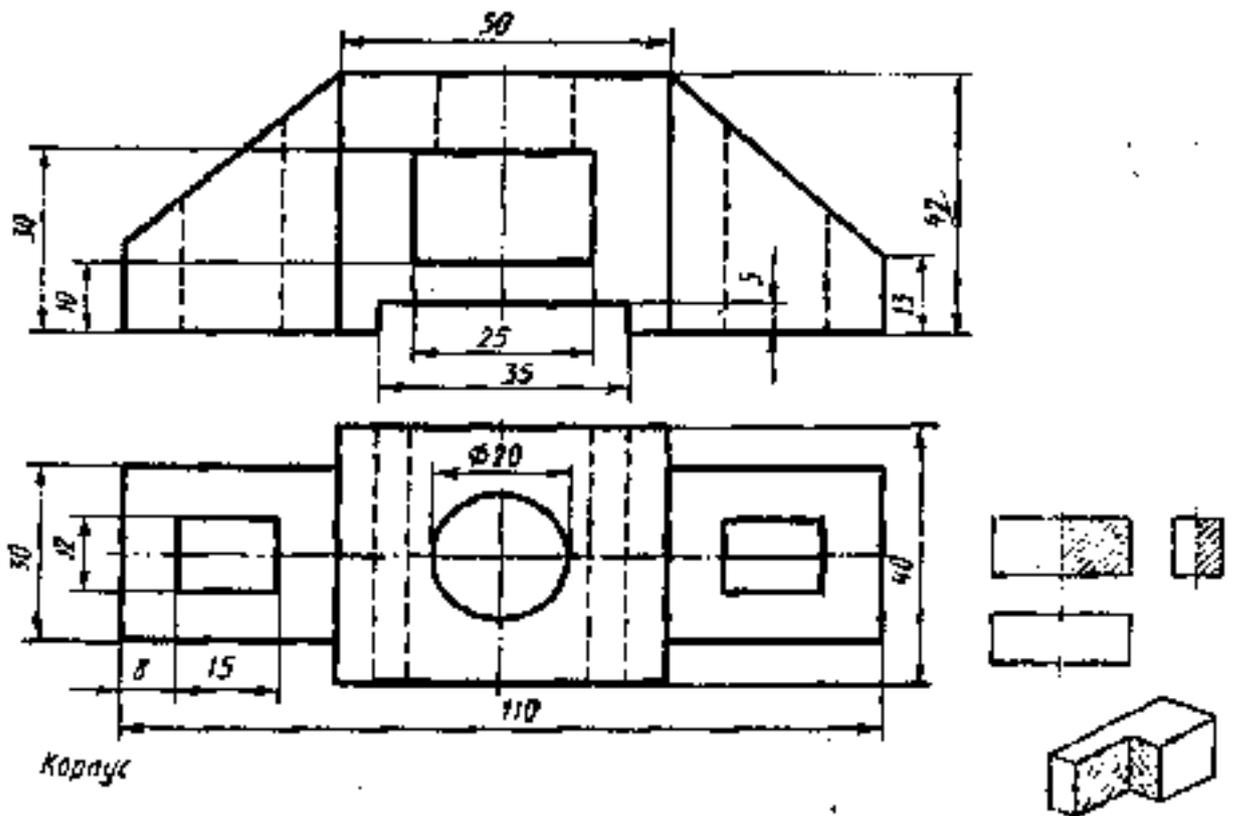
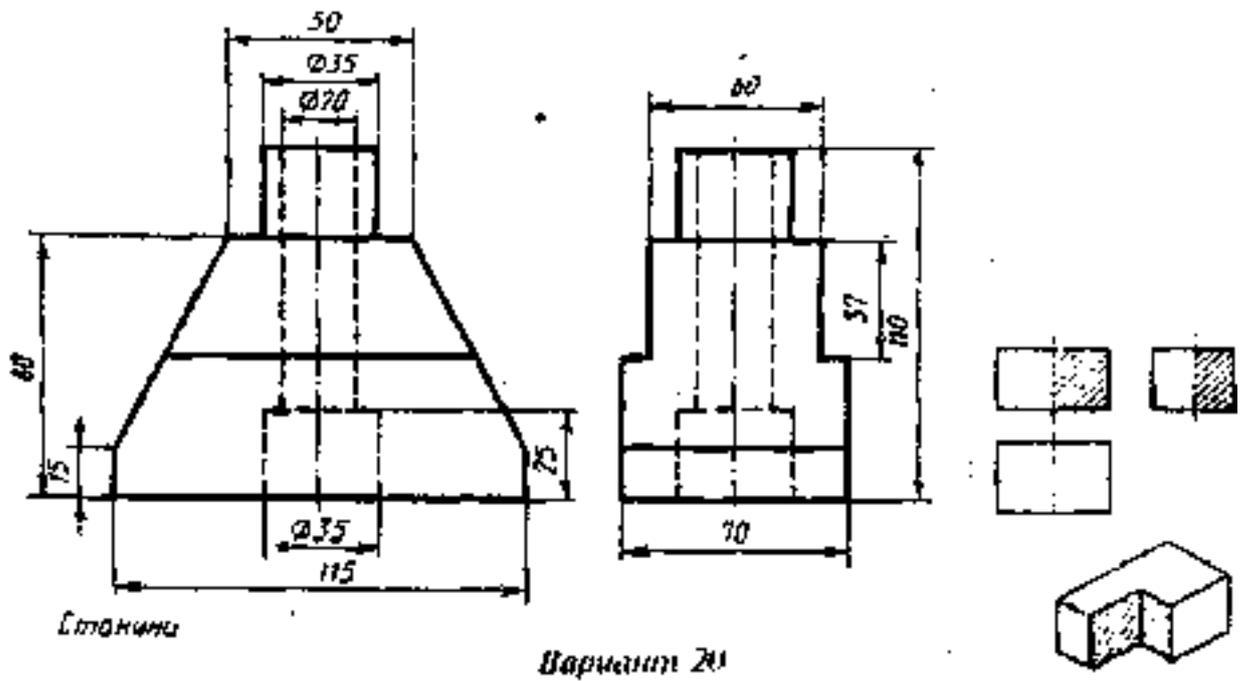
По двум данным проекциям построить третью проекцию с применением разрезов, указанных в схеме, изометрическую проекцию учебной модели с вырезом передней четверти. Нанести размеры.

Вариант 17



По двум данным проекциям построить третью проекцию с применением разрезов, указанных в схеме, изометрическую проекцию учебной модели с вырезом передней четверти. Нанести размеры.

Вариант 19



По двум данным проекциям построить третью проекцию с применением разрезов, указанных в схеме, изометрическую проекцию учебной модели с вырезом передней четверти. Нанести размеры.

Работа №3

Сечение

3.1Выявление формы внутренних поверхностей предмета при помощи штриховых линий значительно затрудняет чтение чертежа, создает предпосылки для неправильного его толкования, усложняет нанесение размеров и условных обозначений. Поэтому для выявления внутренней (невидимой) конфигурации предмета применяют условные изображения - сечения и разрезы.

Сечением называется изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями (Рис. 5). В сечении показывают только то, что получается непосредственно в секущей плоскости (Рис. 5).

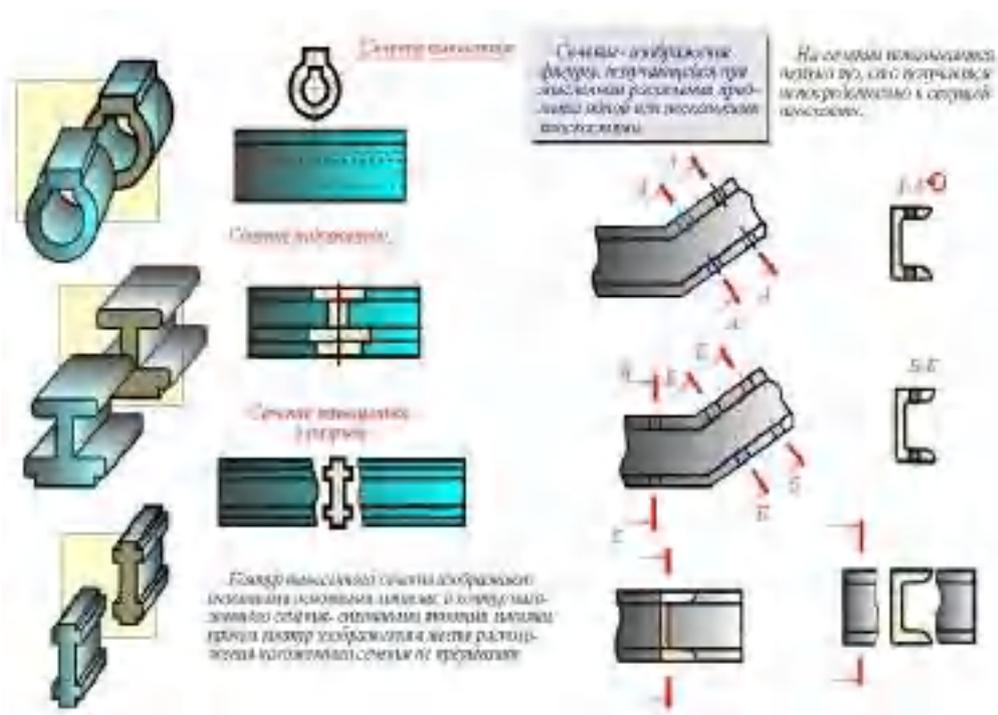


Рис. 5

Секущие плоскости выбирают так, чтобы получить нормальные поперечные сечения. Сечения делятся на:

- 1) входящие в состав разреза,
- 2) не входящие в состав разреза.

Не входящие в состав разреза делятся на:

- 1) вынесенные (Рис. 5),

2) наложенные (Рис. 5).

Вынесенные сечения являются предпочтительными и их допускается располагать в разрыве между частями одного и того же вида (Рис. 3) на продолжении следа секущей плоскости при симметричной фигуре сечения, на любом месте поля чертежа, а также с поворотом (Рис. 5).

3.2 Обозначение сечений

Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения. Для линии сечения применяют разомкнутую линию со стрелками указывающими направление взгляда и обозначают секущую плоскость одинаковыми прописными буквами русского алфавита. Сечение сопровождается надписью по типу А-А (Рис. 6). Соотношение размеров стрелок и штрихов разомкнутой линии должны соответствовать (Рис. 6). Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур изображения (Рис. 6).

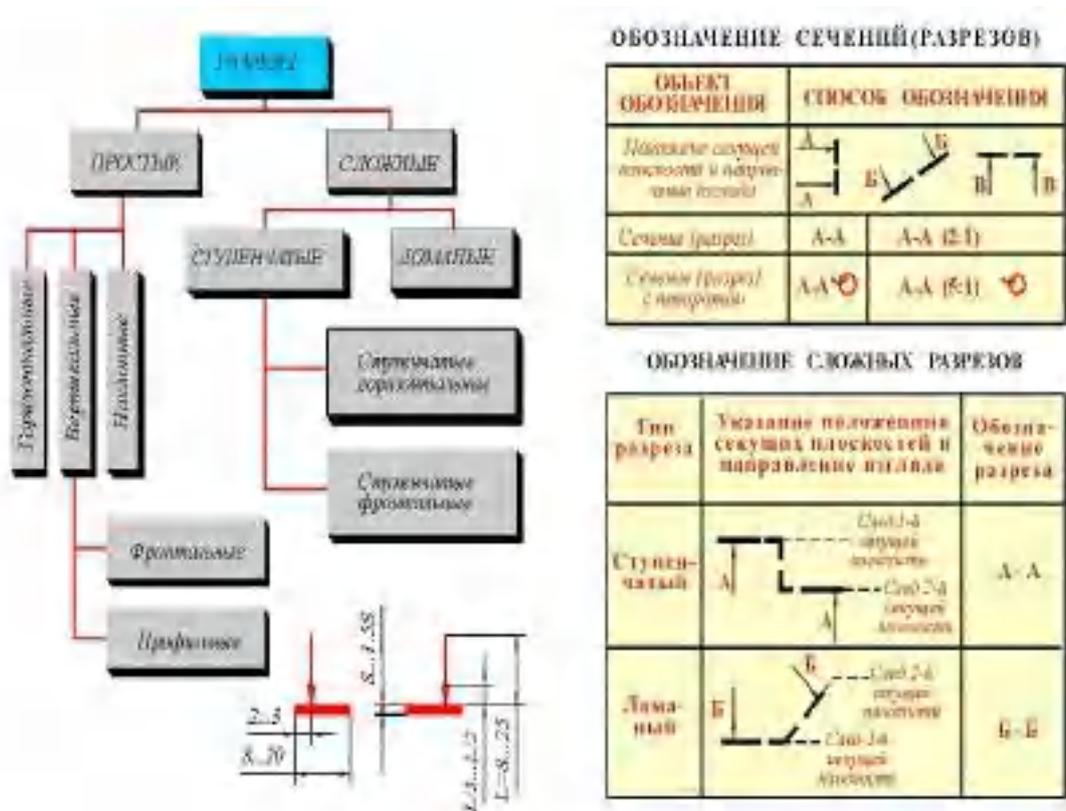


Рис. 6

Буквенные обозначения присваивают в алфавитном порядке без повтора и, как правило, без пропусков. Размер шрифта буквенных обозначений

должен быть больше размера цифр размерных чисел приблизительно в два раза. Буквенное обозначение располагают параллельно основной надписи, независимо от положения секущей плоскости. В случаях, подобных указанным на рис. 5, при симметричной фигуре линию сечения не проводят и сечение надписью не сопровождают. Для несимметричных сечений, расположенных в разрыве (Рис. 5), или наложенных, линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают. Для нескольких одинаковых сечений одного и того же предмета линии сечения обозначают одной буквой и вычерчивают одно сечение (Рис. 5). Если при этом секущие плоскости направлены под разными углами, то знак «повернуто» не наносят.

3.3 Построение сечений

Сечение по построению и расположению должно соответствовать направлению, указанному стрелками (Рис. 5). Контур вынесенного сечения, а также сечения, входящего в состав разреза, изображают сплошными основными линиями, а контур наложенного сечения - сплошными тонкими линиями, причем контур изображения в месте расположения наложенного сечения не прерывают (Рис. 5). Ось симметрии вынесенного или наложенного сечения указывают штрихпунктирной тонкой линией. На чертеже сечения выделяют штриховкой. Вид ее зависит от графического обозначения материала детали и должен соответствовать ГОСТ 2.306 - 68. Металлы и твердые сплавы в сечениях обозначают наклонными параллельными линиями штриховки, проведенными под углом 45° к линии контура изображения или к его оси, или к линиям рамки чертежа. Если линии штриховки, проведенные к линиям рамки чертежа под углом 45° , совпадают по направлению с линиями контура или осевыми линиями, то вместо угла 45° , следует брать угол 30° или 60° . Линии штриховки должны наноситься с наклоном влево или вправо, как правило, в одну и ту же сторону на всех сечениях, относящихся к одной и той же детали. Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, огра-

ничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью. Если секущая плоскость проходит через некруглое отверстие и сечение получается состоящим из отдельных самостоятельных частей, то следует применять разрезы.

Контрольные вопросы к работе №3

1. Что называется сечением?
2. Какие бывают виды сечений?
3. Как выделяют сечения?
4. Какое существует обозначение сечений?

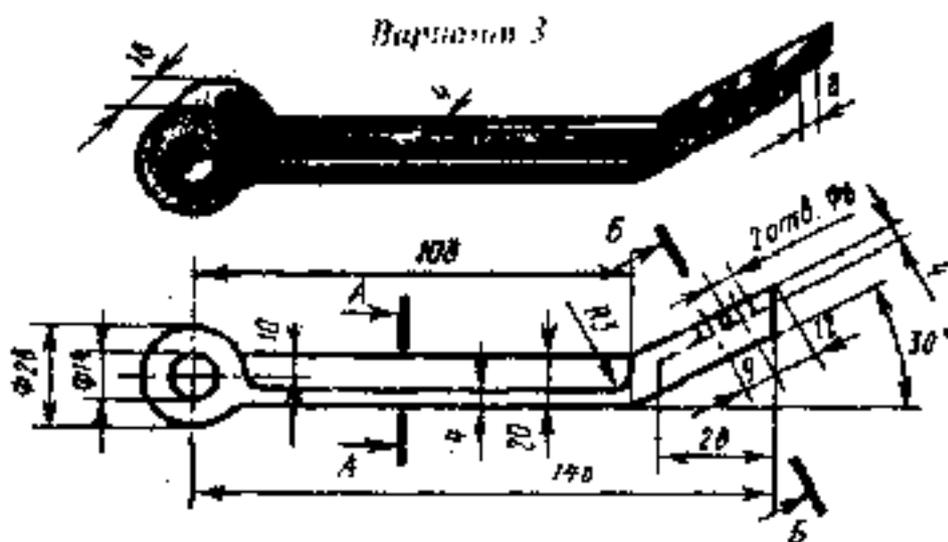
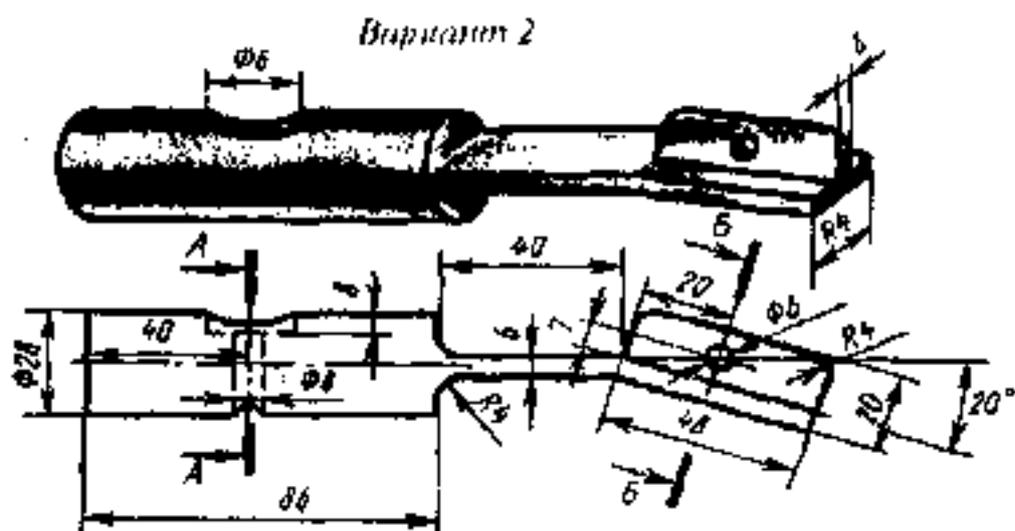
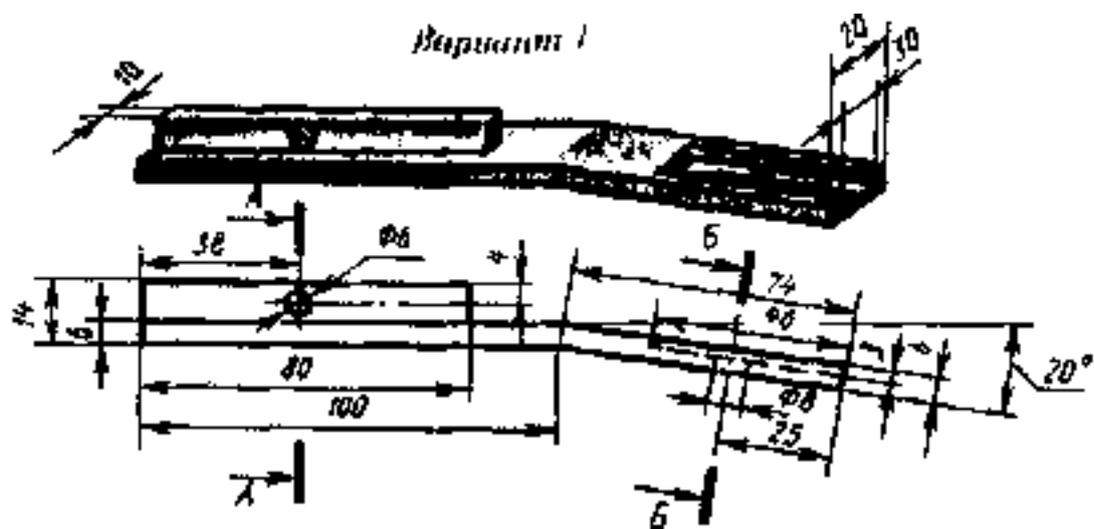
Графическое задание к работе №3 и методика его выполнения.

По наглядному изображению детали выполнить указанные сечения.

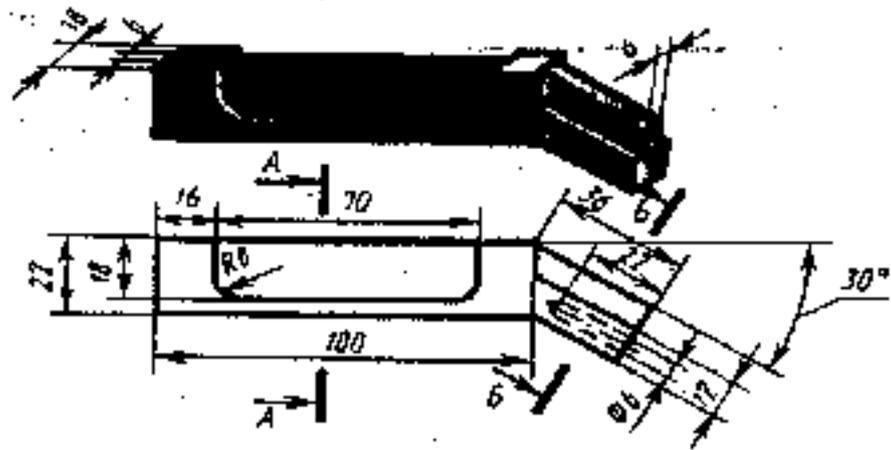
Методические указания к выполнению задания

Работа выполняется в тетради на отдельном листе. По наглядному изображению начертить главный вид с указанием секущих плоскостей. На свободном поле чертежа выполнить указанные сечения с их буквенными обозначениями. Сечения могут быть вынесенными, наложенными и расположенными в проекционной связи с чертежом. Контур сечений обвести основной толстой линией, проставить необходимые размеры. Варианты заданий в приложении.

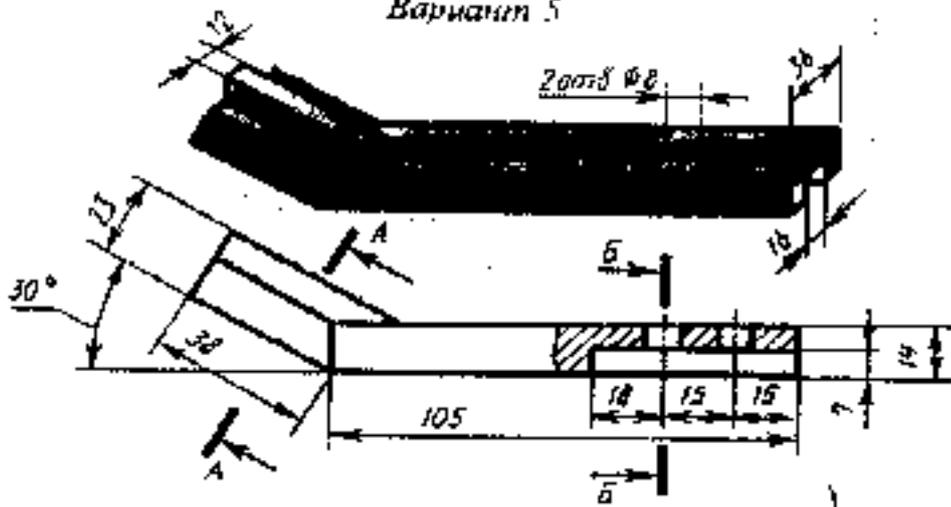
Комплект вариантов к работе №3



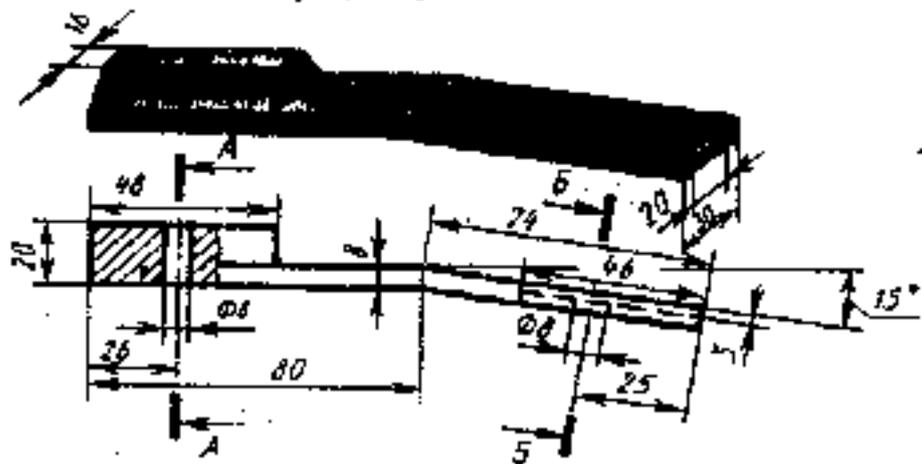
Вариант 4



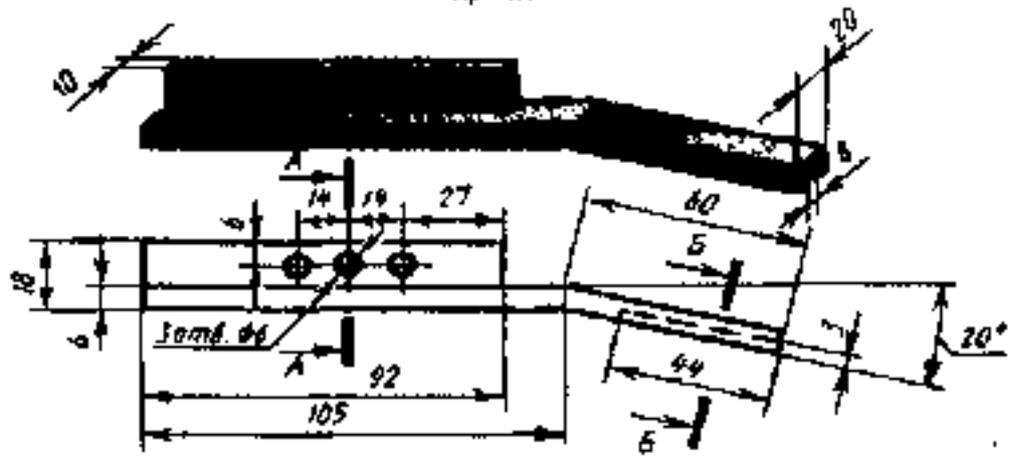
Вариант 5



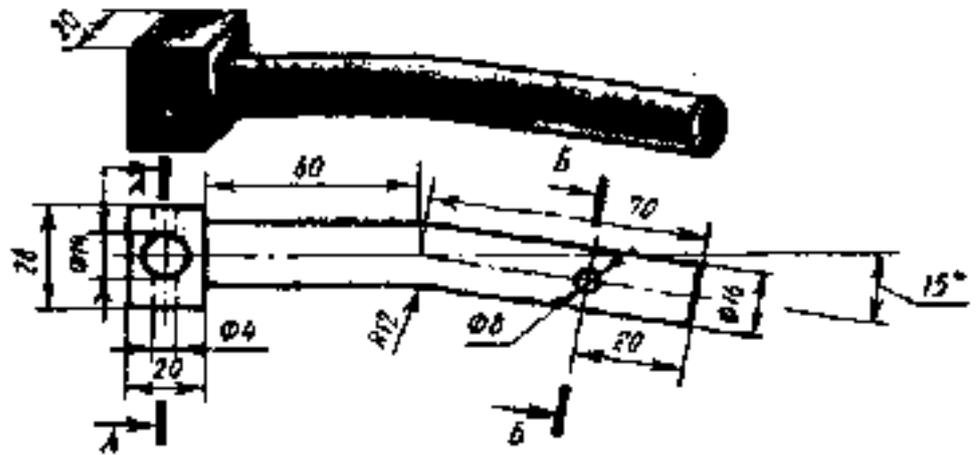
Вариант 6



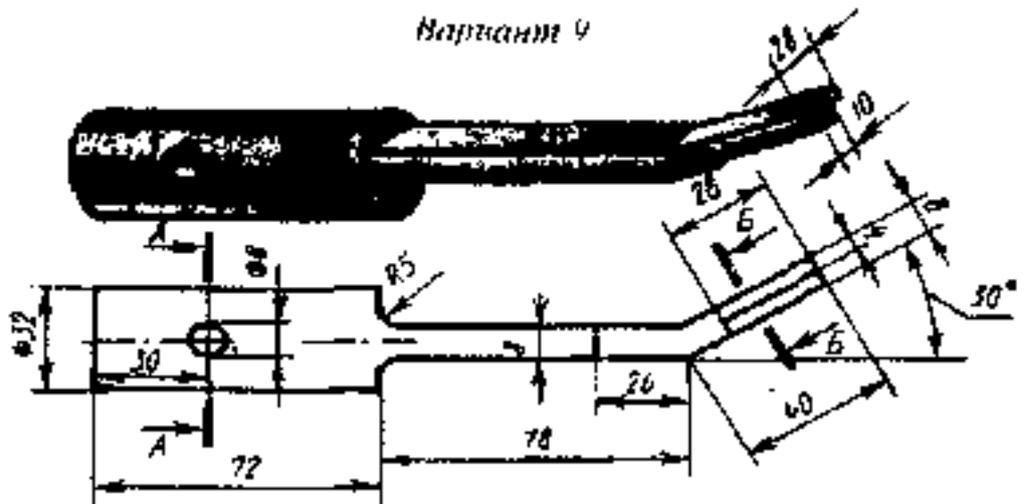
Вариант 7



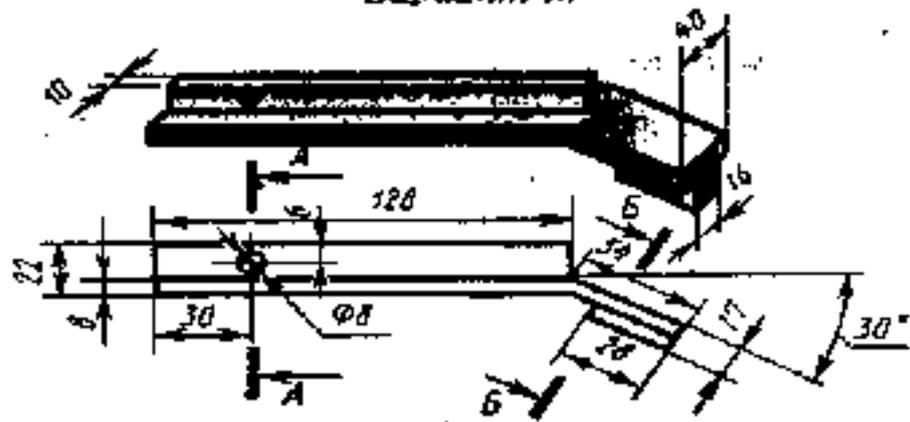
Вариант 5



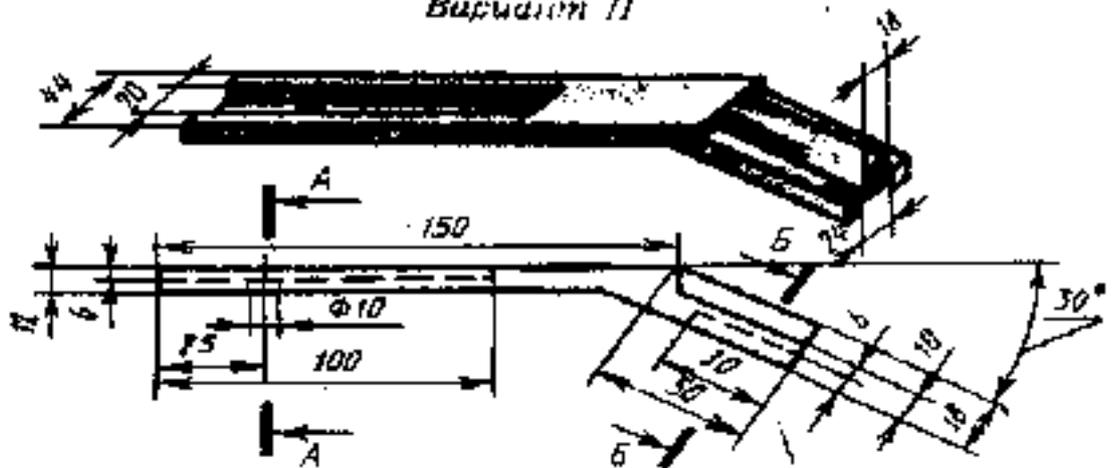
Вариант 4



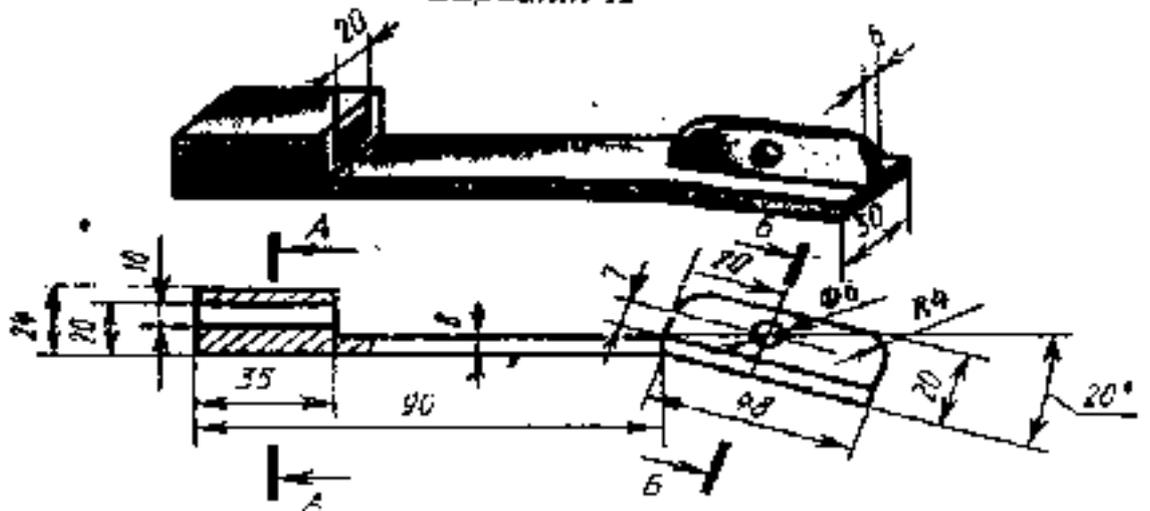
Вариант 10



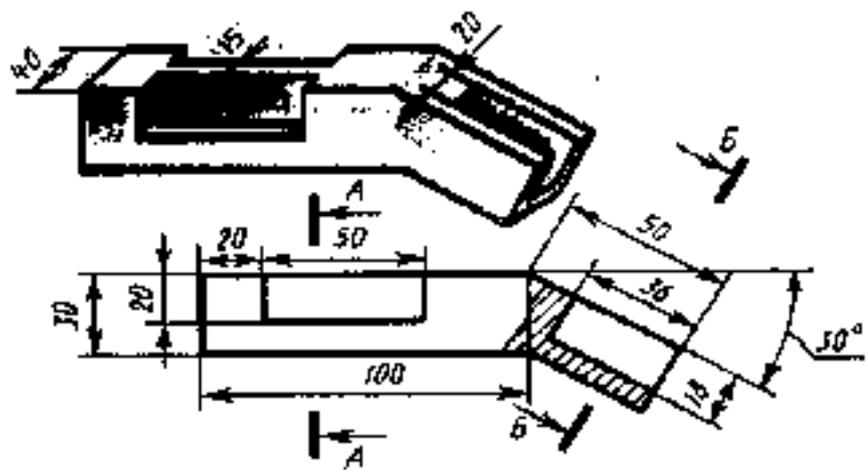
Вариант 11



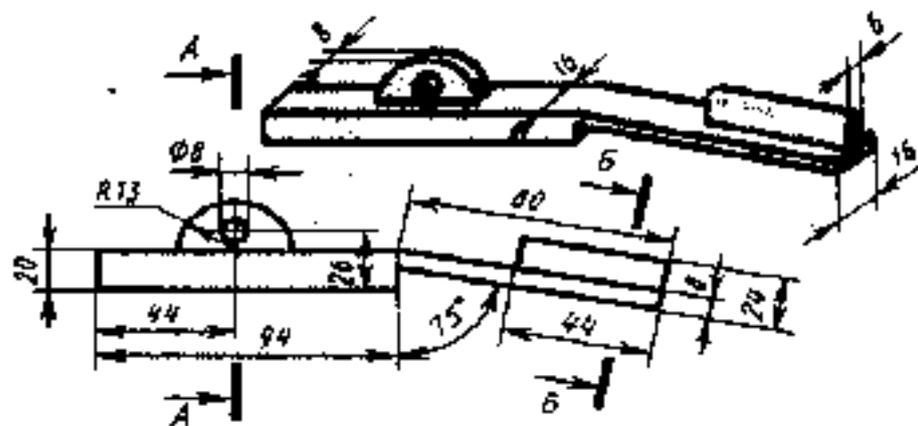
Вариант 12



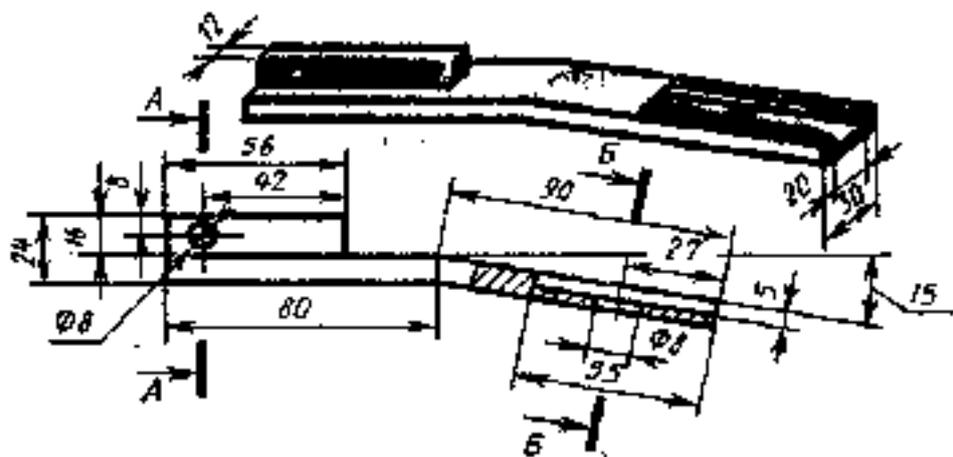
Вариант 13



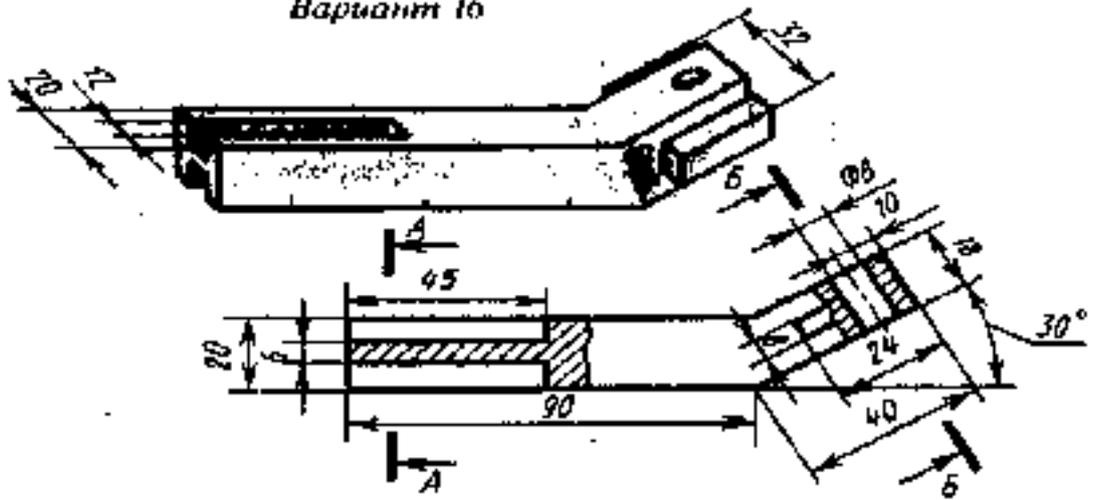
Вариант 14



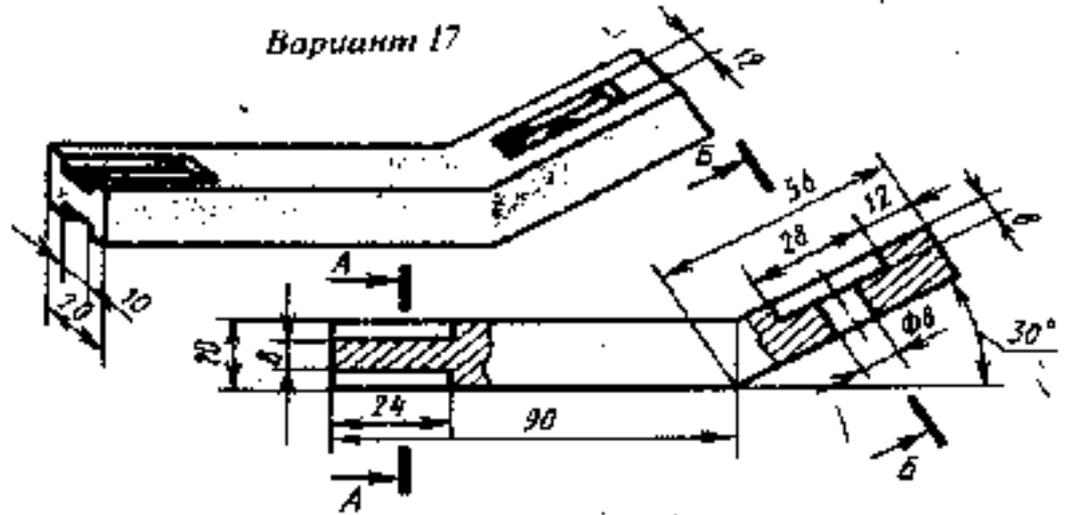
Вариант 15



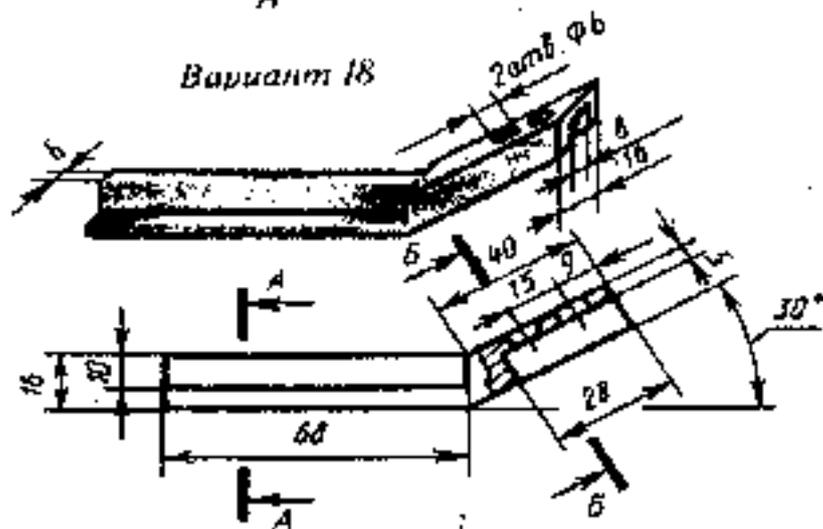
Вариант 16



Вариант 17



Вариант 18



Работа №4

Разрезы

4.1 Разрезом называется изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней (Рис. 7). Таким образом, разрез состоит из сечения (Рис. 7, элемент "а") и вида части предмета, расположенной за секущей плоскостью (Рис. 7, элемент "б").

Классификация разрезов (Рис. 6):

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяются на:

- а) *простые* - при одной секущей плоскости;
- б) *сложные* - при нескольких секущих плоскостях;

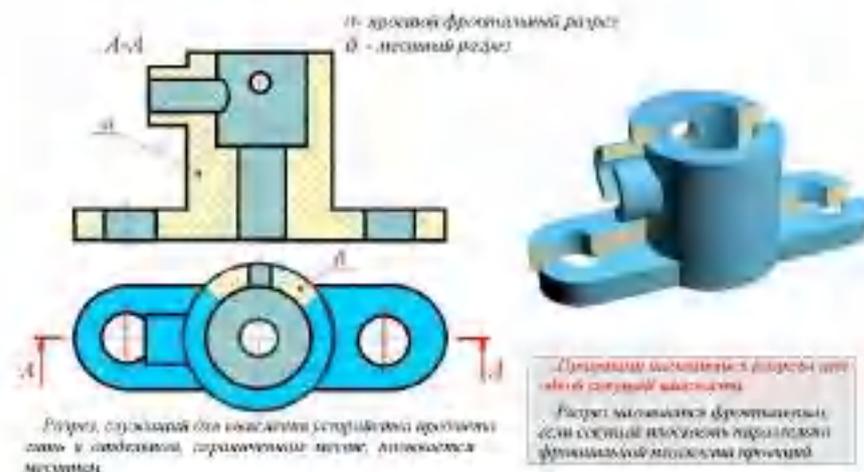


Рис. 7

В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы разделяются на:

- а) *горизонтальные* - секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций;
- б) *вертикальные* - секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций;
- в) *наклонные* - секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого.

Вертикальные разрезы называются:

- а) *фронтальными*, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций;
- б) *профильными*, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций.

Сложные разрезы разделяются на: а) *ступенчатые*, если секущие плоскости параллельны (ступенчатые горизонтальные, ступенчатые фронтальные);

- б) *ломаные*, если секущие плоскости пересекаются.

Разрезы называются:

- а) *продольными*, если секущие плоскости направлены вдоль длины или высоты предмета (Рис. 8);

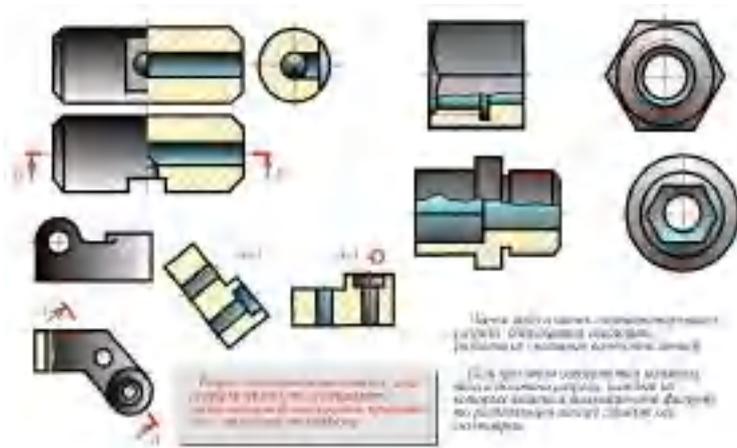


Рис.8

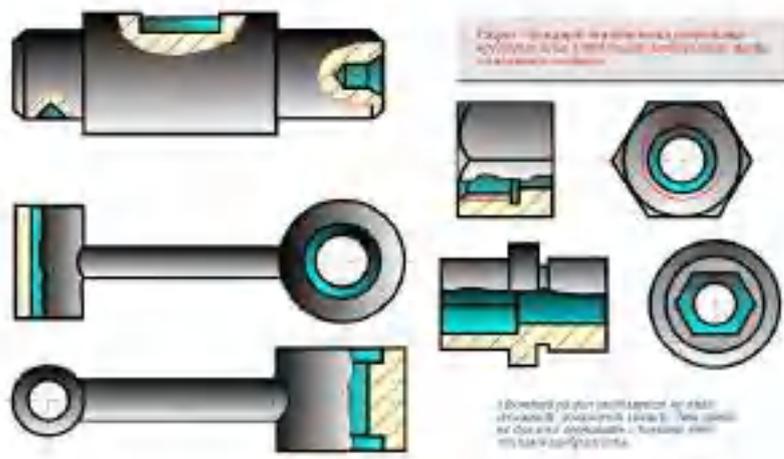


Рис. 9

б) *поперечными*, если секущие плоскости направлены перпендикулярно длине или высоте предмета (Рис. 7). Разрезы, служащие для выяснения устройства предмета лишь в отдельных, ограниченных местах, называются **местными**(Рис. 8).

4.2 Обозначение простых разрезов

Положение секущей плоскости, направление взгляда и сам разрез обозначают в соответствии с табл.(Рис. 6).Положение секущей плоскости не отмечают и разрез надписью не сопровождают, если одновременно выполняются три условия:

- а) секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом;
- б) разрез расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением;
- в) разрез является горизонтальным, фронтальным или профильным.

Вертикальный разрез, когда секущая плоскость непараллельна фронтальной или профильной плоскостям проекций, а также наклонный разрез, допускается выполнять с поворотом до положения, соответствующего принятому для данного предмета на главном изображении. В этом случае к обозначению должен быть добавлен знак "повернуто", как показано на рис. 7.

4.3 Выполнение простых разрезов

Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы могут быть расположены на месте соответствующих основных видов (Рис. 7).Местные разрезы выделяются на виде сплошными волнистыми линиями.Эти линии не должны совпадать с какими-либо другими линиями изображения(Рис. 7,а).Часть вида и часть соответствующего разреза допускается соединять, разделяя их сплошной волнистой линией (Рис. 8). Она не должна совпадать с какими-либо другими линиями изображения. Если при этом соединяются половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой, то разделяющей линией служит ось симметрии(Рис. 8).Нельзя соединять половину вида с половиной разреза, если какая-либо линия изображения совпадает с осевой,(например, ребро). В этом случае соединяют большую часть вида с

меньшей частью разреза(Рис.8, справа) или большую часть разреза с меньшей частью вида. Допускается разделение разреза и вида штрихпунктирной тонкой линией, совпадающей со следом плоскости симметрии не всего предмета, а лишь его части, если она представляет тело вращения. При соединении половины вида с половиной соответствующего разреза, разрез располагают справа от вертикальной оси и снизу от горизонтальной (Рис. 7).

4.4 Обозначение сложных разрезов

Сложные разрезы всегда обозначают на чертеже в соответствии с табл.(Рис.5).

4.5 Выполнение сложных разрезов

Фигуры сечения, полученные различными секущими плоскостями сложного разреза, не разделяют одну от другой никакими линиями. Сложный ступенчатый разрез помещают на месте соответствующего основного вида (Рис. 10) или в любом месте чертежа.

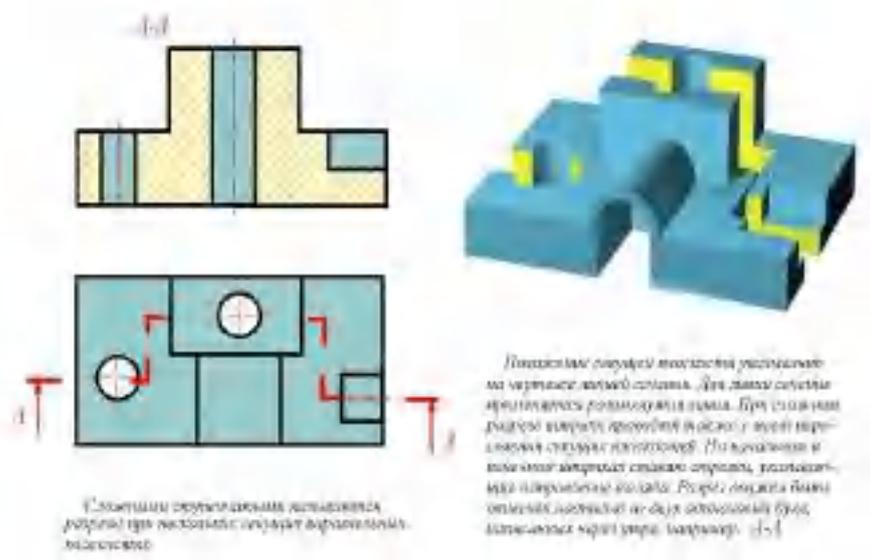


Рис. 10

При ломаных разрезах секущие плоскости условно поворачивают до совмещения в одну плоскость, при этом направление поворота может не совпадать с направлением взгляда. Если совмещенные плоскости окажутся параллельными одной из основных плоскостей проекций, то ломаный разрез допускается помещать на месте соответствующего вида(Рис. 11). При повороте секущей плоскости элементы предмета, расположенные за ней, вычерчивают

так, как они проецируются на соответствующую плоскость, с которой производится совмещение. Допускается соединение ступенчатого разреза с ломаным в виде одного сложного разреза.



Рис.11

Контрольные вопросы к работе №4

1. Что называется разрезом?
2. На какие группы делятся разрезы и в зависимости от чего?
3. Как обозначаются простые разрезы?
4. Как обозначаются сложные разрезы?

Графическое задание к работе №4 и методика его выполнения.

Выполнить необходимые разрезы. Соединить половину фронтального разреза с половиной вида спереди.

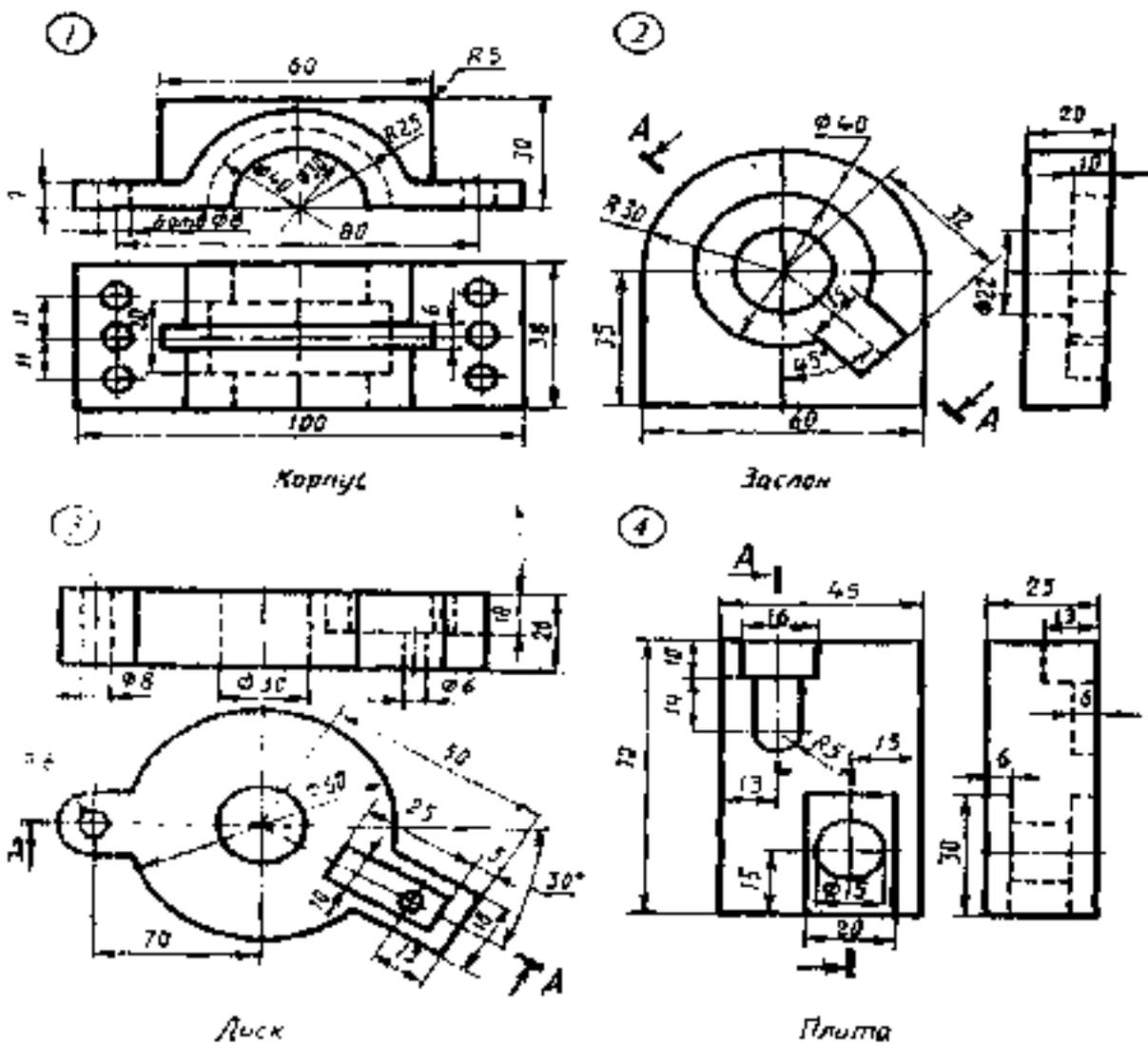
Методические указания к выполнению задания

Работа выполняется на листе формата А3, оформляется рамкой, основной надписью формы 1 (по ГОСТ 2.104 – 68). Перед выполнением графического задания необходимо изучить теоретический материал, ознакомиться с конструкцией изделия и определить основные геометрические тела из которых она состоит. Затем в тонких линиях выполнить простые, сложные разрезы, необ-

ходимые для выявления всех невидимых поверхностей предмета, построить линии перехода от одной поверхности к другой (линии их пересечения), нанести штриховку и обозначения. Изучить правила простановки размеров (по ГОСТ 2.307 - 68*) и нанести их на чертеже. Название чертежа – «Разрезы».

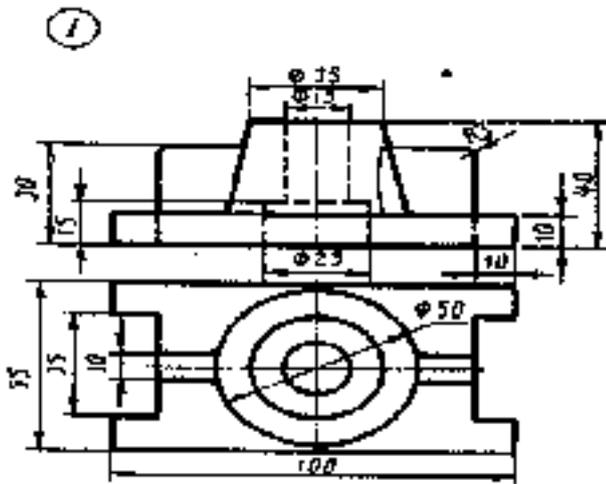
Комплект вариантов к работе №4

Вариант 1

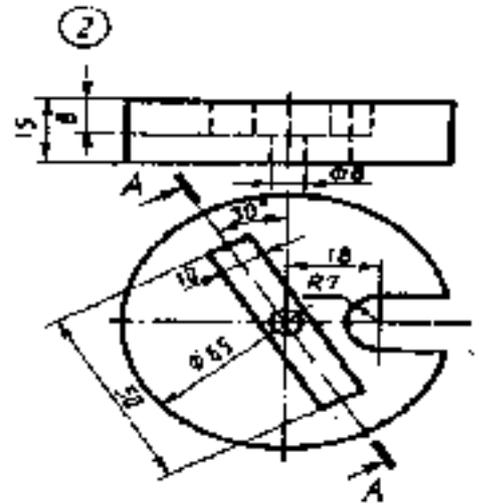


1. Соединить половину фронтального разреза с половиной вида спереди.
2. Заменить вид слева разрезом А-А.
3. Заменить вид спереди разрезом А-А.
4. Заменить вид слева разрезом А-А.

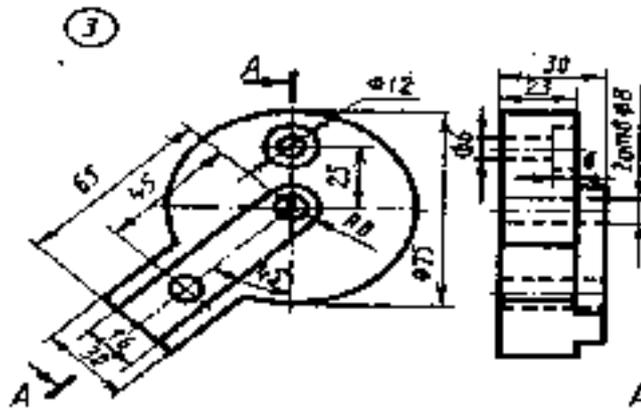
Вариант 2



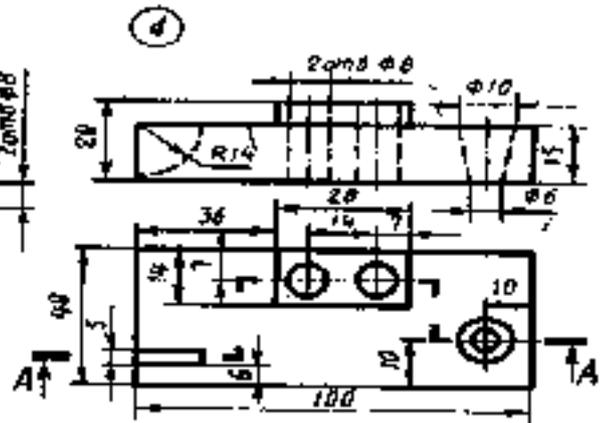
Стойка



Вид с

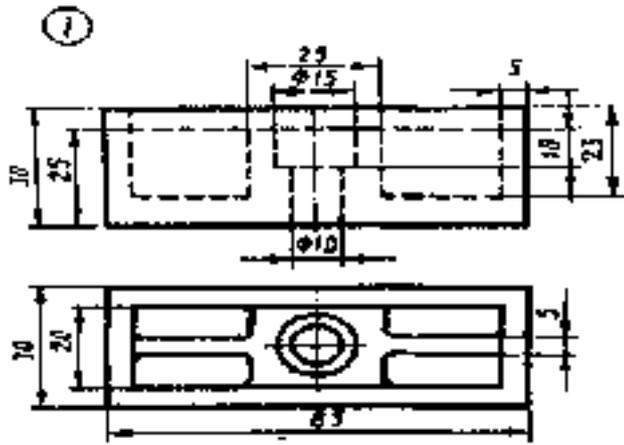


Пластинка

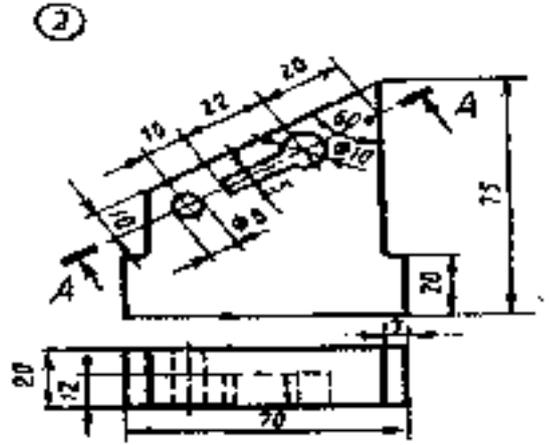


Плита

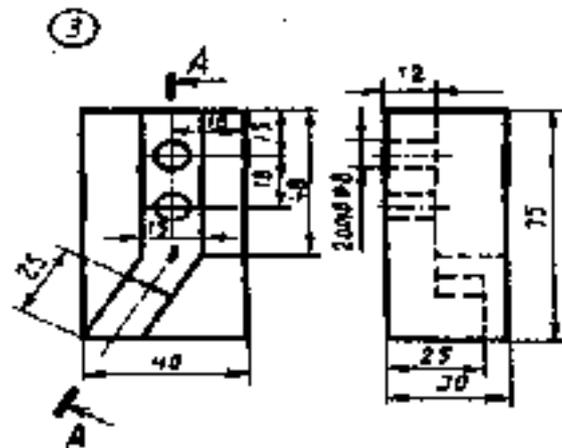
1. Соединить половину фронтального разреза с половиной вида спереди.
2. Заменить вид спереди разрезом А-А.
3. Заменить вид слева разрезом А-А.
4. Заменить вид спереди разрезом А-А.



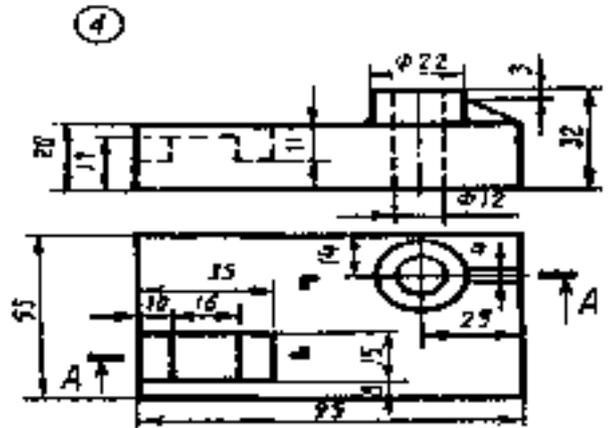
Опора



Ступка



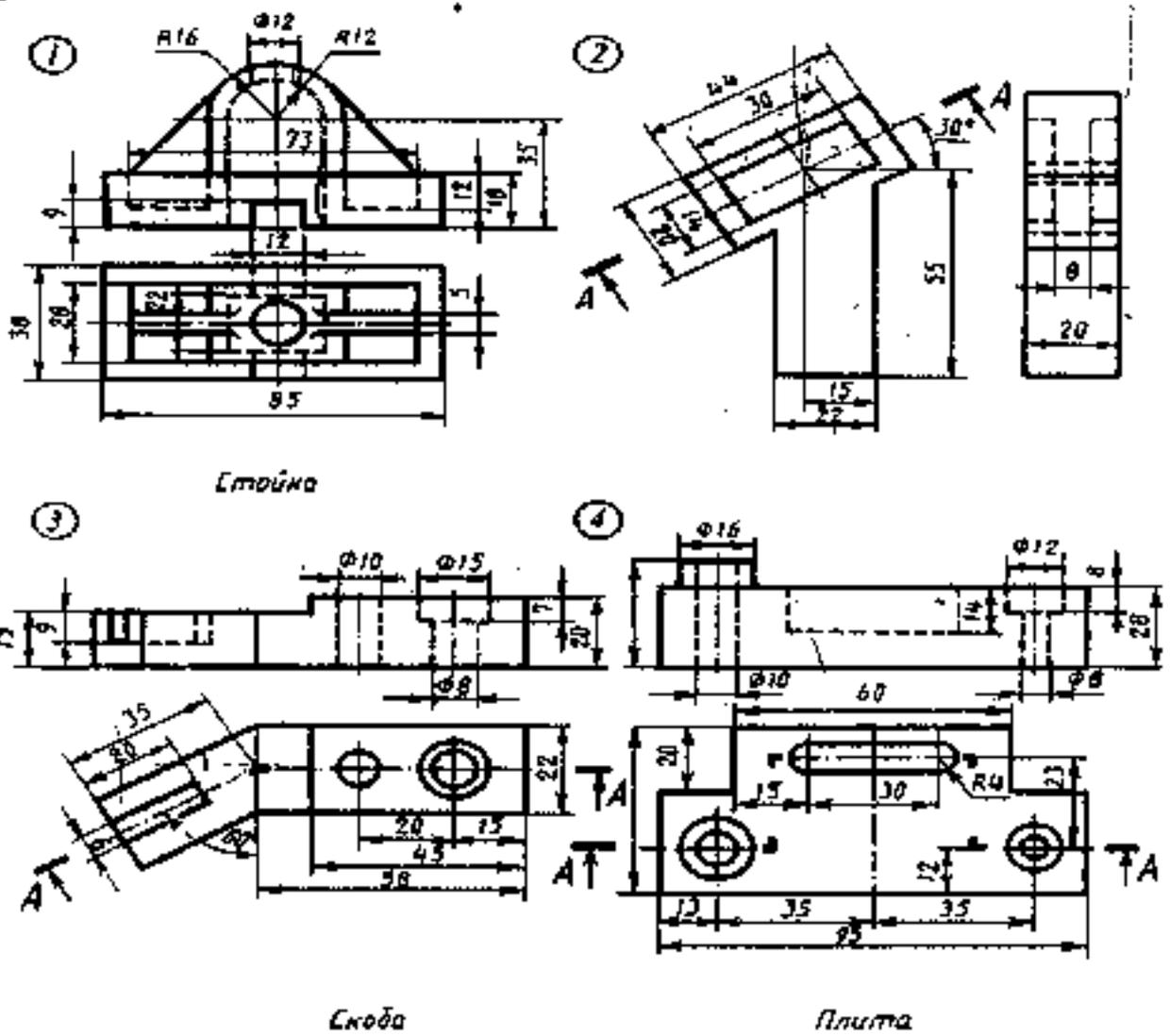
Гайка



Плита

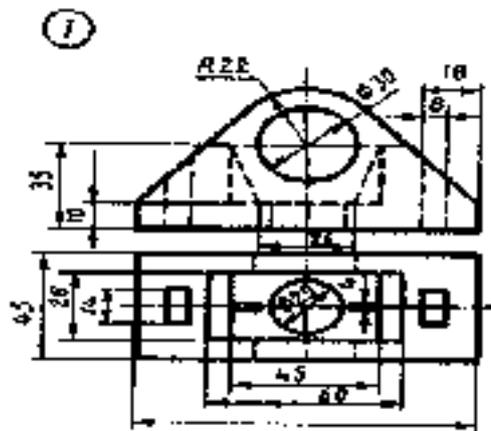
1. Соединить половину фронтального разреза с половиной вида спереди.
2. Заменить вид сверху разрезом А-А.
3. Заменить вид слева разрезом А-А.
4. Заменить вид спереди разрезом А-А.

Вариант 4

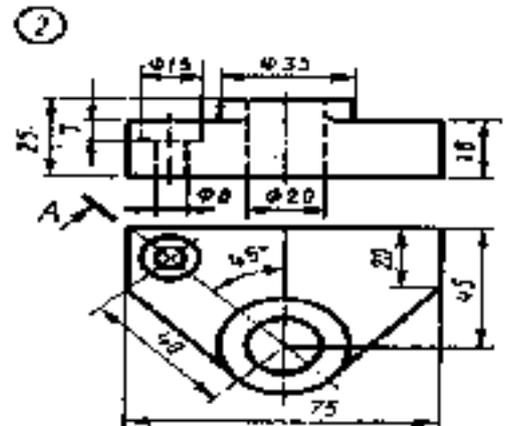


1. Соединить половину фронтального разреза с половиной вида спереди.
2. Заменить вид слева разрезом А-А.
3. Заменить вид спереди разрезом А-А.
4. Заменить вид спереди разрезом А-А.

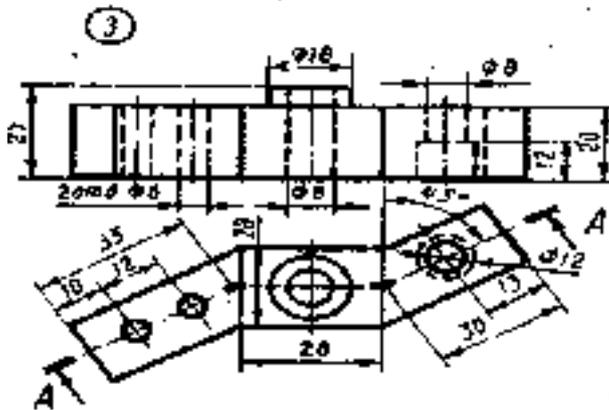
Вариант 5



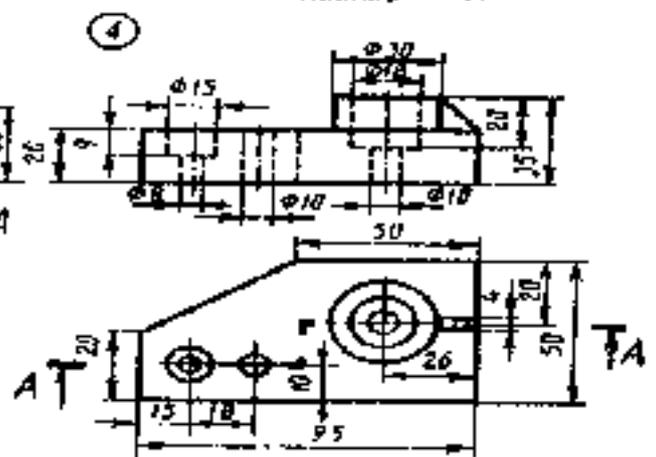
Крышка



Фланец



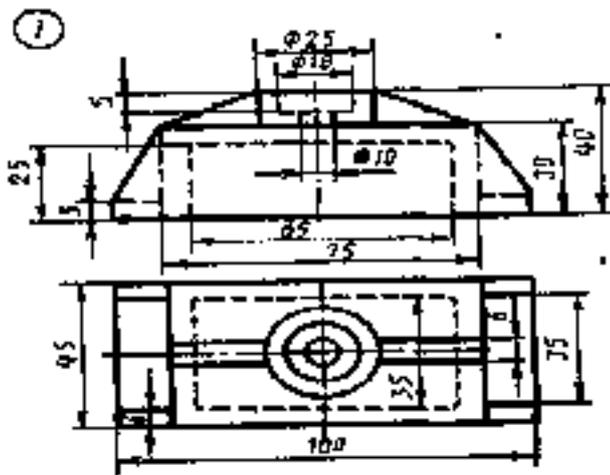
Звезда



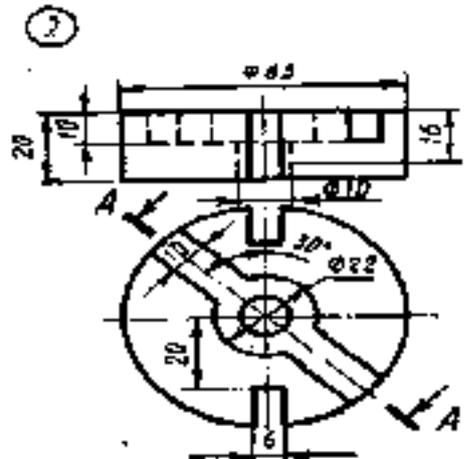
Плита

1. Соединить половину фронтального разреза с половиной вида спереди.
2. Заменить вид спереди разрезом $A-A$.
3. Заменить вид слева разрезом $A-A$.
4. Заменить вид спереди разрезом $A-A$.

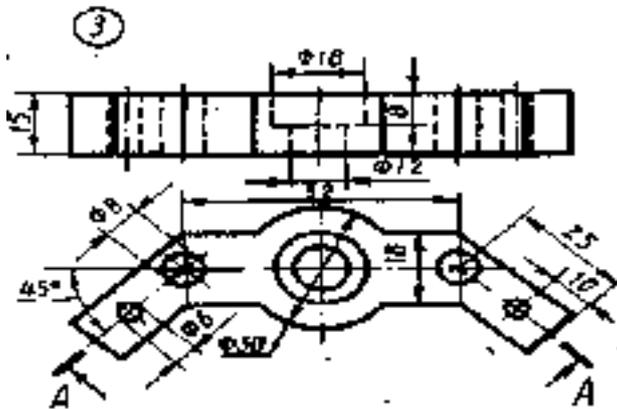
Вариант 6



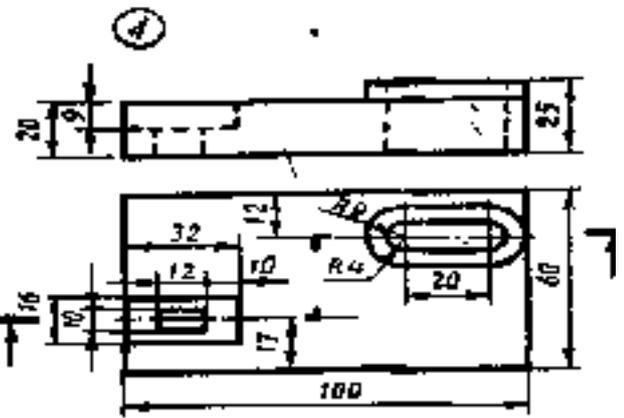
Крышка



Диск



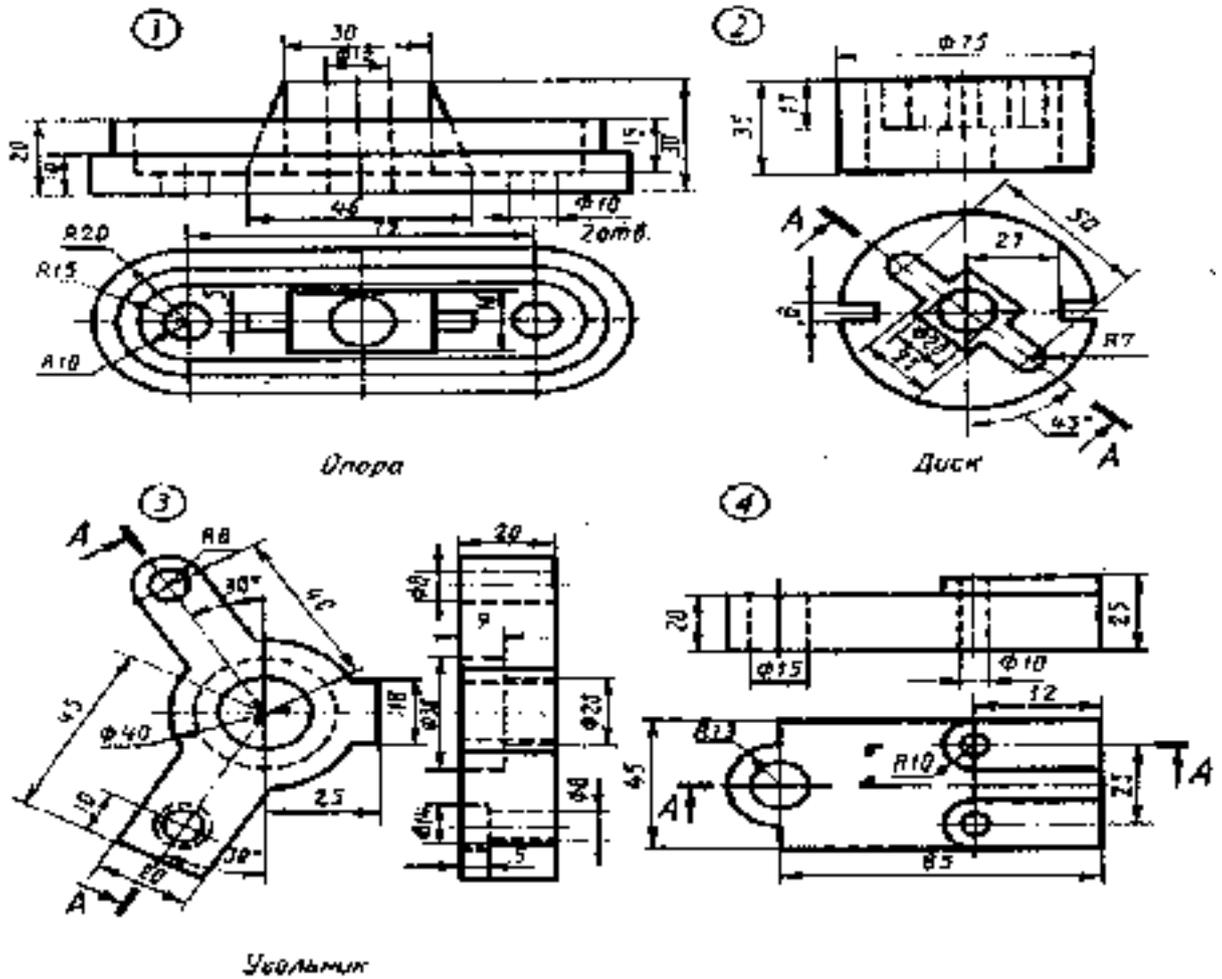
Шахта



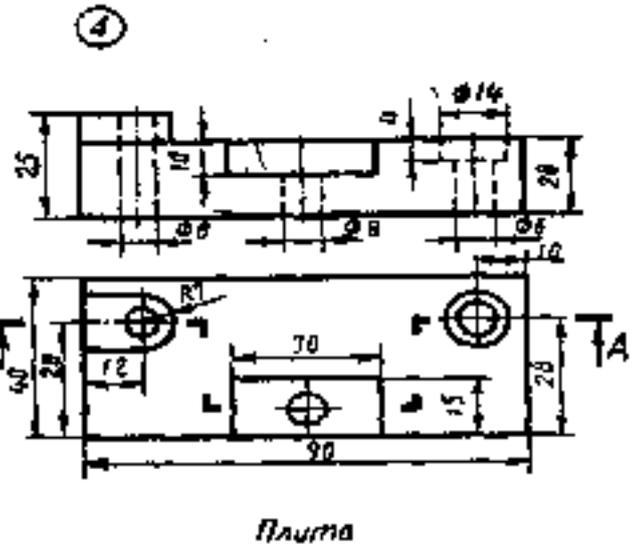
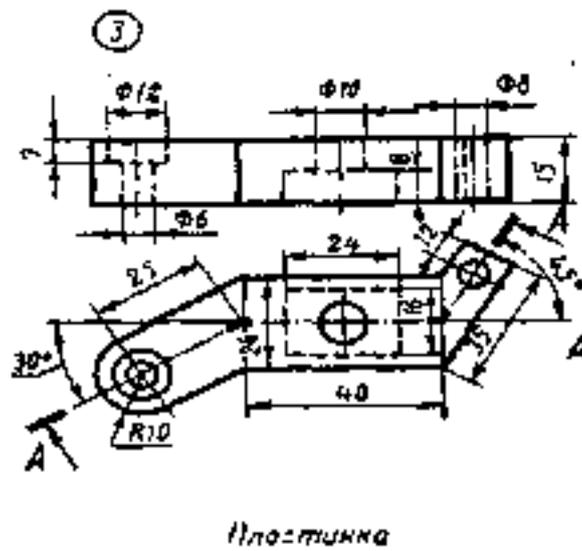
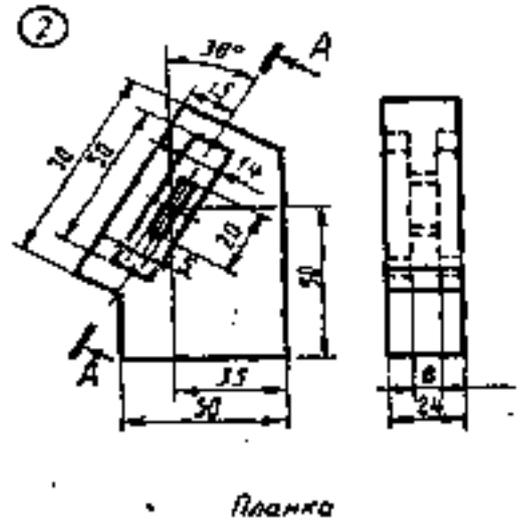
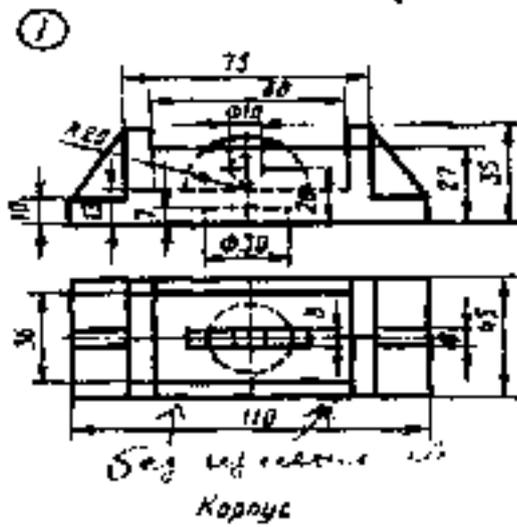
Плита

1. Соединить половину фронтального разреза с половиной вида спереди.
2. Заменить вид спереди разрезом $A-A$.
3. Заменить вид слева разрезом $A-A$.
4. Заменить вид спереди разрезом $A-A$.

Вариант 7

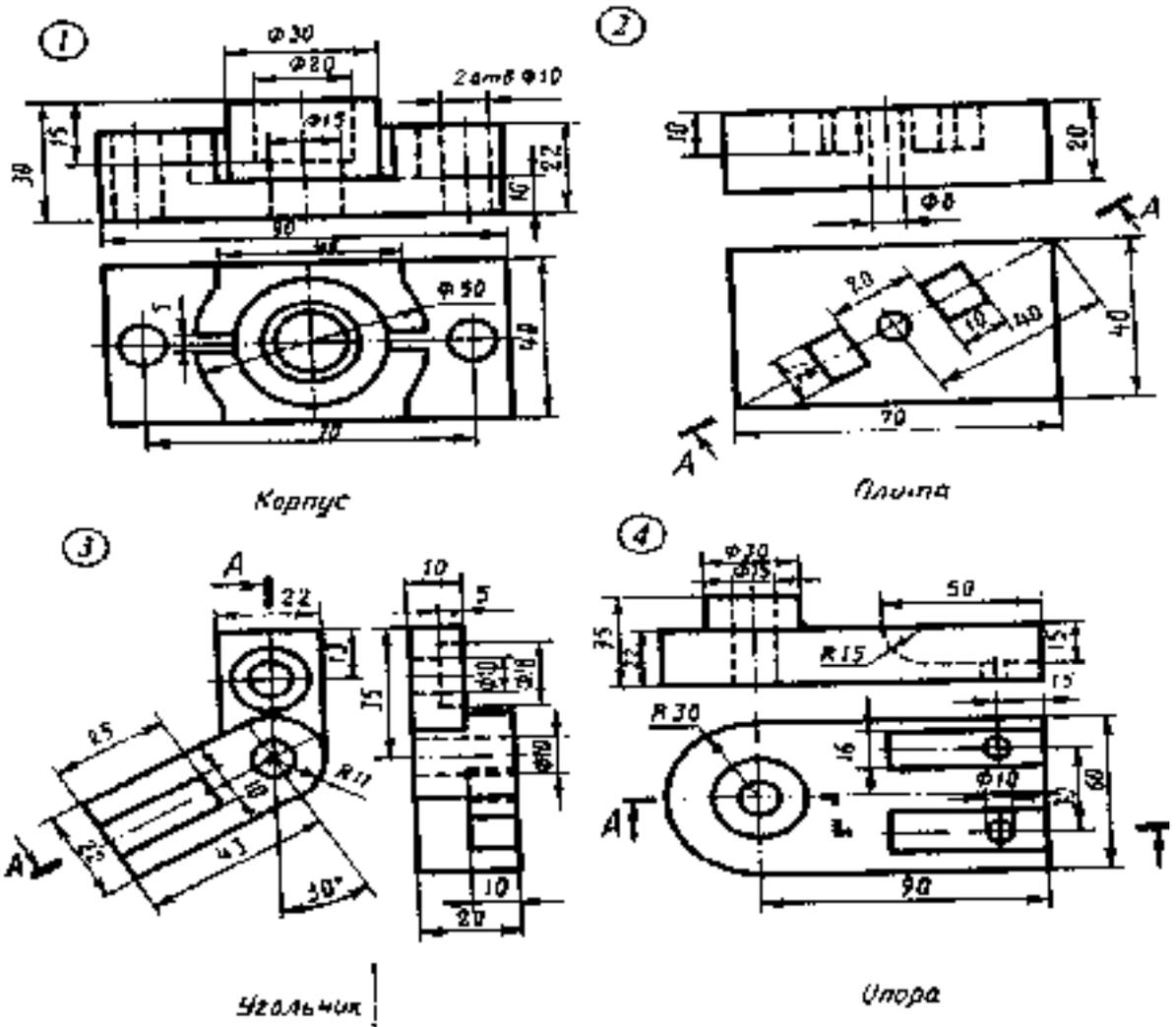


1. Соединить половину фронтального разреза с половиной вида спереди.
2. Заменить вид сверху разрезом $A-A$.
3. Заменить вид слева разрезом $A-A$.
4. Заменить вид спереди разрезом $A-A$.

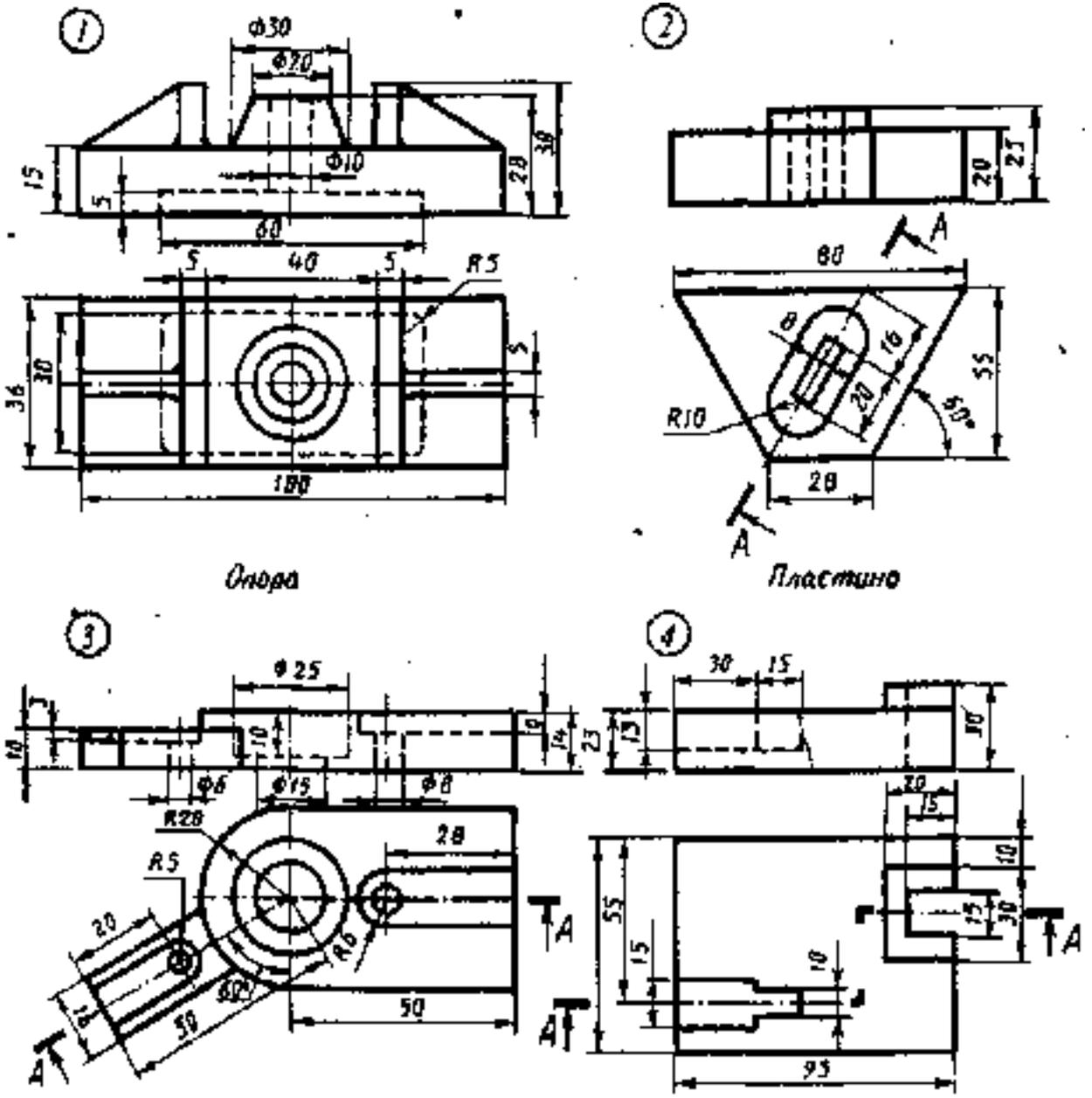


1. Соединить половину фронтального разреза с половиной вида спереди.
2. Заменить вид спереди разрезом $A-A$.
3. Заменить вид слева разрезом $A-A$.
4. Заменить вид спереди разрезом $A-A$.

Нарисовать

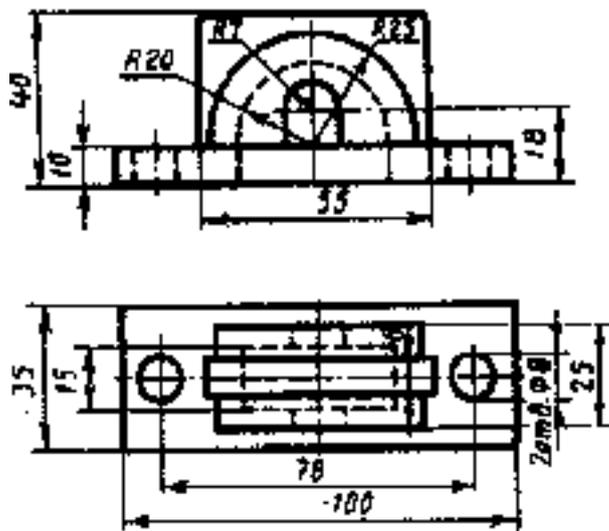


1. Соединить половину фронтального разреза с половиной вида спереди.
2. Заменить вид спереди разрезом $A-A$.
3. Заменить вид слева разрезом $A-A$.
4. Заменить вид спереди разрезом $A-A$.



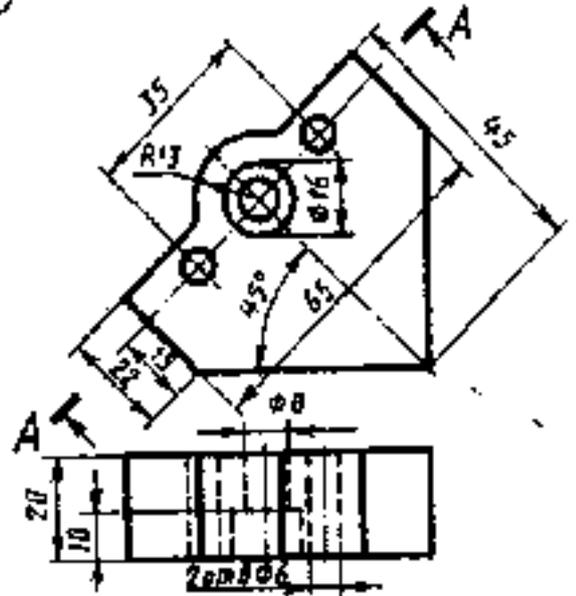
1. Соединить половину фронтального разреза с половиной вида спереди.
2. Заменить вид спереди разрезом $A-A$.
3. Заменить вид слева разрезом $A-A$.
4. Заменить вид спереди разрезом $A-A$.

1



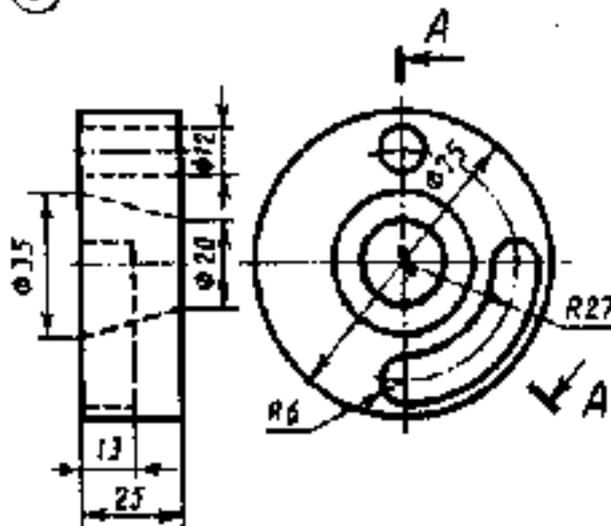
Крышка

2

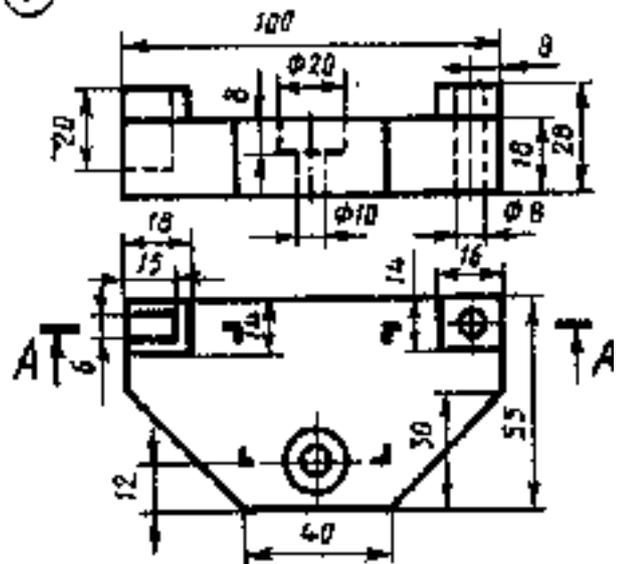


Пластина

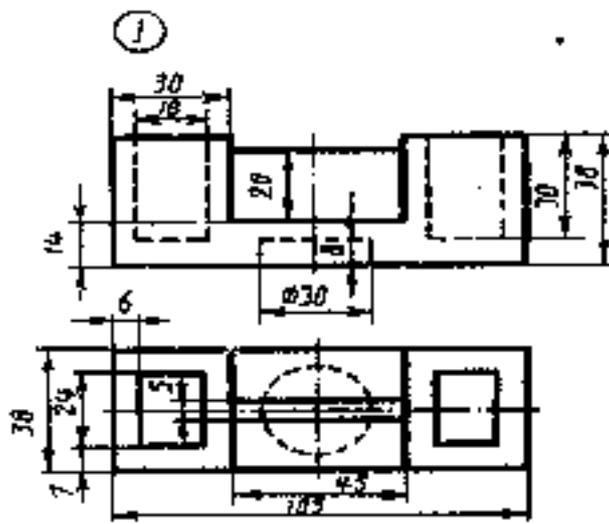
3



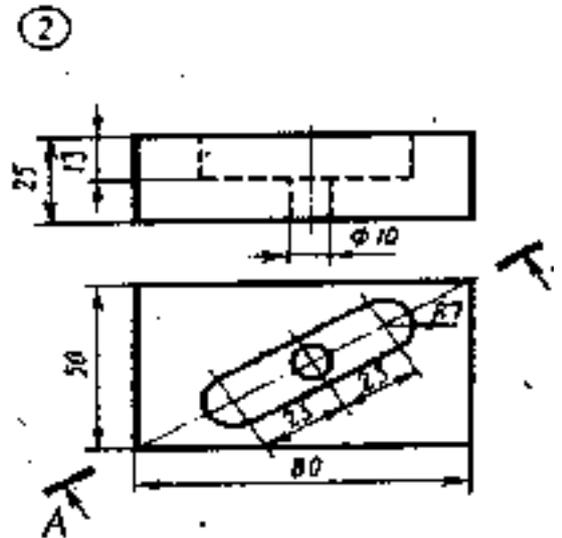
4



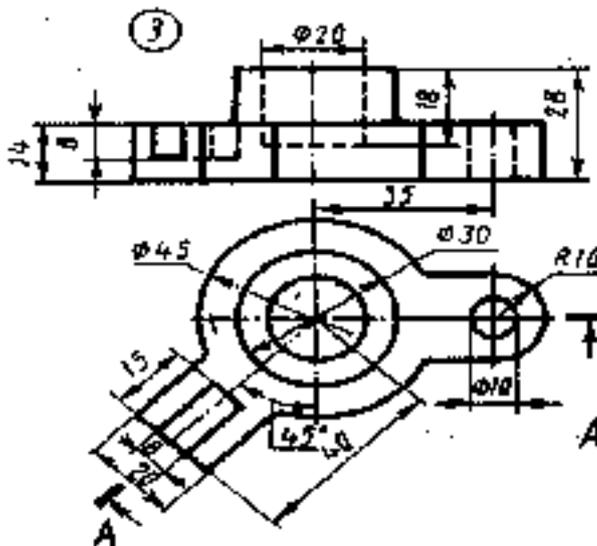
1. Соединить половину фронтального разреза с половиной вида спереди.
2. Заменить вид спереди разрезом $A-A$.
3. Заменить вид слева разрезом $A-A$.
4. Заменить вид спереди разрезом $A-A$.



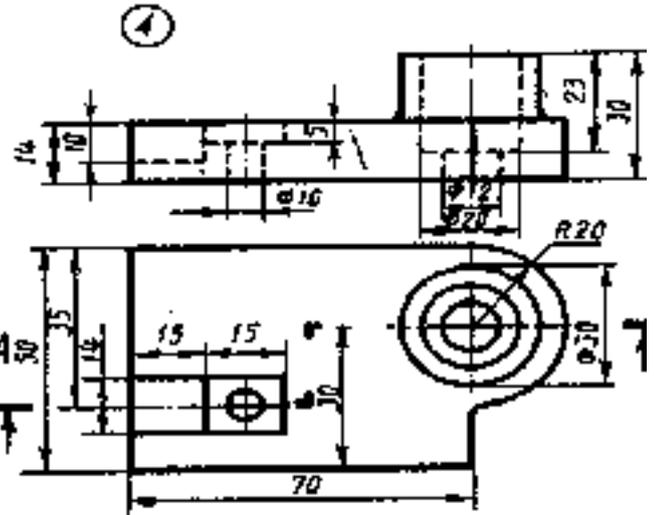
Опора



Плита

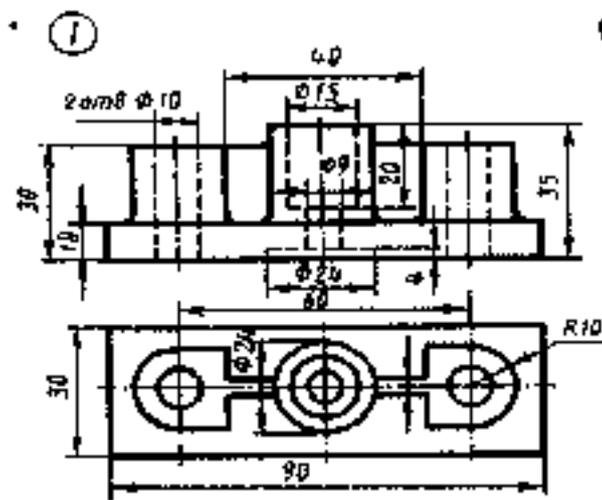


Замок

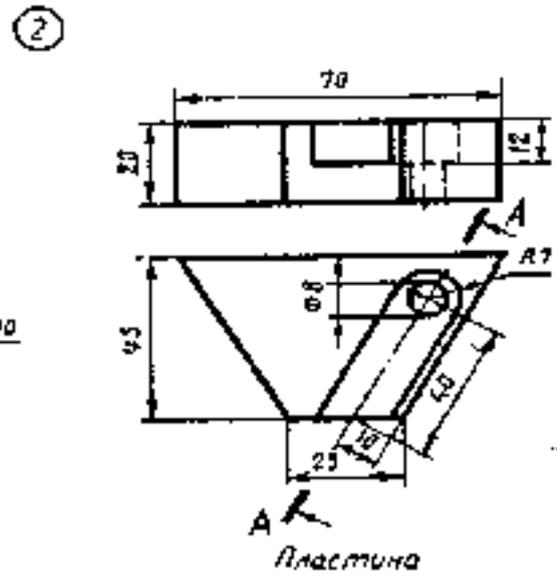


Корпус

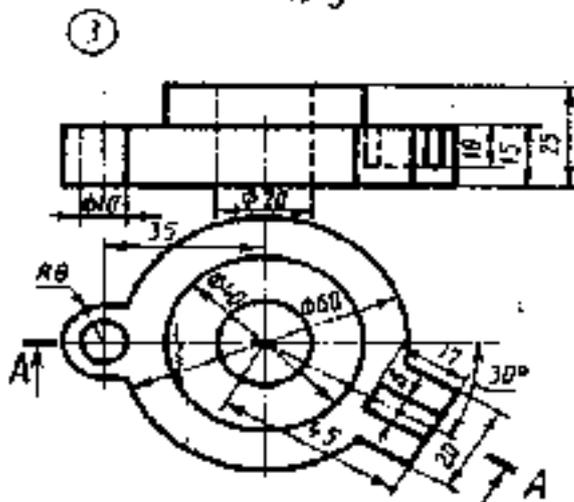
1. Соединить половину фронтального разреза с половиной вида спереди.
2. Заменить вид спереди разрезом $A-A$.
3. Заменить вид слева разрезом $A-A$.
4. Заменить вид спереди разрезом $A-A$.



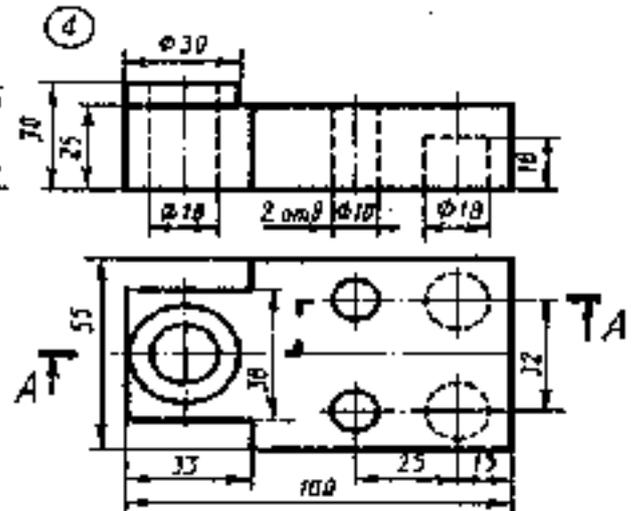
Корпус



Пластина

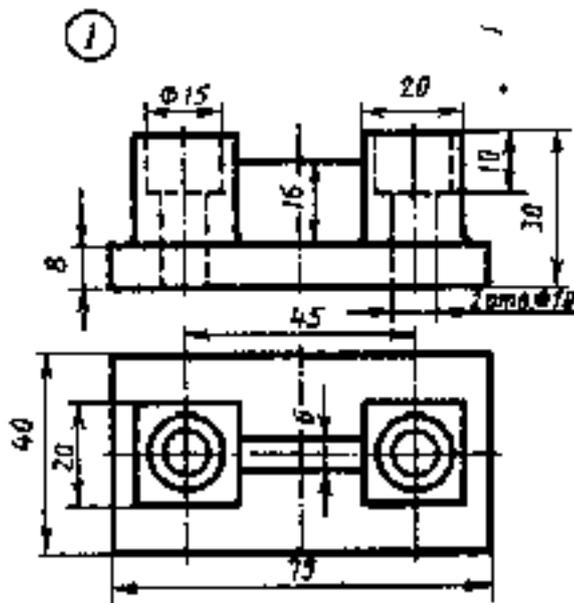


Диск

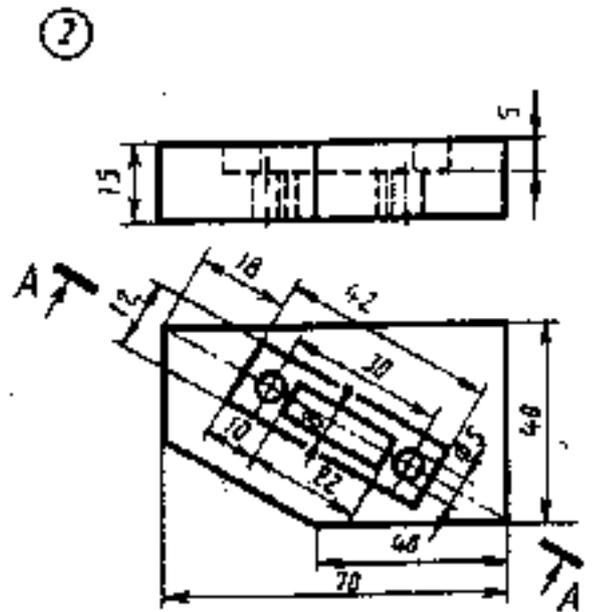


Плита

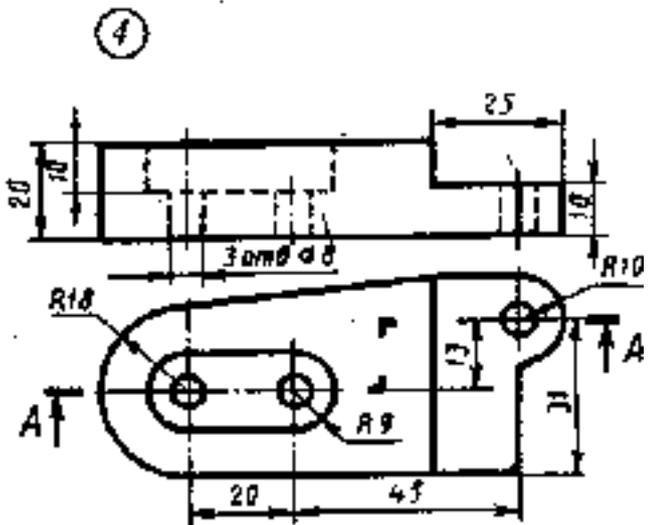
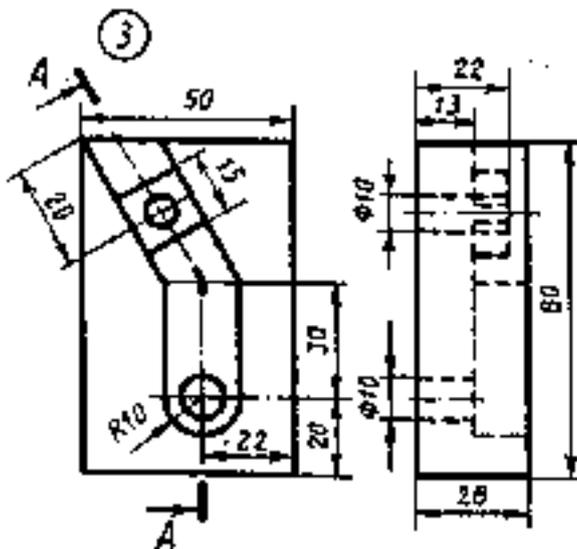
1. Соединить половину фронтального разреза с половиной вида спереди.
2. Заменить вид спереди разрезом А-А.
3. Заменить вид слева разрезом А-А.
4. Заменить вид спереди разрезом А-А.



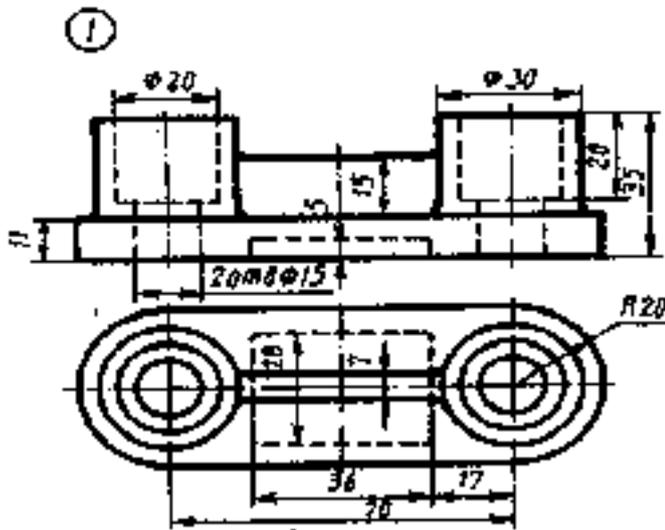
Опора



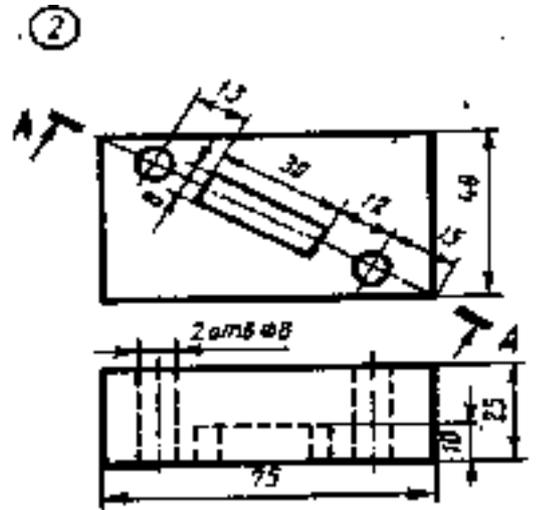
Плита



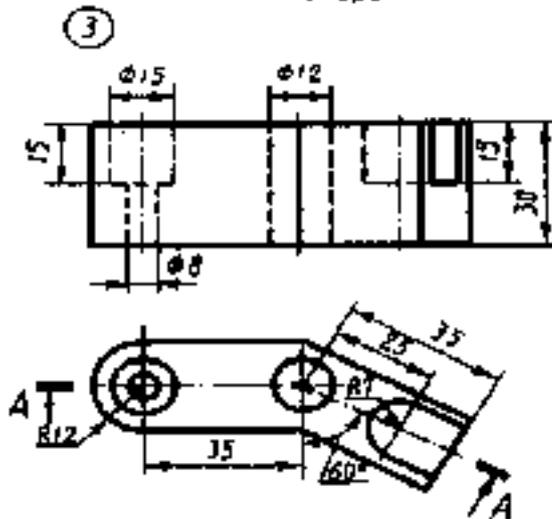
1. Соединить половину фронтального разреза с половиной вида спереди.
2. Заменить вид спереди разрезом $A-A$.
3. Заменить вид слева разрезом $A-A$.
4. Заменить вид спереди разрезом $A-A$.



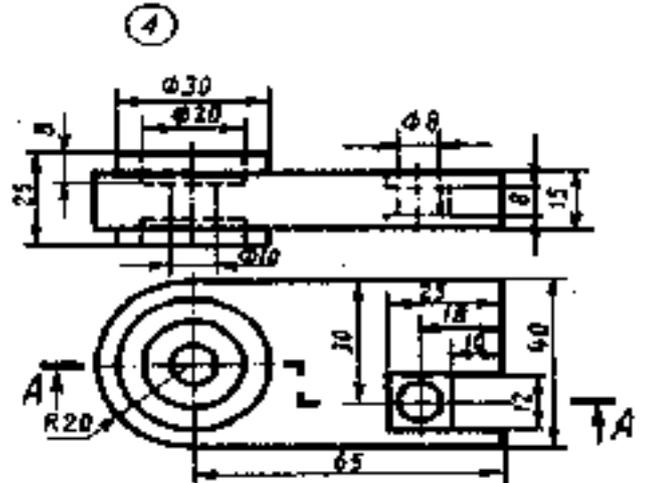
Опора



Плита



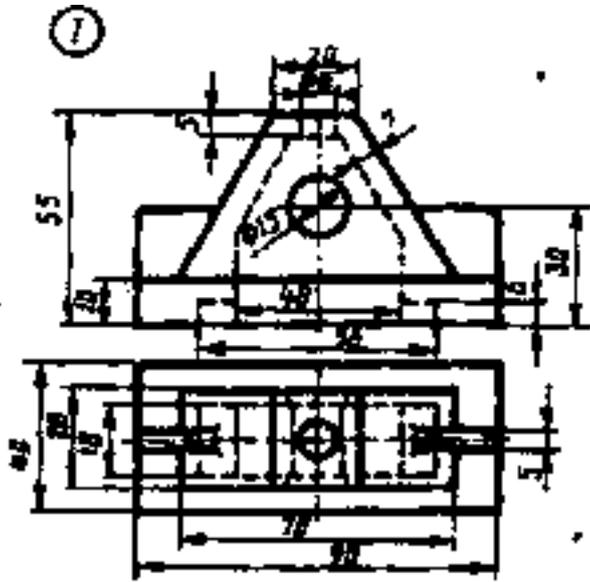
Скоба



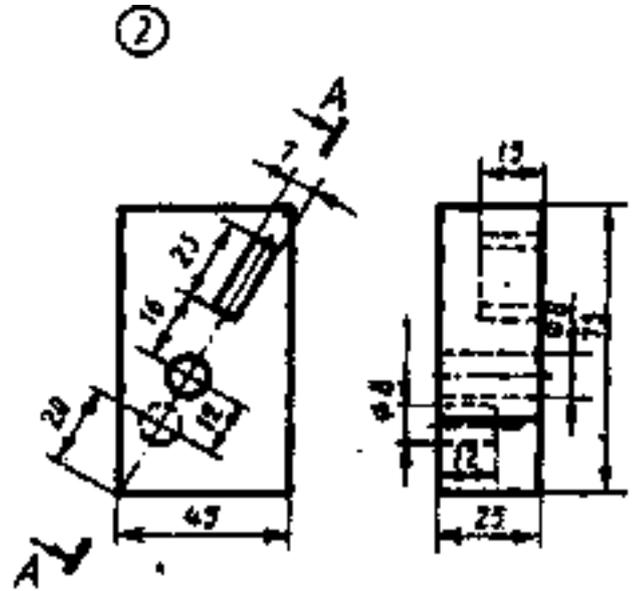
Серьга

1. Соединить половину фронтального разреза с половиной вида спереди.
2. Заменить вид спереди разрезом $A-A$.
3. Заменить вид слева разрезом $A-A$.
4. Заменить вид спереди разрезом $A-A$.

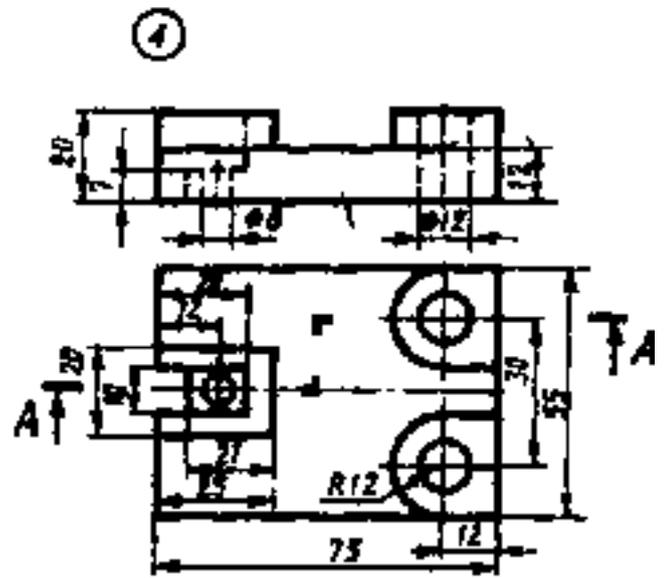
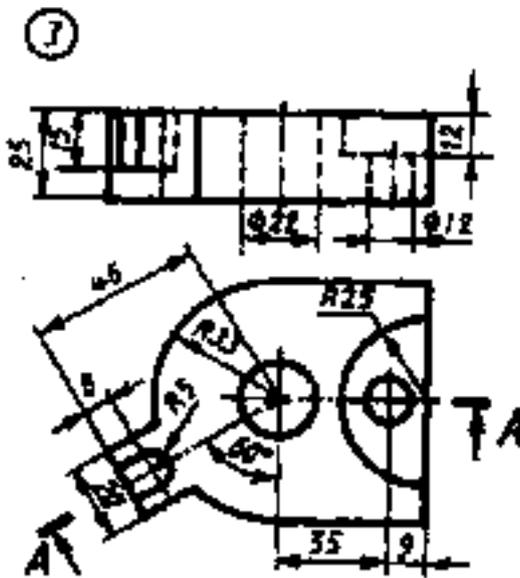
Вариант 16



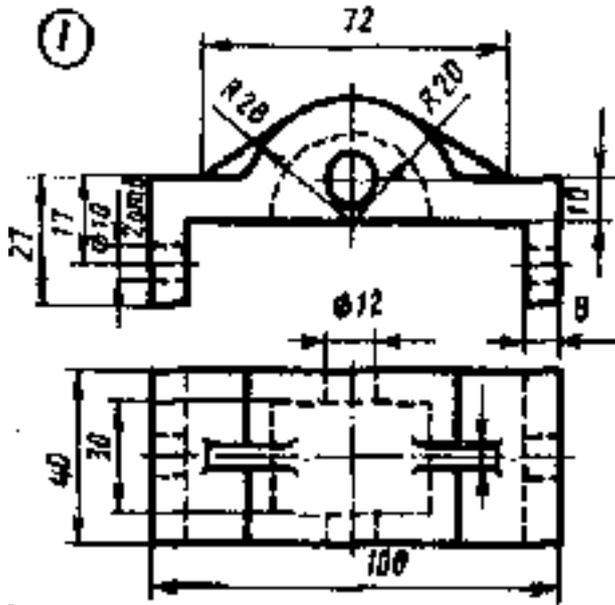
Станок



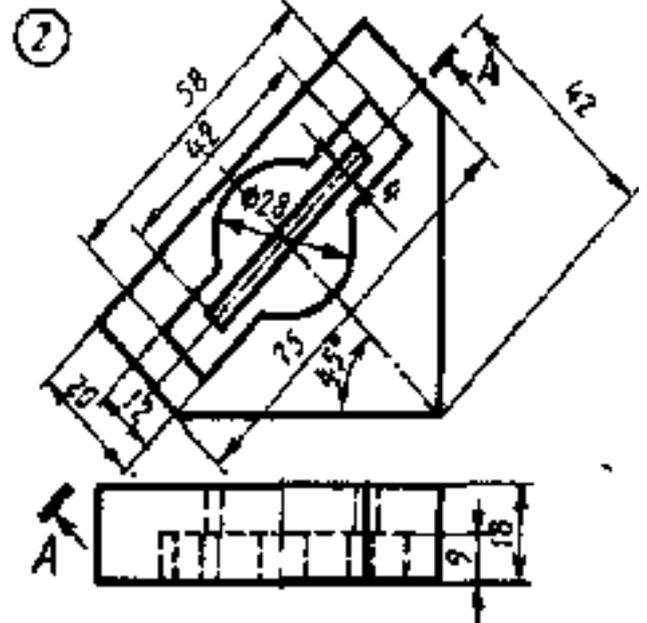
Плита



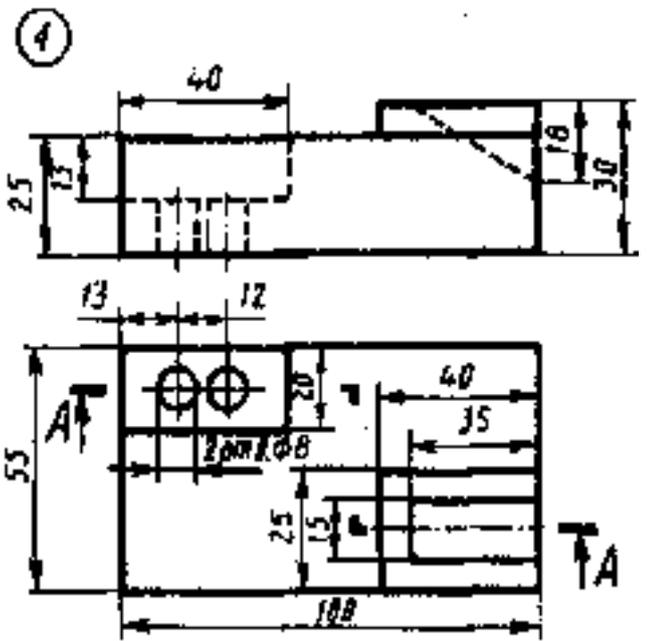
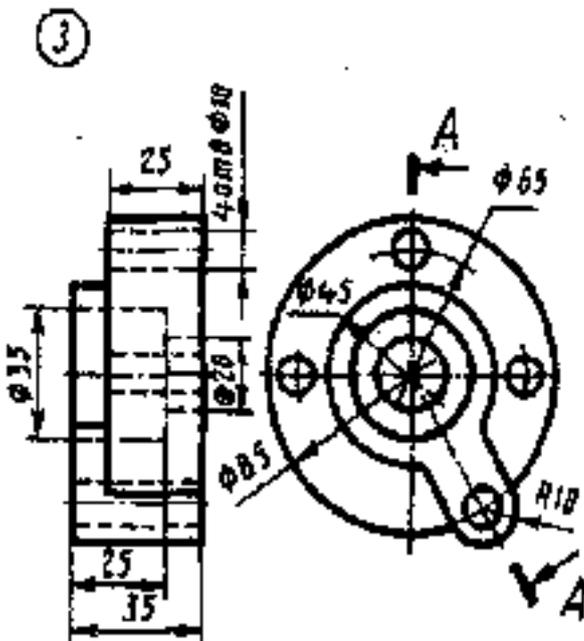
1. Соединить половину фронтального разреза с половиной вида спереди.
2. Заменить вид спереди разрезом $A-A$.
3. Заменить вид слева разрезом $A-A$.
4. Заменить вид спереди разрезом $A-A$.



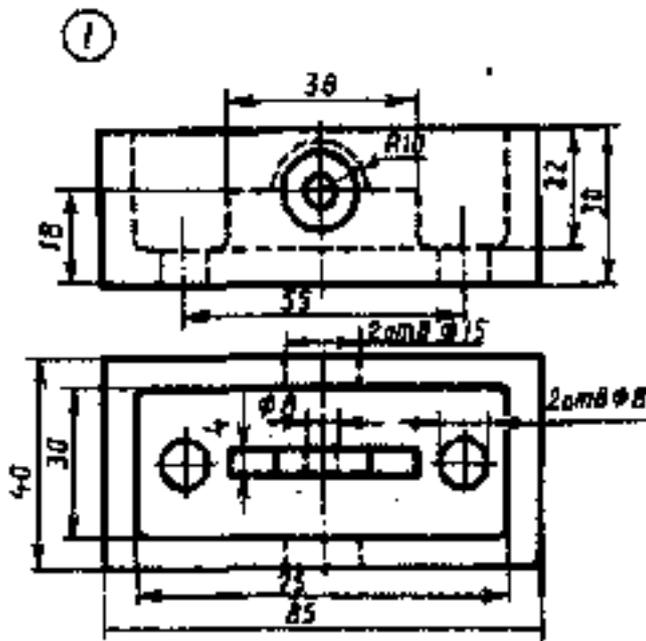
Корпус



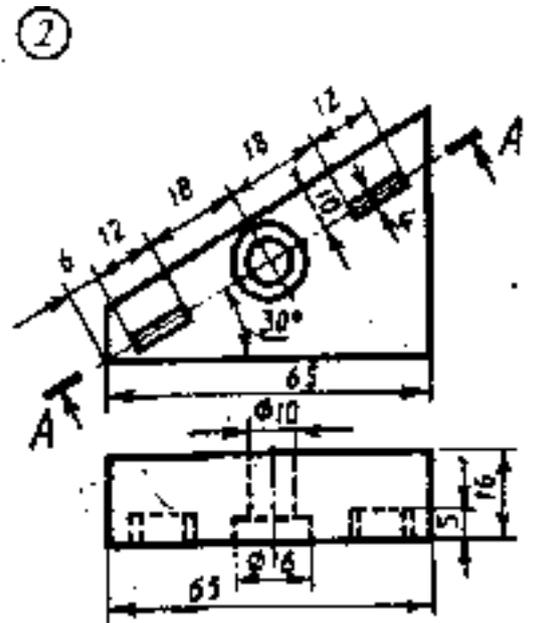
Пластина



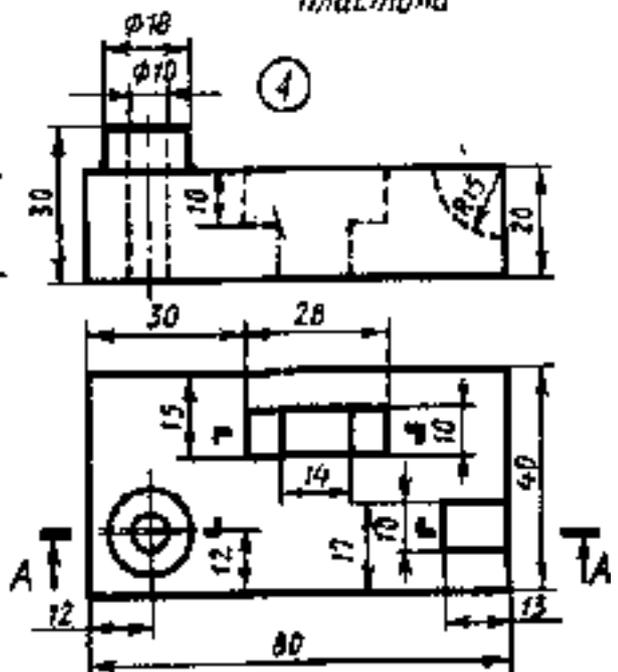
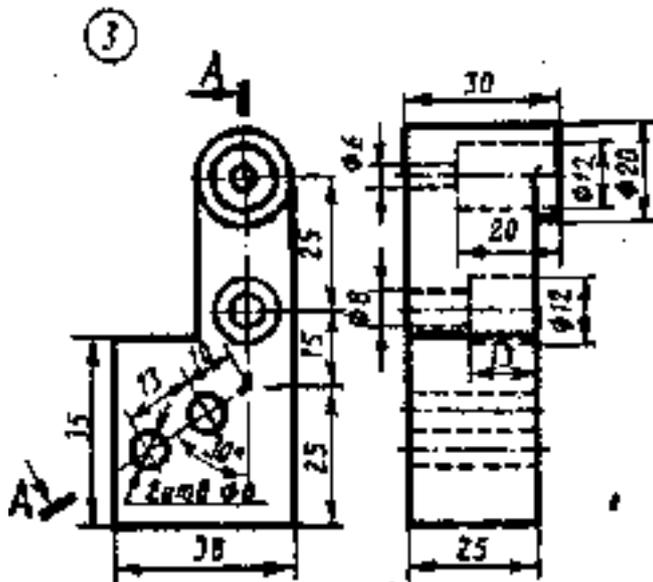
1. Соединить половину фронтального разреза с половиной вида спереди.
2. Заменить вид спереди разрезом $A-A$.
3. Заменить вид слева разрезом $A-A$.
4. Заменить вид спереди разрезом $A-A$.



Коробка



Пластина



1. Соединить половину фронтального разреза с половиной вида спереди.
2. Заменить вид спереди разрезом $A-A$.
3. Заменить вид слева разрезом $A-A$.
4. Заменить вид спереди разрезом $A-A$.

Содержание

Введение	3
Работа №1 Основные виды.....	4
Работа №2 Аксонометрические проекции.....	14
Работа №3 Сечения.....	27
Работа №4 Разрезы.....	37

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



ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра
“Электротехника и физика”

Методическое указание

для выполнения лабораторных работ
по дисциплине «Электрические машины» для обучающихся
очной и заочной формы обучения
для выполнения лабораторных работ

направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
профиль «Электрические станции и подстанции»
Часть 2. Генераторы и двигатели

студента(ки) _____
факультета _____
_____ курса _____ группы

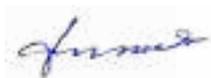
Рабочая тетрадь для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Электрические машины» содержит описание, методику проведения лабораторных работ, заданий к ним и перечень вопросов для их защиты. Данное пособие призвано помочь студентам очной и заочной формы обучения, обучающихся по направлению подготовки направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника профиль «Электрические станции и подстанции», получить навык конструирования и исследования электрических схем практически

Авторы: кандидат технических наук,
доцент кафедры «Электротехника и физика»



А.С. Морозов

Зав. кафедрой «Электротехника и физика»
кандидат технических наук



С.О. Фатьянов

Рецензент: зав. кафедрой «Электроснабжение»

РГАТУ д.т.н.,



Д.Е.Каширин.

Одобрено учебно-методической комиссией инженерного факультета
ФГБОУ ВО РГАТУ имени П.А.Костычева

Протокол № 1 от 31 августа 2020 г.

Председатель учебно-методической комиссии
по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника



А.С. Морозов

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа №13. ИЗУЧЕНИЕ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА.....	3
Лабораторная работа №14. ИЗУЧЕНИЕ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА.....	8
Лабораторная работа №15. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ.....	13
Лабораторная работа №16. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕГУЛИРОВКИ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ...	17
Лабораторная работа №17. ИЗУЧЕНИЕ НЕСТАНДАРТНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ.....	23
Лабораторная работа №18. ИЗУЧЕНИЕ ГЕНЕРАТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА.....	27
Лабораторная работа №19. ИЗУЧЕНИЕ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА.....	37
Лабораторная работа №20. ИЗУЧЕНИЕ АСИНХРОННОГО ТАХОГЕНЕРАТОРА.....	42
Лабораторная работа №21. ИЗУЧЕНИЕ АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА	45

Лабораторная работа №22. ИЗУЧЕНИЕ ОДНОФАЗНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ.....	47
Литература	52

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №13.

ИЗУЧЕНИЕ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

Цель работы: изучение устройства, принципа действия и основных характеристик синхронной машины (СМ) в генераторном режиме.

Краткие теоретические сведения. *Синхронная машина обратима.* СМ применяется как *генератор* на электростанциях для получения электрической энергии, в автотранспорте для питания бортовой сети, для компенсации реактивной мощности, как *двигатель* в мощных холодильных установках.

Синхронный генератор (СГ) состоит из **статора** или **якоря** (как у асинхронной машины) и **ротора** или **индуктора**, намагничиваемого *постоянным* током (или постоянного магнита). При вращении индуктор наводит эдс в обмотке якоря.

Постоянный ток питания индуктора получают от *возбудителя*-машины постоянного тока, расположенной на общем валу с генератором (или от отдельного выпрямителя). Ток возбуждения регулируют устройством автоматики.

Индуктор на холостом ходу своим магнитным полем всегда ориентирован вдоль магнитных линий якоря, следовательно, поля статора и ротор вращаются с и н х р о н н о. Под нагрузкой между полями ротора и статора появляется угловой сдвиг (до $\theta = 90$ градусов) при сохранении синхронности. Момент M на валу определяется зависимостью $M = M_{\text{макс}} \sin \theta$, поэтому в зависимости от знака угла θ изменяется знак момента и режим машины (двигатель или генератор).

Для разгона СГ на роторе устанавливают короткозамкнутую обмотку (демпфирующую обмотку). При асинхронном пуске при достижении 95% синхронной частоты при разгоне ротор намагничивают постоянным током и машина втягивается в синхронизм. *При пуске выводы обмотки ротора замыкают через реостат, чтобы не возникло пробоя в обмотке индуктора из-за наведенной эдс.* При наличии возбудителя-машины постоянного тока- самозапуск происходит без замыкания выводов индуктора.

Частота вращения ротора в переходных режимах описывается дифференциальным уравнением второго порядка, поэтому ротор СГ обладает свойством совершать колебательные движения (ускорение- замедление частоты

вращения) вокруг средней частоты вращения. Колебания ротора устраняются посредством короткозамкнутой демпфирующей обмотки.

Синхронная машина при работе с электрической сетью изменяет *величину и характер* полного сопротивления якорной обмотки в зависимости от величины тока возбуждения индуктора. При больших токах возбуждения сопротивление статора синхронной машины носит активно-емкостный характер, что используют для компенсации реактивной мощности индуктивного характера. При средних токах возбуждения синхронная машина потребляет *минимальный* ток и обладает активным сопротивлением и минимальным током якоря. При малых токах сопротивление статорной обмотки активно-индуктивное. Зависимость статорного тока от тока индуктора называют U-образной характеристикой.

Реакция якоря. Под действием тока якоря (и его магнитного поля) в СМ наблюдается явления изменения магнитного поля - реакция якоря. Реакция якоря проявляет себя различным образом в зависимости от характера сопротивления нагрузки.

При **индуктивной нагрузке** за счет магнитного поля реакции якоря магнитный поток уменьшается (продольная составляющая, или составляющая магнитного поля, действующая вдоль направления магнитных полюсов), эдс уменьшается. При **емкостной нагрузке** под действием реакции якоря продольная составляющая магнитного потока и эдс увеличивается. При **активной нагрузке** продольная составляющая магнитного потока не изменяется, а поперечная (перпендикулярная линии магнитных полюсов) увеличивается.

По конструкции индуктора синхронные машины подразделяют на машины с явно выраженными полюсами и неявно выраженными полюсами, поэтому проявление реакции якоря в них различно.

Напряжение на нагрузке синхронной машины $U = E_0 + E_{1q} + E_{1d} + E_{\sigma 1} - IR$;
где U - напряжение;

E_0 - эдс, наводимая основным магнитным потоком;

E_{1q} - эдс поперечной реакции якоря;

E_{1d} - эдс продольной реакции якоря;

$E_{\sigma 1}$ - эдс потока рассеяния;

IR - падение напряжения в активном сопротивлении якоря, (малая величина).

Составляющие векторов эдс реакции якоря могут изменять направление почти на 180 градусов в зависимости от характера сопротивления нагрузки.

Характеристики генератора

Характеристика холостого хода СГ - зависимость $U_{xx} = f(I_{возб})$ при $n = const$. Характеристика близка к *нормальной* характеристике синхронной машины, таблица 13.1. (нормированного значения эдс E^* и нормированного значения тока возбуждения $I_{в*}$). Из таблицы 13.1. следует, что СГ работает при выраженном насыщении магнитной системы.

Таблица 13.1. Нормальная характеристика синхронной машины

E^*	0.58	1.0	1.21	1.33	1.4	1.46	1.51
I_B^*	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5

Характеристика короткого замыкания- зависимость тока короткого замыкания якоря (до $1.25 I_{ном}$) от тока возбуждения синхронного генератора, зависимость прямая.

Внешняя характеристика- зависимость *напряжения* генератора *от тока* нагрузки при постоянном токе возбуждения. Зависит от величины и характера нагрузки и похожа на внешнюю характеристику трансформатора. Поведение характеристики объясняется реакцией якоря.

Регулировочная характеристика-зависимость *тока возбуждения от тока* нагрузки при постоянном напряжении. При работе на активную и индуктивную нагрузки из-за реакции якоря с увеличением тока нагрузки ток возбуждения необходимо увеличивать, а при работе на емкостную нагрузку- уменьшать.

Отношение короткого замыкания (ОКЗ). Отношение тока короткого замыкания к номинальному току в установившемся режиме близко к единице.

Потери и КПД синхронной машины

В СМ электрические потери имеются основные потери: в обмотках индуктора, якоря, магнитные потери в статоре, потери в возбудителе, механические потери и добавочные потери из-за пульсации магнитного поля в зазоре ротор-статор, добавочные потери при нагрузке.

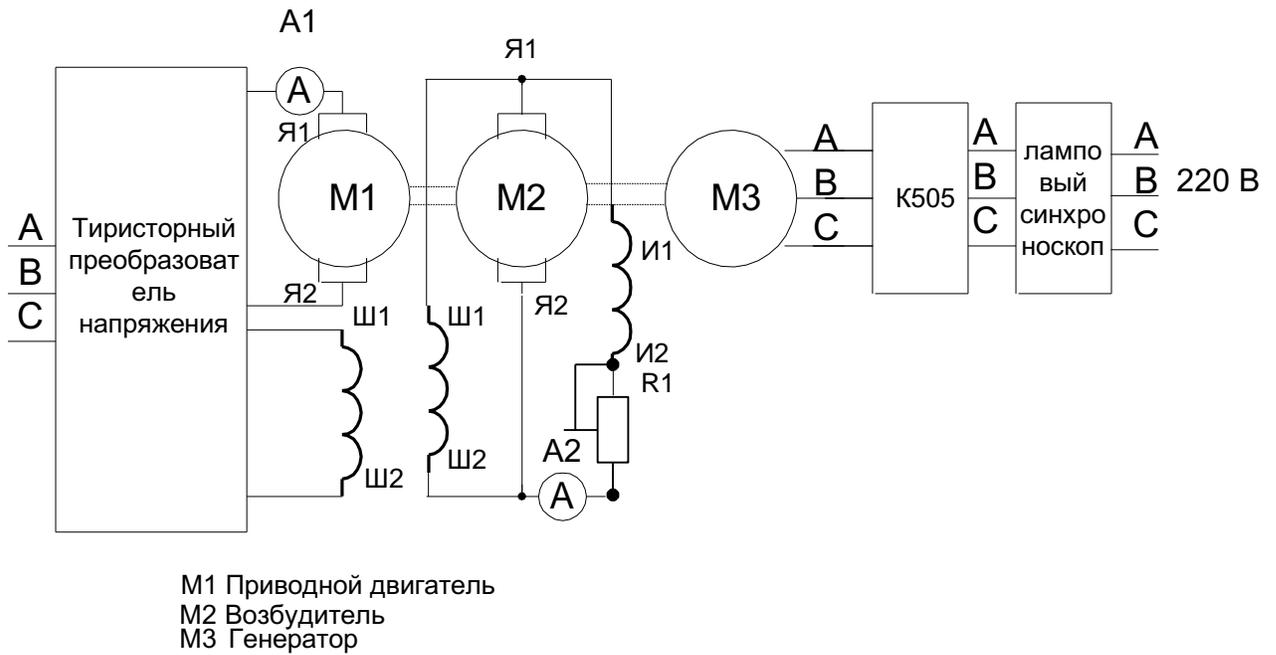


Рис. 13.2. Схема СГ, синхронизированного с сетью.

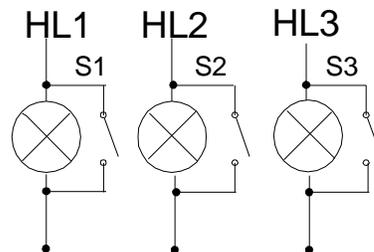


Рис.13.3 . Схема лампового синхроскопа.

Выводы

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как устроены и работают синхронные машины? Почему в синхронных машинах устанавливают пусковую обмотку?
2. Почему в синхронных машинах при пуске роторную обмотку возбуждения замыкают накоротко?
3. Почему подачу напряжения возбуждения производят только после практически полного разгона машины до синхронной частоты вращения?
4. Почему в синхронной машине при увеличении возбуждения реактивное сопротивление статорной обмотки из индуктивного превращается в емкостное?
5. При каком токе возбуждения целесообразно использовать синхронный двигатель при работе на отдаленных участках?
6. Можно ли применять синхронную машину для увеличения коэффициента мощности электроустановок?
7. Как использовать синхронную машину в качестве генератора?
8. Где применяют синхронные машины?
9. Можно ли применять синхронные машины в электрооборудовании тракторов и автомобилей, работающих на постоянном токе?
10. Как подавляют качание частоты вращения ротора в синхронной машине?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 14

ИЗУЧЕНИЕ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Цель работы: изучение принципа работы асинхронного электродвигателя и его характеристик, овладение практическими навыками при работе с двигателями.

Краткие теоретические сведения.

Асинхронный электродвигатель (АЭД) состоит из статора и ротора (*короткозамкнутого* или *фазного*). В пазах магнитопроводов статора и ротора уложены обмотки. Статорная обмотка трехфазного АЭД состоит из трех однофазных обмоток, соединенных в звезду или треугольник и *сфазированных* для создания кругового вращающегося магнитного поля.

Начала статорных обмоток обозначают С1, С2, С3; **концы** - С4, С5, С6. Статорная обмотка подключена к сети переменного тока, роторная замкнута накоротко (короткозамкнутый ротор) или выведена через три токосъемных кольца на внешние реостаты (фазный ротор), рис.14.2. Статорная обмотка создает неизменное по величине круговое вращающееся магнитное поле с частотой вращения $n_1 = 60 f / p$ и наводит в роторной обмотке эдс E_p и ток I_p . Частота вращения n_1 *магнитного поля статора* называется *синхронной*, $n_1 = 60 f / p$

(об/мин), где f - частота тока сети, 50 Гц; p - число пар полюсов, целое число, зависящее от конструкции обмотки. *Направление вращения* магнитного поля определяется последовательностью чередования фаз питания статорной обмотки. За счет магнитной связи поле статора наводит в роторной обмотке переменный ток $I_p = E_p / \sqrt{[R_p^2 + (2\pi f_p L_p)^2]}$, где R_p - активное сопротивление роторной обмотки; f_p - частота тока в роторной обмотке, $f_p = f s$; L_p - индуктивность рассеяния роторной обмотки. s - коэффициент скольжения. $s = (n_1 - n_2) / n_1$. n_2 - частота вращения ротора, об/мин. В двигательном режиме $s = 0.015 - 0.06$.

При вращении ротора частота тока в роторной обмотке f_p и индуктивное сопротивление роторной обмотки X_p изменяется $f_p = f s$; $X_p = 2\pi f_p L_p$, где f - частота тока сети.

Ротор АЭД вращается с частотой n_2 в сторону вращения поля статора за счет вращающего момента M , возникающего при взаимодействии вращающегося магнитного поля статора с активной частью наведенного тока в роторной обмотке. Вращающий момент M определяется выражением $M = c I_p \Phi \cos \phi$. ϕ - угол сдвига фаз между магнитным потоком статора Φ и током ротора I_p . Различие частот вращения ротора и поля статора измеряют коэффициентом скольжения $s = (n_1 - n_2) / n_1$. Коэффициент скольжения s в *двигательном* режиме изменяется от 0 до 1, в *тормозных* режимах s может принимать любые иные значения.

На основе асинхронной машины можно построить фазовращатель, преобразователь частоты, асинхронный генератор и двигатель, индукционный регулятор напряжения, регулируемую катушку индуктивности.

Изменяя частоту вращения n_2 АЭД с фазным ротором можно получить ток и эдс ротора иной частоты (преобразователь частоты) для питания различных потребителей.

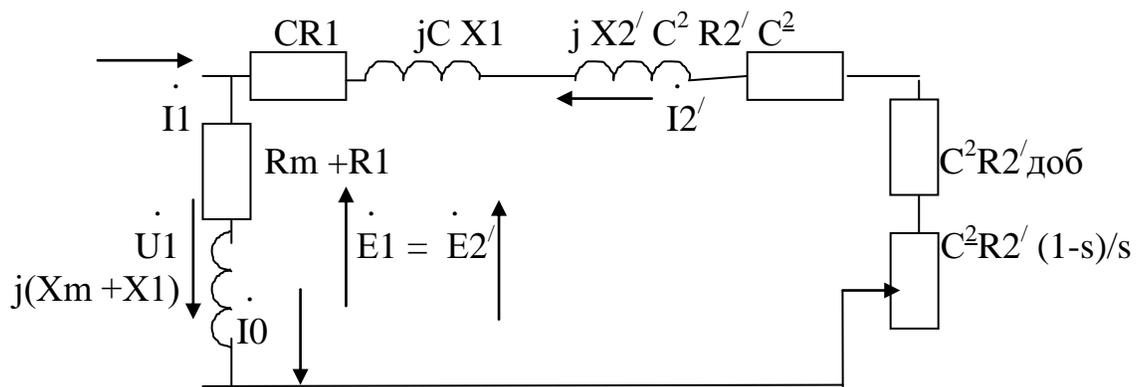


Рис.14.1. Эквивалентная Г-образная схема замещения одной фазы АЭД.
 $Z_k=R_1+j X_1+j X_2'+R_2'$ - сопротивление короткого замыкания, состоит из активных сопротивлений обмоток (статора и ротора) и индуктивных сопротивлений рассеяния. R_1+jX_1 -сопротивление статорной обмотки, $jX_2'+R_2'$ -приведенное сопротивление роторной обмотки. $R_2' (1-s)/s$ -приведенное сопротивление, учитывающее механическую мощность. $Z_0= R_m +R_1+ j(X_m+X_1)$ -сопротивление вынесенного контура намагничивания. Комплексная величина $C=1+ Z_1/ Z_0$ и примерно равна 1.04. $Z_1= R_1+j X_1$. $C^2R_2'/\text{доб}$ - приведенное сопротивление в цепи ротора АЭД с фазным ротором.

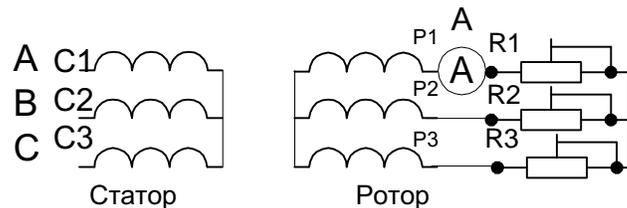


Рис.14.2. Схема АЭД с фазным ротором. RR1-RR3 роторные реостаты. (30 Ом). Величина индуцированной эдс E_p в роторной обмотке при вращении также изменяется, изменяется $E_p = E_{p \text{ неподв}} s$, где $E_{p \text{ неподв}}$ —эдс в неподвижном роторе.

При повороте заторможенного ротора в пределах 0-360 электрических градусов фаза роторной эдс сдвигается (фазовращатель) относительно эдс статора от 0 до 360 градусов.

Если сложить векторы эдс роторной и статорной обмоток (рис.14.3) , то суммарная эдс зависит от угла поворота ротора (индукционный регулятор). Индукционный регулятор работает следующим образом. На одну из обмоток, например, роторную подают трехфазное напряжение. Роторная трехфазная обмотка создает вращающееся магнитное поле, наводящее в статорной обмотке эдс E_2 . В зависимости от взаимного положения роторной и статорной обмоток эдс статора E_1 оказывается сдвинутой по фазе на любой угол в пределах от 0 до 360 градусов. Суммарная регулируемая эдс $E_{\text{рег}}$ зависит от угла поворота ротора относительно статора. Такое устройство называют индукционным регулятором.

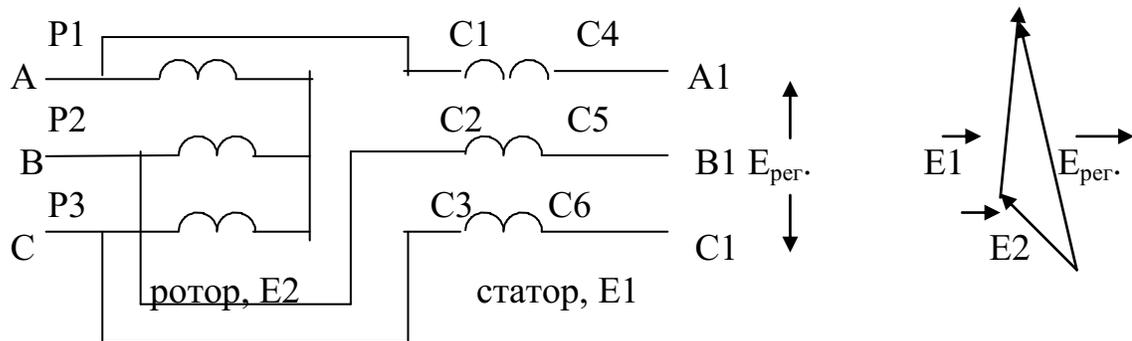


Рис.14.3. Схема индукционного регулятора.

Для получения *индуктивной регулируемой катушки* обмотки ротора и статора соединяют последовательно и подключают к сети трехфазного тока. Если угол между осями обмоток соответствующих фаз статора и ротора равен нулю, то магнитный поток суммируется, что эквивалентно увеличению числа витков в фазе ($W=W_{1Коб1}+W_{2Коб2}$). Если угол между осями обмоток соответствующих фаз равен 180 градусам- магнитные потоки вычитаются, что эквивалентно уменьшению числа витков ($W=W_{1Коб1}-W_{2Коб2}$). Изменение магнитного потока при постоянном тока эквивалентно изменению индуктивности. В остальных положениях ротора индуктивность занимает промежуточное значение. Поэтому АЭД с фазным ротором можно использовать как: 1-двигатель; 2-преобразователь частоты; 3-индукционный регулятор; 4-фазовращатель; 5-регулируемую катушку индуктивности.

ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1.Изучите конструкцию и схемы соединения обмоток асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором.

2. Омметром найдите выводы однофазных обмоток статора. Соберите схему

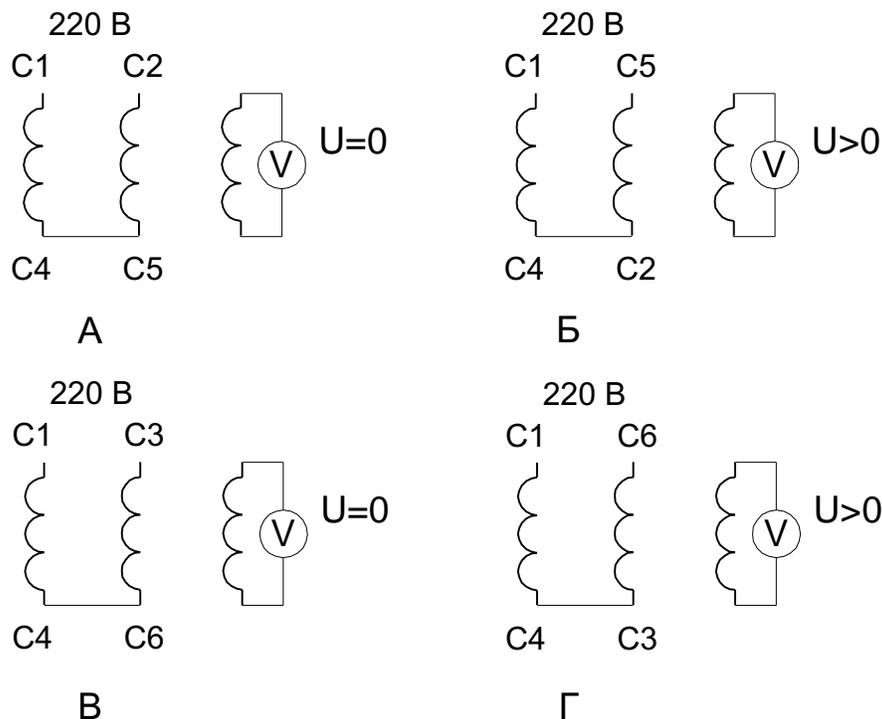


Рис. 14.4. Схемы соединения обмоток АЭД при восстановлении маркировки

согласно рис. 14.4. Выберите *эталонную обмотку* и промаркируйте ее выводы C1 и C4. Соберите схему согласно рис. 14.4 А, рис. 14.4 Б и по показаниям

вольтметра в третьей обмотке промаркируйте выводы С2 и С5. Соберите схему согласно рис. 14.4 В, рис. 14.4 Г и по показаниям вольтметра в третьей обмотке промаркируйте выводы С3 и С6.

3. Соберите схему включения двигателя согласно рис.14.2. Измерьте пусковой ток $I_{\text{пуск}}=$, ток холостого хода $I_{\text{хх}}=$, частоту вращения на холостом ходу $n_{\text{хх}}=$ об/мин. Определите значение синхронной частоты $n_{\text{синхр}}=$ об/мин, число пар полюсов $P=$.

4. Переменой местами двух питающих фаз произведите реверс АЭД.

5. Соберите схему для АЭД с *фазным ротором* согласно рис.14.2. Измерьте напряжение на роторной и статорной обмотках при отключенных реостатах на холостом ходу и занесите результаты в таблицу 14.1.

Таблица 14.1. Напряжения статорной и роторной обмоток

U_{C1-C2}	U_{C2-C3}	U_{C3-C4}	U_{P1-P2}	U_{P2-P3}	U_{P3-P4}	U_{C2-C5}	U_{C3-C6}	U_{C1-C4}
В	В	В	В	В	В	В	В	В

6. Произведите пуск АЭД и измерьте пусковой ток и ток холостого хода.

7. Подсоедините реостаты и измерьте зависимость напряжения на роторной обмотке от частоты вращения. Результаты измерения занесите в таблицу 14.2.

Таблица 14.2. ЭДС и частота вращения роторной обмотки

n , об/мин				
U , В				

Контрольные вопросы

1. По каким схемам соединяют обмотки АЭД?
2. Как зависит напряжение роторной обмотки от частоты вращения ротора?
3. Как зависит частота тока роторной обмотки от частоты вращения ротора?
4. Как рассчитать коэффициент скольжения по экспериментальным данным?
5. Объясните принцип работы индукционного регулятора.
6. В каком случае электрический и физический углы поворота ротора одинаковы?
7. Как на основе АЭФ с фазным ротором построить катушку с изменяемой индуктивностью?
8. Где применяют индукционный регулятор?
9. Как построить фазовращатель на основе АЭД с фазным ротором?

10. Объясните принцип работы регулируемой катушки индуктивности на основе АЭД с фазным ротором.
11. Объясните принцип работы преобразователя частоты на основе АЭД с фазным ротором.
12. Как произвести реверс трехфазного АЭД.
13. По эквивалентной схеме АЭД объясните влияние элементов эквивалентной схемы двигателя на величину пускового тока, КПД, косинус угла сдвига фаз между напряжением и потребляемым током.
14. Что такое синхронная частота, синхронная скорость, коэффициент скольжения, частота и скорость вращения ротора, их взаимосвязь.
15. Задача.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 15

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Цель работы: изучение методик экспериментального определения параметров и расчета основных характеристик трехфазной асинхронной машины по данным опыта холостого хода (ХХ) и короткого замыкания (КЗ).

Краткие теоретические сведения.

Опыт короткого замыкания в асинхронном электродвигателе (АЭД) с короткозамкнутым (КЗ) ротором проводят при заторможенном роторе при напряжениях меньших или равных номинальным. При этом выполняются соотношения $I_{к.н.} = I_{1.к} U_{1.н} / U_1$; $P_{к.н.} = P_k U_{1.н}^2 / U_1^2$.

Где $I_{к.н.}$ - номинальный ток статорной обмотки;

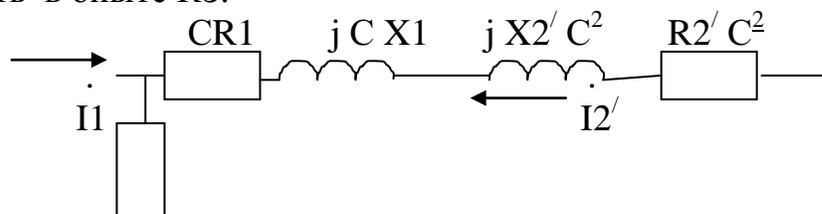
$I_{1.к}$ - ток статорной обмотки в опыте КЗ;

$U_{1.н}$ - номинальное напряжение статорной обмотки;

U_1 - напряжение в опыте;

$P_{к.н.}$ - мощность, потребляемая при пуске АЭД при номинальном напряжении;

P_k - мощность в опыте КЗ.



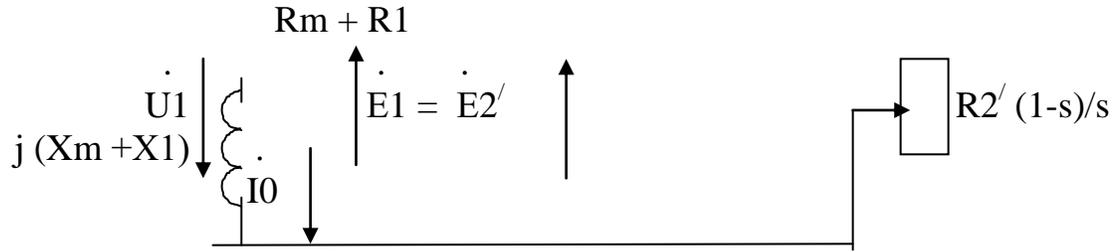


Рис.15.1. Эквивалентная схема одной фазы АЭД.

$Z_k = CR_1 + jCX_1 + jC^2X_2' + C^2R_2'$ - сопротивление короткого замыкания. При $C=1$ состоит из активных сопротивлений обмоток (статора и ротора) и индуктивных сопротивлений рассеяния. $Z_1 = R_1 + jX_1$ - сопротивление статорной обмотки, $jX_2' + R_2'$ - приведенное сопротивление роторной обмотки. $R_2'(1-s)/s$ - приведенное сопротивление, учитывающее механическую мощность. $Z_0 = R_m + R_1 + j(X_m + X_1)$ - сопротивление вынесенного контура намагничивания. Комплексная величина $C = 1 + Z_1 / Z_0$ и примерно равна 1.04. R_2' доб - приведенное сопротивление реостатов роторной цепи в двигателе с фазным ротором.

Опыт XX- зависимости тока I_0 , мощности P_0 , $\cos \varphi_0$ от напряжения U_1 на вращающемся АЭД.

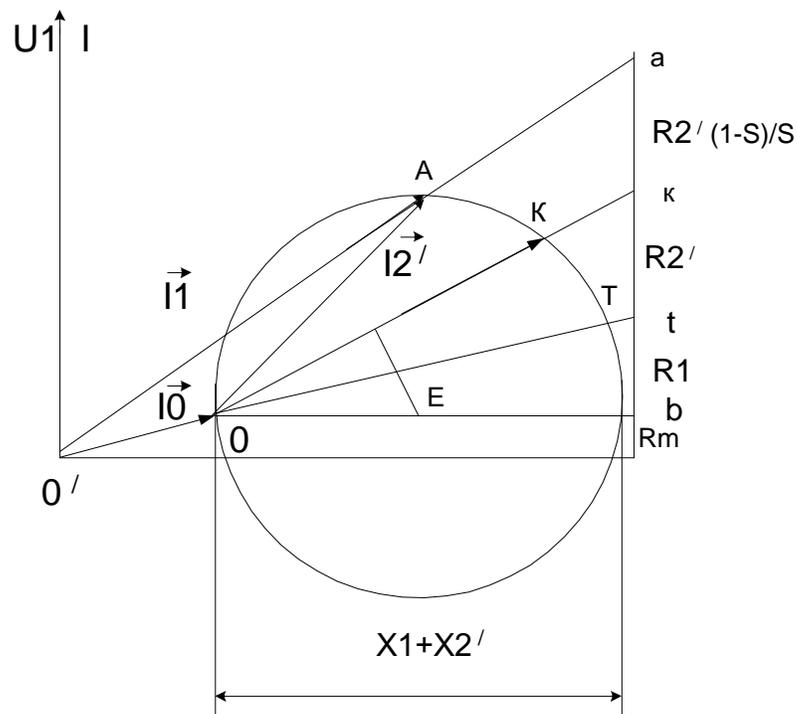


Рис.15.2. Круговая диаграмма АЭД.

ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучите схемы соединения обмоток трехфазного асинхронного электродвигателя. Выпишите его паспортные данные и занесите в таблицу 15.1.

В В В Вт Вт Вт А А А Ом Ом Ом

Измерьте сопротивление статорной обмотки $R_1 =$ Ом.

5. По результатам опытов холостого хода и короткого замыкания определите основные параметры и постройте: 1- круговую диаграмму АЭД; 2- механическую характеристику АЭД.

Контрольные вопросы

1. Как построить *круговую* диаграмму асинхронного электродвигателя по экспериментальным данным?
2. Что можно определить по круговой диаграмме?
3. Укажите различные области возможных режимов работы электродвигателя на круговой диаграмме.
4. Начертите эквивалентную схему электродвигателя с вынесенным контуром намагничивания и поясните назначение его параметров.
5. Как проводят опыт ХХ в АЭД?
6. Как проводят опыт КЗ в АЭД?
7. Какие причины увеличения момента на валу в генераторном режиме и при снижении частоты питающего тока?
8. Как видоизменится *круговая* диаграмма и ее составляющие при изменении частоты и величины питающего напряжения?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 16
ИССЛЕДОВАНИЕ РЕГУЛИРОВКИ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ
ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Цель работы: изучение методов регулирования частоты вращения асинхронного электродвигателя (АЭД) и его характеристик.

Краткие теоретические сведения. Механические характеристики АЭД (3 и 4) представлены на рис.16.1. Прямые 1 и 2 - механические характеристики тормозящих устройств, 3 и 4-механические характеристики АЭД с малым и увеличенным R'_2 .

При регулировка частоты рабочие точки (точки пересечения линий 1 и 4, 2 и 4, 1 и 3, 2 и 3) перемещается по механической характеристике. Регулировка частоты вращения АЭД с короткозамкнутым (КЗ) ротором в широких пределах обычно затруднительна. Частота вращения ротора описывается выражением:

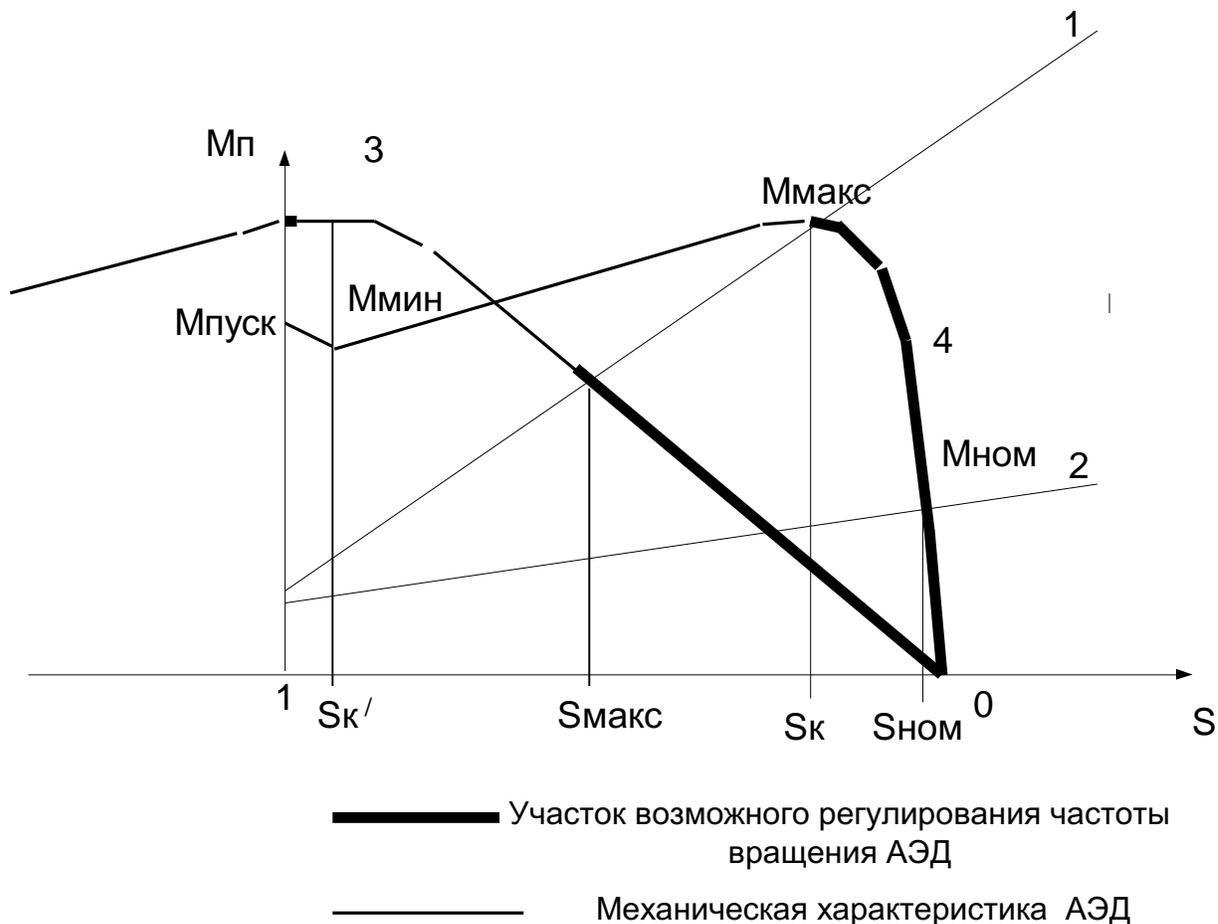


Рис. 16.1. Механические характеристики АЭД с различным R'_{2} .

$$n = 60 f (1-s) / p,$$

16.1.

где f -частота питающего тока, Гц. S -коэффициент скольжения. Увеличивается под нагрузкой. Номинальное значение S_n приведено в справочных данных по АЭД.

S_n составляет у маломощных АЭД около 0,1, у мощных 0,02. Критическое значение S_k (соответствует максимальному вращающему моменту) описывается выражением: $S_k = S_n \{ \mu_k^2 + \sqrt{[\mu_k^2 - 1 + 2 S_n(\mu_k - 1)]} / [1 - 2 S_n(\mu_k - 1)]$ 16.2.

где μ_k - кратность максимального (критического) момента. Обычно S_k в 3-4 раза больше S_n . Положение S_k при увеличении R'_{2} смещается влево по оси S . Точки пересечения прямых 1 и 2 с механическими характеристиками АЭД есть точки устойчивой частоты вращения ФЭД под нагрузкой. Участок 0- S_k диапазон регулировки частоты вращения для двигателя с малым R'_{2} . Для сравнения

участок $0 - S_{\text{макс}}$ - диапазон регулировки частоты вращения для двигателя с увеличенным R'_2 .

S становится равным S_k при $R_2 = X_2 = X_{2\text{неподв}} s$. Индуктивное сопротивление X_2 увеличивается при замедлении вращения (увеличении скольжения) АЭД.

Величину S_k можно *увеличивать* активным сопротивлением роторной обмотки, расширяя диапазон регулировки частоты вращения. Это выполнимо в двигателе с фазным ротором. Увеличение активной части сопротивления роторной обмотки сопровождается уменьшением коэффициента полезного действия. Уменьшение напряжения питания приводит к уменьшению вращающего момента и замедлению вращения АЭД. Регулировка эффективна также в двигателях с повышенным коэффициентом скольжения в диапазоне скольжений $S_k > S > 0$.

Вращающий момент АЭД описывается выражением:

$$M = (p m U_1^2 c_1^2 R'_2/s) / \{ \omega_1 [(c_1 R_1 + c_1^2 R'_2/s)^2 + (c_1 X_1 + c_1^2 X'_2/s)^2] \} \quad 16.3.$$

Исходя из 16.1-16.3 регулировка частоты вращения АЭД возможна: изменением числа пар полюсов p , изменением частоты питающего тока ω_1 , изменением коэффициента скольжения s . Первый способ реализуют в многоскоростных двигателях, для второго способа нужен преобразователь частоты и напряжения, для третьего способа нужен трехфазный регулятор питающего напряжения и возможность изменения активного сопротивления роторной обмотки R'_2 .

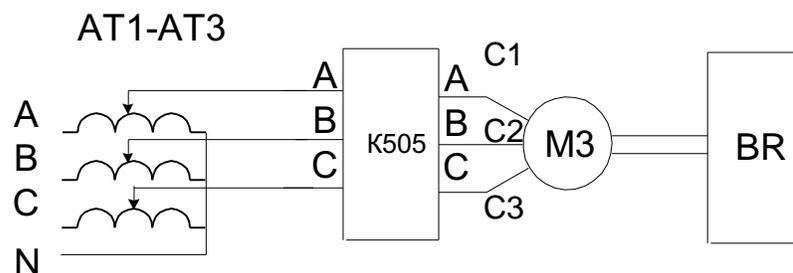
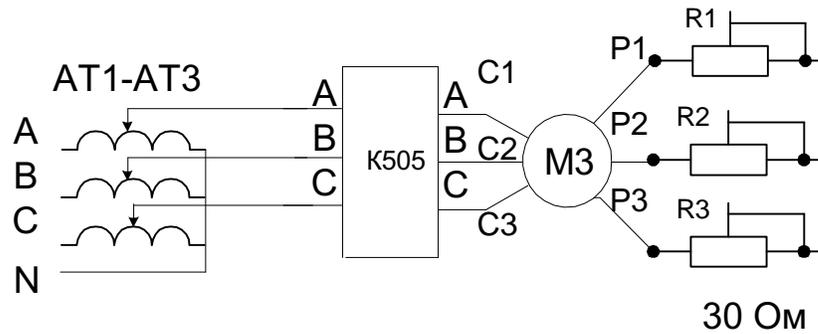


Рис.16.2. Схема включения асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором.

ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Рассчитайте величину критического скольжения и критическую частоту вращения асинхронного электродвигателя по результатам опытов холостого хода и короткого замыкания. Соберите установку согласно рис.16.2. Изменяя симметрично напряжение питания АТ1-АТ3 добейтесь наибольшей и наименьшей устойчивой частоты вращения АЭД. При уменьшении частоты менее критической вращение двигателя неустойчиво. Сравните расчетный и экспериментальный диапазоны регулировки частоты вращения. При установке напряжения добейтесь одинаковой величины тока в статорных обмотках.



Заполните таблицу 16.1.

Рис.16.3. Схема включения асинхронного электродвигателя с фазным ротором при регулировании напряжением и роторными сопротивлениями.

Таблица 16.1. Пределы регулировки частоты вращения изменением напряжения в двигателе с короткозамкнутым ротором

U, В	$n_{\text{макс}}$ об/ мин	$n_{\text{мин}}$ об/ мин	$n_{\text{макс}} / n_{\text{мин}}$

Таблица 16.2. Пределы регулировки частоты вращения изменением напряжения в двигателе с фазным ротором

U, В	R _{рот} Ом	$n_{\text{макс}}$ об/ мин	$n_{\text{мин}}$ об/ мин	$n_{\text{макс}} / n_{\text{мин}}$

Таблица 16.3. Пределы регулировки частоты вращения изменением напряжения в двигателе с фазным ротором

U, В	R _{рот} Ом	$n_{\text{макс}}$ об/ мин	$n_{\text{мин}}$ об/ мин	$n_{\text{макс}} / n_{\text{мин}}$

2. Соберите схему АЭД с фазным ротором и определите диапазон частот вращения при регулировке напряжением при различных сопротивлениях роторной обмотки. Результаты занесите в таблицу 16.2 и 16.3.

3. Соберите схему включения многоскоростного АЭД. Измерьте частоту вращения. Выпишите его паспортные данные и начертите схему включения обмоток.

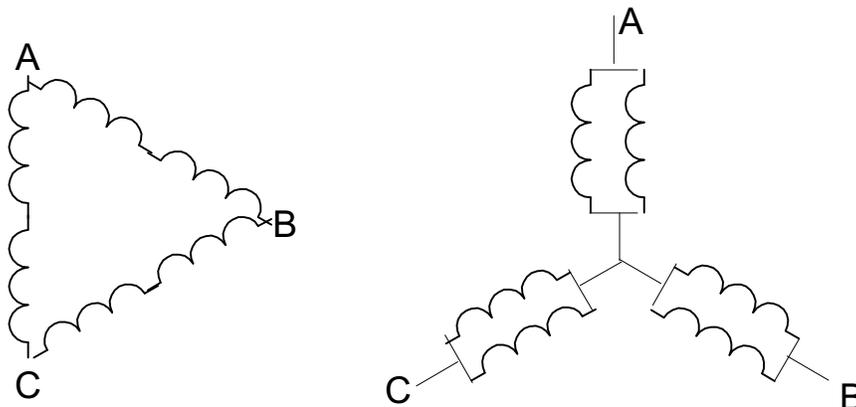


Рис.16.4. Двухскоростной АЭД со схемой Δ/Y . (Треугольник -двойная звезда).
Таблица 16.4. Частоты вращения многоскоростного АЭД с короткозамкнутым ротором.

$P=$	$n_{\text{макс}} =$ об/мин	$n_{\text{мин}} =$ об/мин
$P=$	$n_{\text{макс}} =$ об/мин	$n_{\text{мин}} =$ об/мин

4. Подключите АЭД к трехфазному синхронному генератору. Синхронный генератор приводится во вращение машиной постоянного тока от тиристорного регулируемого преобразователя напряжения. Изменяя частоту вращения генератора определите пределы изменения частоты вращения асинхронного электродвигателя.

Таблица 16.5. Частотное регулирование асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором.

$N_{\text{макс}}$ об/ мин	$N_{\text{мин}}$ об/ мин	$N_{\text{макс}} - N_{\text{мин}}$ об/ мин

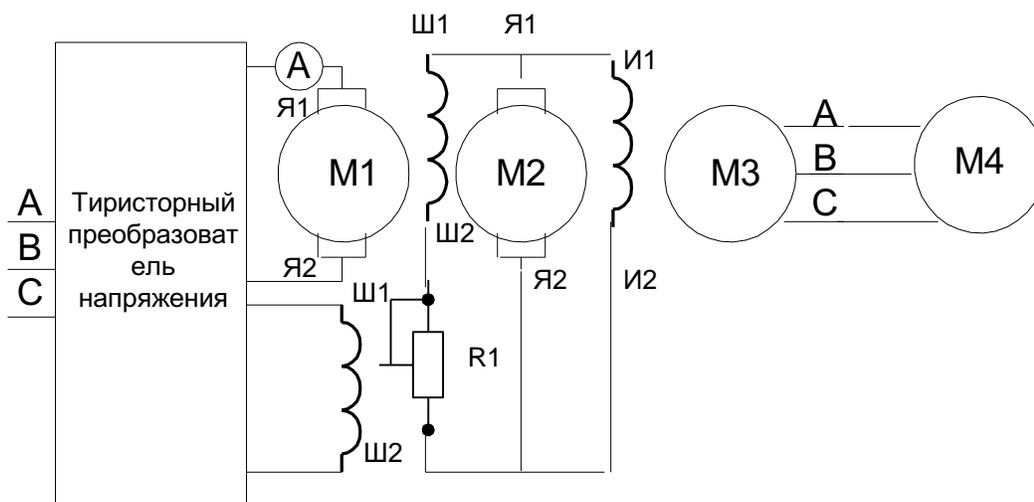


Рис.16.5. Схема включения асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором при частотном регулировании.

Выводы

Контрольные вопросы

1. Напишите уравнение для частоты вращения асинхронного АЭД.
2. Какие способы регулировки частоты вращения вращения возможны?
3. Как устроены многоскоростные асинхронные электродвигатели?
4. Как влияет сопротивление роторной обмотки на диапазон частоты вращения асинхронных электродвигателей?
5. Какие факторы и как влияют на механическую характеристику АЭД?
6. Покажите на развернутом статоре местонахождение полюсов обмоток переменного тока.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 17

ИЗУЧЕНИЕ НЕСТАНДАРТНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Цель работы: исследование влияния пониженного, повышенного и несимметричного напряжений на показатели электродвигателей.

Краткие теоретические сведения. При симметричном снижении питающего напряжения трехфазного электродвигателя происходит перераспределение *намагничивающего и рабочего токов* в статорной обмотке. При симметричном снижении питающего напряжения уменьшается *ток намагничивания* статорной обмотки и магнитное поле статора, но при этом возможно допустить увеличение доли *рабочего тока* статорной обмотки *более номинального значения без опасности ее перегрева* и *увеличение тока роторной обмотки с ее перегревом*. В целом происходит плавное снижение частоты вращения с малой степенью изменения мощности.

При повышении статорного напряжения из-за насыщения магнитопровода статора происходит резкое увеличение тока намагничивания уже на холостом ходу, поэтому *рабочий ток* статора и *рабочий ток* ротора не могут быть доведены даже до номинального значения. Поэтому происходит резкое снижение мощности.

При *несимметричном* изменении напряжения статорной обмотки (без токов нулевой последовательности) появляется два магнитных поля. Одно из этих полей обусловлено *вращающим* моментом прямой последовательности, а второе *тормозящим* обусловленным моментом обратной последовательности. В результате взаимодействия двух полей возникают вибрационные силы с удвоенной частотой сети переменного тока. Токи обратной последовательности I_{12}^* снижают результирующий момент, кпд, увеличивают скольжение, потери. Токи фаз суммируются из токов прямой I_{11}^* и обратной последовательностей I_{12}^* .

$$I_A^* = I_{11}^* + I_{12}^*; I = a^2 I_{11}^* + a I_{12}^*; I = a I_{11}^* + a^2 I_{12}^*. \quad 17.1.$$

Несимметричный режим работы возникает также при обрыве контактных стержней роторной обмотки или отсутствии контакта в цепи трехфазного ротора. При этом в роторной обмотке возникают токи прямой и обратной последовательности, создающие свои собственные вращающиеся поля. Токи прямой последовательности создают прямое поле, вращающееся синхронно с полем токов статора. Ток обратной последовательности ротора создает поле вращающееся с частотой $f = S N_1$ относительно ротора и в обратном направлении, скорость этого поля относительно статора $N = (1 - 2S) N_1$. Поле наводит в статоре токи с частотой $f = (1 - 2S) f_1$. В результате, при коэффициенте скольжения от 0.5 до 1 обратное поле вращается относительно статора в отрицательном направлении, а его момент действует в положительном направлении. При $s < 0.5$ обратное поле вращается в положительном направлении а момент, создаваемый им, становится отрицательным. Вследствие этого возможно устойчивое вращение двигателя в области $s = 0.5$.

Сопротивление Z_{s1} токам прямой последовательности определяется выражением: $Z_{s1} = R_1 + jX_1 + (R_m + jX_m)(R'_{2/s} + jX'_{2}) / [(R'_{2/s} + R_m) + j(X_m + X'_{2})]$ 17.2

где R_1 - активное сопротивление статорной обмотки;

X_1 - реактивное сопротивление рассеяния статорной обмотки;

R_m - активное сопротивление, учитывающее потери в магнитопроводе статора;

X_m - реактивное сопротивление контура намагничивания;

R'_{2} - активное сопротивление роторной обмотки;

s - коэффициент скольжения.

Сопротивление Z_{s2} токам обратной последовательности определяется выражением: $Z_{s2} = R_1 + jX_1 + (R_m + jX_m)[R'_{2}/(2-s) + jX'_{2}] / \{[R'_{2}/(2-s) + R_m] + j(X_m + X'_{2})\}$ 17.3

Ток прямой последовательности определяется выражением:

$$I'_{21} = c_1 U_{11} / [(c_1 R_1 + c_1^2 R'_{2/s})^2 + (c_1 X_1 + c_1^2 X'_{2})^2]^{1/2}. \quad 17.4$$

Ток обратной последовательности определяется выражением:

$$I'_{22} = c_1 U_{12} / \{[c_1 R_1 + c_1^2 R'_{2}/(2-s)]^2 + [c_1 X_1 + c_1^2 X'_{2}]^2\}^{1/2}. \quad 17.5.$$

При $s = 0$ $Z_{s1} = R_1 + R_m + j(X_m + X_1)$.

Потери в обмотках статора равны : $P_{\Sigma 1} = 3 (I_{11}^2 R_1 + I_{12}^2 R_1)$, 17.6.

Потери в обмотке ротора $P_{\Sigma 2} = 3 (I_{21}^2 R'_{2} + I_{22}^2 R'_{2})$. 17.7.

Потери в обмотке ротора возрастают на величину $3 I'_{22}{}^2 R'_{2}$

Вращающий момент уменьшится на величину :

$$M=M1-M2=m/\Omega [I'_{21}{}^2 R'_{2}/s+ I'_{22}{}^2 R'_{2}/(2-s)].$$

17.8.

Число фаз $m=3$.

ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Соберите схему согласно рис.17.1. Установите на статорной обмотке двигателя номинальное напряжение. Нагрузите двигатель. Изменяя напряжение на одной из фаз измерьте токи и напряжения в других фазах и частоту вращения. Не допускайте увеличение тока статора более номинального. Результаты занесите в таблицу 17.1. Сделайте выводы о влиянии несимметрии напряжения на параметры электродвигателя.

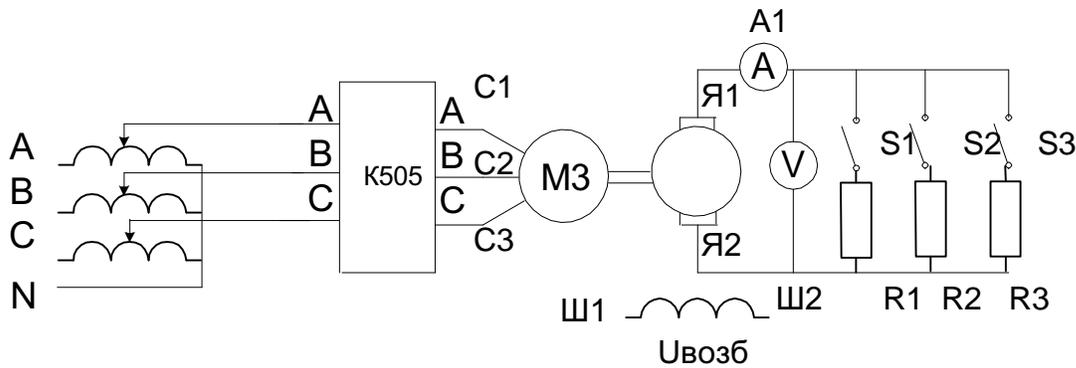


Рис.17.1. Схема включения АЭД с короткозамкнутым ротором.

Таблица 17.1. Несимметричный режим.

n об/ мин	Ua В	Ub В	Uc В	Ia А	Ib А	Ic А	Pa Вт	Pb Вт	Pc Вт	Pакт Вт	S ВА	Cos φ	Uл В	Iл А	Pл Вт	Pпер Вт	Pвала Вт	η

2. Проведите опыты по изучению влияния симметричного напряжения питания на мощность на валу двигателя не допуская перегрузки статора по току.

Опыты производите в сторону уменьшения и увеличения напряжения питания АЭД от номинального.

Установите на статорной обмотке АЭД номинальное напряжение. Изменяя с помощью тока возбуждения величину тормозного момента машины постоянного тока, доведите ток в фазах двигателя до *номинального* значения. Определите мощность постоянных потерь $P_{\text{пост}} = (P_a + P_b + P_c)/2$ в машине постоянного тока из опыта холостого хода. Заполните таблицу 17.2.

Таблица 17.2. Симметричный режим.

n об/ мин	U _a В	U _b В	U _c В	I _a А	I _b А	I _c А	P _a Вт	P _b Вт	P _c Вт	P _{акт} Вт	S ВА	cos φ	U _л В	I _л А	P _л Вт	P _{пер} Вт	P _{вала} Вт	η	

$P_{\text{акт}} = P_a + P_b + P_c$; $P_{\text{вала}} = U_{\text{л}} I_{\text{л}} + I_a^2 R_{\text{я}} + P_{\text{пост}}$; $S = U_a I_a + U_b I_b + U_c I_c$;
 $\eta = P_{\text{вала}} / P_{\text{акт}}$; $\cos \varphi = P_{\text{акт}} / S$

3. Соберите схему с двигателем с фазным ротором согласно рис.17.2. Установите номинальное напряжение на статоре и произведите пуск электродвигателя.

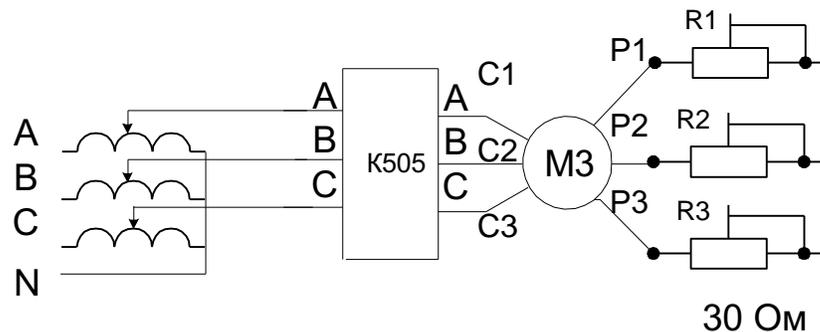


Рис.17.2. Схема включения асинхронного электродвигателя с фазным ротором.

4. Отключите сопротивление роторной обмотки одной из фаз на вращающемся асинхронном электродвигателе с фазным ротором. Изменяя сопротивления в двух оставшихся фаз добейтесь снижения частоты вдвое. Сделайте выводы.

5. Отключите одну питающую фазу на вращающемся АЭД с фазным ротором. Изменяя сопротивления роторной обмотки добейтесь его остановки (отсутствие самохода). Сделайте выводы.

6. Постройте графики зависимостей мощности двигателя, КПД, $\cos \varphi$ при симметричном и несимметричном снижении напряжения.

Выводы

Контрольные вопросы

1. К чему приводит симметричное отклонение напряжения питания статорной обмотки в асинхронном электродвигателе?
2. К чему приводит несимметричное отклонение напряжения питания статорной обмотки в асинхронном электродвигателе?
3. Как влияет сопротивление ротора на работу АЭД?
4. К чему приводит несимметричное напряжение в электродвигателе?
5. Какой допустимый предел несимметрии напряжения возможен?
6. Как зависят допустимая мощность двигателя от несимметрии напряжения?
7. Как зависит коэффициент полезного действия двигателя от несимметрии напряжения?
8. Как зависит коэффициент мощности от несимметрии напряжения?
9. Какие допустимые значения несимметрии напряжения получены в лабораторной работе?
10. Как зависят основные характеристики двигателя от отклонения напряжения от номинального значения в сторону увеличения и уменьшения?
11. В каких случаях целесообразно применять несимметричный режим работы АЭД?
12. Как проявляется несимметрия сопротивления роторной обмотки АЭД?
13. Начертить механические характеристики создаваемые токами прямой и обратной последовательностей?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 18

ИЗУЧЕНИЕ ГЕНЕРАТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА

Цель работы: изучение характеристик генератора постоянного тока (ГПТ) и методик определения ее параметров.

Краткие теоретические сведения.

ГПТ преобразуют механическую энергию в электрическую. Основными характеристиками ГПТ являются мощность, величина напряжения, ток якорной обмотки, частота вращения, коэффициент полезного действия, ток возбуждения, схемы соединения обмоток якоря и возбуждения.

ГПТ также состоит из неподвижного статора (станины) с явно выраженными *главными полюсами* (N и S, четное число). На полюсах намотаны *обмотки возбуждения* (ОВ), создающие основной магнитный поток Φ . Имеется ротор (якорь), выполненный из электротехнической стали на валу с подшипниками. В пазах ротора расположена якорная обмотка. Ток к обмотке подводят посредством коллекторно-щеточного механизма. Для устранения *реакции*

якоря имеются добавочные полюсы. Основной магнитный поток Φ замыкается через магнитопровод якоря с обмоткой, станину и воздушные зазоры между ними. Поток называют *продольным* (вдоль главных полюсов). На рис. 18.1 схематично представлен ГПТ.

По отношению к якорной обмотке ОВ включают *параллельно, независимо, последовательно, смешанно*. При смешанном (компаундном) включении

магнитные потоки различных ОВ могут усиливать или ослаблять общий магнитный поток через якорную обмотку.

Якорная обмотка (ЯО) обычно двухслойная, замкнутая на себя с отводами, соединенными с пластинами коллектора. Часть обмотки между двумя отводами называется секцией.

При вращении в магнитном поле в обмотке якоря возникает эдс E , которая передается во внешнюю цепь через коллекторно-щеточный механизм. Коллекторно-щеточный механизм выполняет также функцию *механического преобразователя* переменного напряжения секций якорной обмотки в напряжение постоянного тока ГПТ. В якорной обмотке возникает пульсация ЭДС. При 20 коллекторных пластинах пульсация составляет 0.62% от ЭДС.

При отсутствии нагрузки ток в ЯО близок к нулю, так как эдс *параллельных ветвей* (участков ЯО между ближайшими щетками) взаимно компенсируются

Эдс якорной обмотки описывается уравнением:

$$E = C_e n (\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_{\text{ост}}) \quad 18.1.$$

где E - эдс якорной обмотки на выводах Я1, Я2 ГПТ. В ГПТ лабораторного стенда $E = 200-250$ В; n - частота вращения, об/мин. В работе $n = 1400-1500$ об/мин;

C_e - конструктивный коэффициент обмотки определяется по формуле:

$C_e = p N / (60 a)$; N - число активных проводников обмотки якоря, p - число пар полюсов, a - число параллельных ветвей.

Φ_1 - магнитный поток, Вб, создаваемый параллельной ОВ, не зависит от тока якоря. (Обмотка с выводами Ш1, Ш2);

Φ_2 - магнитный поток, создаваемый током якорной обмотки I_a при протекании по последовательной ОВ. (Обмотка с выводами С1, С2).

$$\Phi_2 = C_{Ia} I_a \quad 18.2.$$

В магнитопроводе статора имеется остаточный магнитный поток $\Phi_{\text{ост}}$. Поэтому в ЯО вращающегося якоря наводится эдс около 10 -20 В при отсутствие тока в ОВ. Φ_1 , Φ_2 , $\Phi_{\text{ост}}$ складываются с учетом знака.

Напряжение на выходе генератора U зависит от тока нагрузки I_a и собственного сопротивления якорной обмотки R_a .

$$U = E - I_a R_a \quad 18.3.$$

$$\text{Более точно } U = C_e n (\Phi_1 + C_{Ia} I_a) - I_a R_a - \Delta U \quad 18.4.$$

где ΔU - падение напряжения из-за реакции якоря, в щетках, контактах и т. д.

В зависимости от величины и направления тока I_a в последовательной ОВ эдс E может уменьшаться или, наоборот, увеличиваться, компенсируя падение напряжения в якорной обмотке $I_a R_a$ и ΔU .

При протекании тока в ЯО возникает *поперечное* магнитное поле, приводящее к размагничиванию одной части главных полюсов и насыщению другой части полюсов - **реакция якоря**. Реакция якоря приводит к сильному искрению в щетках и нежелательна. Для устранения реакции якоря применяют добавочные

полюсы, на которых расположены обмотки, соединенные последовательно с якорной обмоткой и замыкающие поперечное магнитное поле якоря на себя в обход главных полюсов.

В процессе работы из-за потерь в обмотках и потерь в магнитопроводе якоря на, а также трения в механических узлах ГПТ нагревается. Потери энергии в обмотках (как и в трансформаторах) зависят от режима работы и называются переменными потерями. Потери в магнитопроводе (как и в трансформаторах), не зависят от режима работы и называются постоянными потерями.

Охлаждение обмоток принудительное.

Кпд ГПТ зависит от режима работы и достигает максимума при равенстве потерь в магнитопроводе и якорной обмотке.

Существенно на работе ГПТ сказывается правильная коммутация в коллекторно-щеточном механизме. Наилучшей считается прямолинейная коммутация (с одинаковой плотностью тока в щетках) или немного ускоренная. Замедленная коммутация нежелательна из-за усиленного искрения.

Эдс ветвей E равна векторной сумме эдс секций. Напряжение между коллекторными пластинами зависит от их углового положения в данный момент в соответствии с **потенциальной кривой**. Щетки устанавливаются в точках наименьшей крутизны потенциальной кривой (геометрическая нейтраль). В точках наибольшей крутизны потенциальной кривой возможно возникновение разряда с распространением его по поверхности статора (круговой огонь) при средней разности напряжения 15-18 В.

Генератор с самовозбуждением.

При вращении якоря генератора - даже без подачи внешнего напряжения возбуждения- в якорной обмотке наводится эдс за счет остаточного магнитного поля статора.

$E = C_e n \Phi_{ост}$.

18.5.

При подключении Вращающейся ЯО к параллельной ОВ может произойти лавинообразный процесс возрастания напряжения в ЯО -генератор самовозбуждается. Существуют критические значения частот вращения и сопротивлений цепи ОВ при которых самовозбуждение невозможно.

Если у ОВ изменить полярность подключения к выводам ЯО машина размагнитится без самовозбуждения. То же самое произойдет при смене направления вращения ГПТ. Обычно в ГПТ с самовозбуждением используют комбинацию включения шунтовых (параллельных) и серийных (последовательных) ОВ.

В ГПТ с самовозбуждением с параллельной ОВ допускается **короткое замыкание ЯО**. При наличии последовательной ОВ или добавочных полюсов КЗ в ЯО недопустимо.

Генератор с независимым (внешним) возбуждением (ГПТНВ).

В ГПТНВ на независимую ОВ подают напряжение от отдельного источника питания. При этом последовательную ОВ можно включить в цепь якоря для увеличения (или уменьшения) суммарного магнитного потока и выходного напряжения при изменении тока нагрузки.

Характеристики ГПТ.

Существуют **пять** основных характеристик генераторов: характеристика холостого хода (ХХ), короткого замыкания (КЗ), внешняя, регулировочная и нагрузочная.

Характеристика ХХ- зависимость напряжения на зажимах якорной обмотки от напряжения ОВ при нулевом токе якоря.

Внешняя характеристика-зависимость напряжения ГПТ от тока нагрузки при постоянном токе возбуждения.

Регулировочная характеристика-зависимость тока возбуждения от тока нагрузки при постоянном напряжении ГПТ.

Нагрузочная характеристика-зависимость выходного напряжения от тока возбуждения при фиксированном токе нагрузки.

Характеристика короткого замыкания- зависимость тока короткого замыкания предварительно размагниченной машины от тока возбуждения.

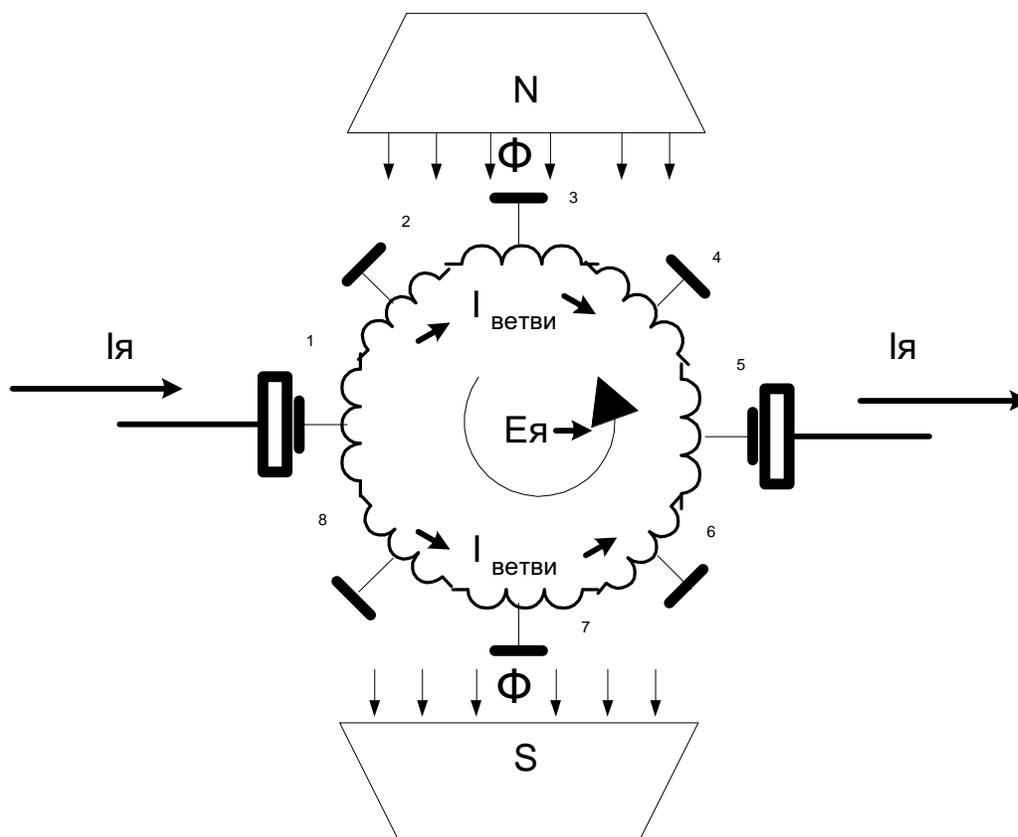


Рис.18.1. Схематичное изображение простейшего двухполюсного ГПТ. Якорь генератора содержит две ветви, отмеченных цифрами 1-2-3-4-5 и 1-8-7-6-5.

ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучите конструкцию машины постоянного тока. Найдите ее основные узлы: станину, якорь, коллекторно-щеточный механизм, обмотки возбуждения, вентилятор системы охлаждения.

2. Найдите выводы обмоток машины постоянного тока. Измерьте их сопротивление и занесите в таблицу 18.1.

Таблица 18.1.

C1-C2	Я1-Я2	Ш1-Ш2
R= Ом	R= Ом	R= Ом

3. Соберите схему для исследования генератора с независимым возбуждением. Измерьте зависимость напряжения **холостого хода** на ЯО от тока возбуждения I_b в режиме холостого хода при постоянной частоте вращения (характеристику холостого хода). Измерения провести дважды: при увеличении тока возбуждения от 0 до максимального значения а затем при уменьшении тока от максимального

U, В
I, А

6. Снимите зависимость напряжения генератора от тока нагрузки при постоянной частоте вращения и постоянном токе возбуждения (внешняя характеристика).

Таблица 18.5. Внешняя характеристика

U, В							
I, А							

7. Соберите схему для исследования генератора с параллельным возбуждением. Исследуйте процесс самовозбуждения генератора.

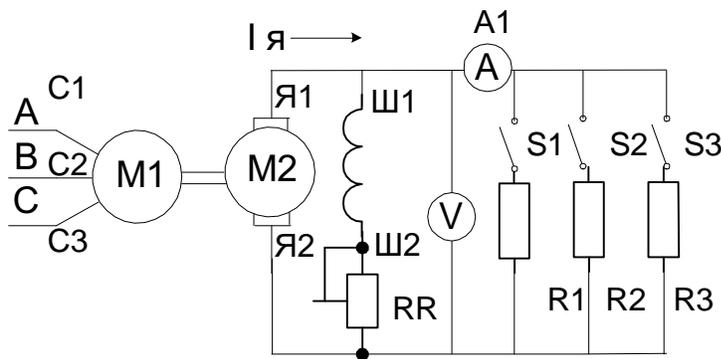


Рис.18.3. Схема ГПТ с параллельным возбуждением.

8. Исследуйте зависимость напряжения генератора от тока нагрузки.

Таблица 18.6. Внешняя характеристика генератора.

U, В							
I, А							

9. Соберите схему для исследования ГПТ с последовательным возбуждением.

Исследуйте зависимость напряжения на нагрузке от тока.

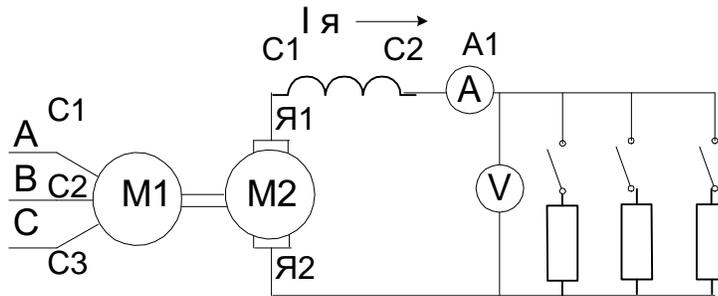


Рис.18.4. Схема ГПТ с последовательным возбуждением.

Таблица 18.7. Зависимость напряжения на нагрузке от тока.

U, В								
I, А								

9. Соберите схему для исследования генератора со смешанным возбуждением. Исследуйте зависимость напряжения от тока при различном сочетании включения шунтовой и серийной обмоток.

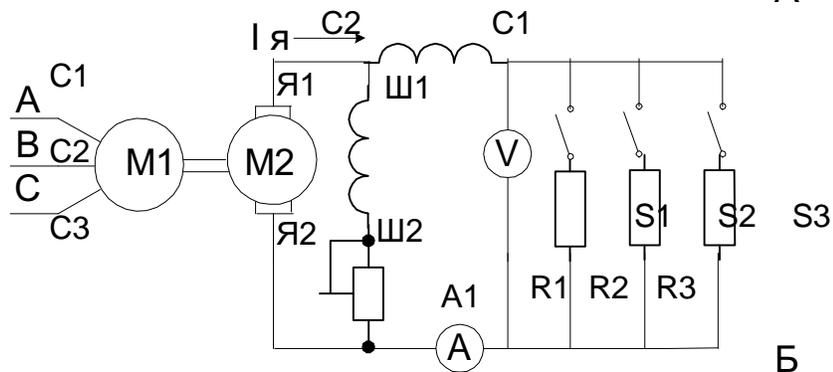
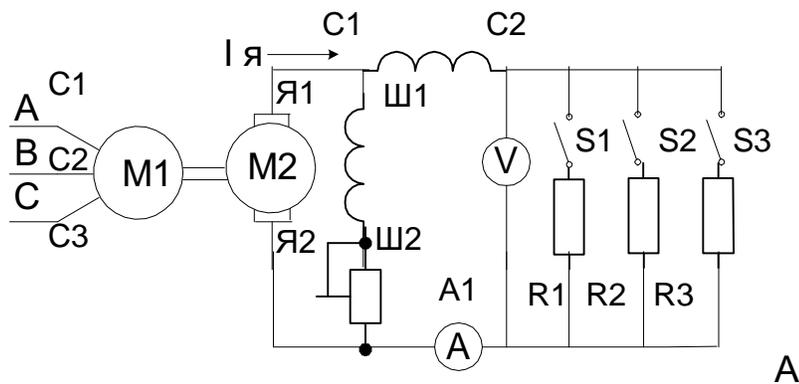


Рис.18.5. Схемы ГПТ со смешанным возбуждением.

Таблица 18.7. Внешняя характеристика при сложении и вычитании потоков возбуждения

U, В					
I, А					
U, В					
I, А					

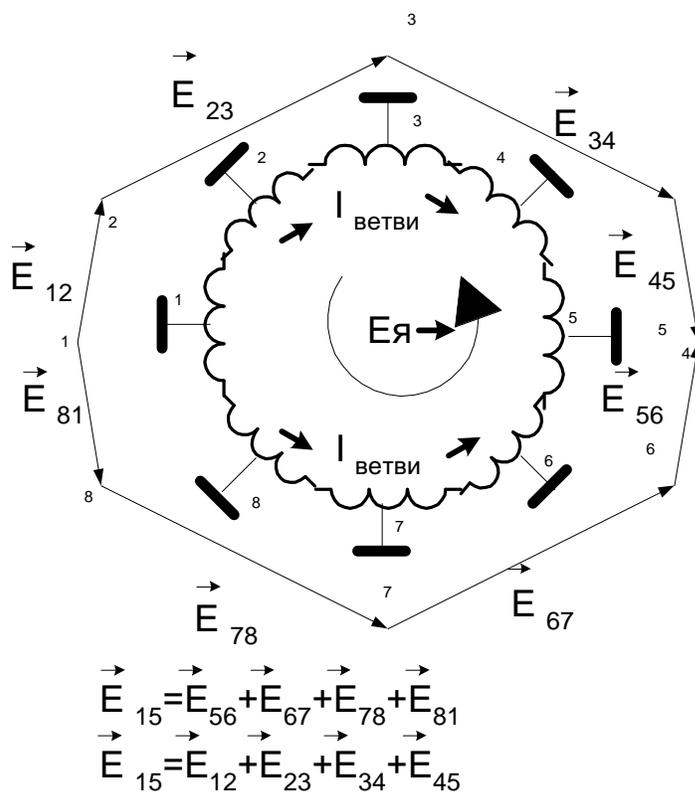


Рис.18.6. Распределение ЭДС в соответствии с потенциальной кривой. Точки 1,2,...8- контакты коллектора.

Выводы

Контрольные вопросы

1. Почему характеристика холостого хода для прямой и обратной ветвей различны?
2. Что такое регулировочная характеристика?
3. Что такое внешняя характеристика?
4. Что такое нагрузочная характеристика?
5. Что такое реакция якоря и в чем она проявляется?
6. Что называется потенциальной кривой?
7. Начертите схему генератора с внешним возбуждением ?
8. Начертите схему генератора со смешанным возбуждением ?
9. Почему в шунтовом генераторе короткое замыкание не опасно?
10. Почему в серийном генераторе короткое замыкание опасно?
11. Всегда ли в компаундном генераторе короткое замыкание опасно?
12. Почему генератор возбуждается при одном направлении вращения и не возбуждается при другом?
13. Где используют различное включение серийной и шунтовой обмоток?
14. Почему во вращающемся якоре возникает ЭДС даже без подачи напряжения возбуждения? Будет ли возникать ЭДС, если статор выполнить из пластин электротехнической стали?
15. Почему в генераторе с внешним возбуждением короткое замыкание опасно?
16. Почему генератор самовозбуждается при вращении в одну сторону и не возбуждается при вращении в противоположную сторону?
17. В каком случае серийная обмотка увеличивает и в каком случае уменьшает выходное напряжение и почему? В каких устройствах это явление применяется?
18. К чему приводит реакция якоря в генераторах? Как уменьшают реакцию якоря?
19. Устройство и принцип действия генератора постоянного тока?
20. Где применяют генератор постоянного тока?
21. Что входит в выражение для электромагнитной мощности?
22. Что такое магнитная характеристика?
23. Дайте определение регулировочной характеристике.
24. Назначение компенсирующих обмоток в МПТ?
25. Дайте определение внешней характеристики генератора с параллельной ОБ? С серийной ОБ?
26. Начертите внешние характеристики генератора и объясните их поведение.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №19 ИЗУЧЕНИЕ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Цель работы : изучение характеристик двигателя постоянного тока и методик определения ее параметров

Краткие теоретические сведения. Двигатель постоянного тока (ДПТ) преобразуют электрическую энергию в механическую. Основными характеристиками ДПТ являются мощность, величина напряжения, ток якорной обмотки, частота вращения, коэффициент полезного действия, ток возбуждения, схемы включения обмоток возбуждения, механическая характеристика.

ДПТ состоит из неподвижного статора (станины) с явно выраженными *главными полюсами* (N и S, четное число), с намотанными на них *обмотками возбуждения* (ОВ) для создания основного магнитного потока Φ , ротора (якоря), выполненного из ферромагнитного материала с расположенной на нем якорной обмоткой, коллекторно-щеточного механизма, добавочных полюсов для устранения *реакции якоря*. Основной магнитный поток Φ распространяется по магнитопроводу статора, пронизывает якорную обмотку и магнитопровод якоря и называется *продольным*.

По отношению к якорной обмотке ОВ включают *параллельно, независимо, последовательно, смешанно*. При смешанном (компаундном) включении магнитные потоки различных ОВ могут усиливать или ослаблять общий магнитный поток через якорную обмотку.

Магнитопровод якоря набран из пластин трансформаторной стали. В пазах магнитопровода уложена якорная обмотка. Якорная обмотка обычно

двухслойная, замкнутая на себя с отводами, соединенными с пластинами коллектора. Часть обмотки между двумя отводами называется секцией.

Принцип работы ДПТ. При приложении напряжения к якорной обмотке в ней возникает ток I_a . Проводники с током взаимодействуют с магнитным потоком возбуждения Φ и под действием возникающего момента M якорь вращается.

Противоэдс якорной обмотки. При вращении якоря в магнитном поле в его обмотке возникает эдс E , которая снимается с якоря при помощи коллекторно-щеточного механизма. При отсутствии нагрузки ток в ЯО близок к нулю, так как эдс *параллельных ветвей(участков ЯО между ближайшими щетками)* взаимно компенсируются.

Эдс якорной обмотки в двигательном режиме направлена встречно к питающему напряжению, называется противоэдс якорной обмотки и описывается уравнением:

$$E = C_e \omega (\Phi_1 + \Phi_2) \quad 19.1.$$

где E - эдс якорной обмотки на выводах Я1, Я2 ГПТ. В ГПТ лабораторного стенда $E=200-250$ В; ω -скорость вращения, 1/с. $n=\omega \pi/30$ - частота вращения, об/мин. В лабораторном стенде $n=1400-1500$ об/мин;

C_e - конструктивный коэффициент обмотки определяется по формуле:

$$C_e = p N / (60 a) \quad 19.2.$$

где N -число активных проводников обмотки якоря, p -число пар полюсов, a - число параллельных ветвей.;

Φ_1 -магнитный поток, Вб, создаваемый параллельной ОВ, не зависит от тока якоря. (Обмотка с выводами Ш1, Ш2);

Φ_2 - магнитный поток, создаваемый последовательной ОВ. Зависит от тока якоря. (Обмотка с выводами С1, С2).

$$\Phi_2 = C_3 I_a \quad 19.3.$$

Магнитные потоки Φ_1 и Φ_2 суммируются с учетом знака.

$$\text{Ток } I_a \text{ определяется выражением: } I_a = (U - C_e \Phi) / (R_a + R_{доб.я}) \quad 19.4.$$

где $E = C_e \omega \Phi$; $R_{доб.я}$ -добавочное сопротивление в якорной цепи; R_a – собственное сопротивление якорной обмотки. В номинальном режиме E составляет примерно $0.9 U$. При пуске $E = C_e \omega \Phi = 0$. Поэтому, согласно 19.4, пусковой ток двигателя превосходит номинальный ток примерно на порядок и его уменьшают с помощью $R_{доб.я}$ примерно до $2 I_{a \text{ ном}}$. На холостом ходу E примерно равна U , ток якоря мал, на частоте вращения идеального холостого хода I_a равен нулю. На частоте вращения более частоты идеального холостого хода ток якоря изменяет свой знак и двигатель переходит в генераторный тормозной режим.

Вращающий момент якоря определяется выражением

$$M = C_m I_a \Phi \quad 19.5.$$

C_m -коэффициент.

Пуск двигателя производят при максимальном потоке возбуждения и токе якоря равном (2-3) $I_{я\text{ ном}}$ во избежании сильного искрения.

Скорость вращения якоря определяется выражением:

$$\omega = [U - I_{я}(R_{я} + R_{доб.я})] / C_e \Phi \quad 19.6.$$

Величину Φ можно изменять добавочным сопротивлением в цепи ОВ, напряжением U , $R_{доб.я}$.

Двигатель с параллельной ОВ (шунтовый двигатель) представлен на рис.19.1.

Реакция якоря. В ДПТ при протекании тока в якорной обмотке возникает *поперечное* магнитное поле, приводящее к размагничиванию одной части главных полюсов и насыщению другой части полюсов "реакция якоря". Реакция якоря приводит к сильному искрению в щетках и нежелательна. Для устранения реакции якоря применяют добавочные полюсы, на которых расположены обмотки, соединенные последовательно с якорной обмоткой и отводящие поперечное магнитное поле якоря на себя в обход главных полюсов.

Для устранения искрения можно повернуть на некоторый угол щетки.

Нагрев электродвигателя. В процессе работы из-за потерь в обмотках и потерь в магнитопроводе якоря на перемагничивание и вихревые токи, а также трения в механических узлах ДПТ нагревается. Потери энергии в обмотках (как и в трансформаторах) зависят от режима работы и называются *переменными потерями*. Потери в магнитопроводе (как и в трансформаторах), на трение не зависят от режима работы и называются *постоянными потерями*. Охлаждение обмоток происходит воздушным потоком, создаваемым вентилятором на валу якоря.

Кпд ДПТ зависит от режима работы и достигает максимума при равенстве потерь в магнитопроводе и якорной обмотке.

Коллекторно-щеточный механизм выполняет также функцию *механического преобразователя* переменного тока секций якорной обмотки в напряжение постоянного тока в подводящих проводах.

Коммутация. Существенно на работе ДПТ сказывается правильная коммутация в коллекторно-щеточном механизме. Наилучшей считается прямолинейная коммутация (с одинаковой плотностью тока в щетках) или немного ускоренная. Замедленная коммутация нежелательна, так как приводит к усиленному искрению.

Потенциальная кривая. Эдс витка $e = -d\Phi/dt$. Эдс витка - величина векторная и зависит от положения витка относительно магнитного потока Φ . Эдс секции складывается из векторов эдс витков. Эдс ветвей (эдс между щетками) E складывается из векторов эдс секций. Соответственно напряжение между коллекторными пластинами зависит от их углового положения и определяется в соответствии с *п о т е н ц и а л ь н о й к р и в о й*.

Установка щеток. Щетки устанавливают в точках наименьшей разности потенциалов между соседними коллекторными пластинами. Иначе возможно возникновение дугового разряда с распространением его по поверхности статора при средней разности напряжения между коллекторными пластинами 15-18 В.

ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучите конструкцию машины постоянного тока. Найдите ее основные узлы: станину, якорь, коллекторно-щеточный механизм, обмотки возбуждения, вентилятор системы охлаждения.

2. Соберите схему для исследования двигателя с параллельным возбуждением согласно рис. 19.1. Рассчитайте значения сопротивления $R_{доб.я}$ исходя из номинального тока якоря и кратности пускового тока $K = I_{я\ пуск} / I_{я\ ном} = 2$.

Таблица 19.1. Данные для пуска двигателя

$I_{я\ ном} =$	А	$R_{я} =$	Ом	$R_{доб.я} =$	Ом	$I_{пуск} =$	А
----------------	---	-----------	----	---------------	----	--------------	---

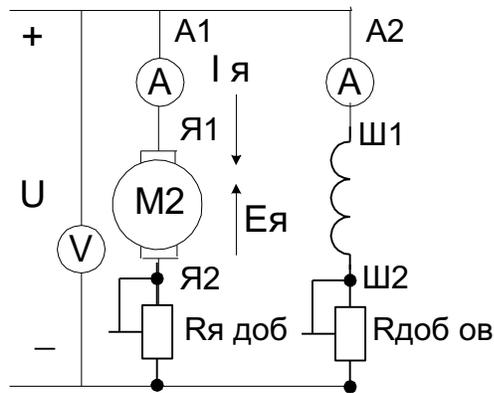
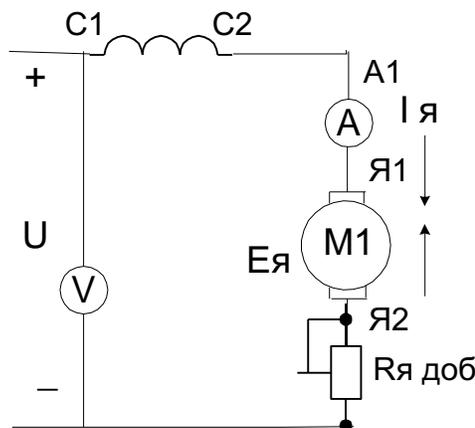


Рис.19.1. Схема ДПТ с параллельным возбуждением.



n, об/мин	
U, В	

8. Соберите схему для исследования двигателя со смешанным возбуждением при различных способах включения серийной обмотки.

Таблица 19.6

I, А						
U, В						

Выводы

Контрольные вопросы

1. Начертите схему двигателя с независимым возбуждением ?
2. Начертите схему двигателя со смешанным возбуждением ?
3. Начертите схему двигателя с параллельным возбуждением ?
4. Начертите схему двигателя со последовательным возбуждением ?
5. Каким способом можно регулировать частоту вращения двигателя?
6. Какое назначение имеет пусковой реостат?
7. Что такое эдс якорной обмотки и как она возникает?
8. Почему в Ш1-Ш2 нельзя включать предохранители?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 20

ИЗУЧЕНИЕ АСИНХРОННОГО ТАХОГЕНЕРАТОРА

Цель работы: изучение и экспериментальное определение параметров асинхронного тахогенератора (ТГ).

Краткие теоретические сведения.

ТГ преобразует частоту механического вращения ω в электрический сигнал U . Зависимость $U=f(\omega)$ называется *выходной характеристикой* ТГ. Погрешность измерения частоты вращения составляет 1-2.5%, у особо точных ТГ 0.05-0.1%. Конструкция и принцип действия асинхронного ТГ. В пазах статора уложены две обмотки, сдвинутые в пространстве на 90 электрических градусов. Одна обмотка (В- возбуждения) включена в сеть переменного тока. Вторая обмотка (Г- генераторная) подключена к нагрузке Z_n (вольтметр). Ротор ТГ полый, из немагнитного материала, с повышенным электрическим сопротивлением.

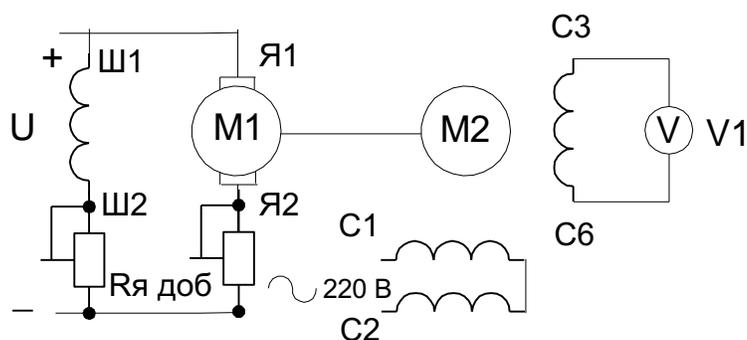


Рис. 20.1. Схема асинхронного ТГ. С₁-С₆-генераторная обмотка.

С₁-С₂ обмотка возбуждения.

Продольный магнитный поток Φ_d создается обмоткой В. Φ_d пульсирует с частотой сети f , распределен по синусоидальному закону по поверхности статора, совпадает с осью обмотки возбуждения d-d (*продольной* осью). Поле, соответственно, называют продольным.

Ось q-q, перпендикулярная d-d (обмотке возбуждения), называется *поперечной*. При неподвижном роторе магнитный поток Φ_d пронизывает обмотку В и наводит в ней ЭДС самоиндукции $E_d = E_B$, как в трансформаторе.

$$E_d = E_B = 4.44f w K_{об.в.} \Phi_{dm} \quad 20.1.$$

$K_{об.в.}$ - обмоточный коэффициент.

В теле полого ротора наводятся трансформаторная ЭДС и индукционные токи, совпадающие по фазе с ЭДС из-за *повышенного* активного сопротивления роторной обмотки. При этом создаваемая током $I_{тр}$ МДС ротора F_{2d} совпадает с продольным направлением d-d машины при любой частоте вращения ротора. Продольная МДС приводит к появлению компенсирующего тока в обмотке В и МДС $F_{2в}$, который компенсирует действие МДС F_{2d} .

Для обмотки В выполняется условие

$$U_B + E_d = 0 \quad 20.2.$$

При неподвижном роторе в обмотке Г продольный поток Φ_d не наводит ЭДС (если пренебречь остаточной ЭДС) т.к. обмотка Г сдвинута относительно обмотки В на 90 электрических градусов. $E_G = E_q = 0$.

При вращении ротора в нем индуцируются и ЭДС вращения $e_{вр}$, с величиной, пропорциональной частоте вращения ротора, индукции B_x , длине ротора.

Частота тока в выходной обмотке совпадает с частотой питающего напряжения и не зависит от частоты вращения ротора. Начальная фаза зависит от направления вращения. Направление токов под действием ЭДС вращения создает поперечное магнитное поле по оси q-q, перпендикулярной d-d, которое наводит в обмотке Г ЭДС.

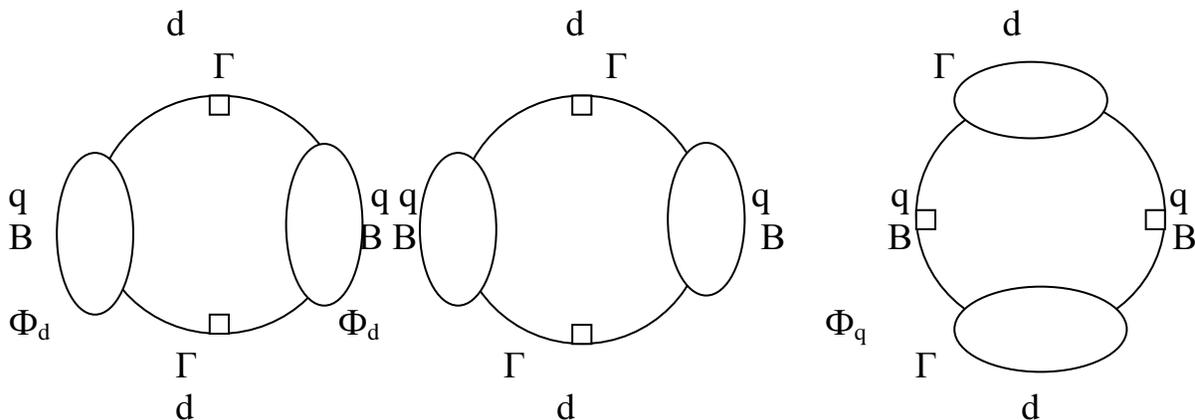


Рис. 20.2. Распределение ЭДС и токов асинхронного ТГ.

ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Соберите схему согласно рис. 20.1. В данной работе в качестве ТГ с полым немагнитным ротором использован трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором. Две обмотки включены С1С4 и С2С5 включены встречно, формируют поле по оси d-d, с компенсацией поля по оси q-q и выполняют функцию обмоток возбуждения В. Третья С3С6 обмотка q-q выполняет функцию выходной обмотки Г.

2. Установите ток обмотки возбуждения тахогенератора регулятором напряжения не более номинального.

Изменяя частоту вращения ТГ приводной машиной постоянного тока исследуйте зависимость выходного напряжения тахометра от частоты вращения ротора. Результаты занесите в таблицу 20.1.

Таблица 20.1. Зависимость напряжения от частоты вращения асинхронного ТГ.

N, об/мин					
U _{вых} , В					

3. Измерьте частоту выходного напряжения осциллографом. Зарисуйте форму выходного сигнала обмотки Г.

Выводы

Контрольные вопросы

1. Объясните принцип действия тахогенераторов постоянного и переменного тока.
2. Объясните назначение тахогенератора переменного тока.
3. Какие погрешности возникают в тахометре и почему?
4. Напишите уравнение выходной характеристики.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 21

ИЗУЧЕНИЕ АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

Цель работы: Изучение устройства, принципа действия и основных характеристик асинхронного генератора (АГ).

Краткие теоретические сведения. Асинхронная машина обратима и может работать как в режиме двигателя так и в режиме генератора. Асинхронная машина может отдавать электроэнергию в рекуперативном режиме при увеличении частоты вращения выше синхронной на 6-8 % и в режиме АГ.

Асинхронным генераторам необходим реактивный ток для намагничивания машины, поэтому они могут работать только совместно с устройствами, которые снабжает их реактивным током. Асинхронные генераторы с самовозбуждением могут работать на автономную электрическую нагрузку, получая реактивный ток от конденсаторной батарей СВ, подключенной к зажимам генератора. Мощность СВ и габариты в АГ приблизительно равна мощности генератора. При активно-индуктивной нагрузке мощность СВ увеличивается, при активно-емкостной нагрузке - уменьшается.

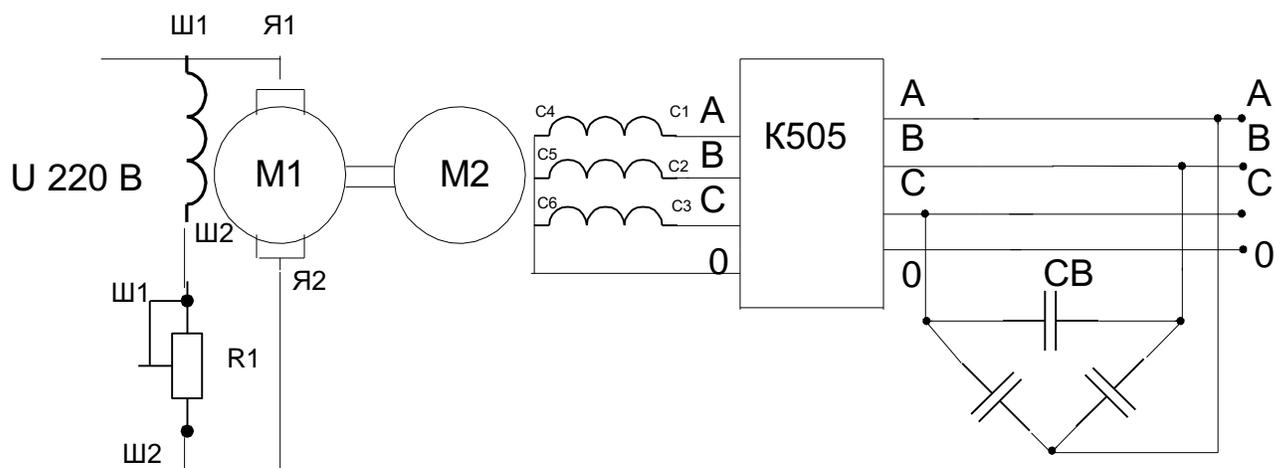


Рис.12.1.Асинхронный генератор.

ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1.Соберите схему АГ с самовозбуждением согласно рис.12.1. К выводам генератора подключите ламповую нагрузку и подберите значение емкости конденсатора достаточное для самовозбуждения генератора. Подберите значение конденсаторов, при котором напряжение генератора симметричное и не превышает 380 В.

Изменяя сопротивление нагрузки снимите зависимость напряжения от тока и добейтесь срыва генерации. Заполните таблицу 21.1. Следите по К505, чтобы ток статора не превышал номинальное значение. Мощность и напряжение генератора контролируйте по показаниям комплекта К505.

Таблица 21.1. Зависимость напряжения от тока АГ.

I, А					
U, В					

2. Возбудите АГ и подключите осциллограф к любому из переменных напряжений. Зарисуйте осциллограммы напряжений.

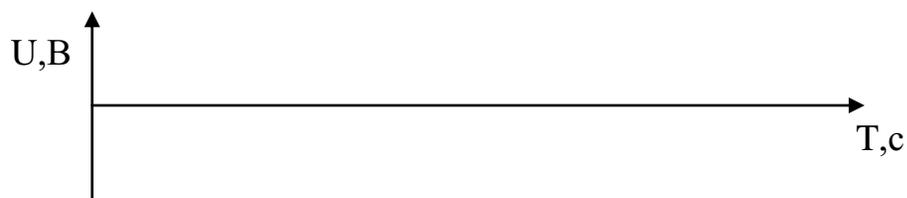


Рис. 21.2. Форма ЭДС.

Выводы

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. За счет чего во вращающемся асинхронном двигателе может возникнуть генерация напряжения? Будет ли АГ при отсутствии конденсатора?
2. Почему в генераторе короткое замыкание не опасно?
3. Почему генератор не самовозбуждается на активной нагрузке и под нагрузкой?
4. Почему асинхронный генератор с самовозбуждением используется редко?
5. Почему генерируемое напряжение содержит большой процент высших гармонических составляющих?
6. Устройство и принцип действия генератора постоянного тока?
7. Где применяют генератор постоянного тока?
8. Назначение конденсатора в асинхронном генераторе?
9. Причины отличия формы генерируемого напряжения от синусоидальной.
10. Почему генератор трудно самовозбуждается под нагрузкой?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 22

ИЗУЧЕНИЕ ОДНОФАЗНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Цель работы: Изучение устройства, принципа работы и основных характеристик однофазного асинхронного электродвигателя (АЭД).

Краткие теоретические сведения. Однофазными называются двигатели, включаемые в однофазную сеть переменного тока. Обычно электродвигатели мощностью до 1 кВт.

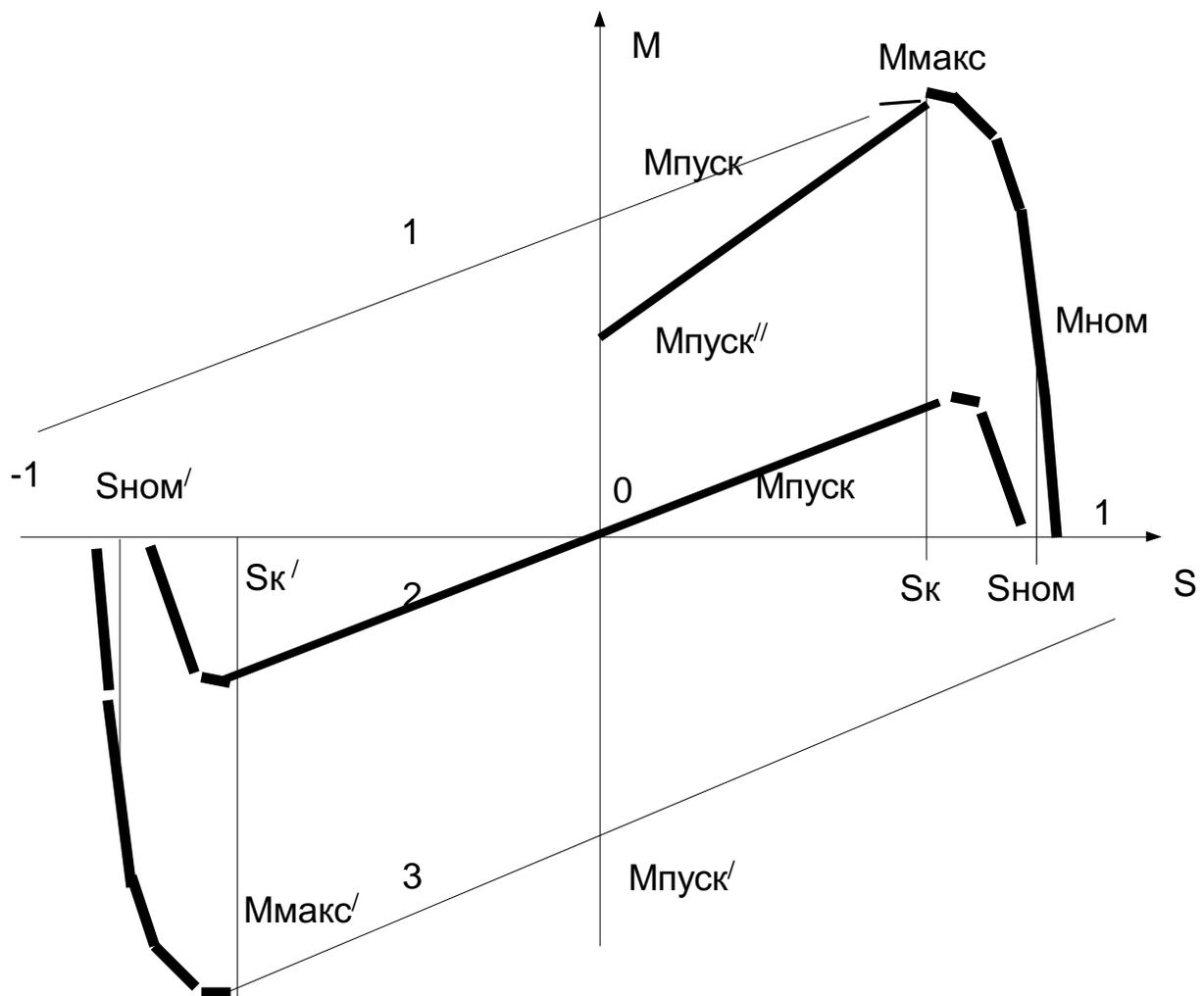


Рис.22.1. Механическая характеристика однофазного АЭД. 1,3-собственные механические характеристики для прямой и обратной последовательностей.

2- Результирующая механическая характеристика однофазного АЭД.

$M_{пуск}$ - пусковой момент при наличии пускового устройства.

Статор однофазного АЭД содержит 1, 2, 3 -фазные обмотки, а роторная обмотка выполнена в виде беличьей клетки.

Однофазная статорная обмотка создает **пульсирующее** магнитное поле, состоящее из двух вращающихся в **противоположные** стороны одинаковых магнитных полей.

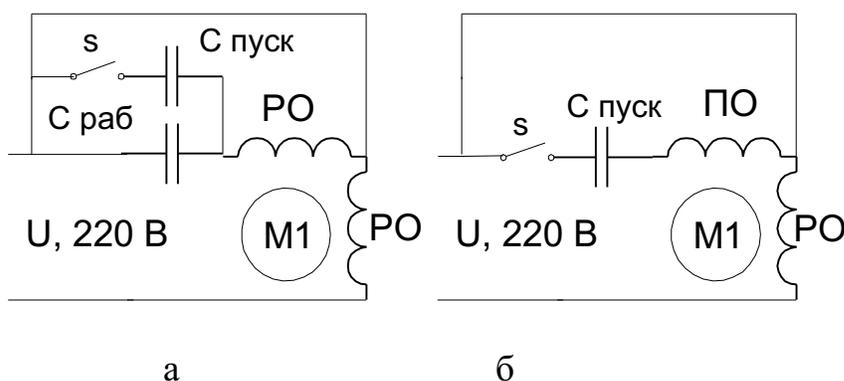


Рис.22.2. Схема включения однофазного электродвигателя.

а- с пусковым и рабочим конденсаторами, б- с пусковым конденсатором.

Вращающиеся поля, как показано на рис.22.1, создают вращающие моменты противоположного знака, поэтому суммарный пусковой момент однообмоточного АЭД равен нулю, и не пускается. Если двигателю придать направление вращения, то один из вращающихся моментов преобладает и двигатель разгоняется.

На рис. 22.2 показаны АЭД с пусковой (ПО) и рабочей (РО) обмотками. Для фазового сдвига тока ПО включают через конденсатор или выполняют с иным чем у РО соотношением активного и реактивного сопротивления, поэтому сдвиги фаз между напряжением и током в РО и ПО (и магнитными полями) различны. Конструктивно на магнитопроводе обмотки также расположены под углом 90° друг к другу и создают вращающееся магнитное поле. После разгона ПО обычно отключают, поскольку величину номинального момента она не увеличивает.

Для создания фазового сдвига в ПО последовательно включают также активные сопротивления.

Выпускают специальные **конденсаторные** двигатели с двумя РО обмотками в статоре, одна из которых включена в сеть через **рабочий** конденсатор, а другая

2. Уменьшите тормозной момент до минимума (отключите напряжение возбуждения ГПТ). Измерьте снова токи статорных обмоток и сравните их с номинальными.

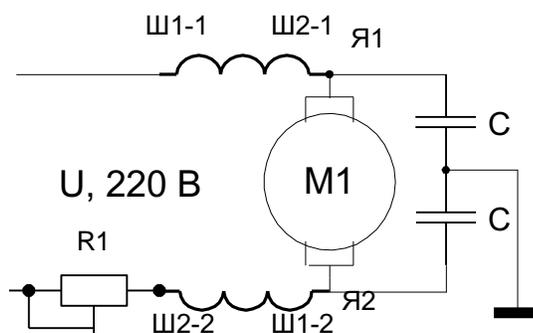


Рис.22.3. Схема включения однофазного коллекторного электродвигателя.

3. Изучите однофазный двигатель с РО и ПО. Обратите внимание на конструкцию обмоток, их расположение и соотношение диаметров обмоточного провода. Включите двигатель.

4. Включите однофазный коллекторный электродвигатель в сеть переменного тока через реостат. Обратите внимание на неустойчивость частоты вращения без нагрузки.

6. Изучите устройство и принцип действия асинхронного электродвигателя с экранированными (расщепленными полюсами).

Выводы

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение и область применения однофазных электродвигателей.
2. Устройство однофазных АЭД переменного тока с пусковым реостатом.
3. Устройство однофазного АЭД с пусковой и рабочей обмотками.

4. Устройство однофазного АЭД с фазосдвигающим конденсатором.
5. Эксплуатационные характеристики трехфазного электродвигателя в однофазном режиме.
6. Реверс асинхронного электродвигателя в однофазном режиме.
7. Пусковой
6. Реверс асинхронного электродвигателя в однофазном режиме.
7. Пусковой и рабочий ток однофазного АЭД .
8. Паспортные данные однофазных АЭД .
 9. Устройство коллекторного электродвигателя.
 10. Как выбрать фазосдвигающий конденсатор АЭД если нагрузка двигателя изменяется в широких пределах?
 11. Можно ли считать трехфазный АЭД при обрыве фазы эквивалентным однофазному электродвигателю?
 12. Почему однофазный электродвигатель с одной РО обладает нулевым пусковым моментом?
 13. Почему в трехфазном АЭД в однофазном режиме нельзя получить номинальную мощность с помощью фазосдвигающего конденсатора?

Литература

Основная литература

1. Копылов И.П. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ В 2 Т 2-е изд., испр. и доп. Учебник для академического бакалавриата. ЮРАЙТ, 2015 г.
2. Копылов И.П. - Отв. ред. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН 4-е изд., пер. и доп. Учебник для бакалавров. ЮРАЙТ, 2015
3. Вольдек А.И. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ . СПб.: М.: Солон-Пресс, 2010-256 с.

Дополнительная литература

1. Немцов, М. В.

Электротехника и электроника [Текст] : учебник для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования. - 5-е издание, стереотипное. - М. : Академия, 2013. - 480 с. - ISBN 978-5-7695-9861-6 : 645-00.

2. Соколова, Е. М.

Электрическое и механическое оборудование: Общепромышленные механизмы и бытовая техника [Текст] : учебник. - 9-е изд., испр. - М. : Академия, 2014. - 224 с. - ISBN 978-5-4468-0479-5 : 450-00.

3. Забудский Е.И. Электрические машины. Часть 1. Трансформаторы. М.: МГАУ, 2010-166 с.

4. Ванурин, Владимир Николаевич.

Электрические машины [Электронный ресурс] : учебник. - СПб : Лань, 2016. - 304 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2015-5 : 947-96.

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, 2019 - . - Ежекварт. – ISSN : 2077 - 2084
2. Новости электротехники : отраслевое информационно-справочное издание / учредитель и изд. : Закрытое акционерное общество "Новости Электротехники". – 2000- . – М., 2019- . – Двухмесяч.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

ЭБ «Академия». - Режим доступа: <http://www.academia-moscow.ru/>

ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>

ЭБС «IPRbooks». Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16402>

ЭБС «Лань». – Режим доступа: . <http://e.lanbook.com/>

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
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Рязань, 2020

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
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Рязань, 2020

УДК 006.91; 006.3/8; 006.92; 629.3

ББК: 34.441я7

К - 651

начальник отдела технического обеспечения сельскохозяйственного
производства Института технического обеспечения сельского хозяйства
филиала ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»

(г. Рязань), к.т.н.

В.С. Тетерин

заместитель директора ООО «Первый центр
образовательных услуг» (г. Рязань), к.т.н.

А.В. Паршков

К - 651 Учебно-методическое пособие по курсу «Метрология,
стандартизация и сертификация» [Текст] / Н.В. Бышов,
С.Н. Борычев, Г.К. Рембалович, М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк,
А.В. Старунский, А.И. Ликучев – Рязань: Изд-во ФГБОУ ВО
РГАТУ, 2020. –210 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 и
специалитета, обучающихся по направлению подготовки 13.03.02
Электроэнергетика и электротехника

УДК 006.91; 006.3/8; 006.92; 629.3

ББК: 34.441я7

© Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Рязанский государственный
агротехнологический университет имени
П.А. Костычева», 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. <i>Лабораторная работа №1</i> «Метрологические показатели средств измерения линейных величин».....	5
2. <i>Лабораторная работа №2</i> «Плоскопараллельные концевые меры длины».....	22
3. <i>Лабораторная работа №3</i> «Штангенинструменты».....	43
4. <i>Лабораторная работа №4</i> «Микрометрические инструменты».....	68
5. <i>Лабораторная работа №5</i> «Измерения индикаторными нутромерами»...	95
6. <i>Лабораторная работа №6</i> «Вертикальный оптиметр».....	122
7. <i>Практическое занятие №1</i> «Основные сведения о размерах и соединениях».....	137
8. <i>Практическое занятие №2</i> «Единая система допусков и посадок» (ЕСДП).....	145
9. <i>Практическое занятие №3</i> «Расчет переходных посадок».....	156
10. <i>Практическое занятие №4</i> «Определение вероятного процента брака деталей».....	161
11. <i>Практическое занятие №5</i> «Выбор универсального средства измерения. Предельные калибры».....	165
12. <i>Практическое занятие №6</i> «Метод полной взаимозаменяемости».....	177
13. <i>Практическое занятие №7</i> «Метод неполной взаимозаменяемости или вероятностный метод расчёта РЦ».....	187
14. <i>Практическое занятие №8</i> «Метод регулировки».....	195
15. <i>Практическое занятие №9</i> 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

$$V = S / t, \text{ м / с.}$$

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:

$$1 \text{ километр (км)} = 10^3 \text{ м,}$$

$$1 \text{ сантиметр (см)} = 10^{-2} \text{ м,}$$

$$1 \text{ миллиметр (мм)} = 10^{-3} \text{ м,}$$

$$1 \text{ микрометр (мкм)} = 10^{-6} \text{ м} = 10^{-3} \text{ мм.}$$

По условиям, определяющим точность результата, **измерения** делятся на три класса:

1. Измерения максимальной 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 приборов 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 устанавливается 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 измерениях 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 $\pm 3\sigma$. Поэтому для оценки точности измерения используют метрологическую характеристику – **предельную погрешность СИ**, обозначаемую $\Delta_{\text{lim}} = \pm 3\sigma$, где σ – среднее квадратическое отклонение погрешности измерения. Отсюда вытекает, что погрешность данного СИ в пределах всей шкалы должна быть с вероятностью 99,73 % не более Δ_{lim} .

Погрешности, выходящие за пределы $\pm 3\sigma$ 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 $\pm \Delta_{lim}$.

Поэтому **при однократном измерении** универсальными СИ результат измерения записывают в виде:

$$D = D_d \pm \Delta_{lim},$$

где D_d – 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:

$$D = D_d \pm \frac{\Delta_{lim}}{\sqrt{N}},$$

где D_d - среднее арифметическое полученных N значений измерений.

Таким образом, предельная погрешность измерений $\pm \Delta_{lim}$ 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 ($\pm \lim$)

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 $\pm \Delta \lim$, мкм									
<i>I</i>		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Штангенциркуль: 1. Штангенциркуль с отсчетом по нониусу:	0,05 мм	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	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									
<i>I</i>	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 $A_{зад} = \dots$ и $B_{зад} = \dots$, 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.

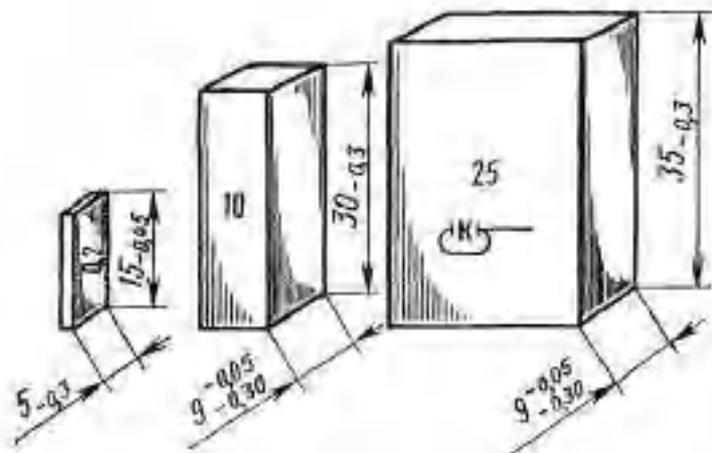


Рисунок 1 - Плоскопараллельные меры длины

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 свободной 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.

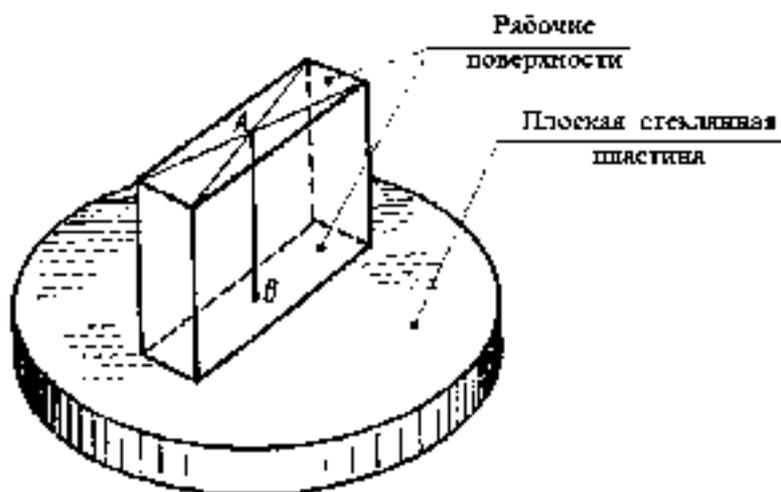


Рисунок 2 АВ – срединный размер (длина) ПКМД

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 - Δ_{lim} (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
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
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:

$$\Delta\text{lim}(бл) = \sqrt{\Delta^2\text{lim}(1) + \Delta^2\text{lim}(2) + \dots + \Delta^2\text{lim}(n)}$$

где $\Delta\text{lim}(1)$, $\Delta\text{lim}(2)$, ... $\Delta\text{lim}(n)$ – 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:

$$\Delta\text{lim}(бл.А) = \pm\sqrt{0,35^2 + 0,35^2 + 0,35^2 + 0,9^2} = \pm 1,085\text{мкм}$$

Если $\Delta\text{lim}(бл)$ 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 $\Delta\text{lim}(бл) = \pm 0,545$ 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 розового использования, то **защитные плитки не ставят**. В рассмотренном выше примере сначала притирают меры 70 и 3мм, а затем 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].

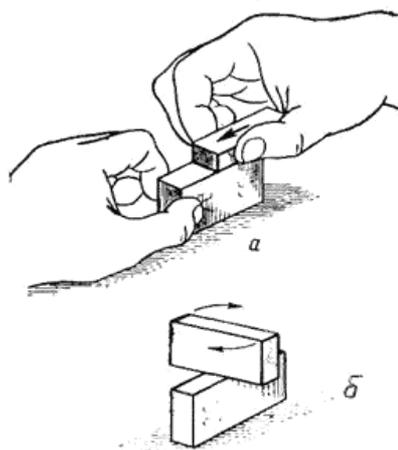


Рисунок 3 - Способы притирки ПКМД

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.

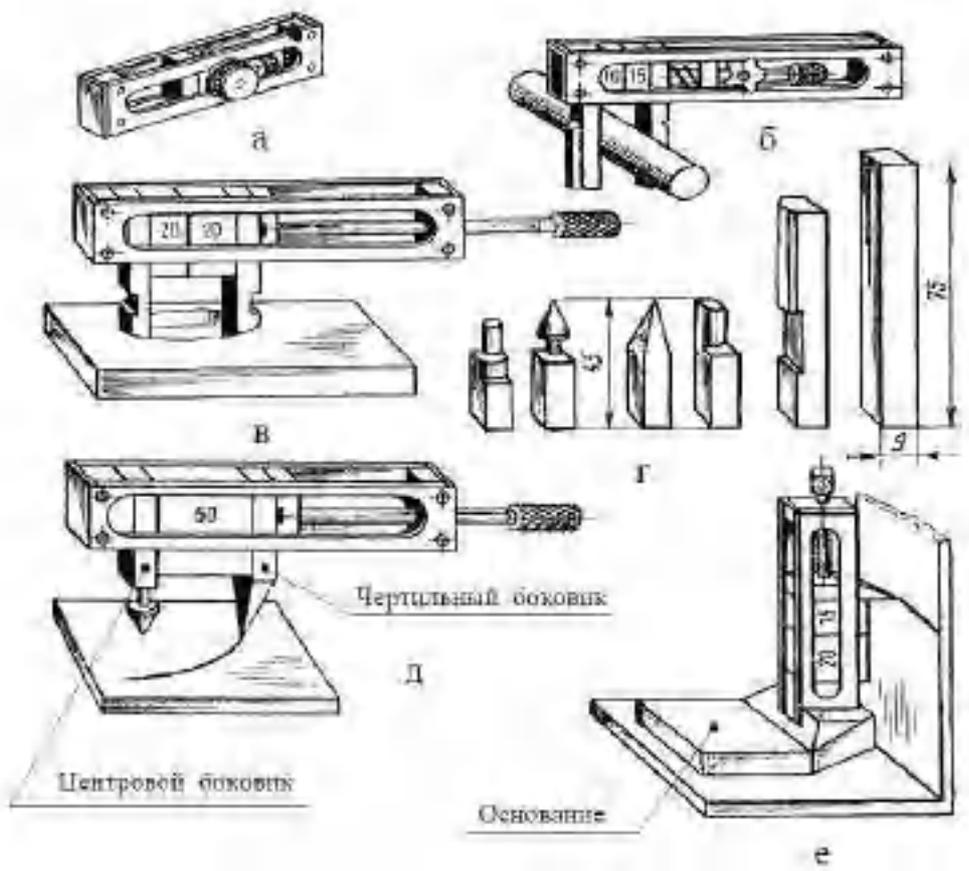


Рисунок 4 - Набор принадлежностей к ПКМД и примеры их применения

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 $\Delta_{\text{lim}}(\text{бл})$

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:

$$A = A_{\text{зад}} \pm \Delta_{\text{lim}}(\text{бл. А})$$

$$B = B_{\text{зад}} \pm \Delta_{\text{lim}}(\text{бл. Б})$$

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 по 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 _{-0,03} × 5 _{-0,3}
Св. 0,2 до 0,29	10 _{-0,1} × 9 _{-0,06}
Св. 0,29 до 0,6	20 _{-0,3} × 9 _{-0,08}
Св. 0,6 до 10,1	30 _{-0,1} × 9 _{-0,04}
Св. 10,1 до 1000	35 _{-0,3} × 9 _{-0,04}

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)	—	1,005	1	0; 1; 2; 3
	0,01	1 - 1,5	51	
	0,1	1,6 - 2	5	
	—	0,5	1	
	0,5	2,5 - 10	16	
	10	20 - 100	9	
2 (38)	—	1,005	1	1; 2; 3
	0,01	1 - 1,1	11	
	0,1	1,2 - 2	9	
	1	3 - 10	8	
	10	20 - 100	9	
3 (112)	—	1,005	1	0; 1; 2; 3
	0,01	1 - 1,5	51	
	0,1	1,6 - 2	5	
	—	0,5	1	
	0,5	2,5 - 25	46	
	10	30 - 100	8	
4 (11)	0,001	2 - 2,01	11	0; 1; 2
5 (11)	0,001	1,99 - 2	11	
6 (11)	0,001	1 - 1,01	11	
7 (11)	0,001	0,99 - 1	11	
8 (8+2)	25	125 - 200	4	
	50	250 - 300	2	
	100	400 - 500	2	
	—	50(защитные)	2	
9 (10+2)	100	100 - 1000	10	0; 1; 2; 3
	—	50(защитные)	2	
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)	--	1,005	1	1; 2; 3
	0,01	0,9 - 1,5	61	
	0,1	1,6 - 2	5	
	--	0,5	1	
	0,5	2,5 - 5	6	
13 (11)	--	5	1	1; 2; 3
	10	10 - 100	10	
14 (38)	0,5	1 0,5 - 25	30	0; 1; 2; 3
	10	30 - 100	8	
15 (29)	--	1,005	1	1; 2; 3
	0,01	1 - 1,1	11	
	0,1	1,2 - 2	9	
	1	3 - 10	8	
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		Измерительно м малом	Разметочном
	ПК- 1	ПКО-1	ПК - 2	ПК - 3
Державка для крепления ПКМД: 0 - 80 Св. 80 до 160 Св. 160 до 300	№1	№2	№1	--
	1	1	1	--
	1	1	1	--
	1	1	--	--
Основание	--	--	--	1
Плоскопараллельные боковики длиной L = 15, сечением 10x9	2	--	--	--
Радиусные боковики длиной L = 45: радиусом R = 2 радиусом R = 5	2	2	2	--
	2	2	2	--
Радиусные боковики: длиной L = 75, R = 15 длиной L = 100, R = 15	2	2	2	--
	2	2	--	--
Боковик: центральной чертильный	--	--	--	1
	--	--	--	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 x 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 нониуса¹ [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.

$$C(n - 1) = b \cdot n \quad (1)$$

где C – цена (интервал) деления основной шкалы;
 b – интервал деления шкалы нониуса;
 n – число делений нониуса.

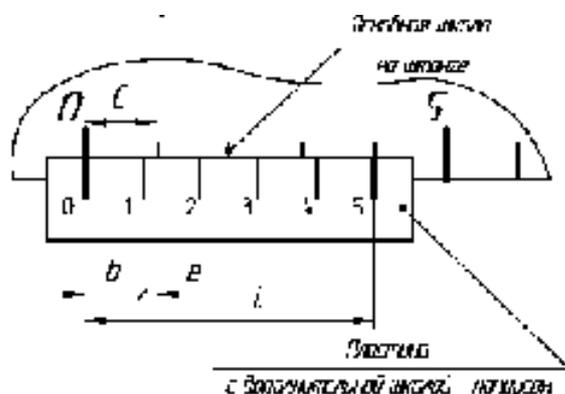


Рисунок 1 – Построение шкалы нониуса

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.

$$e = C - b \quad (2)$$

Подставив значение « b » из уравнения (2) в уравнение (1), получим

$$C(n - 1) = (C - e)$$

откуда $e = \frac{C}{n}$

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

$$C(n-1) = b \cdot n, \quad (3)$$

$$e = C - b. \quad (4)$$

Подставляя значение « b » из равенства (4) в уравнение (3), получим

$$(n-1) = (C-e) \cdot n$$

$$\text{и опять } e = \frac{C}{n}$$

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 19 мм) и «плохо читаемой» из-за того, что интервал деления шкалы менее одного миллиметра ($b = 0,9$ и $0,95$ мм). 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 $l = 19$ мм, поэтому одно деление шкалы нониуса составляет $b = l : n = 19 : 10 = 1,9$ мм и оно короче двух делений основной шкалы на $e = 0,1$ мм; 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 $l = 19\text{мм}$.

Таблица 1 – Шкалы штангенинструментов I

Отсчет	Точность отсчета (цена деления) нониуса	
	0,1 мм	0,05 мм
Целое число		
Дробное число		

ШИ модуля 2 с отсчетом по нониусу 0,05мм (таблица 1) имеют длину шкалы $l = 39\text{мм}$, разделенную на 20 частей, т.е. одно деление нониуса $b = l : n = 39 : 20 = 1,95\text{мм}$, что короче на $e = 0,05\text{мм}$ 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 (величина 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, накрученная 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. $m = 10\text{мм}$.

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.

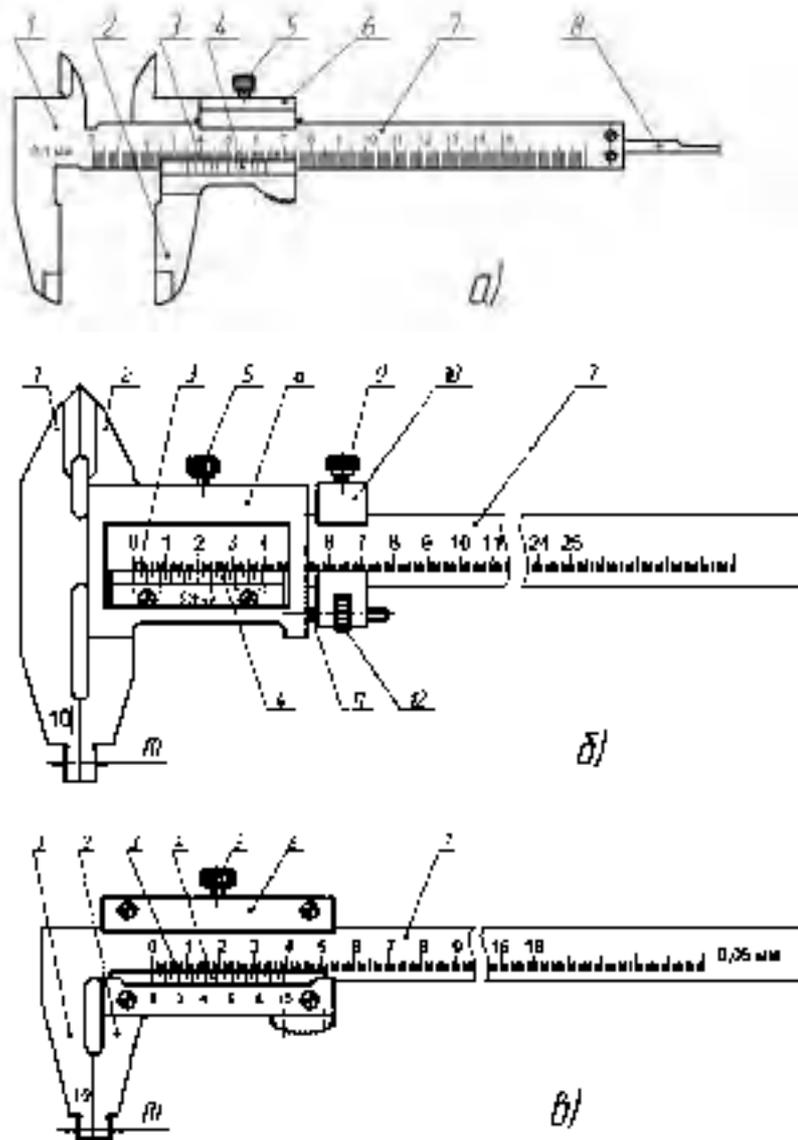


Рисунок 2 – Типы штангенциркулей:

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; m -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.

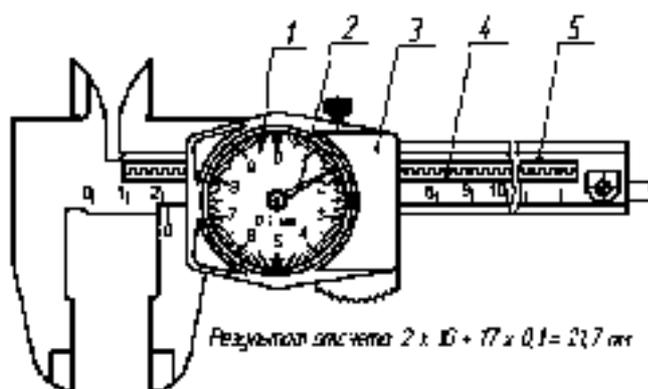


Рисунок 3 – Штангенциркуль с отсчетом по круговой шкале:

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.

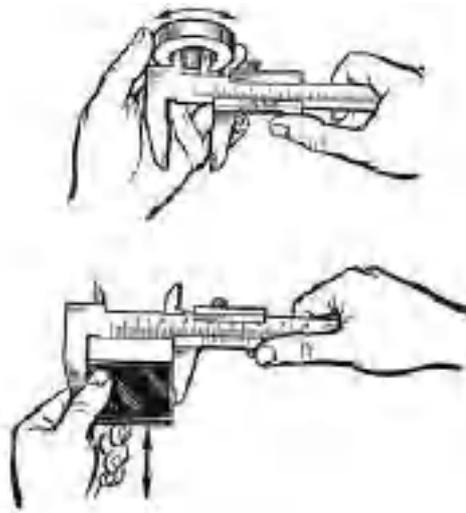


Рисунок 5 – Измерительное усилие

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 «*t*» (рис. 2), указанную на них. Примеры измерения различных размеров деталей представлены на рисунках 6 и 7.

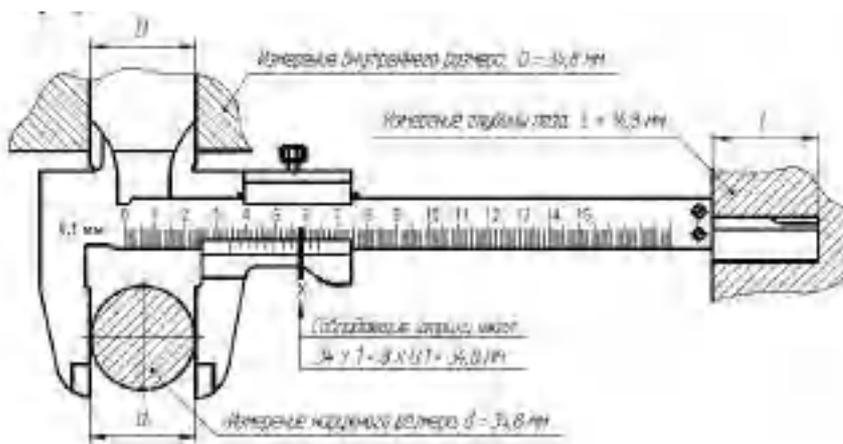


Рисунок 6 – Измерение размеров деталей штангенциркулем типа

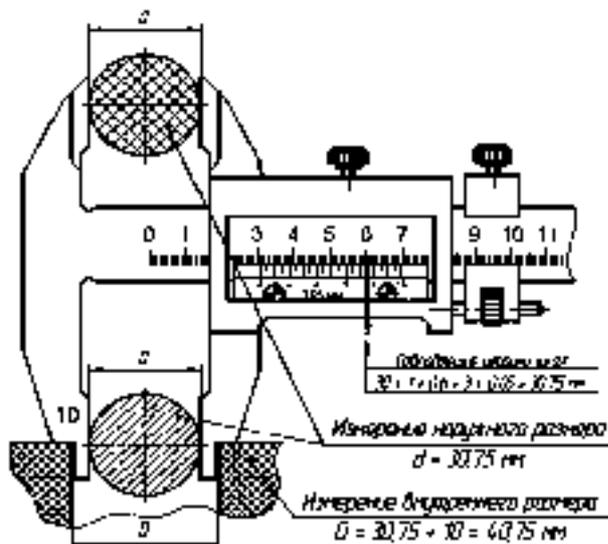


Рисунок 7 - Измерение размеров деталей штангенциркулем типа II

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.

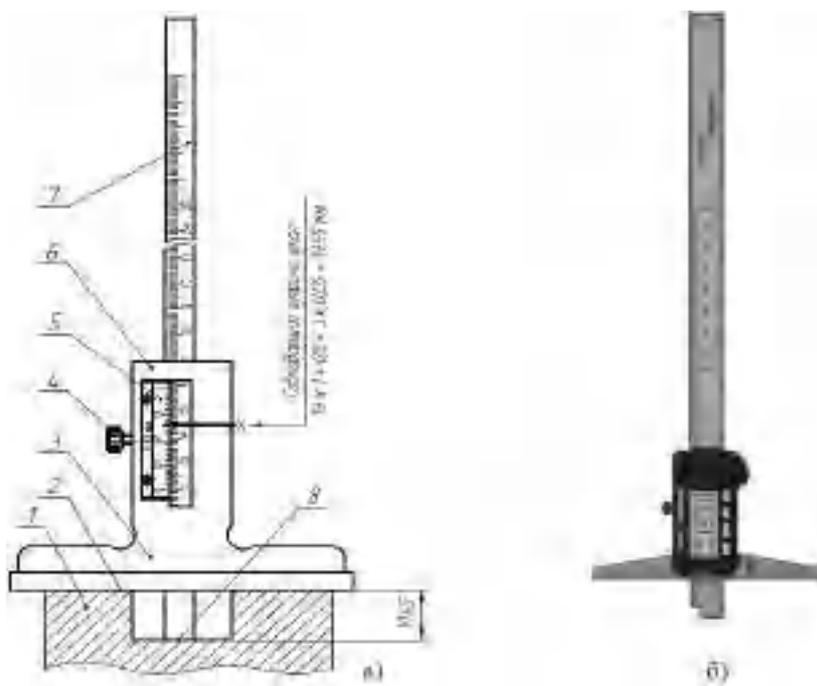


Рисунок 8 – Штангенглубиномеры:

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.

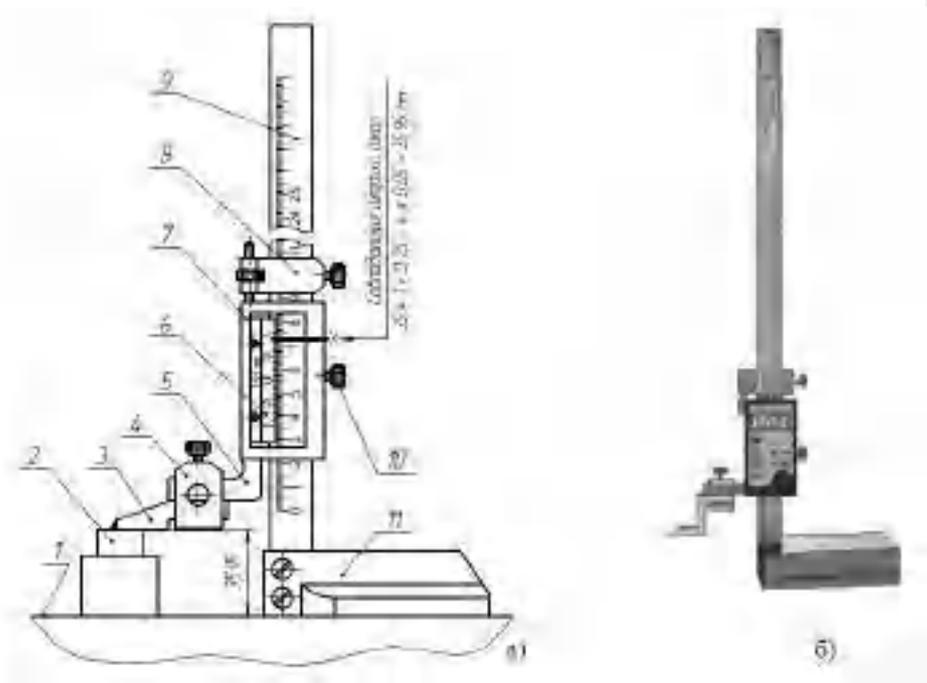


Рисунок 9 - Штангенрейсмасы:

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-П.

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 покрывают 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 штангенинструмента, 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*

$$\Delta_{\text{lim}} \leq \delta,$$

где Δ_{lim} – 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*

$$D_{\min} (d_{\min}) \leq D_d (d_d) \leq D_{\max} (d_{\max}),$$

где $D_d (d_d)$ – 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?

21 Как определяется результат измерения размеров штангенинструментом?

22 Для чего предназначены штангенциркули (штангенглубиномеры, штангенрейсмасы)?

23 Какие конструктивные типы штангенциркулей вам известны?

24 В чем заключается конструктивная особенность штангенциркулей типа I?

61. Какие размеры можно измерить штангенциркулями типа I?

62. Как обозначают штангенциркули типа I?

63. В чем заключается конструктивная особенность штангенциркулей типа II (типа III)?

64. Какие размеры можно измерить штангенциркулями типа II (типа III)?

65. Для чего применяются «острые» губки штангенциркуля?

66. Как обозначают штангенциркули типа II (типа III)?

67. Поясните устройство штангенциркулей.

68. Для чего предназначена рамка микрометрической подачи у штангенинструментов?

69. В чем заключается особенность измерения внутренних размеров

штангенциркулями типа II (типа III)?

70. Какие виды штангенинструментов различают в зависимости от конструкции отсчетного устройства?

71. Как убедиться в исправности штангенциркуля?

72. Какие требования необходимо соблюдать при измерении штангенциркулями?

73. Как достигается нормальное измерительное усилие при измерении штангенциркулями?

74. Чем конструктивно отличается штангенглубиномер от штангенциркуля?

75. Какие поверхности штангенглубиномера являются измерительными?

76. Как выполняют измерения штангенглубиномером?

77. Чем конструктивно отличается штангенглубиномер от штангенрейсмаса?

78. Как выполняют измерения штангенрейсмасом?

79. Как выполняют разметку деталей штангенрейсмасом?

80. Какие показатели определяют основную метрологическую характеристику штангенинструментов?

45. Как выбирается конкретный штангенинструмент 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 - Штангенинструменты

Задание: Измерить с помощью штангенинструментов пять размеров заданной детали ШИ-25 и дать заключение о ее годности.

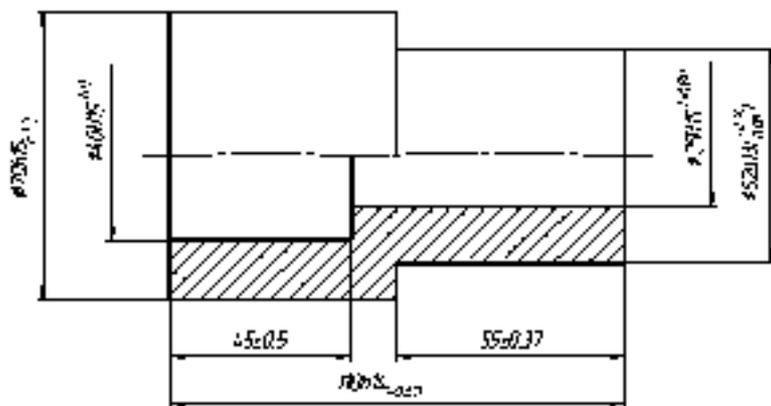


Рисунок А.1 – Эскиз детали ШИ-25

Таблица А.1 – Результаты измерения детали штангенинструментом

Определяемые параметры	Обозначения измеряемых размеров детали					
	$\varnothing 70h15_{(-1,2)}$	$\varnothing 40H15_{(+1,0)}$	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	Штангенрейсмас ШР-300-0,05 ГОСТ 164	
Предельная погрешность инструмента, Δ_{lim} , 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	

Продолжение приложения А

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, Δ_{lim} , 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 $\varnothing 70h15$ ($_{-1,2}$) имеет *брак исправимый*, т.к. действительный размер $d_d = 70,6\text{мм} > d_{max} = 70,0\text{мм}$;
- внутренний размер $\varnothing 40H15$ ($^{+1,0}$) имеет *брак неисправимый*, т.к. действительный размер $D_d = 41,15\text{мм} > D_{max} = 41,0\text{мм}$;
- наружный размер $110h14$ ($_{-0,870}$) имеет *брак исправимый*, т.к. действительный размер $d_d = 110,25\text{мм} > d_{max} = 110,0\text{мм}$.

Приложение Б

Допускаемые погрешности измерения «δ», мкм

Номинальные размеры, мм	Квалитеты											
	12		13		14		15		16		17	
	Допуски размеров по квалитетам <i>IT</i> и допускаемые погрешности измерения δ в мкм											
	<i>IT 12</i>		<i>IT 13</i>		<i>IT 14</i>		<i>IT 15</i>		<i>IT 16</i>		<i>IT 17</i>	
До 3	100	20	140	30	250	50	400	80	600	120	1000	200
Св. 3 до 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. 10 до 18	180	40	270	60	430	90	700	140	1100	240	1800	380
Св. 18 до 30	210	50	330	70	520	120	840	180	1300	280	2100	440
Св. 30 до 50	250	50	390	80	620	140	1000	200	1600	320	2500	500
Св. 50 до 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. 120 до 180	400	80	630	140	1000	200	1600	320	2500	500	4000	800
Св. 180 до 250	460	100	720	160	1150	240	1850	380	2900	600	4600	1000
Св. 250 до 315	520	120	810	180	1300	260	2100	440	3200	700	5200	1100

Приложение В

Предельные погрешности измерения $\pm\Delta_{lim}$ (мкм) при измерении линейных размеров штангенинструментами

Наименование и характеристика штангенинструмента		Предельные погрешности измерения $\pm\Delta_{lim}$, 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
	• <i>отверстий</i>	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	
• <i>отверстий</i>	150	150	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 x 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

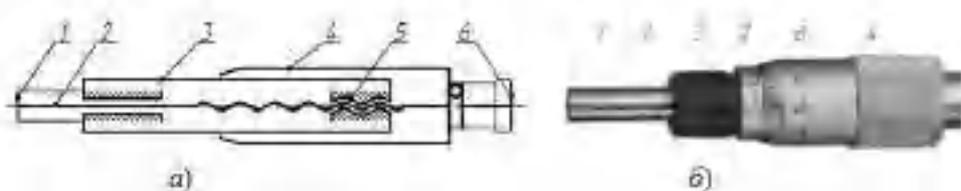
Микрометрические инструменты – это распространенные универсальные средства измерения вследствие простоты их конструкции и низкой стоимости [7]. МИ широко применяют в машиностроении, ремонтном производстве и слесарной практике для измерения линейных

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 торцевой 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).



a – 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 $7 \pm 2\text{Н}$ ($700 \pm 200\text{гс}$).

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.

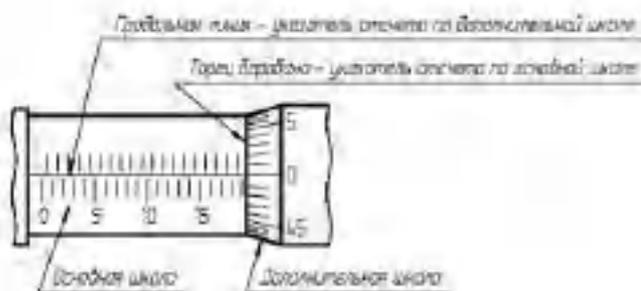
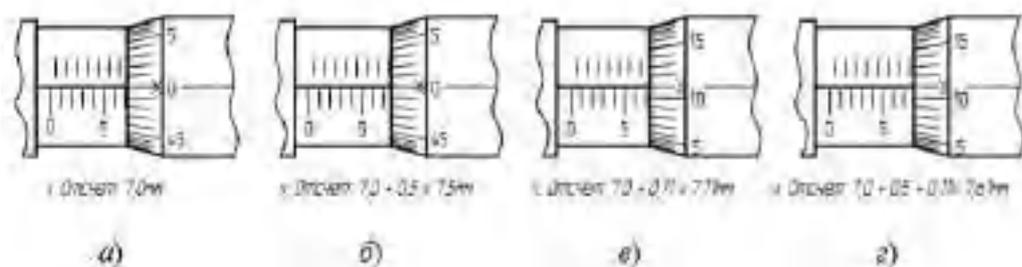


Рисунок 2 - Отсчетное устройство МИ

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- 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

$$e = \frac{P}{n} = \frac{0,5}{50} = 0,01\text{мм}$$

где $P = 0,5\text{мм}$ – 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: $7,0 + 0,11 = 7,11$ мм. 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 $7,0 + 0,5 + 0,11 = 7,65$ мм.

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.

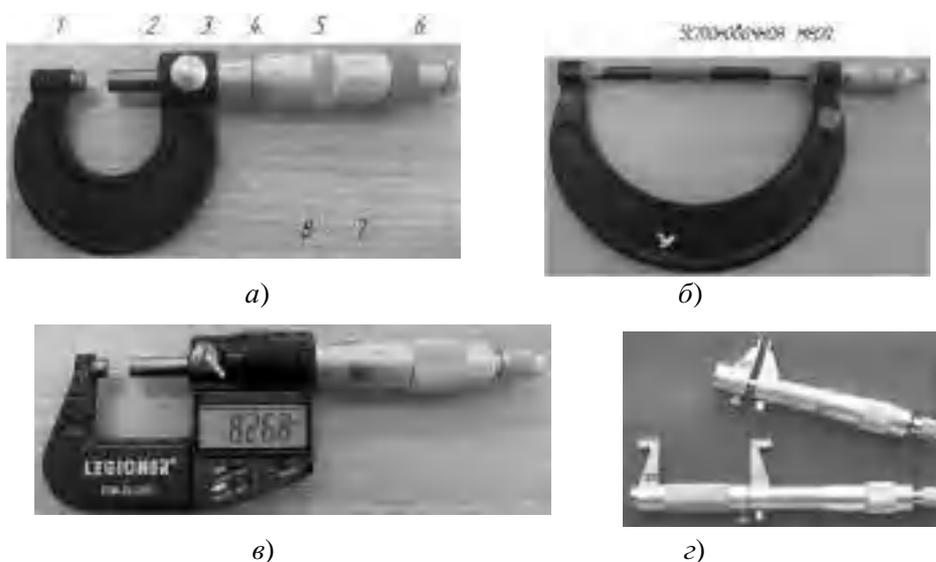
4.3 Микрометры

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

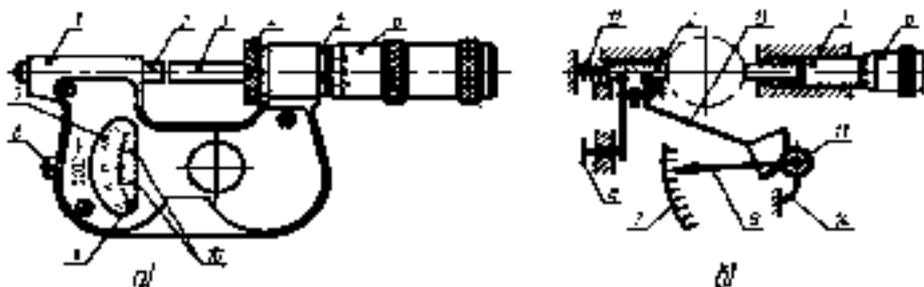
(рис. 4, в);

- 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.



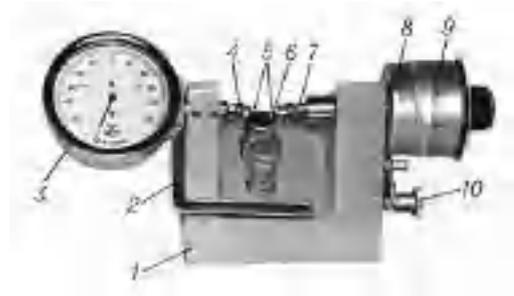
а- гладкий типа МК с диапазоном измерения 1-25 мм; б- гладкий типа МК с диапазоном измерения 125-150мм; в- гладкий типа МКЦ с цифровым отсчетом; г- для внутренних измерений типа МВИ; 1- неподвижная пятка; 2- микрометрический винт; 3- стопорное устройство; 4- стембель; 5- барабан; 6- корпус трещотки; 7- трещотка; 8- скоба.

Рисунок 4 – Типы микрометров



a- общий вид; *б*- схема устройства; 1- скоба; 2- подвижная пятка; 3- микрометрический винт; 4- гайка стопора; 5- стержень; 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- стержень; 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.



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. Торцец 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].

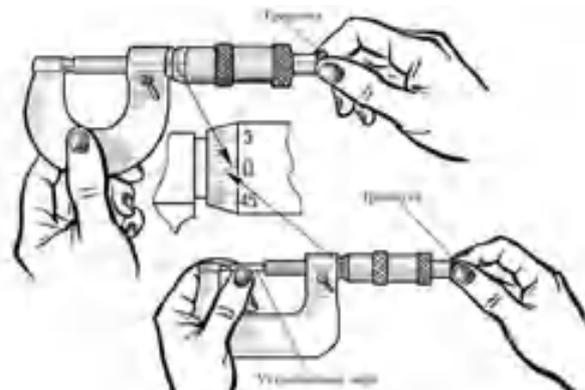


Рисунок 8 – Проверка установки микрометра на нуль

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;

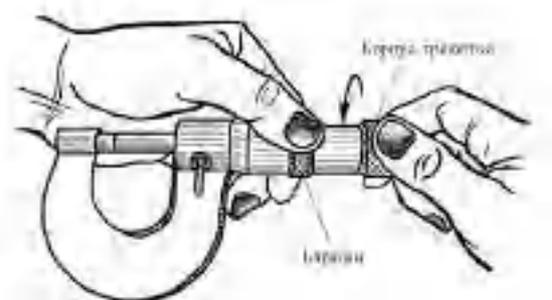


Рисунок 9 – Отвинчивание корпуса трещотки

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);

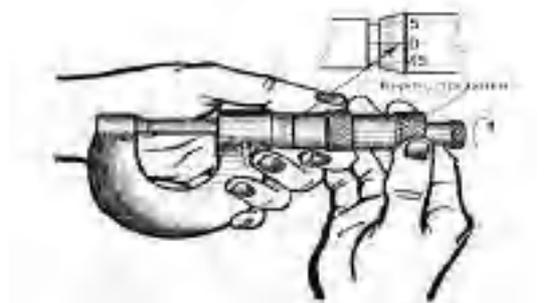


Рисунок 10 – Установка барабана и завинчивание корпуса трещотки

5. Исключая поворот барабана, закручивают 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 пятку 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.

Не допускается:

- 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.

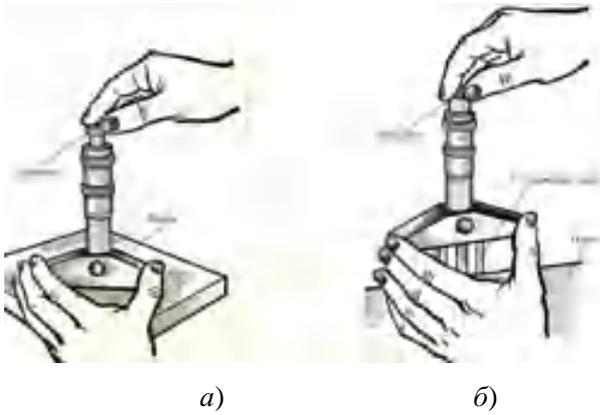


Рисунок 12 – Проверка установки микрометрического глубиномера на нуль: *a*- при пределах измерения 0-25мм; *б*- при нижнем пределе измерения 25мм и более.

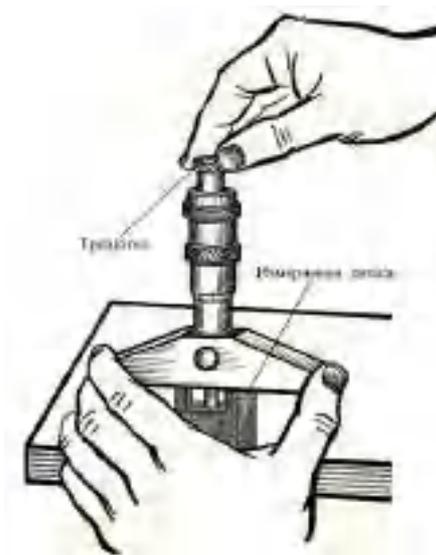


Рисунок 13 – Пример измерения глубины паза детали с помощью микрометрического глубиномера

Отсчет показаний по шкалам глубиномера осуществляют в соответствии с рисунком 14.

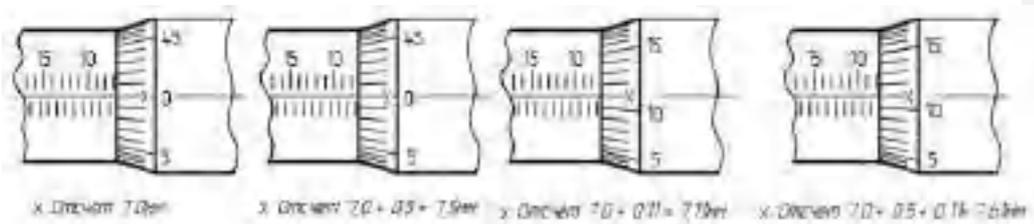


Рисунок 14 – Отсчет показаний по шкалам микрометрического
глубиномера

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.

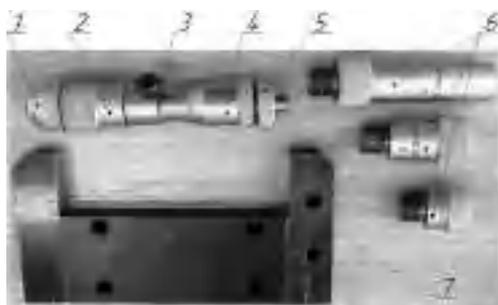
То же, глубиномера микрометрического с электронным цифровым отсчетным устройством с диапазоном измерения 50-100мм:

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 прилагается 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).

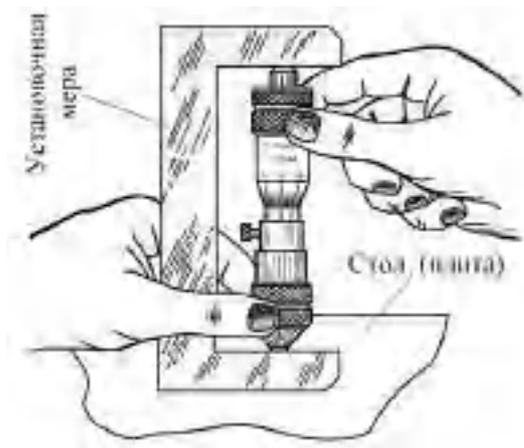


Рисунок 16 – Проверка установки нутромера на нуль

3. Застопорив микрометрический винт стопором 3 (рис. 15), вынимают головку из скобы и проверяют нулевую установку по шкалам нутромера.

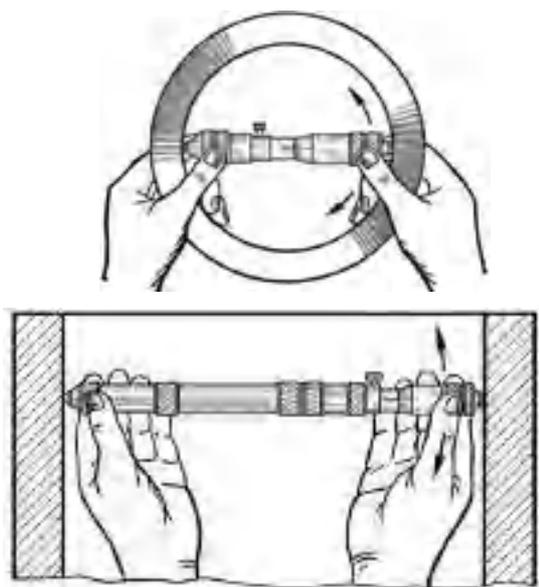
4. Если нулевая установка сбита, то её восстанавливают новой настройкой.

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 стембель 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)

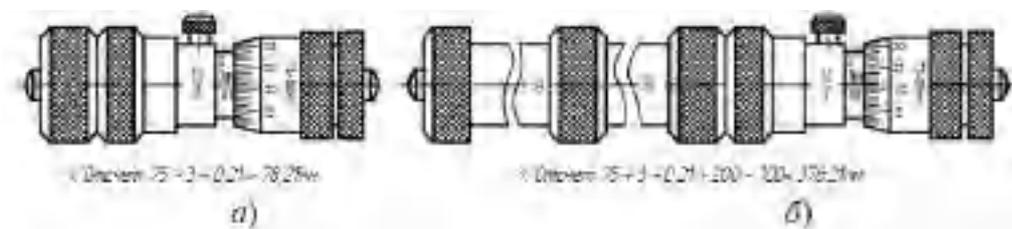
б)

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.



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 отчет* 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 Δ_{lim} – 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

$$D_{min}(d_{min}) \leq D_{\partial}(d_{\partial}) \leq D_{max}(d_{max}),$$

где $D_{\partial}(d_{\partial})$ – 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.

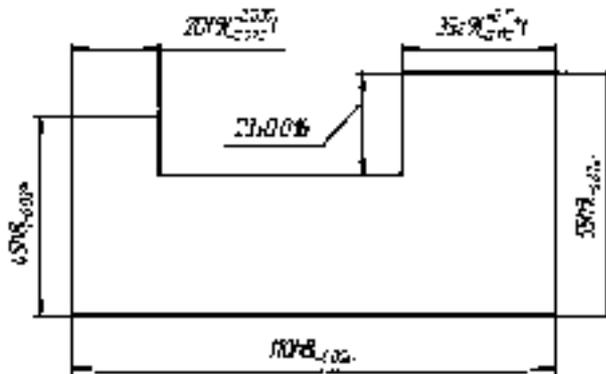


Рисунок А.1 – Эскиз детали МИ-25

Таблица А.1 – Результаты измерения детали микрометрическим инструментом

Определяемые параметры	Обозначения измеряемых размеров детали					
	20±0.03 (20±0.03)	22±0.016	35±0.014 (35±0.014)	45±0.01	110±0.08 (110±0.08)	
Допуск размера, мм	0.03	0.016	0.014	0.01	0.08	
Допустимая погрешность измерения, мм	0.02	0	0.016	0.01	0.07	
Обозначение выбранного инструмента	Микрометр МК 25-2 ГОСТ 6107	Глухой микрометр ГМ 15-2 ГОСТ 7476	Микрометр МК 30-2 ГОСТ 6507	Микрометр МК 30-2 ГОСТ 6507	Микрометр МК 125-2 ГОСТ 6507	
Предельная погрешность инструмента, ± Δlim, мм	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	
Предельные размеры детали, мм	max	19.98	22.016	35.114	45.0	110.0
	min	19.928	21.984	35.110	44.991	109.946
Действительный размер детали, мм	20.13	22.94	35.15	44.98	110.15	
Заключение о годности размера детали	Брак: непригодный	Брак: непригодный	Годный	Годный	Брак: непригодный	

Продолжение приложения А

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 $20f9(-0,020)$ имеет брак *исправимый*, т.к.

действительный размер $d_d = 20,13\text{мм} > d_{\text{max}} = 19,98\text{мм}$;

- размер $23\pm 0,016$ имеет брак *неисправимый*, т.к. действительный размер $d_d = 22,94\text{мм} < d_{\text{min}} = 22,984\text{мм}$;

- наружный размер $110h8(-0,054)$ имеет брак *исправимый*, т.к. действительный размер $d_d = 110,15\text{мм} > d_{\text{max}} = 110,0\text{мм}$.

Приложение Б

Допускаемые погрешности измерения «□», мкм (ГОСТ 8.051-81)

Нормальные 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	53	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 $\pm\Delta_{lim}$ (мкм) при измерении линейных размеров МИ

Наименование и характеристика микрометрического инструмента		Предельные погрешности измерения $\pm\Delta_{lim}$, 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
	<i>Класс точности 2</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Глубиномеры типа ГМ (ГОСТ 7470-92)	Класс точности 1	2	3	3	3	4	4	--	--	--
	<i>Класс точности 2</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
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, TEK	Наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей окружности	○
Отклонение профиля продольного сечения, TFR	Наибольшее расстояние от точек, образующих реальную поверхность и лежащих в плоскости, проходящей через ее 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.

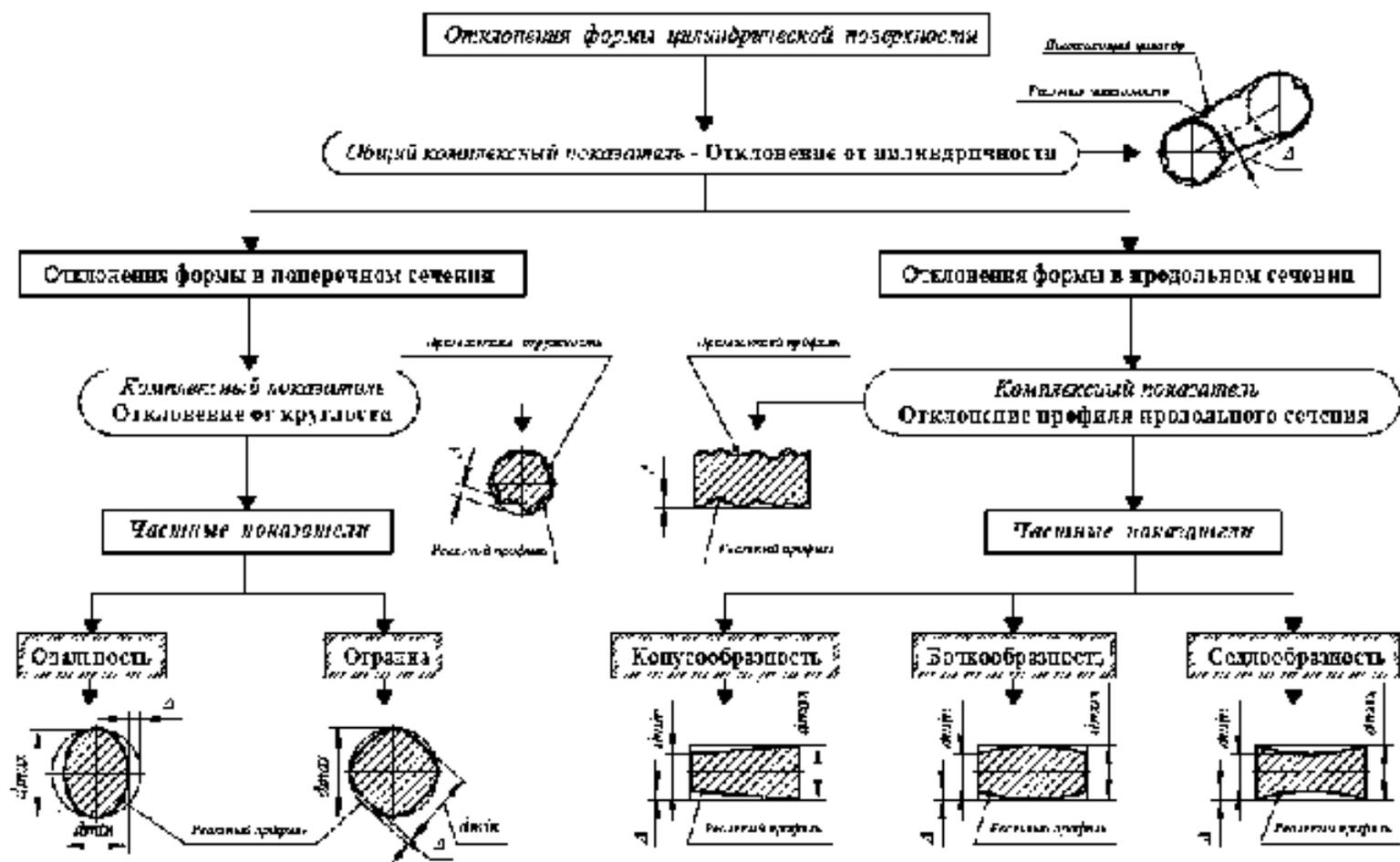


Рисунок 1 - Виды отклонений формы цилиндрических поверхностей

Частными показателями отклонений формы являются отклонения определенной геометрической формы (например, овальность, огранка, конусообразность, бочкообразность и седлообразность, 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 d_{\max} и наименьший d_{\min} 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 $A\ 0,02\text{мм}$ ». 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 d_{\max} и минимального d_{\min} диаметра, т.е.

$$\Delta = \frac{d_{max} - d_{min}}{2}.$$

(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 перемещению 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 рифленным 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.

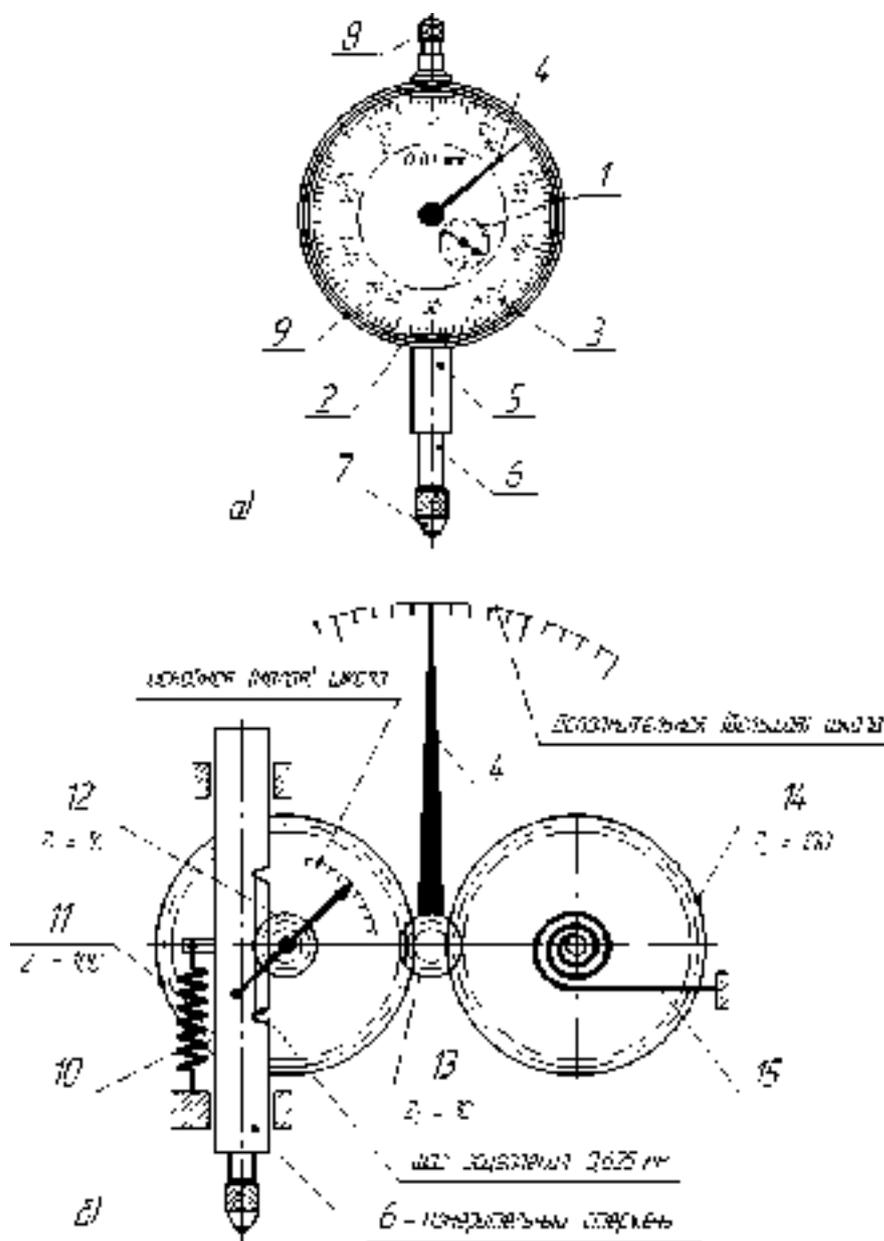
Для определения целых оборотов большой стрелки 4 имеется малая стрелка 2 со своим циферблатом (малой шкалой) 1.

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;

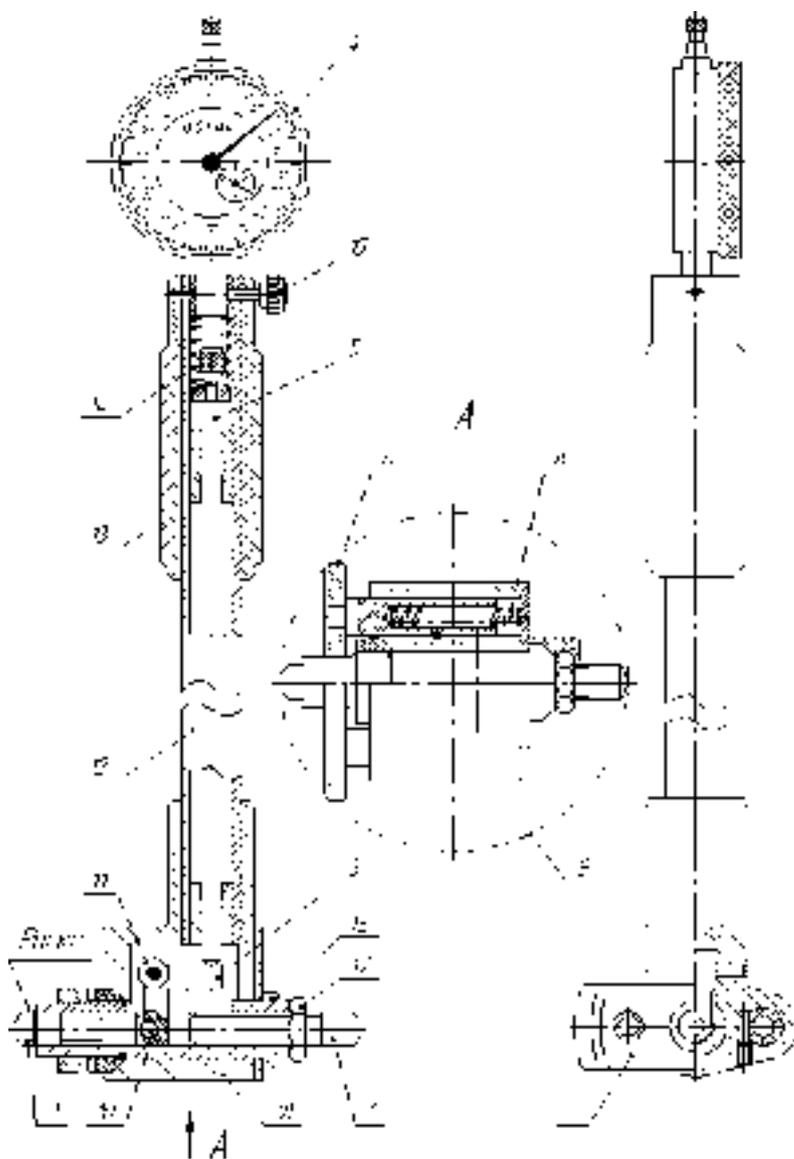
для размеров от 250 до 450 мм

НИ с прямой передачей выпускают двух типоразмеров:

для размеров от 450 до 750 мм;

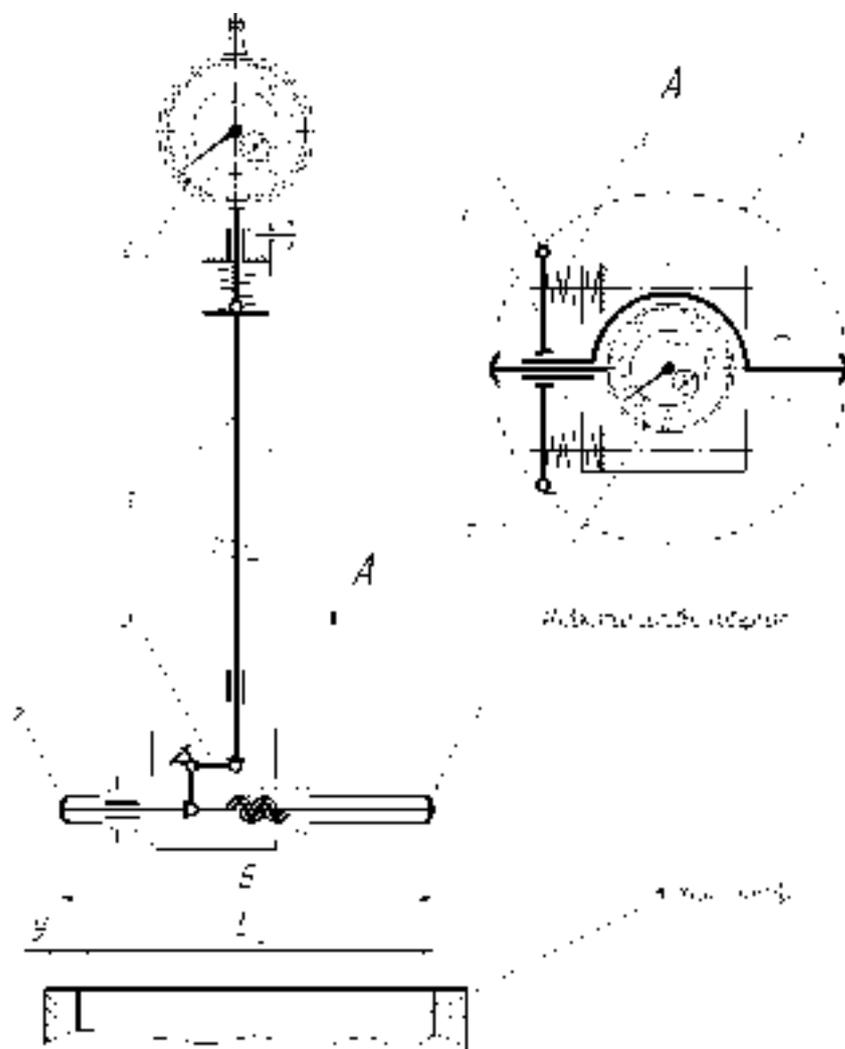
для размеров от 700 до 1000 мм;

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 L_u* , 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 у создают перемещением (закручиванием или выкручиванием по резьбе) неподвижного (сменного) стержня 1 (рисунок 4). При этом базовый размер B - расстояние между концом подвижного стержня 2 в свободном (без натяга) состоянии и концом неподвижного стержня 1, задается больше установочного размера L_u на величину предварительного натяга u . 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 L_u при настройке НИ могут применяться, как это показано на рисунке 5:

- а – Установочное аттестованное кольцо-калибр.
- б – Блок концевых мер с боковиками, закрепленными в струбине.
- в – Гладкий микрометр, закрепленный на стойке.

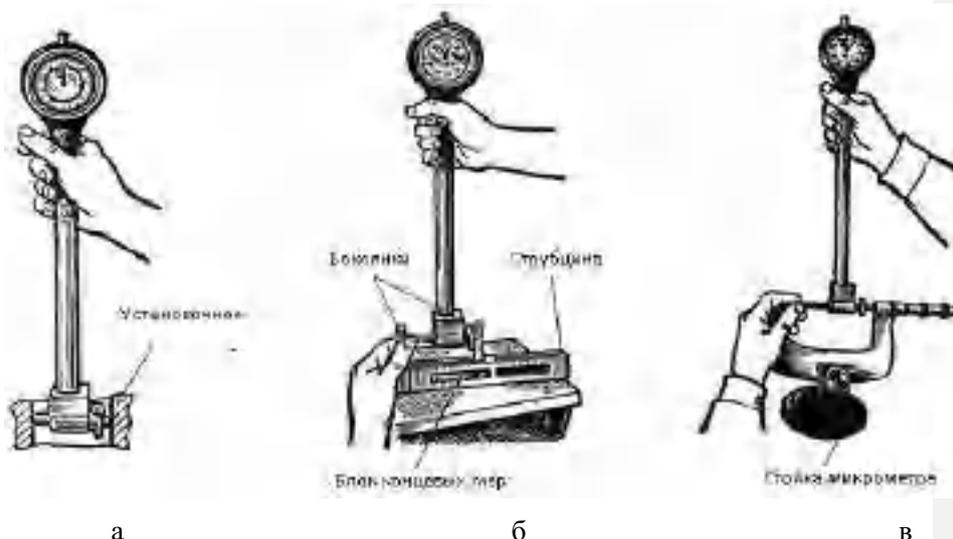


Рисунок 5 – Способы настройки индикаторного нутромера

Настройка НИ выполняется в следующем порядке:

1. Определяют необходимую величину установочного размера L_u , на который требуется настроить НИ. Часто за величину L_u принимают номинальный размер, если известно его значение.

2. Составляют блок концевых мер для требуемой величины установочного размера L_u 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 L_u (рисунок 5).

3. В зависимости от установочного размера L_u 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 B между торцами подвижного и неподвижного стержней был немного меньше L_u (рисунок 4).



Рисунок 6 Настройка на требуемый диапазон измерения

5. При $B < L_u$ 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 боковому штуцеру (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).

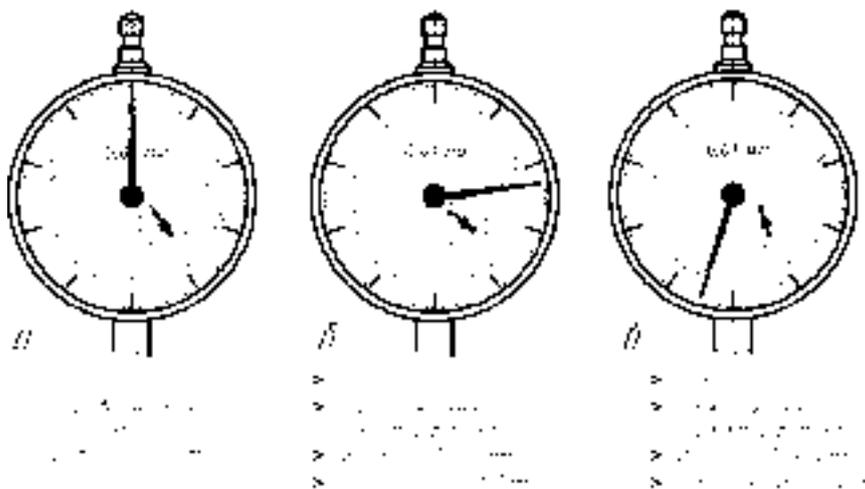


Рисунок 7 – Показания индикатора нутромера

В этом случае упрощаются последующие измерения и в НИ будет установлена требуемая величина натяга $1 \leq y \leq 2$ мм.

- НИ наклоняют в сторону центрирующего мостика и извлекают его из штуцеру (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 штуцеру 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.

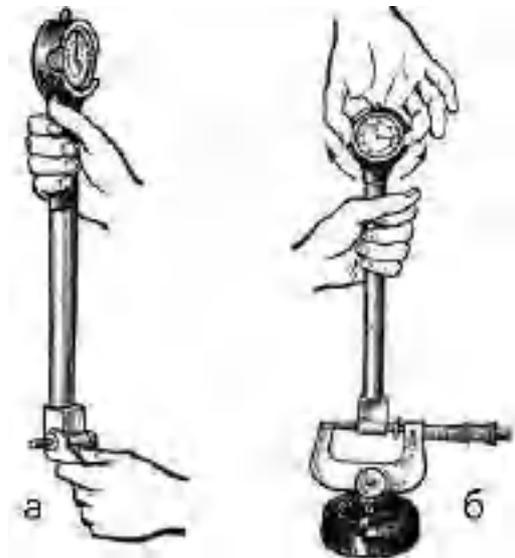


Рисунок 8 – Настройка сменного стержня

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.

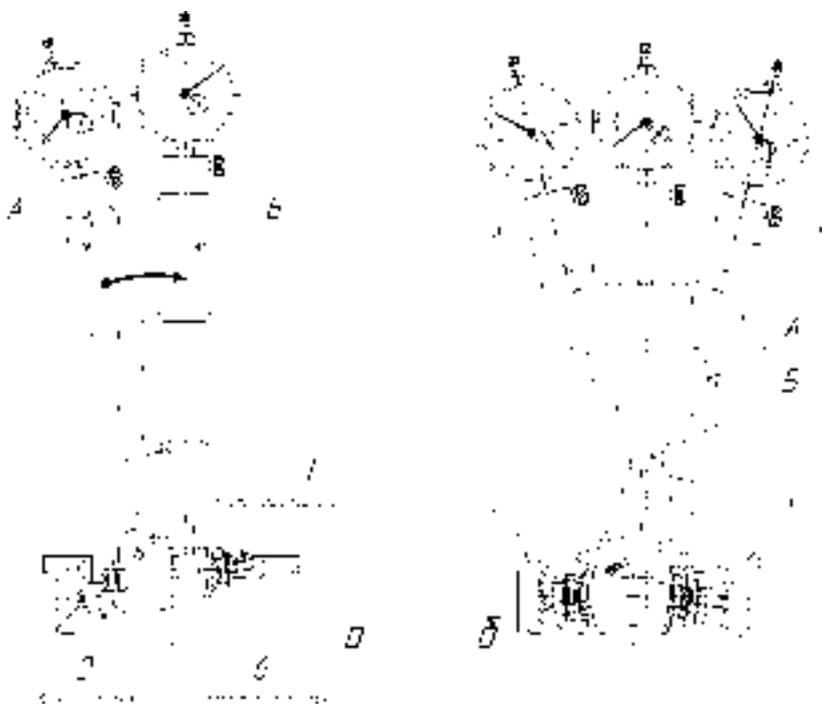


Рисунок 9 – Измерение отверстия индикаторным нутромером

3. При отсчете по индикатору искомого отклонения I действительного размера отверстия Dd от установочного размера L_y , 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 $Dd < L_y$. В этом случае (рисунок 7, б) *искомое отклонение I 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 $Dd > L_y$. Поэтому *искомое отклонение I отсчитывают по «красным» цифрам* большой шкалы индикатора и принимают со знаком «+» плюс (рисунок 7, в).
- *Значение искомого отклонения I 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 б 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 D_d диаметра отверстия, который будет равен

$$D_d = L_y \pm I, \quad (2)$$

где I – 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 $\varnothing D$, который определяют в результате его измерения штангенциркулем.

- В качестве установочного размера L_y принимают размер диаметра $\varnothing D$, округленного в большую сторону до целого числа миллиметров.

5. *Подготовить установочное приспособление для настройки НИ:*

- Составляют блок концевых мер для требуемой величины установочного размера L_y и закрепляют его в струбцине с боковиками.

- Или используют гладкий микрометр на стойке, установленный на размер L_y .

6. *Настроить НИ на размер L_y :*

- Подобрать сменный стержень, соответствующий размеру L_y , и вернуть 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 I записать в таблицу А.1.

8. *Выполнить обработку результатов измерения:*

- По формуле (2) определить для каждого сечения действительные размеры D_d .

- 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 L_u и как определяют его величину?

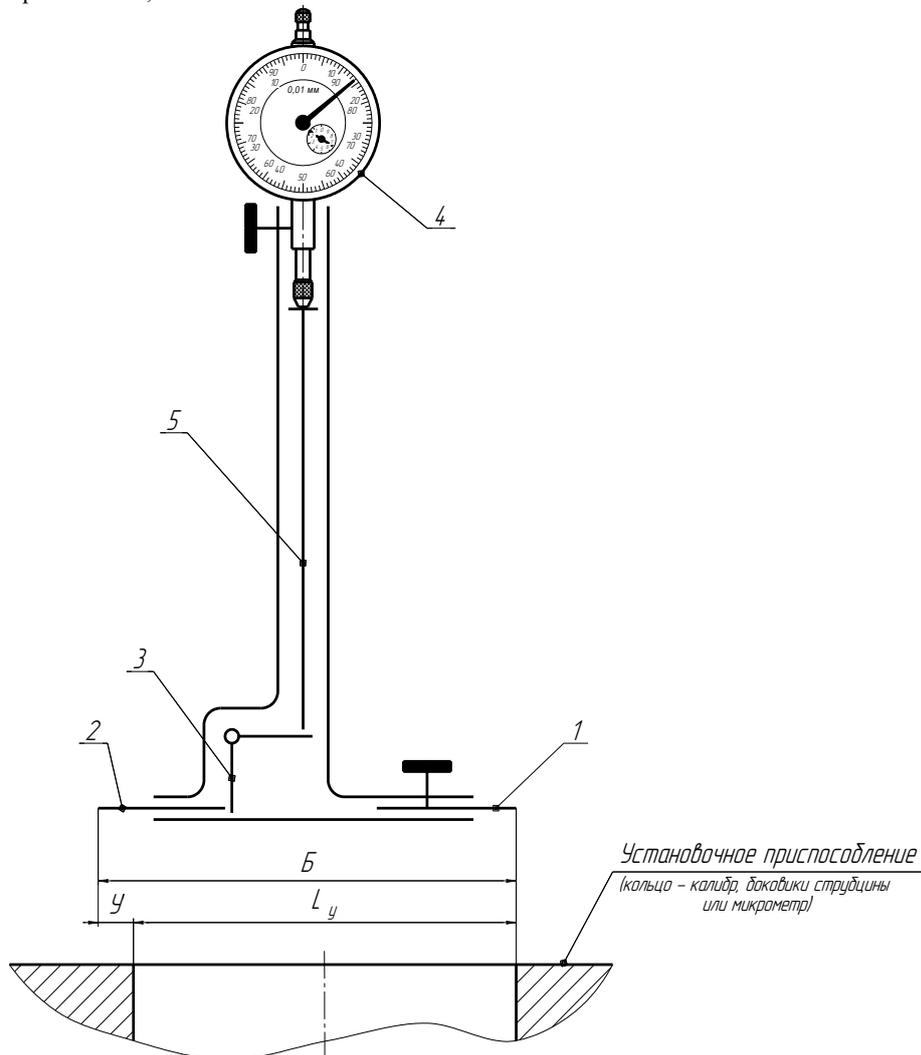
39. Поясните порядок настройки НИ.
40. Что может применяться при настройке НИ для воспроизведения установочного размера L_y ?
41. С помощью чего достигается требуемая величина натяга «у» при настройке НИ?
42. Что предопределяет минимально необходимую величину натяга «у»?
43. Поясните порядок измерения 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

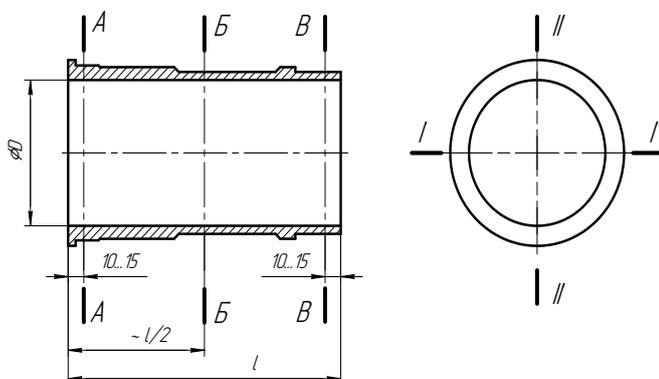
Задание – измерить отверстие гильзы двигателя внутреннего сгорания и дать заключение о годности детали исходя из условия, что отклонения формы поверхности не должны превышать 0,02мм.



1 – неподвижный (сменный) стержень; 2 – подвижный стержень; 3 – двуплечий рычаг; 4 – индикатор; 5 – шток;

Рисунок А.1 – Схема настройки индикаторного нутромера

Продолжение приложения А



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:

- ▶ $\varnothing D = 99,6\text{ мм}$ – измерения штангенциркулем ШЦ-1.
- ▶ Приняли установочный размер $L_y = 100,0\text{ мм}$.

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, I , мм	Действительный размер, D_d , мм	Отклонение по индикатору, I , мм	Действительный размер, D_d , мм	
A – A	-0,05	99,95	+0,45	100,45 (max)	0,25
B – Б	-0,23	99,77 (min)	+0,20	100,20	0,215
B – 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 седлообразность 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 B-B (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 B-B, 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 O 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 “ $2C$ ” относительно положения действительное шкалы на стеклянной пластине (2) окуляра (рис. 6). Это смещение лучей дает возможность видеть через окуляр отраженное изображение шкалы.

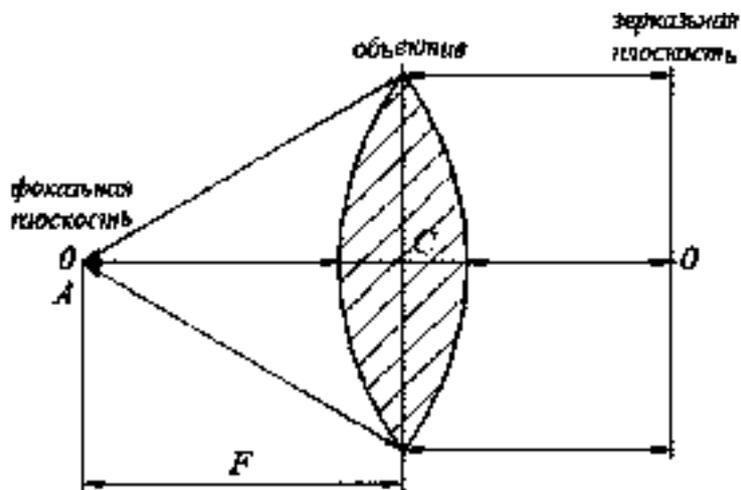


Рисунок 1 - Схема принципа автоколлимации

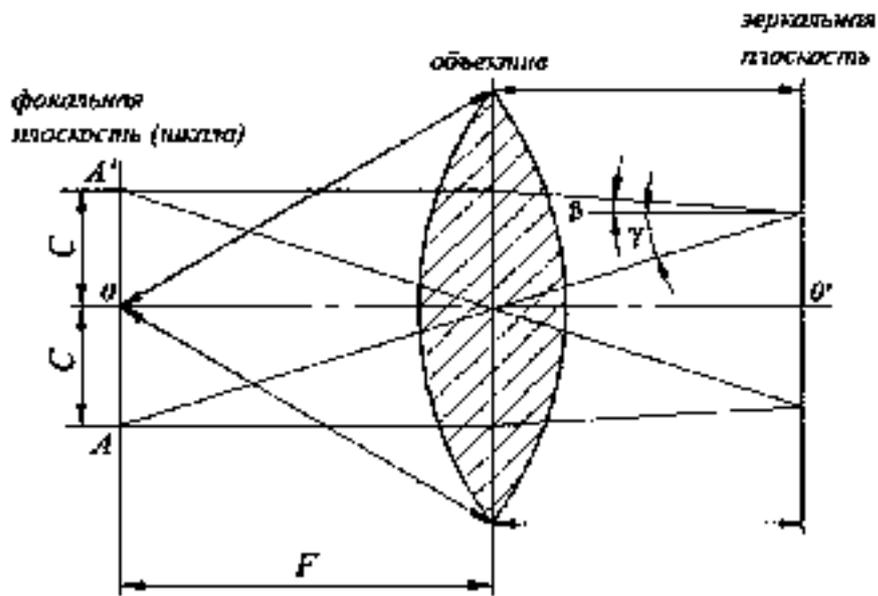


Рисунок 2 - Схема определения величины "2C"

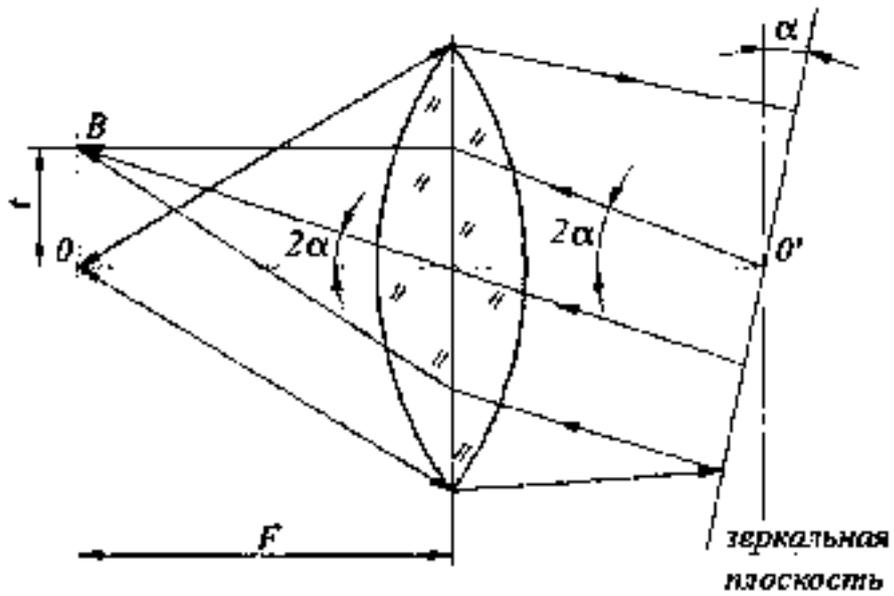


Рисунок 3 - Схема определения смещения шкалы приборов

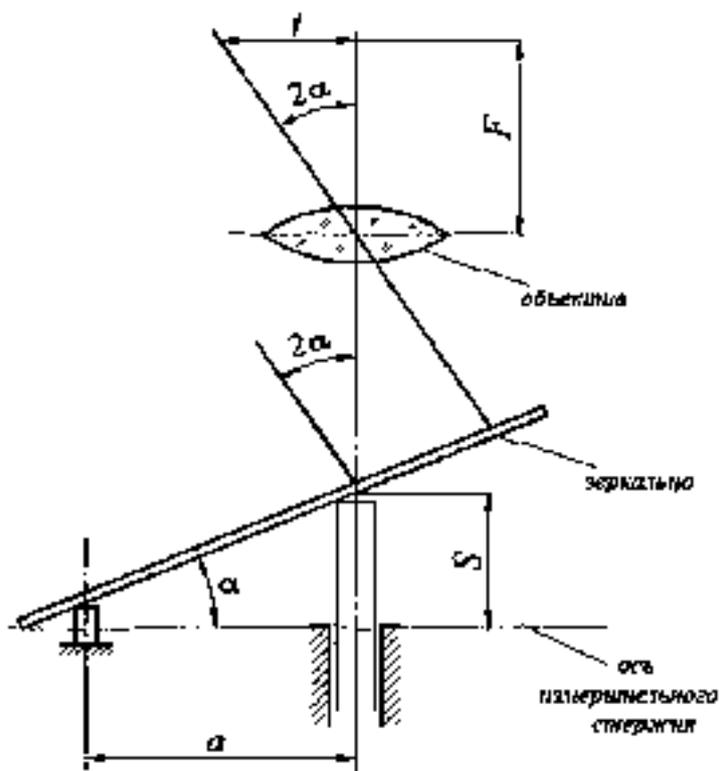


Рисунок 4 - Схема определения цены деления прибора

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 $t = F \cdot \operatorname{tg} 2\alpha$, 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 $S = a \cdot \operatorname{tg} 2\alpha$, 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:

$$K = \frac{t}{S} = \frac{F \cdot \operatorname{tg} 2\alpha}{a \cdot \operatorname{tg} \alpha}$$

Так как наибольший угол отклонения зеркала оптиметра незначительно превышает 1° , то вследствие малости углов можно принять:

$$\operatorname{tg} 2\alpha \approx 2\alpha \quad \text{и} \quad \operatorname{tg} \alpha \approx \alpha$$

У оптиметра $F=200 \text{ мм}$, $a=5 \text{ мм}$, 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.

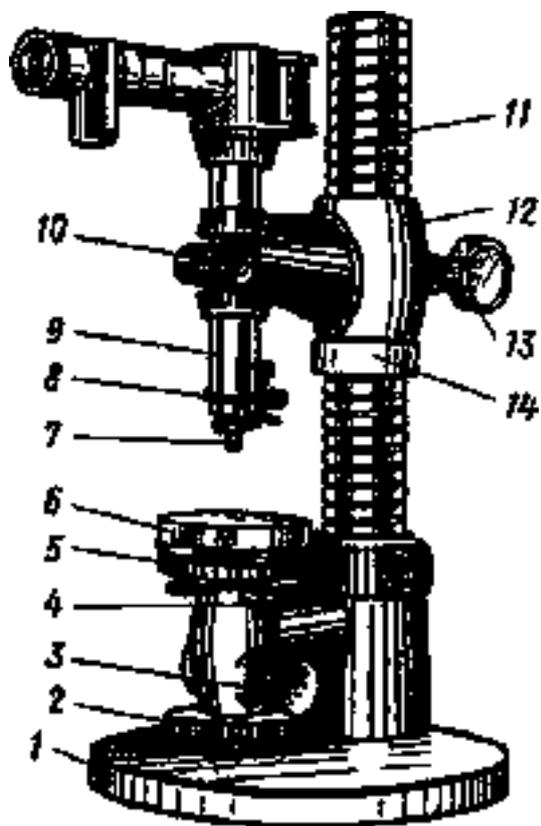
В приборе применена шкала с интервалом деления, равным $0,08 \text{ мм}$. Видимое в окуляре расстояние между соседними штрихами равно $0,08 \cdot 12 = 0,96 \text{ мм}$. Следовательно, полное передаточное отношение оптиметра равно $80 \cdot 12 = 960$, а цена деления прибора:

$$\bar{i} = \frac{0,96}{960} = 0,001 \text{ мм}$$

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	$\pm 0,1 \text{ мм}$
Предел измерения по прибору	0 – 180 мм
Предельная погрешность показаний	0,0003 мм
Измерительное усилие	2 м (200 г)
Допустимые отклонения измерительного усилия	$\pm 0,2 \text{ м}$ ($\pm 20 \text{ г}$)



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.

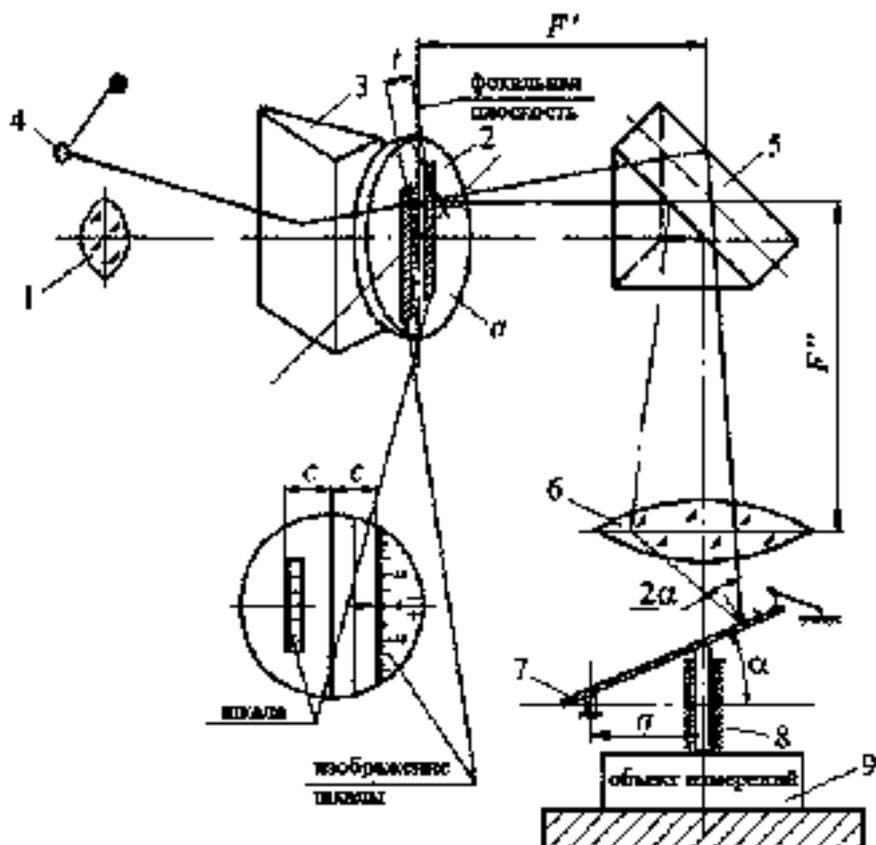


Рисунок 6 - Схема оптиметра

Свет от внешнего источника направляется шарнирно закрепленным зеркалом (4) через призму (3) на смещенную относительно оси прозрачную полосу 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 $H7$ (рис. 7) на вертикальном оптиметре оказалось, что его проходная сторона $ПП$ 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 $28HE$ 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 $28H7$ (7 квалитет точности), которое будет контролироваться рабочим калибром-пробкой $28ПП$ и $28HE$, 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).

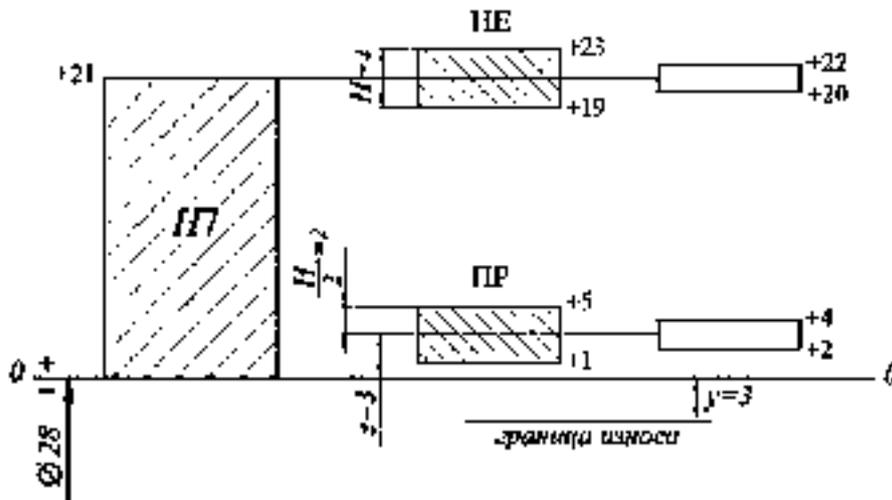


Рисунок 8 – Построение полей допусков на калибры, контролируемое ими отверстие и полей рассеяния действительных размеров калибров

Для определения исполнительных размеров калибра-пробки воспользуемся формулами, указанными в таблице 1 ГОСТ 24853:

для контроля отверстия проходная сторона нового калибра равна:

$$d_{\text{ПР}_{\text{max}}} = D_{\text{min}} + Z + \frac{H}{2} = 28,0 + 0,003 + \frac{0,004}{2} = 28,005 \text{ мм}$$

$$d_{\text{ПР}_{\text{min}}} = D_{\text{min}} + Z - \frac{H}{2} = 28,0 + 0,003 - \frac{0,004}{2} = 28,001 \text{ мм}$$

Проходная сторона калибра с учётом износа равна:

$$d_{\text{ПР}_{\text{min}}} = D_{\text{min}} - y = 28,0 - 0,003 = 27,997 \text{ мм}$$

Непроходная сторона калибра равна:

$$d_{\text{НЕ}_{\text{max}}} = D_{\text{max}} + \frac{H}{2} = 28,021 + \frac{0,004}{2} = 28,023 \text{ мм}$$

$$d_{\text{НЕ}_{\text{min}}} = D_{\text{max}} - \frac{H}{2} = 28,021 - \frac{0,004}{2} = 28,019 \text{ мм}$$

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 $0,6 H = 2,4$ 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 производится 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, сдвинуть 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 до 50	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 (Dd) и (dd) [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 (D_{max}) [5].

Наименьший предельный размер: наименьший допустимый размер элемента (D_{min}) [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 ($T \Delta$) [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:

$$d_{max} = 40,009 \text{ мм}$$

$$d_{min} = 39,984 \text{ мм}$$

При измерении в партии оказались штифты с размерами:

$$d_1 = 40,12 \text{ мм}$$

$$d_2 = 39,976 \text{ мм}$$

Требуется: определить годность этих двух штифтов.

Решение

Детали признаются годными, если их действительные размеры d_δ вписываются в установленные границы поля допуска:

$$T_d = d_{max} - d_{min}$$

откуда вытекает **условие годности размера:**

$$d_{min} \leq d_\delta \leq d_{max}$$

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

$$\varnothing 20_{-0,041}^{-0,020}$$

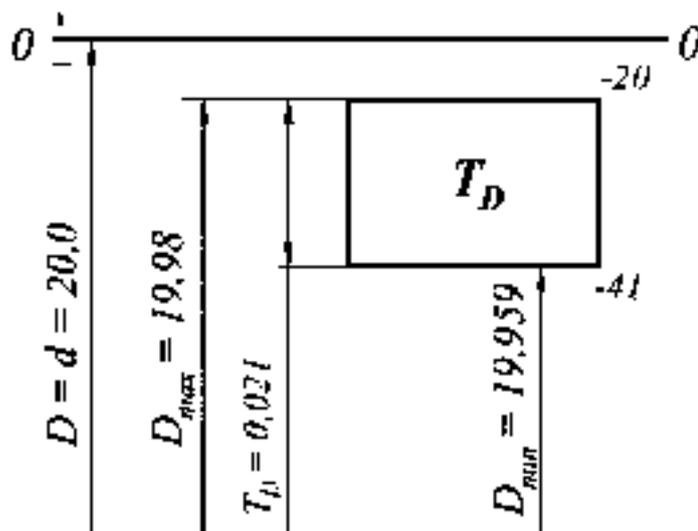
Требуется: определить предельные отклонения, допуск на изготовление, предельные размеры, построить схему расположения поля допуска и указать на ней все размерные параметры детали.

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:



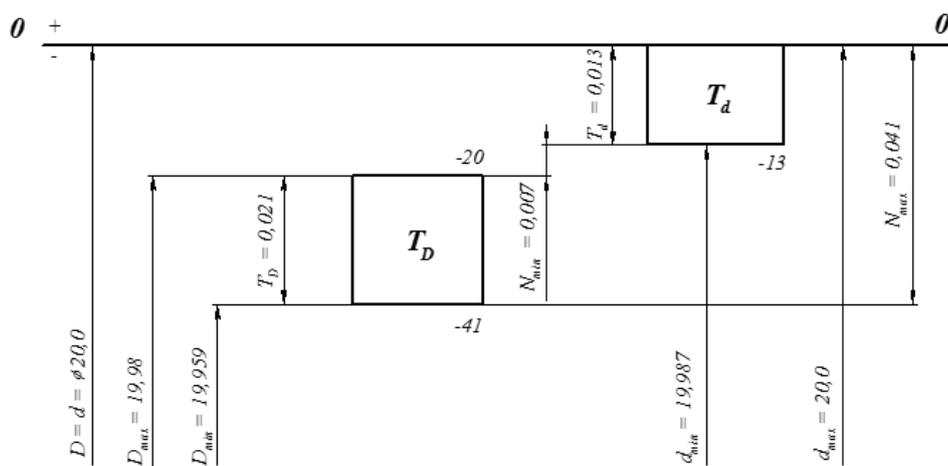
Задача №3:

Дано: Отверстие корпуса коробки передач соединяется со штифтом установочным и на чертеже обозначено $\text{Ø } 20 \begin{matrix} -0,020 \\ -0,041 \\ -0,013 \end{matrix}$.

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:

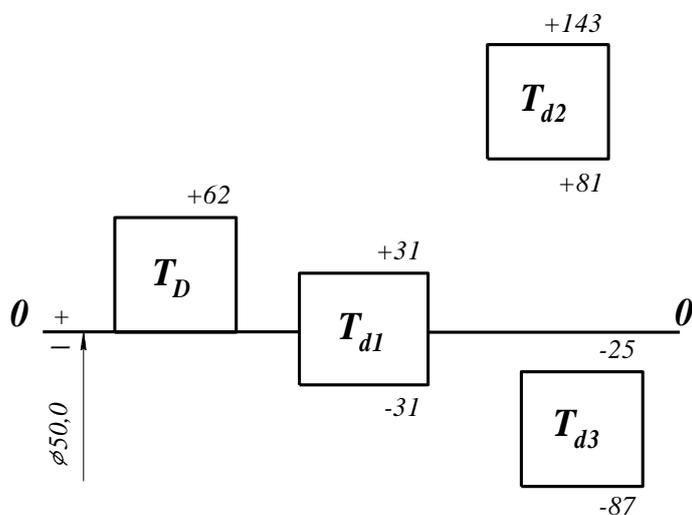
1. $S_{min} = EI - es = -41 - 0 = -41$ мкм $< 0 \rightarrow (-N_{max})$

$$2. S_{max} = ES - ei = -20 - (-13) = -7 \text{ мкм} < 0 \rightarrow (-N_{min})$$

$$3. T_{\Delta} = N_{max} - N_{min} = T_D + T_d = 21 + 13 = 34 \text{ мкм}$$

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	+62	+31	+143	-25
$EI (ei)$ мкм	0	-31	+81	-87
$T_D (T_d)$ мкм	62	62	62	62
$D_{max} (d_{max})$ мм	50,062	50,031	50,143	49,975
$D_{min} (d_{min})$ мм	50,0	49,969	50,081	49,913
$S_{min} = EI - es$ ($-N_{max}$) мкм	-	-31 ($-N_{max}$)	-143 ($-N_{max}$)	25
$S_{max} = ES - ei$ ($-N_{min}$) мкм	-	93	-19 ($-N_{min}$)	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 $D_p=78^{+0,120}$.

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:

$$S_{\min} = S_{p \min} \quad \text{и} \quad S_{\max} = S_{p \max}$$

Или аналогичное можно записать через предельные отклонения:

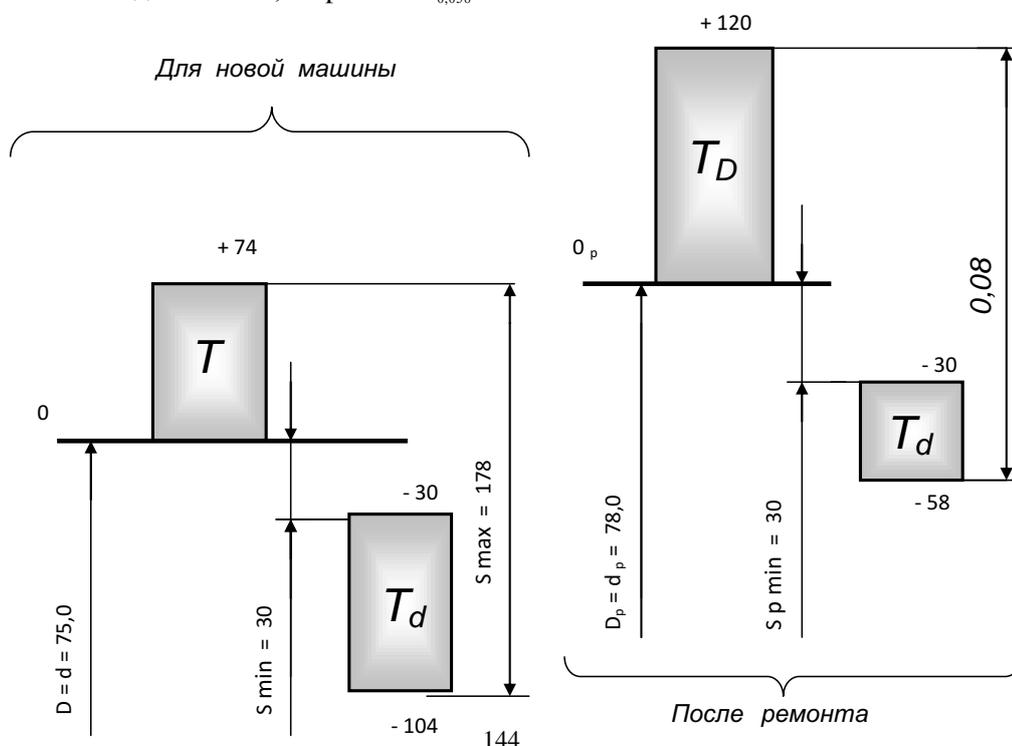
$$EI - es = EI_p - es_p \quad \text{и} \quad ES - ei = ES_p - ei_p$$

Откуда можно определить:

$$es_p = EI_p - EI + es = 0 - 0 + (-0,03) = -0,03 \text{ мм} = -30 \text{ мкм}$$

$$ei_p = ES_p - ES + ei = 0,120 - 0,074 + (-0,104) = -0,058 \text{ мм} = -58 \text{ мкм}$$

Следовательно, $d_p = 78^{+0,120}_{-0,058}$



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 независимый 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: $\varnothing 6 \begin{smallmatrix} -0,012 \\ -0,044 \end{smallmatrix}$, $\varnothing 125 \begin{smallmatrix} +0,171 \\ +0,108 \end{smallmatrix}$ и

$\varnothing 10 \begin{smallmatrix} +0,015 \\ \end{smallmatrix}$, $\varnothing 55 \begin{smallmatrix} -0,032 \\ -0,078 \end{smallmatrix}$

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 качества.

$i = 0,45 \sqrt[3]{D_{CP}} + 0,001 D_{CP}$ - единица допуска, мкм

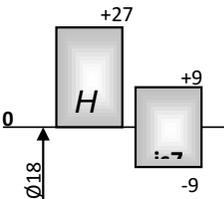
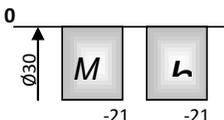
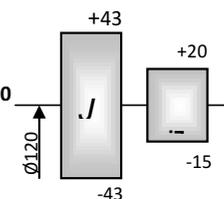
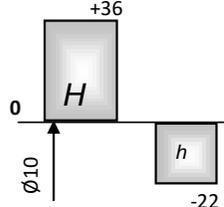
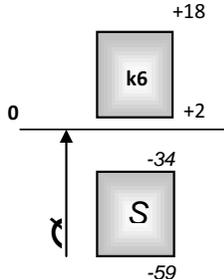
Результаты решения сведем в таблицу

Определяемые параметры	1-ая пара деталей		2-ая пара деталей	
	$\varnothing 6 \begin{smallmatrix} -0,012 \\ -0,044 \end{smallmatrix}$	$\varnothing 125 \begin{smallmatrix} +0,171 \\ +0,108 \end{smallmatrix}$	$\varnothing 10 \begin{smallmatrix} +0,015 \end{smallmatrix}$	$\varnothing 55 \begin{smallmatrix} -0,032 \\ -0,078 \end{smallmatrix}$
$T = ES - EI$ (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		$\varnothing 125 \begin{smallmatrix} +0,171 \\ +0,108 \end{smallmatrix}$	$\varnothing 10 \begin{smallmatrix} +0,015 \end{smallmatrix}$	

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	$\varnothing 18 \frac{H8}{is7}$	$\varnothing 30 \frac{M7}{h7}$	$\varnothing 120 \frac{Js9}{i7}$	$\varnothing 10 \frac{H9}{h8}$	$\varnothing 50 \frac{S7}{k6}$
1. IT_D мкм	27	21	86 (округлили)	36	25
2. ES мкм	$EI + IT = +27$	$-8 + \Delta = -8 + 8 = 0$	$+IT/2 = +43$	$EI + IT = +36$	$-43 + \Delta = -43 + 9 = -34$
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	$\varnothing 18 \frac{H8}{js7}$	$\varnothing 30 \frac{M7}{h7}$	$\varnothing 120 \frac{Js9}{j7}$	$\varnothing 10 \frac{H9}{h8}$	$\varnothing 50 \frac{S7}{k6}$
12. $S_{min} (-N_{max})$ мкм 13. $S_{max} (-N_{min})$ мкм 14. T_{Δ} 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	$\varnothing 80 \begin{matrix} \pm 0,060 \\ -0,074 \end{matrix}$		$\varnothing 65 \begin{matrix} +0,214 \\ +0,140 \\ +0,087 \\ +0,041 \end{matrix}$		$\varnothing 100 \begin{matrix} -0,038 \\ -0,073 \\ -0,220 \\ -0,274 \end{matrix}$	
	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	J_s	h	C	r	R	b
6. Обозначение размера	$80 J_s 10$	$80 h 9$	$65 C 9$	$65 r 8$	$100 R 7$	$100 b 8$
7. Обозначение посадки	$\varnothing 80 \frac{J_s 10}{h 9}$		$\varnothing 65 \frac{C 9}{r 8}$		$\varnothing 100 \frac{R 7}{b 8}$	
8. Характер посадки	Переходная посадка		С зазором		С зазором	

Задача № 9

Дано: $D = d = \varnothing 65$ мм; $T_D = T_d$;

$S_{max} = 152$ мкм; $S_{min} = 60$ мкм;

Система посадки - « h »

Требуется: Подобрать по таблицам ЕСДП ближайшую посадку и записать её обозначение

Решение:

1. Допуск посадки $T_s = S_{max} - S_{min} = 152 - 60 = 92$ мкм = $T_D + T_d$

Откуда $T_D = T_d = \frac{1}{2} T_s = 46$ мкм.

2. По таблицам ЕСДП определяем для $\varnothing 65$ 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 S_{max} и S_{min} :

$$S_{min} = EI - es, \text{ откуда } EI = S_{min} + es = 60 + 0 = +60 \text{ мкм;}$$

$$S_{max} = ES - ei, \text{ откуда } ES = S_{max} + ei = 152 + (-46) = +106 \text{ мкм.}$$

5. Из двух отклонений $-EI$ и ES определяем основное отклонение:

$$EI = \boxed{+60}.$$

6. По таблицам ЕСДП определяем для $\varnothing 65$ обозначение основного отклонения, значение которого максимально приближено к $EI = \boxed{+60}$.

Этому соответствует обозначение: E , следовательно, можно записать обозначение найденной посадки:

$$\varnothing 65 \frac{E8}{h8} \left(\begin{array}{c} +0.106 \\ +0.060 \\ -0.046 \end{array} \right)$$

Задача № 10

Пример выполнения второго задания

Дано: $\varnothing 120,0$; $N p \max = 360$ 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_{Δ} - 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 $\varnothing 120,0$ $i = 2,2$ [1, с.282],

$$\text{тогда } a_{\Delta} = 110 / 2,2 = 50$$

2. Определение качества 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 IT_9 для отверстия и IT_6 для вала

Вариант а) следует признать *предпочтительным*, т.к. здесь вал и отверстие выполняются по одному среднему – 8-му качеству.

В варианте б) соединение образуется грубо обработанным (по 9-му качеству) отверстием и точно выполненным (по 6-му качеству) валом, т.е. точность изготовления отверстия и вала отличаются на 3 качества, что не рекомендуется ЕСДП.

Поэтому выбираем вариант а), когда отверстие и вал будут изготовлены по 8-му качеству.

3. Определение полей допусков и предельных отклонений деталей, образующих соединение.

Для $\varnothing 120$ по данным [1, с.323 или 2, с.43] определяем:

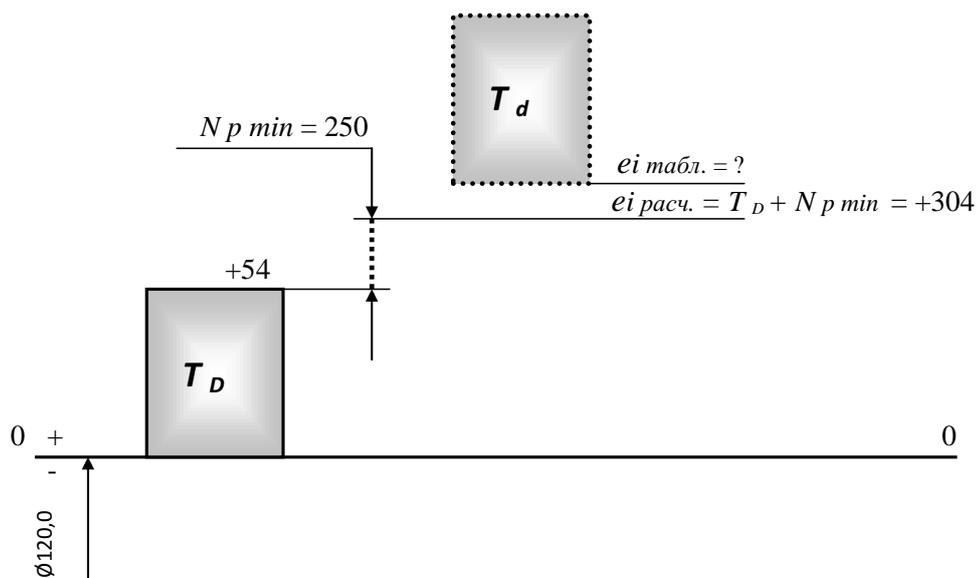
$$IT8 = T_D = T_d = 54 \text{ мкм.}$$

По условию задачи задана система посадки «Н», 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

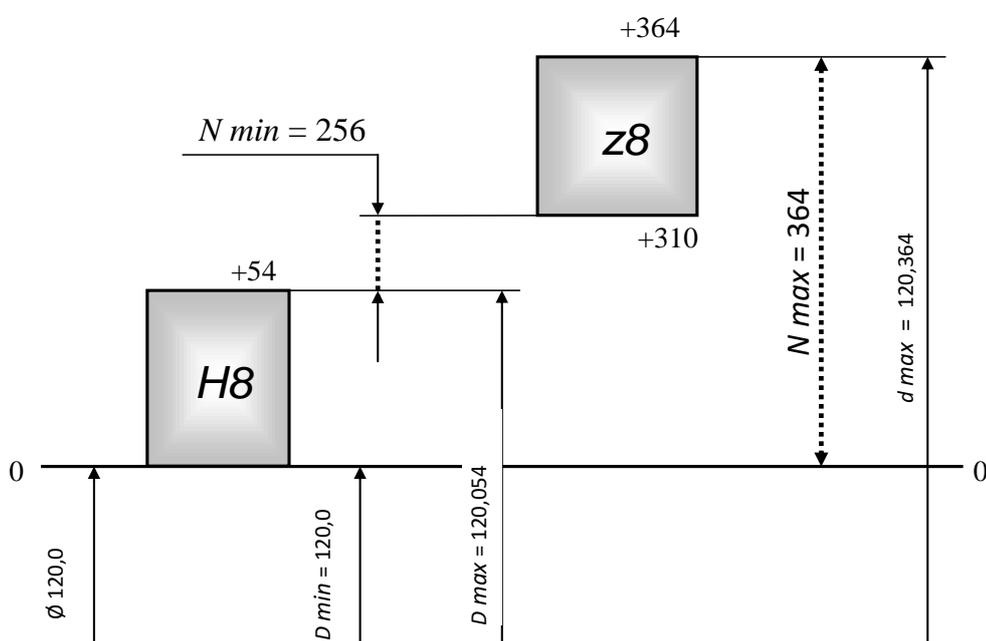


По таблицам ЕСДП [2, с.48] находим, что для $\varnothing 120,0$ и $e_i \text{ расч.} = +304$ мкм максимально приближено основное отклонение «z», для которого

$$e_i \text{ табл.} = +310 \text{ мкм.}$$

В результате получаем стандартное соединение $\varnothing 120 \frac{H8}{z8} \left(\begin{matrix} +0,054 \\ +0,364 \\ +0,310 \end{matrix} \right)$

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, %
$N p \text{ max} = 360$	$N \text{ max} = 364$	$ N p \text{ max} - N \text{ max} $ 4	1,1%
$N p \text{ min} = 250$	$N \text{ min} = 256$	$ N p \text{ min} - N \text{ min} $ 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 $\varnothing 55 \frac{H8}{h7} \left(\begin{matrix} +0,014 \\ -0,032 \\ -0,030 \end{matrix} \right)$. 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:

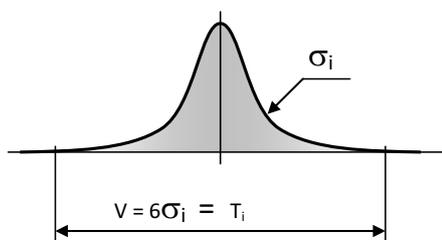
- $S_{max} = ES - ei = 14 - (-30) = 44$ мкм
- $S_{min} = EI - es = -32 - 0 = -32$ (-Nmax)
- $S_{cp} = \frac{S_{max} + S_{min}}{2} = \frac{44 + (-32)}{2} = 6$ мкм

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

- $\sigma_d = \frac{T_d}{6} = \frac{30}{6} = 5 \text{ мкм}$

- $\sigma_\Delta = \sqrt{(\sigma_b^2 + \sigma_d^2)} = \sqrt{(7,7^2 + 5^2)} = 9,2 \text{ мкм}$

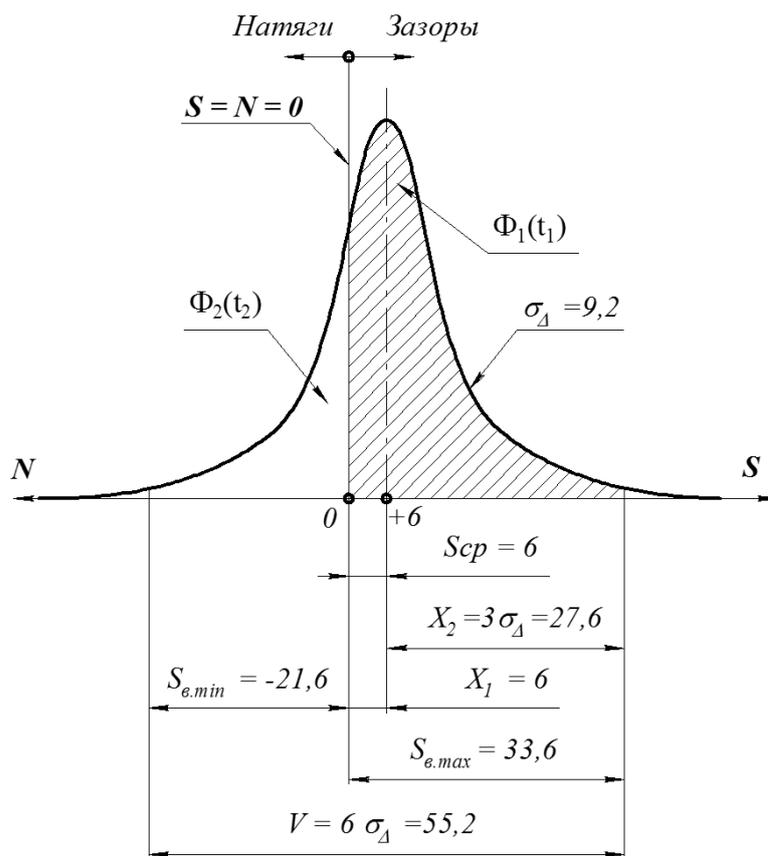
4. Определяем вероятные предельные зазоры

$$S_{v.max} = S_{cp.} + 3\sigma_\Delta = 6 + 3 \cdot 9,2 = 33,6 \text{ мкм}$$

$$S_{v.min} = S_{cp.} - 3\sigma_\Delta = 6 - 3 \cdot 9,2 = -21,6 \text{ мкм} \quad (-N_{v.max})$$

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.

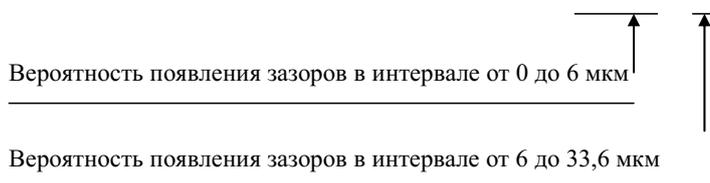


6. Чтобы определить вероятность появления зазоров в посадке, сначала вычислим значения коэффициентов риска $t_i = |X_i| / \sigma_\Delta$ для $X_1 = 6$ и $X_2 = 3\sigma_\Delta = 27,6$:

$$t_1 = \frac{X_1}{\sigma_\Delta} = \frac{6}{9,2} = 0,65 \quad \text{и} \quad t_2 = \frac{X_2}{\sigma_\Delta} = \frac{27,6}{9,2} = 3,0$$

7. Определим вероятность появления зазоров в посадке, используя значения нормированной функции Лапласа $\Phi(t)$ [1, Приложение 1, с.322].

$$\text{Тогда } P_s = \Phi_1(t_1 = 0,65) + \Phi_2(t_2 = 3,0) = 0,2422 + 0,5 = 0,7422 \text{ или } 74,22 \%$$



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 $\varnothing 18 \frac{H8}{m7} \left(\begin{matrix} +0,027 \\ +0,025 \\ +0,007 \end{matrix} \right)$. Производство деталей массовое,

технологический процесс изготовления деталей устойчивый, налаженный.

Решение

1. Определяем теоретические предельные и средний зазоры в соединении:

- $S_{max} = ES - ei = 27 - 7 = 20$ мкм
- $S_{min} = EI - es = 0 - 25 = -25$ (-Nmax)
- $S_{cp} = \frac{S_{max} + S_{min}}{2} = \frac{20 - 25}{2} = -2,5$ 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

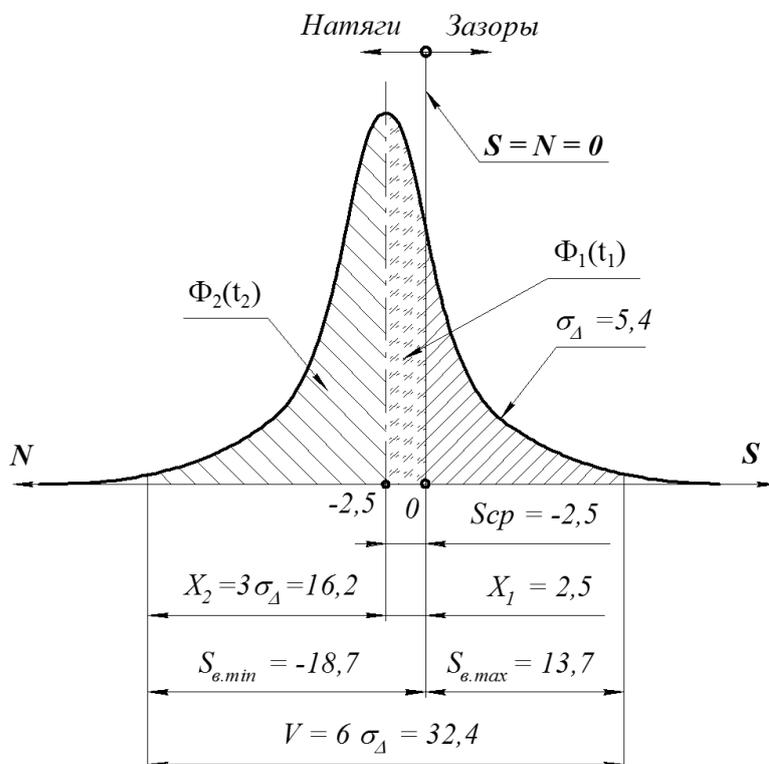
- $\sigma_d = \frac{T_d}{6} = \frac{18}{6} = 3 \text{ мкм}$
- $\sigma_\Delta = \sqrt{(\sigma_b^2 + \sigma_d^2)} = \sqrt{(4,5^2 + 3^2)} = 5,4 \text{ мкм}$

3. Определяем вероятные предельные зазоры

$$S_{в.маx} = S_{ср.} + 3\sigma_\Delta = -2,5 + 3 \cdot 5,4 = 13,7 \text{ мкм}$$

$$S_{в.миn} = S_{ср.} - 3\sigma_\Delta = -2,5 - 3 \cdot 5,4 = -18,7 \text{ мкм} \quad (-N_{в.маx})$$

4. Построим кривую нормального распределения зазоров и натягов для рассматриваемого соединения.



5. Вычисляем значения коэффициентов риска для $X_1 = 2,5$ и $X_2 = 16,2$:

$$t_1 = \frac{|X_1|}{\sigma_\Delta} = \frac{2,5}{5,4} = 0,463 \quad \text{и} \quad t_2 = \frac{X_2}{\sigma_\Delta} = \frac{16,2}{5,4} = 3,0$$

6. Определим вероятность появления зазоров и натягов в соединении, используя значения нормированной функции Лапласа $\Phi(t)$ [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 $\varnothing 55 e7 \begin{pmatrix} -0,060 \\ -0,090 \end{pmatrix}$, 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
- $d_{\text{ср}} = \frac{d_{\min} + d_{\max}}{2} = \frac{54,91 + 54,94}{2} = 54,925$ мм

2. Полагая, что действительные размеры деталей рассеиваются по нормальному закону распределения, определим его параметры:

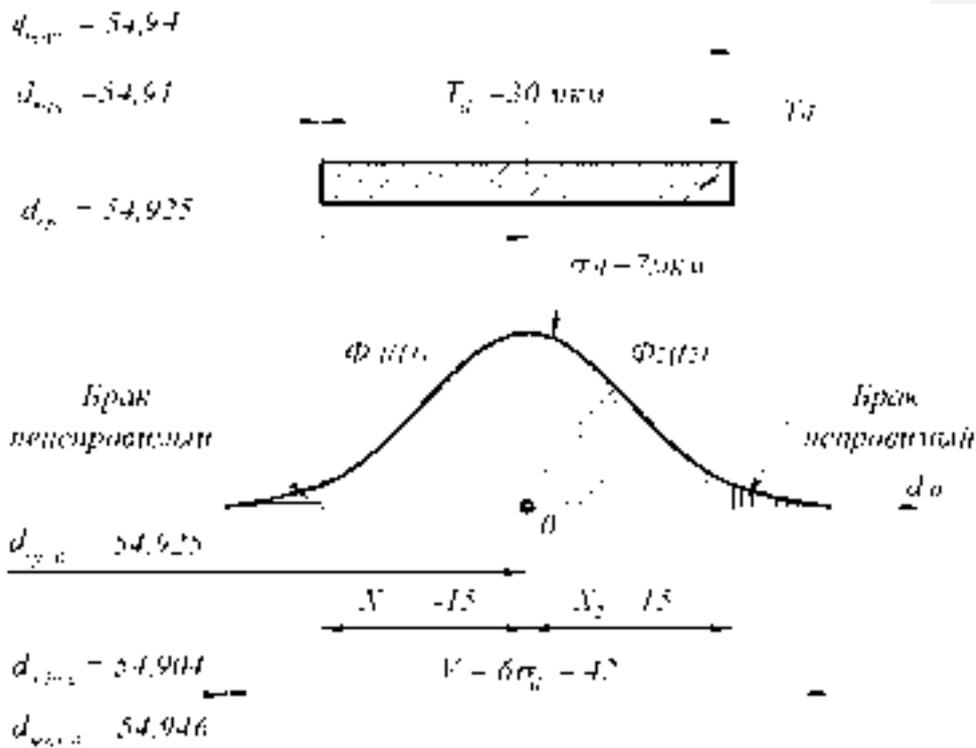
$V = 42$ мкм $>$ $Td = 30$ мкм, следовательно, при изготовлении партии деталей *возможен брак*, когда действительные размеры валов выйдут за установленные границы допуска.

Учитывая, что $V = 6\sigma$, определим среднее квадратическое отклонение поля рассеивания размеров деталей $\sigma = \frac{V}{6} = \frac{42}{6} = 7$ мкм.

По условию задачи: $d_{\text{ср}} = d_{\text{ср. действ.}}$, тогда:

- $d_{\min. \text{ действ.}} = d_{\text{ср. действ.}} - 3\sigma = 54,925 - 3 * 0,007 = 54,904$ мм
- $d_{\max. \text{ действ.}} = d_{\text{ср. действ.}} + 3\sigma = 54,925 + 3 * 0,007 = 54,946$ 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 $t_1 = t_2$:

$$P_{\text{годн.}} = [\Phi_1(t_1) + \Phi_2(t_2)] * 100 \% = 2 * 0,4772 * 100 = 95,4 \%$$

6. Вероятность брака составит:

$$P_{\text{брака}} = 100 - 95,4 = 4,6 \%, \text{ в том числе:}$$

- брак исправимый $\frac{1}{2} P_{\text{брака}} = 2,3 \%$
- брак неисправимый $\frac{1}{2} P_{\text{брака}} = 2,3 \%$

Задача 2: Определить процент вероятного брака при изготовлении партии валов с размером по чертежу $\varnothing 55 e7 \left(\begin{smallmatrix} -0,060 \\ -0,090 \end{smallmatrix} \right)$, если поле рассеивания

действительных размеров $V = 42$ мкм и оно сместилось относительно середины поля допуска на $+3$ мкм, т.е. $\alpha = +3$ мкм.

Решение:

1. Определяем заданные размерные параметры детали:

- $d = 55$ мм
- $T_d = e_s - e_i = -60 - (90) = 30$ мкм
- $d_{\min} = d + e_i = 55 - 0,09 = 54,91$ мм
- $d_{\max} = d + e_s = 55 + (-0,06) = 54,94$ мм
- $d_{\text{cp}} = \frac{d_{\min} + d_{\max}}{2} = \frac{54,91 + 54,94}{2} = 54,925$ мм

Полагая, что действительные размеры деталей рассеиваются по нормальному закону распределения, определим его параметры:

$V = 42$ мкм $>$ $T_d = 30$ мкм, следовательно, при изготовлении партии деталей *возможен брак*, когда действительные размеры валов выйдут за установленные границы допуска.

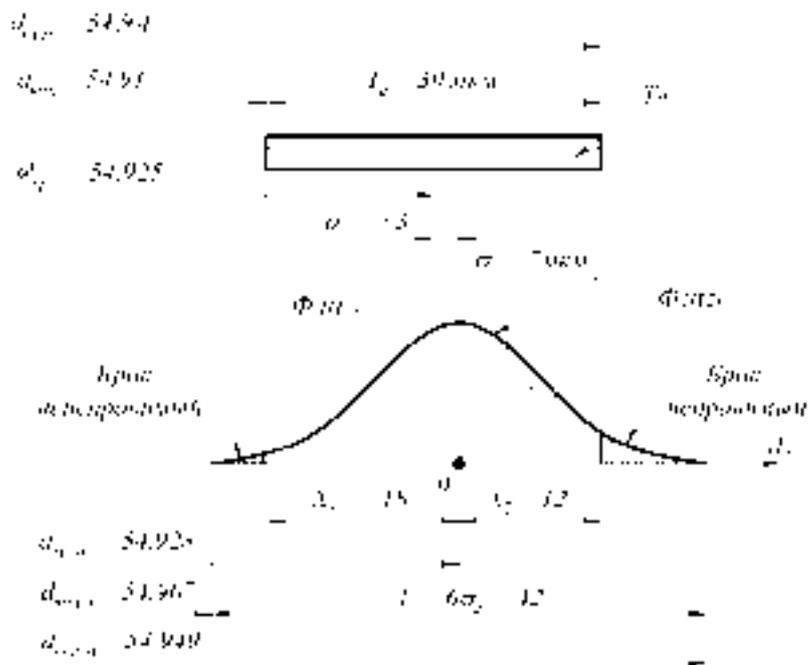
Учитывая, что $V = 6\sigma$, определим среднее квадратическое отклонение поля рассеивания размеров деталей $\sigma = \frac{V}{6} = \frac{42}{6} = 7$ мкм.

По условию задачи *поле рассеивания действительных размеров V сместилось относительно середины поля допуска на $+3$ мкм, т.е. $\alpha = +3$ мкм.*

Следовательно, $d_{\text{cp. действ.}} = d_{\text{cp}} + \alpha = 54,925 + 3 = 54,928$ мм, тогда:

- $d_{\min. \text{ действ.}} = d_{\text{cp. действ.}} - 3\sigma = 54,928 - 3 * 0,007 = 54,907$ мм
- $d_{\max. \text{ действ.}} = d_{\text{cp. действ.}} + 3\sigma = 54,928 + 3 * 0,007 = 54,949$ мм

2. Построим схему расположения заданного поля допуска и кривую нормального распределения действительных размеров валов.



7. Определяем коэффициенты риска для $X_1 = -18$ и $X_2 = +12$:

$$t_1 = \frac{|X_1|}{\sigma_d} = \frac{18}{7} = 2,6 \quad \text{и} \quad t_2 = \frac{|X_2|}{\sigma_d} = \frac{12}{7} \approx 1,7$$

8. Определяем процент годных деталей, используя значения нормированной функции Лапласа для t_1 и t_2 :

$$P_{\text{годн.}} = [\Phi_1(t_1) + \Phi_2(t_2)] * 100 \% = [0,4953 + 0,4554] * 100 = 95 \%$$

9. Вероятность брака составит:

$$P_{\text{брака}} = 100 - P_{\text{годн}} = 100 - 95 = 5 \%, \quad \text{в том числе:}$$

- 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. $\Delta \lim_{\text{УСИ}}$ – предельная погрешность УСИ [1, с.346; 3, с.44-46]

При выборе УСИ необходимо соблюдать условие:

$$\Delta \lim_{\text{УСИ}} \leq \delta$$

ПРИМЕР: Обоснованно выбрать УСИ вала $\varnothing 50 \text{ h9 } \left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,062 \end{smallmatrix} \right)$

1. Определяем допускаемую погрешность измерения.

Для $d = 50 \text{ мм}$ и $IT9 = 62 \text{ мкм}$ находим $\delta = 16 \text{ мкм}$ [3, с.42]

2. Определяем возможные УСИ, которые удовлетворяют условию

$$\Delta \lim_{\text{УСИ}} \leq \delta$$

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 $\Delta \lim_{\text{УСИ}} = 5 \text{ мкм}$;

- Микрометр рычажный типа МР 25-50 с ценой деления 0,01 мм, у которого $\Delta \lim_{\text{УСИ}} = 6 \text{ мкм}$;

- Скоба рычажная с ценой деления 0,005 мм, у которой

$\Delta \lim_{\text{УСИ}} = 5 \text{ мкм}$;

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	$\Delta \lim_{\text{УСИ}}$	Достоинства
$\varnothing 50h9$ ($-0,062$)	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.

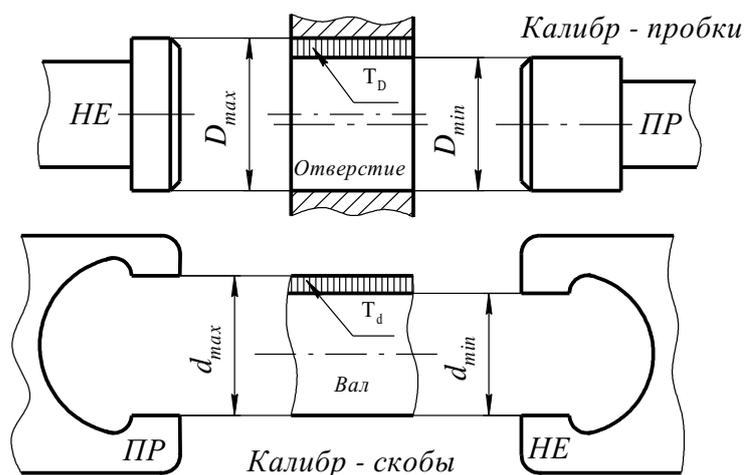


Рис. 1 Схема контроля деталей гладкими предельными калибрами.

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:

- $P - PP$ рабочий проходной
- $P - NE$ 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:

- $П - PP$ приемный проходной
- $П - NE$ 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:

- $K - PP$ проверяют $P - PP$
 - $K - NE$ проверяют $P - NE$
- } $K - PP$ и $K - NE$ должны проходить через годный калибр, в противном случае контролируемая скоба изымается из эксплуатации

• $K - И$ проверяют износ проходной скобы: через годную скобу он проходить не должен. Если $K - И$ 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 $\varnothing 40 \frac{H7}{k6} \left(\begin{array}{c} +0,025 \\ +0,018 \\ +0,002 \end{array} \right)$.

Принятые обозначения и особенности схем на рис. 2 и 3:

1. Н – допуск на изготовление калибр – пробок;
2. Н₁ – допуск на изготовление калибр – скоб;

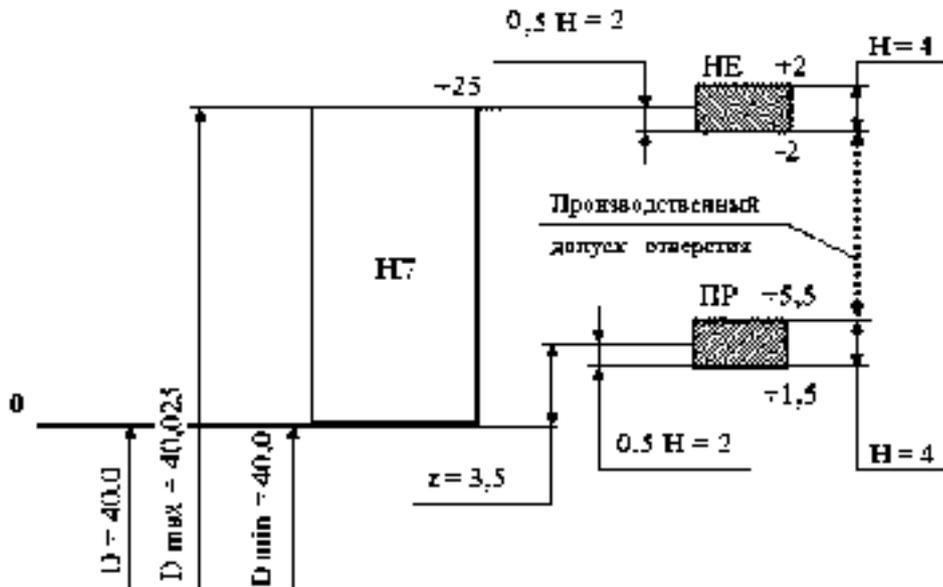


Рис. 2 Схема расположения полей допусков на изготовление калибра - пробки для контроля отверстия $\varnothing 40 H7^{(+0,025)}$

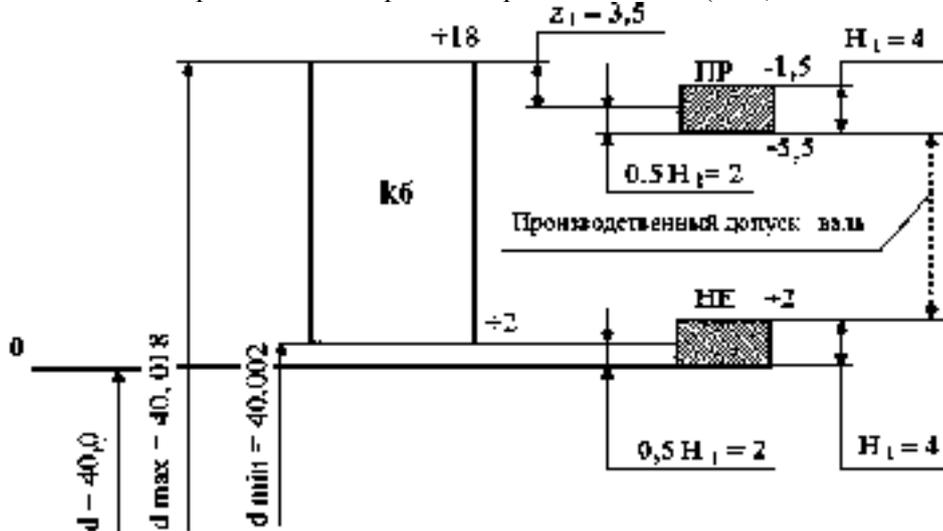


Рис. 3 Схема расположения полей допусков на изготовление калибра - скобы для контроля вала $\varnothing 40 k6^{(+0,018)}$

3. Отклонения калибров отсчитывают от соответствующих

предельных размеров контролируемого изделия, выступающих в роли номинальных размеров калибров. Например, номинальные размеры:

• для калибра – пробки: $ПР \equiv D_{\min}$ и $НЕ \equiv D_{\max}$;

• для калибра – скобы: $ПР \equiv d_{\max}$ и $НЕ \equiv d_{\min}$.

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	$(D \text{ min} + Z + \frac{H}{2})_{-H}$
	НЕ	D max	$(D \text{ max} + \frac{H}{2})_{-H}$
Скоба	ПР	d max	$(d \text{ max} - Z_1 - \frac{H_1}{2})^{+H_1}$
	НЕ	d min	$(d \text{ min} - \frac{H_1}{2})^{+H_1}$

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 качества точности контролируемой детали по

следующей таблице.

Квалитет точности детали	Отверстий		
	6 и 7	8...10 кроме Н10	11, 12 и Н10
	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 $\varnothing 40 \frac{H7}{k6} \left(\begin{array}{c} +0,025 \\ -0,018 \\ +0,002 \end{array} \right)$.

Решение:

1. Определяем предельные размеры контролируемых деталей – отверстия и вала:

$$D_{\min} = D + EI = 40 + 0 = 40,0 \text{ мм}$$

$$D_{\max} = D + ES = 40 + 0,025 = 40,025 \text{ мм}$$

$$d_{\min} = d + ei = 40 + 0,002 = 40,002 \text{ мм}$$

$$d_{\max} = d + es = 40 + 0,018 = 40,018 \text{ мм}$$

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:

$$d_{\text{ПР}_{\text{max}}} = D_{\text{min}} + Z + \frac{H}{2} = 40,0 + 0,0035 + \frac{0,004}{2} = 40,0055 \text{ мм}$$

Исполнительный размер на чертеже пробки ПР: $40,0055_{-0,004}$

Непроходная сторона НЕ:

$$d_{\text{НЕ}_{\text{max}}} = D_{\text{max}} + \frac{H}{2} = 40,025 + \frac{0,004}{2} = 40,027 \text{ мм}$$

Исполнительный размер на чертеже пробки НЕ: $40,027_{-0,004}$

5. Определяем исполнительные размеры калибра-скобы:

Проходная сторона ПР:

$$D_{\text{ПР}_{\text{min}}} = d_{\text{max}} - Z_1 - \frac{H_1}{2} = 40,018 - 0,0035 - \frac{0,004}{2} = 40,0125 \text{ мм}$$

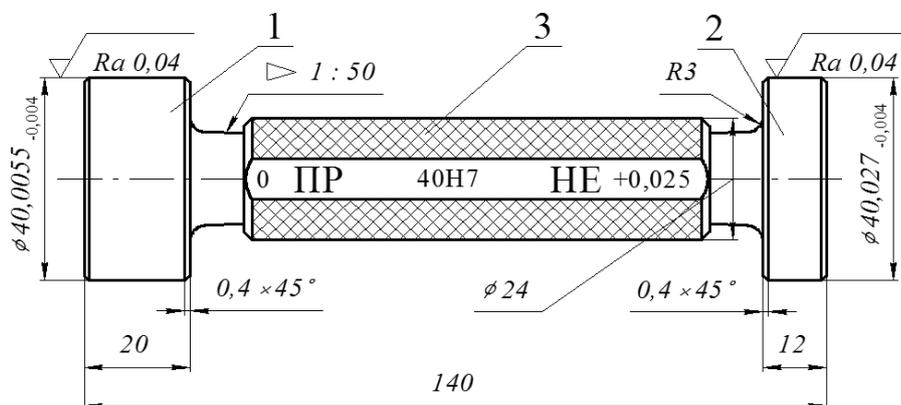
Исполнительный размер на чертеже ПР: $40,0125^{+0,004}$

Непроходная сторона НЕ:

$$D_{\text{НЕ}_{\text{min}}} = d_{\text{min}} - \frac{H_1}{2} = 40,002 - \frac{0,004}{2} = 40,000 \text{ мм}$$

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 X 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 износостойчивое 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.

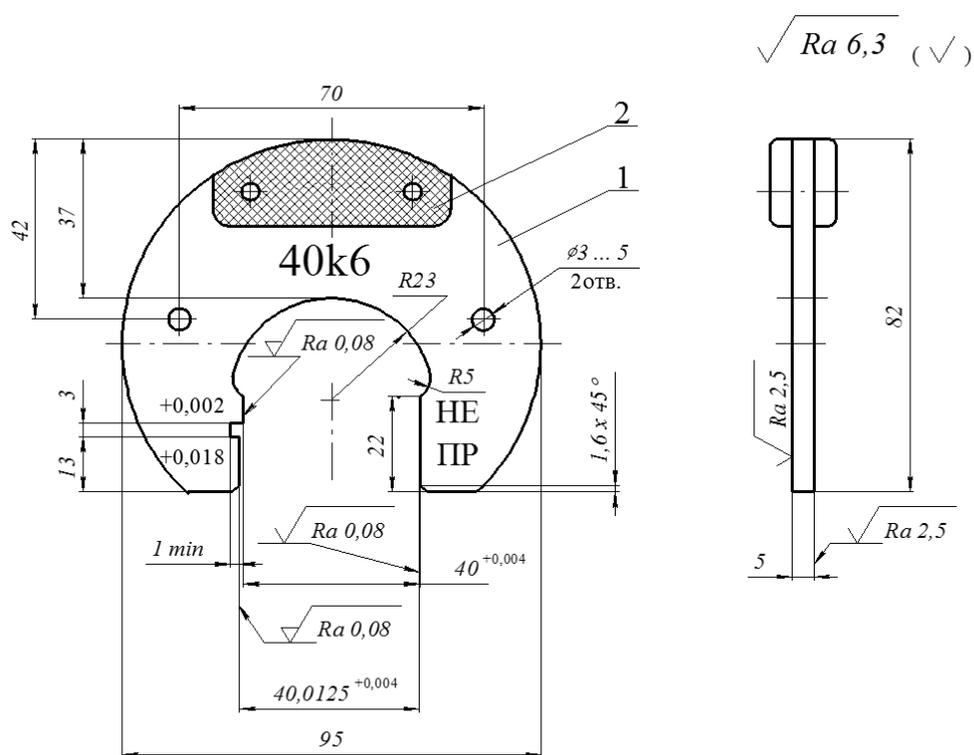
4. Не рабочие поверхности металлических деталей должны иметь покрытие Хим. Окс. прм. или Хим. Фос. прм. ГОСТ 9.073-77.

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 $\pm IT 14/2$.

Рис.4 Пример выполнения чертежа калибра – пробки для контроля гладкого отверстия $\varnothing 40H7^{(+0,025)}$



1 – Корпус; 2 – Ручка – накладка ГОСТ 18369.

1. Корпус калибра – скобы должен изготавливаться 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. Рабочие поверхности металлических деталей должны иметь покрытие Хим. Окс. прм. или Хим. Фос. прм. ГОСТ 9.073-77.

5. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий – Н14, валов – h14, остальных $\pm IT 14 / 2$.

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 / см²).

Рис.5 Пример выполнения чертежа калибра – скобы для контроля

гладкого вала $\varnothing 40k6 \begin{pmatrix} +0,018 \\ +0,002 \end{pmatrix}$

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 Δ 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 A_i 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

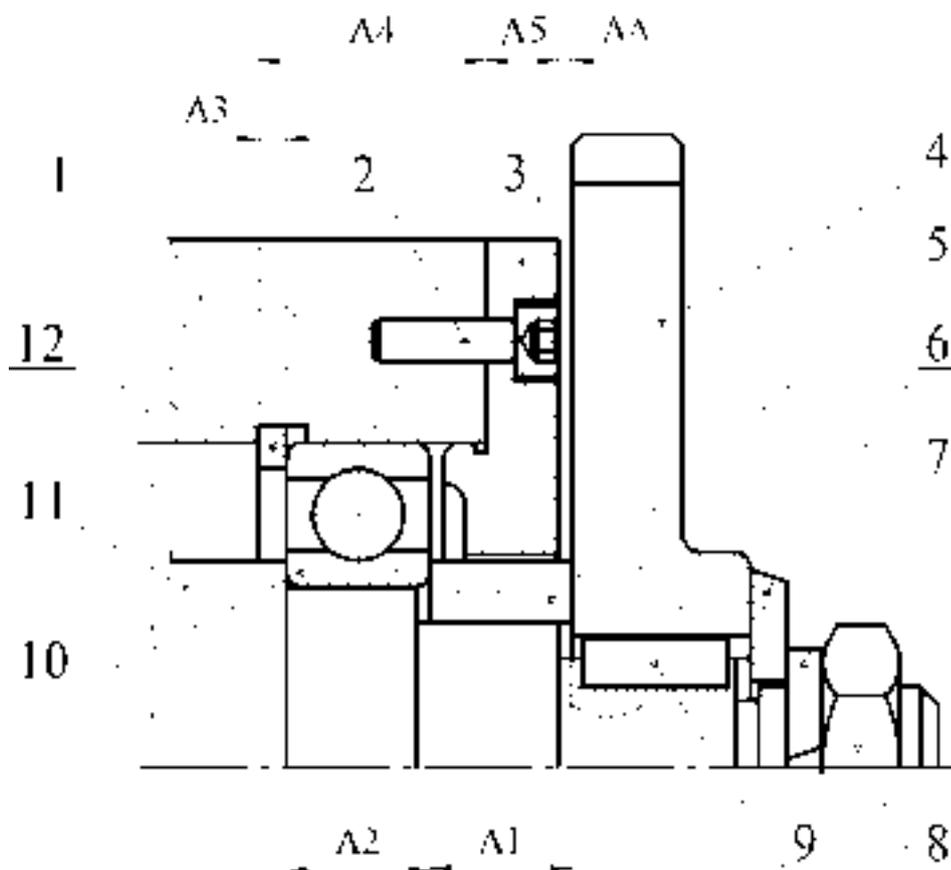
Весьма широко распространён во всех типах производства, начиная от единичного и кончая массовым. Обычно метод применяют для РЦ, которые имеют сравнительно большой допуск на Δ и небольшое число A_i .

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 Δ .



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_{Δ} (в дальнейшем все заданные параметры будем записывать в квадратных скобках):

$$[A_{\Delta}] = 2 \text{ мм}$$

$$[A_{\Delta \max}] = 2,4 \text{ мм}$$

$$[A_{\Delta \min}] = 1,6 \text{ мм}$$

$$[T_{A_{\Delta}}] = 0,8 \text{ мм}$$

$$[E_s A_{\Delta}] = +0,4 \text{ мм}$$

$$[E_i A_{\Delta}] = -0,4 \text{ мм}$$

$$[E_c A_{\Delta}] = 0$$

2. По сборочному чертежу выявляем размеры деталей, влияющие на величину зазора A_{Δ} :

A_1 – длина втулки

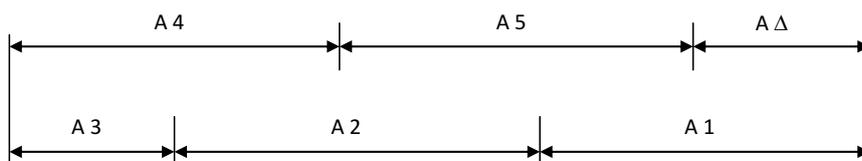
A_2 – ширина подшипника, $A_2 = 20_{-0,2}$ (размер по стандарту)

A_3 – толщина стопорного кольца

A_4 – размер корпуса от торца до канавки под стопорное кольцо

A_5 – толщина крышки

3. Составляем схему РЦ



Увеличивающие звенья: A_1, A_2, A_3

Уменьшающие звенья: A_4, A_5

По мере решения задачи результаты заносим в сводную таблицу «Результаты расчёта РЦ « A ».

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].

$$A1 = 18 \text{ мм}$$

$$A2 = 20_{-0.2} \text{ (ширина подшипника)}$$

$$A3 = 4 \text{ мм}$$

$$A4 = 30 \text{ мм}$$

$$A5 = 10 \text{ мм}$$

5. Составляем основное уравнение РЦ в номиналах и проверяем найденные значения A_i

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^n A_i = A1 + A2 + A3 - A4 - A5 = 18 + 20 + 4 - 30 - 10 = 2 = [A_{\Delta}]$$

Следовательно, номинальные размеры A_i 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 A_i , используя данные [3, с.17]:

$$i_1 = 1,21 \text{ мкм}$$

$$i_3 = 0,83 \text{ мкм}$$

$$i_4 = 1,44 \text{ мкм}$$

$$i_5 = 1,00 \text{ мкм (Найденные значения также заносим в таблицу)}$$

7. Определяем среднее число единиц допуска (средний коэффициент точности), полагая, что размеры всех A_i выполнены по одному качеству за исключением звена $A2$ (ширина подшипника), точность которого известна – $20_{-0.2}$

$$a_c = \frac{[T \Delta] - \sum_{i=1}^{n-q} T A_i \text{ изв}}{\sum_{i=1}^{n-q} i A_i \text{ опр}} = \frac{800 - 200}{1,21 + 0,83 + 1,44 + 1,0} = 134$$

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 A_i , учитывая что $a_c = 134$.

По данным [3, с.17] находим, что для IT11 $a_{\text{станд.}} = 100$ и для IT12 $a_{\text{станд.}} = 160$, 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
$a_{\text{стандартн.}}$	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 $\sum_{i=1}^n T A_i \leq [T \Delta]$

Чтобы не заниматься подбором допусков $T A_i$ 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 $a_{\text{станд.}} < a_c$, то корректирующим выбирают «более сложное звено» (в технологическом отношении) и если $a_{\text{станд.}} > a_c$, то технологически более простое.

В нашем примере назначим для всех A_i 12-й квалитет точности, т.е. $a_{станд.} = 160 > a_s = 134$ и поэтому **в качестве корректирующего звена выбираем** технологически более простое звено **A_1** .

9. Назначаем допуски размеров A_i для 12-ого квалитета точности, исключая корректирующее звено A_1 .

По данным [3, с.18] находим

$A_2 = 20_{-0,2}$ (ширина подшипника)

$A_3 = 4$ мм

$TA_3 = 0,12$

$A_4 = 30$ мм

$TA_4 = 0,21$

12 квалитет

точности

$A_5 = 10$ мм

$TA_5 = 0,15$

10. Определяем допуск корректирующего звена A_1 , используя основное уравнение РЦ в допусках.

$$TA_1 \text{ кор.} = [T A \Delta] - \sum_{i=1}^{n-1} TA_i = 0,8 - 0,2 - 0,12 - 0,21 - 0,15 = 0,12$$

мм

Таким образом, для звена $A_1 = 18$ мм получили допуск $TA_1 = 0,12$ мм, что соответствует примерно 11-му квалитету точности.

11. Назначаем на все составляющие звенья A_i (кроме корректирующего звена A_1) предельные отклонения «*в тело детали*», руководствуясь следующими рекомендациями.

а) Для **размеров охватывающих** (отверстия) отклонения назначают как для основного отверстия «**H**», т.е. $E_i A_i = 0$.

б) Для **размеров охватываемых** (вал) отклонения назначают как для основного вала «**h**», т.е. $Es A_i = 0$.

в) Для таких размеров, как глубина отверстия, ширина уступа, межцентровое расстояние, отклонения назначают симметричными $\pm IT/2$.

Учитывая изложенное, в нашем примере будем иметь

A_1 - кор. звено

$A_2 = 20_{-0,2}$ - размер подшипника

$A_3 = 4$ мм, $TA_3 = 0,12$ мм - *размер охватываемый*, поэтому:

$$E_s A_3 = 0; \quad E_i A_3 = -0,12 \quad \text{или} \quad A_3 = 4 \mathbf{h12} (.,_{0,12})$$

$A_4 = 30$ мм, $TA_4 = 0,21$ мм - *размер не основной*, поэтому:

$$E_s A_4 = + 0,105; \quad E_i A_4 = -0,105 \quad \text{или} \quad A_4 = 30 \mathbf{Js12} (\pm$$

0,105)

$A_5 = 10$ мм, $TA_5 = 0,15$ мм - *размер охватываемый*, поэтому:

$$E_s A_5 = 0; \quad E_i A_5 = -0,15 \quad \text{или} \quad A_5 = 10 \mathbf{h12} (.,_{0,15})$$

12. Определяем предельные отклонения корректирующего звена A_1 , которое *является увеличивающим*.

$$E_s A_1 \text{ кор} = \sum_{\text{ум}} E_i A_i + [E_s A \Delta] - \sum_{\text{ув}} E_s A_i =$$

$$= (E_i A_4 + E_i A_5) + [E_s A \Delta] - (E_s A_2 + E_s A_3) =$$

$$= (-0,105) + (-0,15) + 0,4 - (0 + 0) = +0,145 \text{ мм}$$

$$E_i A_1 \text{ кор} = \sum_{\text{ум}} E_s A_i + [E_i A \Delta] - \sum_{\text{ув}} E_i A_i =$$

$$= (E_s A_4 + E_s A_5) + [E_i A \Delta] - (E_i A_2 + E_i A_3) =$$

$$= (+0,105 + 0) + (-0,4) - (-0,2 - 0,12) = +0,025 \text{ мм}$$

Таким образом, получим $A_1 \text{ кор.} = 18 \begin{matrix} +0,145 \\ +0,025 \end{matrix}$

Если корректирующее звено является *уменьшающим*, то

$$E_s A \text{ кор} = \sum_{\text{ум}} E_i A_i - [E_i A \Delta] - \sum_{\text{ув}} E_s A_i$$

$$E_i A \text{ кор} = \sum_{\text{ум}} E_s A_i - [E_s A \Delta] - \sum_{\text{ув}} E_i A_i$$

13. Выполним проверку правильности назначения допусков A_i

$$T_{A\Delta} = \sum_{i=1}^n T_{Ai} = T_{A1} + T_{A2} + \dots + T_{A5} = 0,12 + 0,2 + 0,12 + 0,21 + 0,15 = 0,8 = [T_{A\Delta}]$$

Следовательно, допуски назначены правильно.

14. Определим средние отклонения составляющих звеньев A_i , используя выражение:

$$E_s A_i = \frac{E_s A_i + E_i A_i}{2}$$

Результаты расчёта занесём в сводную таблицу.

15. Определим правильность назначения предельных отклонений A_i , предварительно вычислив среднее отклонение A_{Δ} по формуле:

$$E_s A_{\Delta} = \sum_{k=1}^k E_s A_i - \sum_{m=1}^m E_i A_i = (0,085 - 0,1 - 0,06) - (0 - 0,07) = 0 = [E_s A_{\Delta}]$$

Тогда

$$E_s A_{\Delta} = E_s A_{\Delta} + 0,5 T_{A_{\Delta}} = 0 + (0,8 / 2) = +0,4 = [E_s A_{\Delta}]$$

$$E_i A_{\Delta} = E_s A_{\Delta} - 0,5 T_{A_{\Delta}} = 0 - (0,8 / 2) = -0,4 = [E_i A_{\Delta}]$$

Вывод: предельные отклонения A_i 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 A_{Δ} и сравним их с заданными (т.е. решим обратную задачу).

$$A_{\Delta \max} = A_{\Delta} + E_s A_{\Delta} = 2 + 0,4 = 2,4 = [A_{\Delta \max}]$$

$$A_{\Delta \min} = A_{\Delta} + E_i A_{\Delta} = 2 - 0,4 = 1,6 = [A_{\Delta \min}]$$

Таким образом, поставленная задача решена правильно и доказано, что требуемая точность A_{Δ} гарантировано будет обеспечиваться методом полной взаимозаменяемости.

□ó密耑機剗涸剗涸 找箇耑Шрифт: Times New Roman, 14 пт, Русский (Россия)

□ó密耑機剗涸剗涸 找箇耑Шрифт: Times New Roman, 14 пт

□ó密耑機剗涸剗涸 找箇耑Шрифт: Times New Roman, 14 пт, Русский (Россия)

Характеристика звеньев РЦ «А», рассчитанной по методу МПВ (методом «max – min»)

Конструктивная характеристика			Размерная характеристика								
Обозначение звена	Вид звена	Описание звена	Номинальный размер A_i , мм	Единица допуска i , мкм	Квалитет	Допуск размера		Отклонения, мм			Размер с отклонениями
						Значение	Примечание	Верхнее E_s	Нижнее E_i	Среднее E_c	
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	$18 \begin{smallmatrix} +0,145 \\ +0,025 \end{smallmatrix}$
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 $A_{\Delta} = 2 \pm 0,4\text{мм}$)

Решение:

1. Определяем заданные размерные параметры A_{Δ} :

$$[A_{\Delta}] = 2$$

$$[A_{\Delta} \max] = 2,25$$

$$[A_{\Delta} \min] = 1,75$$

$$[TA_{\Delta}] = 0,5$$

$$[E_S A_{\Delta}] = +0,25$$

$$[E_I A_{\Delta}] = -0,25$$

$$[E_C A_{\Delta}] = 0$$

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 качеству 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»):

$$a_c^{\text{МПВ}} = \frac{[TA_{\Delta}] - \sum TA_i^{\text{изв}}}{\frac{n-q}{\sum i A_i^{\text{опр}}}} =$$
$$= \frac{500 - 200}{1,21 + 0,83 + 1,44 + 1,0} = 66,96 \quad (\sim 10 \text{ квалитет точности})$$

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

$$t_{\Delta} = 3 \text{ (вероятность «брака» } P = 0,27\%)$$

$$\text{или } \lambda_{\Delta} = \frac{1}{t_{\Delta}} = \frac{1}{3} \quad \text{и} \quad \lambda_1^2 = \lambda_2^2 = \dots = \lambda_i^2 = \lambda_{cp}^2 = \frac{1}{9}.$$

Тогда

$$a_c^{\text{МНВ}} = \sqrt{\frac{[T A_{\Delta}]^2 \cdot \lambda_{\Delta}^2 - \sum_{i=1}^q T A_i^2 \cdot \lambda_i^2}{\sum_{i=1}^q i^2 \cdot A_i \cdot \lambda_i^2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{(500)^2 \cdot (\frac{1}{3})^2 - (200)^2 \cdot \frac{1}{9}}{\frac{1}{9} [(1,21)^2 + (0,83)^2 + (1,44)^2 + (1,0)^2]}} = 200$$

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:

$a_{\text{станд}}$	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 $a_{\text{станд}}=250 > a_c=200$, 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

$A_3 = 4$ $T A_3 = 0,18$ }
}

$A_4 = 30$ $TA_4 = 0,33$ назначили по 13-му качеству

$A_5 = 10$ $TA_5 = 0,22$

10. Определяем допуск звена $A_{1\text{кор.}}$, используя уравнение РЦ в допусках МНВ.

Откуда

$$TA_{\text{кор}} = \frac{1}{\lambda_{\text{кор}}} \cdot \sqrt{\frac{[TA_{\Delta}]^2}{t_{\Delta}^2} - \sum_{i=1}^{n-1} TA_i^2 \cdot \lambda_i^2} =$$
$$= \frac{1}{\frac{1}{3}} \sqrt{\frac{500^2}{3^2} - \frac{1}{9} (200^2 + 180^2 + 330^2 + 220^2)} = 142 \text{ мкм}$$

Или $A_{1\text{кор}} = 18$, $TA_1 = 0,142$ мкм (чуть грубее 11 качества точности).

11. Назначаем предельные отклонения в «тело» детали на все A_i кроме A_1 кор.

A_1^{yB} - корректирующее звено

$A_2^{yB} = 20_{-0,2}$ - размер подшипника

$A_3^{yB} = 4$ мм, $TA_3 = 0,18$ мм - **размер охватываемый**, поэтому:

$$Es A_3 = 0; \quad Ei A_3 = -0,18 \quad \text{или} \quad A_3 = 4h13(-0,18)$$

$A_4^{yM} = 30$ мм, $TA_4 = 0,33$ мм - **размер не основной**, поэтому:

$$Es A_4 = +0,165; \quad Ei A_4 = -0,165 \quad \text{или} \quad A_4 = 30 Js13 (\pm 0,165)$$

$A_5^{yM} = 10$ мм, $TA_5 = 0,22$ мм - **размер охватываемый**, поэтому:

$$Es A_5 = 0; \quad Ei A_5 = -0,22 \quad \text{или} \quad A_5 = 10 h13(-0,22)$$

12. Определяем среднее отклонение $A_{1\text{кор.}}$, используя основное уравнение РЦ в координатах середин полей допусков:

$$[E_c A_{\Delta}] = \sum E_c A_i^{yB} - \sum E_c A_i^{yM};$$

Или применительно к нашему примеру можно записать

$$0 = E_c A_1 \text{ кор.} + E_c A_2^{y6} + E_c A_3^{y6} - (E_c A_4^{yM} + E_c A_5^{yM})$$

$$0 = E_c A_1 \text{ кор.} - 0,1 - 0,09 - (0 - 0,11).$$

Откуда $E_c A_1 \text{ кор.} = +0,08 \text{ мм.}$

13. Определяем предельные отклонения звена $A_1 \text{ кор.}$, используя равенства:

$$E_s A_1 \text{ кор.} = E_c A_1 \text{ кор.} + \frac{TA_{1 \text{ кор.}}}{2} = 0,08 + \frac{0,142}{2} = +0,151$$

$$E_i A_1 \text{ кор.} = E_c A_1 \text{ кор.} - \frac{TA_{1 \text{ кор.}}}{2} = 0,08 - \frac{0,142}{2} = +0,009$$

Тогда

$$A_1^{\text{кор.}} = 18 \begin{matrix} +0,151 \\ +0,009 \end{matrix}.$$

14. Проверка правильности назначения допусков TA_i по МНВ при условии, что допускаемый «брак» изделий не превышает $P \leq 0,27\%$, т.е. $t_\Delta = 3$ и $\lambda_i^2 = 1/9$

$$\begin{aligned} TA_{\Delta}^{\text{МНВ}} &= t_\Delta \sqrt{\lambda_i^2 \cdot \sum TA_i^2} = 3 \cdot \sqrt{\frac{1}{9} (0,142^2 + 0,2^2 + 0,18^2 + 0,33^2 + 0,22^2)} \\ &= \\ &= 3 \cdot \frac{1}{3} \sqrt{0,24986} = 0,4998 < [TA_\Delta] = 0,5. \end{aligned}$$

Таким образом, допуски назначены правильно.

Если бы данную задачу решали МПВ, то на замыкающем звене РЦ получили бы следующее значение допуска :

$$TA_{\Delta}^{\text{МПВ}} = \sum TA_i = 0,142 + 0,2 + 0,18 + 0,33 + 0,22 = 1,072 > [TA_\Delta] = 0,5.$$

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 A_i , мм	i , мкм Единица допуска	Квалитет	Допуск размера		Отклонения, мм			Размер с отклонениями
						Значение	Примечание	Верхнее E_s	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	$2 \pm 0,25$
А1	УВ	Длина втулки	18	1,21	≈11	0,142	Корректир. звено	+0,151	+0,009	+0,08	$18 \begin{matrix} +0,151 \\ +0,009 \end{matrix}$
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	$30 Js13 (\pm 0,165)$
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 A_{Δ} РЦ при назначении экономических производственных допусков T'_{Ai} ($T'_{Ai} > T_{Ai}$) на все составляющие звенья A_i .

2. Возможность постоянно сохранять требуемую точность A_{Δ} 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

$$A_{\Delta} = 2 \pm 0,4 \text{ мм}).$$

Решение

1. Определяем заданные параметры A_{Δ} :

$$\begin{aligned} [A_{\Delta}] &= 2 \\ [A_{\Delta \min}] &= 1,88 \\ [A_{\Delta \max}] &= 2,12 \\ [T A_{\Delta}] &= 0,24 \\ [E_s A_{\Delta}] &= +0,12 \\ [E_i A_{\Delta}] &= -0,12 \\ [E_c A_{\Delta}] &= 0 \end{aligned}$$

2. Решение задачи по п.п. 2–6 аналогично МПВ.

7. Попробуем решить задачу МНВ, для чего определим средний коэффициент точности, полагая, что размеры всех составляющих звеньев выполнены по одному качеству (за исключением звена $A_2 = 20_{-0,2}$).

$$a_c^{\text{МНВ}} = \sqrt{\frac{[T A_{\Delta}]^2 * \lambda_{\Delta}^2 - \sum_{i=1}^q T A_{i,\text{изв}}^2 * \lambda_i^2}{\sum_{i=1}^{n-q} i^2 A_{i,\text{опр}}^2 * \lambda_i^2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{240^2 * (\frac{1}{3})^2 - 200^2 * (\frac{1}{3})^2}{(\frac{1}{3})^2 * (1,21^2 + 0,83^2 + 1,44^2 + 1,0^2)}} = 58 \text{ (что соответствует } \approx 9,5 \text{ кв.}$$

т.)

Учитывая, что $a_c^{\text{МНВ}} = 58 < 100$, приходим к выводу о целесообразности применения МР.

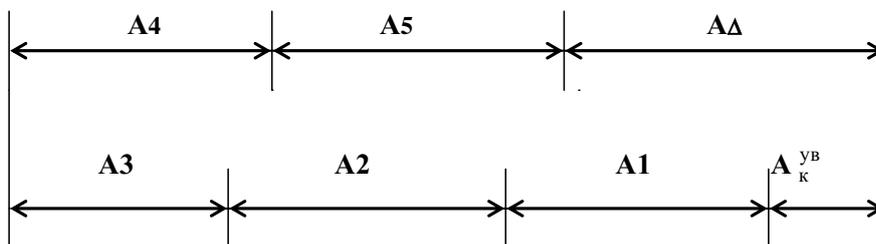
8. Поэтому на все составляющие звенья РЦ назначим экономически приемлемые допуски по 13-му качеству, а требуемую точность A_{Δ} будем достигать МР с помощью неподвижного компенсатора A_k .

9. В качестве неподвижного компенсатора воспользуемся набором жестких металлических прокладок с размером $A_k = [T A_{\Delta}] = 0,24$ мм., т.е. толщина прокладки $A_k = [T A_{\Delta}] = 0,24$ мм.

Допуск $T_{A_k} = 0,1 \text{ мм} < [T_{A_\Delta}] = 0,24 \text{ мм.}$, 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 A_k .



11. С введением компенсирующего звена $A_k = 0,24 \text{ мм}$ будет нарушено равенство значений A_Δ , т.е. $A_\Delta \neq [A_\Delta]$.

Поэтому возникает необходимость откорректировать номинальные размеры A_i , используя в качестве корректирующего звено A_1 - размер втулки.

В общем случае должно соблюдаться уравнение:

$$A_\Delta = \sum_{k} A_i^{yB} - \sum_{m} A_i^{yM} + A_k^{yB} = [A_\Delta]$$

Или применительно к нашему примеру:

$$A_1 + A_2 + A_3 - A_4 - A_5 + A_k = [A_\Delta]$$

$$A_1 + 20 + 4 - 30 - 10 + 0,24 = 2, \text{ откуда } A_1 = 17,76 \text{ мм}$$

12. Назначим на все составляющие звенья РЦ допуски по 13-му качеству 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 A_Δ , полагая, что $t_\Delta = 3$ и $\lambda_i^2 = 1/9$.

$$\begin{aligned}
T' A \Delta &= t \Delta \sqrt{\lambda_i^2 \sum_{i=1}^n T' A_i^2} = \\
&= t \Delta \sqrt{\lambda_i^2 (T A_1^2 + T A_2^2 + T A_3^2 + T A_4^2 + T A_5^2 + T A_k^2)} \\
&= 3 \sqrt{\frac{1}{9} (270^2 + 200^2 + 180^2 + 330^2 + 220^2 + 100^2)} = 560 \text{ мкм.}
\end{aligned}$$

14. Определяем наибольшую возможную величину компенсации

$$T_k = T' A \Delta - [T A \Delta] = 560 - 240 = 320 \text{ мкм.}$$

15. Определяем наибольшее возможное число прокладок в наборе

$$Z = \frac{T_k}{[T A \Delta] - T_{A_k}} + 1 = \frac{320}{240 - 100} + 1 = 3,3$$

Принимаем $Z = 4$ прокладки

16. Для проверки выполненных расчетов определим среднее отклонение $A \Delta$ и сравним его с заданным при условии, что предварительно $A_1^{\text{кор}} = 17,76_{-0,27}$

$$\begin{aligned}
E_c A \Delta &= \sum_{i=1}^k E_c A_i^{yB} - \sum_{i=1}^m E_c A_i^{yM} + E_c A_k^{yB} = \\
&= -0,135 - 0,1 - 0,09 - 0 + 0,11 + 0 = -0,215
\end{aligned}$$

Учитывая, что $E_c A \Delta = -0,215 \neq [E_c A \Delta] = 0$, произведем корректировку среднего отклонения корректирующего звена $A_1^{\text{кор}}$, исходя из условия:

$$\begin{aligned}
[E_c A \Delta] &= 0 = E_c A_1 + E_c A_2 + E_c A_3 - E_c A_4 - E_c A_5 + E_c A_k = \\
&= E_c A_1 - 0,1 - 0,09 - 0 + 0,11 + 0, \quad \text{откуда } E_c A_1^{\text{кор}} = +0,08.
\end{aligned}$$

Тогда можно определить предельные отклонения звена $A_1^{\text{кор}}$:

$$\begin{aligned}
E_s A_1 &= E_c A_1 + \frac{T A_1}{2} = +0,08 + \frac{0,27}{2} = +0,215 \text{ мм} \\
E_i A_1 &= E_c A_1 - \frac{T A_1}{2} = +0,08 - \frac{0,27}{2} = -0,055 \text{ мм}
\end{aligned}$$

Следовательно, корректирующее звено будет иметь окончательный размер

$A_1^{\text{кор}} = 17,76^{+0,215}_{-0,055}$, который и занесем в сводную

таблицу.

Характеристика звеньев РЦ «А», рассчитанной по МР

Конструктивная характеристика			Размерная характеристика								
Обозначение звена	Вид звена	Описание звена	A _i , мм Номинальный размер	i, мкм Единица допуска	Квалитет	Допуск размера		Отклонения, мм			Размер с отклонениями
						Значение	Примечание	E _s Верхнее	E _i Нижнее	E _c 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 ± 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 регулировочной	0,24	--	--	0,1	Назначен	+0,05	-0,05	0	0,24 ± 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

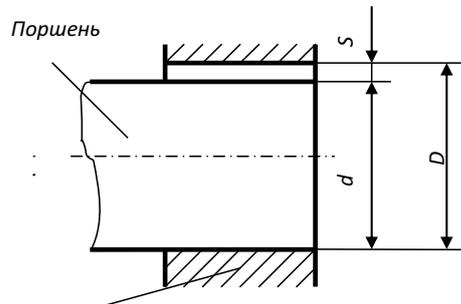
ПРИМЕР РАСЧЕТА
по методу групповой взаимозаменяемости (МГВ)

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 $\varnothing 130$ 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.

$$D = d = 130 \text{ мм}$$

$$[S_{min}] = 0,19 \text{ мм}$$

$$[S_{max}] = 0,21 \text{ мм}$$

$$[Scp] = 0,2 \text{ мм}$$

$$[Ts] = [S_{max}] - [S_{min}] = 0,21 - 0,19 = 0,02 \text{ мм}$$

3. Используя данные [1, табл. с. 182] определяем единицу допуска i , соответствующую $d = D = 130$ мм.

Находим, для $\varnothing 130 \rightarrow i = 2,5$ мкм

4. Определяем средний коэффициент точности a_c , полагая, что размер поршня и гильзы выполнены по одному качеству.

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 $a_c = 4 \ll 100$, 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 $T_D^{TP} = T_d^{TP} = 10\text{мкм}$ и число сортировочных групп $n_{sp}=4$,

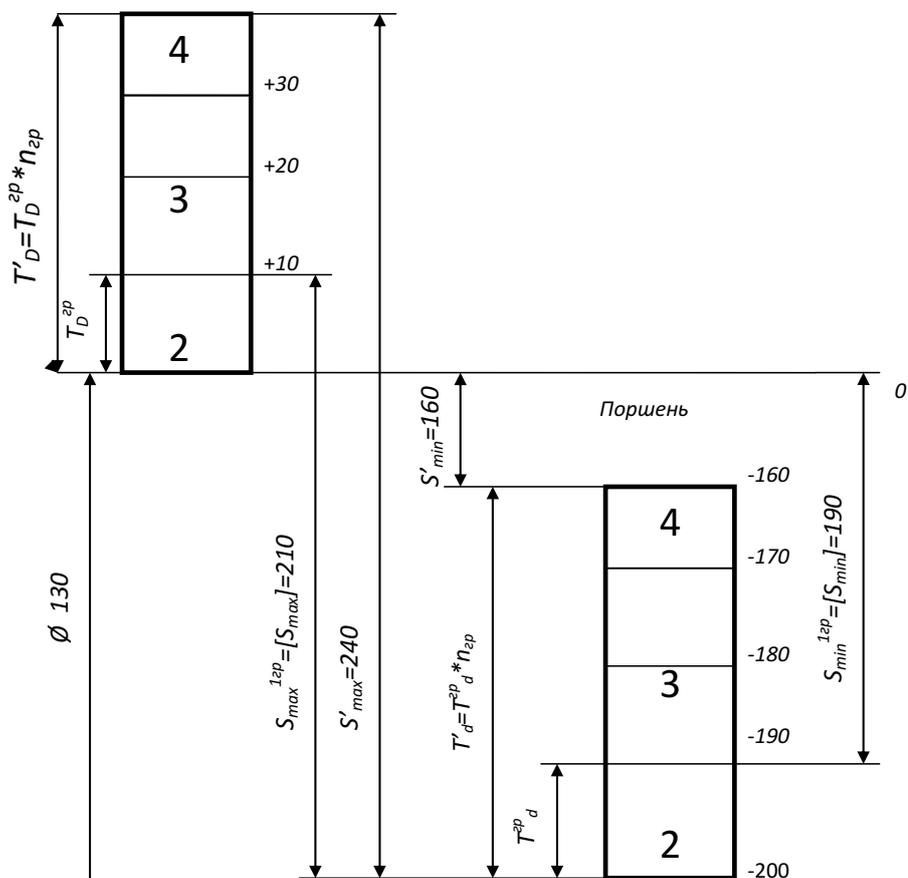
Тогда

$$\left. \begin{array}{l} T'_D = T_D^{TP} \cdot n_{гр} = 40\text{мкм} \\ T'_d = T_d^{TP} \cdot n_{гр} = 40\text{мкм} \end{array} \right\} \begin{array}{l} 7 \text{ квалитет} \\ \text{точности} \end{array}$$

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 $T'_D = T'_d = 40 \text{ мкм}$, будем иметь:

$$S'_{\min} = EI' - es' = 0 - (-160) = 160 \text{ мкм} < [S'_{\min}] = 0,19$$

$$S'_{\max} = ES' - ei' = 40 - (-200) = 240 \text{ мкм} > [S'_{\max}] = 0,21$$

$$S'_{\text{cp}} = \frac{S'_{\min} + S'_{\max}}{2} = \frac{160 + 240}{2} = 200 \text{ мкм} = [S'_{\text{cp}}] = 0,2$$

$$T'_S = S'_{\max} - S'_{\min} = 240 - 160 = 80 \text{ мкм}$$

Вывод – в том случае, если S'_{cp} 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}^{sp}	S_{max}^{sp}	S_{cp}^{sp}	T_s^{sp}
1	A	190	210	200	20
2	AA	190	210	200	20
3	AAA	190	210	200	20
4	AAAA	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_{cp} – остался без изменения.

Групповой допуск посадки T_s^{sp} , 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 «Н».

Составить карту сортировщика, приняв $n_{гр} = 5$ и обозначение сортировочных групп буквами А, В, С, D, Е.

Результаты решения (для проверки) представлены в таблице

Группа	Гильза	Поршень
А	76,00 – 76,01	75,94 – 75,95
В	76,01 – 76,02	75,95 – 75,96
С	76,02 – 76,03	75,96 – 75,97
Д	76,03 – 76,04	75,97 – 75,98
Е	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»

ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра
“Электротехника и физика”

Методическое указание

для выполнения лабораторных работ
по дисциплинам:

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

для студентов очной и заочной форм обучения
по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника,
профиль - профиль - Электрические станции и подстанции

студента(ки) _____
факультета _____
_____ курса _____ группы

Рязань – 2020 г.

Рабочая тетрадь для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Промышленная электроника» содержит описание, методику проведения лабораторных работ, заданий к ним и перечень вопросов для их защиты, позволяет получить навык конструирования и исследования электрических схем. Данное пособие призвано помочь студентам очной и заочной формы обучения, обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль - профиль - Электрические станции и подстанции

Авторы: профессор кафедры Э и Ф Пустовалов А.П.,

доцент каф. Э и Ф Фатьянов С.О.

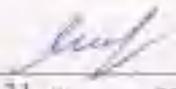
Рецензент: зав. кафедрой «Электроснабжение»

РГАТУ д.т.н., профессор Д.Е.Каширин.

Одобрено учебно-методической комиссией инженерного факультета

« 31 » августа 2020 г., протокол № 1

Утверждаю:
Председатель учебно-методической
комиссии по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

 А. С. Морозов
« 31 » августа 2020 г.

Лабораторная работа №1

Исследование ВАХ диода

Электронно-дырочным переходом или *p-n-переходом* называется комбинация из двух полупроводниковых слоев 2 и 3 (рис. 1) с различными типами проводимости. Такая комбинация создается с применением специальных технологий (сплавлением, диффузией и др.). Для подключения внешних выводов используются контакты 1 из олова, золота и других материалов, не создающих в сочетании с полупроводником *p-n* перехода.

Важнейшим свойством *p-n*-перехода является его чувствительность к полярности приложенного внешнего напряжения, что и используется, в первую очередь, в полупроводниковых диодах — весьма обширном классе полупроводниковых приборов для выпрямления переменного тока.

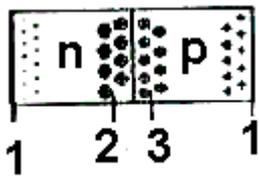


Рис. 1. Структура *p-n*-перехода.

Вольт-амперная характеристика *p-n* перехода описывается выражением

$$I = I_0(\exp(U/n\varphi_T) - 1),$$

где I — ток через переход при напряжении U ; I_0 — обратный ток; $n = 1 \dots 2$ — поправочный коэффициент, учитывающий отклонение характеристика от идеальной (теоретической), φ_T — постоянная Больцмана. Эта формула справедлива только для сравнительно малых значений тока (для прямой ветви вольтамперной характеристики).

Если к переходу подключить обратное напряжение ($-U$ в формуле), то при определенном его значении переход пробивается. Различают три вида пробоя: туннельный, лавинный и тепловой. Первые два связаны с увеличением напряженности электрического поля в переходе, а третий — с увеличением при этом рассеиваемой мощности и, соответственно, температуры.

В основе *туннельного* пробоя лежит туннельный эффект, т. е. просачивание электронов сквозь тонкий потенциальный барьер перехода. В основе *лавинного* пробоя лежит «размножение» носителей в сильном электрическом поле, действующем в области перехода. Электрон и дырка, ускоренные полем на длине свободного пробега, могут разорвать одну из

ковалентных связей полупроводника. В результате рождается новая пара электрон—дырка и процесс повторяется уже с участием новых носителей. При достаточно большой напряженности поля, когда исходная пара носителей в среднем порождает более одной новой пары, ионизация приобретает *лавинный* характер, подобно самостоятельному разряду в газе. При этом ток будет ограничиваться только внешним сопротивлением. Явление пробоя находит практическое применение в стабилитронах — приборах, предназначенных для стабилизации напряжения.

В основе *теплового* пробоя лежит саморазогрев перехода при протекании обратного тока. С ростом температуры обратные токи резко возрастают, соответственно, увеличивается мощность, рассеиваемая на переходе; это вызывает дополнительный рост температуры и т. д. Как правило, тепловой пробой может начаться лишь тогда, когда обратный ток уже приобрел достаточно большую величину в результате лавинного или туннельного пробоя. Тепловой пробой приводит к разрушению перехода.

Исследование прямой, ветви ВАХ диодов может быть проведено с помощью .схемы на рис. 2. Она состоит из источника тока I , амперметра A (можно обойтись и без; него, поскольку регистрируемый ток точно равен задаваемому), исследуемого диода VD и вольтметра V для измерения напряжения на диоде.

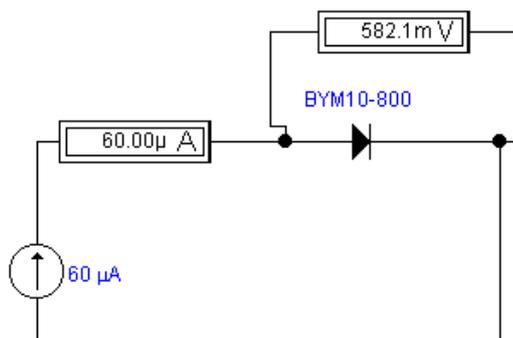


Рис.2. Исследование прямой ветви диода

Для исследования обратной ветви ВАХ диода используется схема на рис. 3. В ней вместо источника тока используется источник напряжения U с защитным резистором для ограничения тока через диод в случае его пробоя.

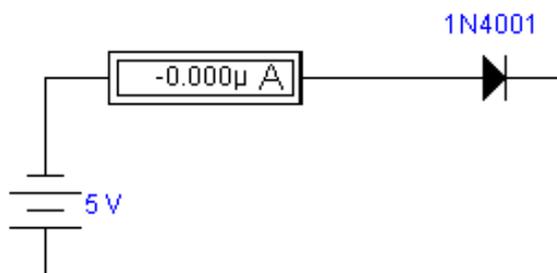


Рис.3. Исследование обратной ветви диода

Выпрямительные диоды предназначены для использования в разнообразных выпрямительных схемах низкой (в том числе промышленной) частоты (50...2000 Гц) и повышенной частоты (до 100 кГц).

Стабилитроны — диоды, предназначенные для стабилизации напряжения схеме при изменении тока, протекающего через диод. Диод, в котором для стабилизации используется прямая ветвь ВАХ, называют *стабистором*. Напряжение стабилизации стабисторов составляет всего несколько десятых долей вольта.

Туннельный диод характеризуется наличием на его ВАХ, напоминающей букву N, участка с отрицательным дифференциальным сопротивлением. Наличие такого участка позволяет использовать его в усилителях, генераторах синусоидальных и релаксационных колебаний, переключающих схемах. Туннельный эффект был обнаружен в 1958 г. японским физиком Лео Эсаки на полупроводниках с большой концентрацией примесей (10^{21} примесных атомов в 1 см^3 , в то время как в обычных полупроводниках их количество составляет 10^{15}).

Диоды Шоттки отличаются от диодов на p-n переходах отсутствием инжекции неосновных носителей. Типичными для диодов Шоттки являются прямые напряжения 0,4 В. Что касается обратных токов, то они могут составлять единицы и десятые доли пикоампер, т. е. близки к реальным обратным токам кремниевых p-n переходов. Еще одна особенность диодов Шоттки состоит в том, что их прямая ВАХ строго подчиняется экспоненциальному закону в очень широком диапазоне токов (на протяжении нескольких декад, от 10^{-12} до 10^{-4} А).

Задание для выполнения работы.

1. Используя схему на рис. 2, исследуйте прямую ветвь ВАХ заданного диода и сравните эти данные с результатами расчетов по формуле.
2. Используя схему на рис. 3, исследуйте обратную ветвь ВАХ заданного диода и сравните полученные результаты с результатами расчетов по формуле.
3. Определите тип исследуемого диода.

Контрольные вопросы.

1. Как устроен полупроводниковый диод?
2. Какие типы p-n-переходов вы знаете?
3. Какой формулой описывается вольтамперная характеристика p-n-перехода?
4. Назовите типы пробоев p-n-перехода и дайте их краткую характеристику.

Назовите и кратко охарактеризуйте типы полупроводниковых диодов.

Лабораторная работа №2

Исследование ВАХ транзистора

Название «биполярный» объясняется тем, что, являясь трехэлектродным прибором, транзистор представляет собой конструкцию из двух р-п-переходов, один из которых, называемый *эмиттерным*, (смещен в прямом направлении), а другой, называемый *коллекторным* (смещен в обратном направлении) (вторая полярность). Область между этими двумя переходами называется *базой*, толщина которой существенно меньше длины свободного пробега носителей заряда, благодаря чему большая их часть (98% и более), инжектируемая прямо смещенным переходом база-эмиттер, достигает перехода база-коллектор и, подхватываясь «благоприятным» направлением поля этого перехода, образует *коллекторный ток*. Инжектируемые носители образуют *эмиттерный ток* $I_{\text{э}}$. Некоторая их часть (менее 2%) рекомбинирует в области базы с носителями противоположного заряда, образуя *базовый ток* $I_{\text{б}}$.

Эффект усиления тока в транзисторе достигается за счет *выбора соответствующей толщины базы*: чем она тоньше, тем больше коэффициент усиления тока.

Транзисторы обычно характеризуются следующими параметрами.

Параметры постоянного тока используются для расчета режима транзистора по постоянному току. К этим параметрам относятся:

1. Обратный ток коллекторного перехода $I_{\text{к0}}$ — ток через переход коллектор-база при отключенном эмиттере и заданном напряжении на коллекторе.
2. Обратный ток эмиттерного перехода $I_{\text{э0}}$ — ток через переход эмиттер-база при отключенном коллекторе и заданном напряжении на эмиттере.
3. Начальный ток коллектора $I_{\text{кн}}$ — ток в цепи коллектора при замкнутых эмиттере и базе и заданном напряжении на коллекторе.
4. Ток коллектора запертого транзистора $I_{\text{кз}}$ — ток коллектора при обратном смещении эмиттерного перехода и заданных напряжениях на эмиттере и коллекторе.

Параметры малого сигнала характеризуют работу транзисторов в различных усилителях при малых изменениях параметров по сравнению с постоянными токами и напряжениями, определяющими выбор начальной рабочей точки (начальное смещение). В силу нелинейных свойств транзистора, параметры малого сигнала зависят от выбора начального смещения.

Для характеристики таких параметров чаще всего используется система H -параметров в следующем составе: входное сопротивление H_{11} — отношение напряжения на входе к вызванному им изменению входного тока; коэффициент обратной связи по напряжению H_{12} — отношение изменения напряжения на входе к

вызвавшему его приращению напряжения на выходе; выходная проводимость H_{22} — отношение изменения выходного тока к вызвавшему его изменению выходного напряжения при условии холостого хода по переменному току на входе; коэффициент усиления тока H_{21} — отношение изменения выходного тока к вызвавшему его приращению входного напряжения при условии короткого замыкания выходной цепи.

В зависимости от схемы включения к цифровым индексам добавляется буквенный: b — для схемы с ОБ, ε — в схеме ОЭ, k — для схемы с ОК.

Применяются и другие символы для обозначения коэффициента усиления по току: для схемы с ОБ — α , а для схемы с ОЭ — β . Эти коэффициенты связаны с H -параметрами следующими соотношениями:

$$\alpha = -H_{21b}, \text{ и } \beta = \alpha / (1 - \alpha) = -H_{21b}(1 + H_{21b}).$$

H -параметры используются при расчетах усилителей, работающих при малых сигналах. Частота, на которой значение $|H_{21b}|$ уменьшается на 3 дБ (около 30%) по сравнению с $|H_{21b}|$, измеренным на низкой частоте, называется *предельной частотой усиления тока* f_α .

К малосигнальным параметрам относятся также емкости переходов транзистора. Емкость коллекторного перехода C_k — емкость, измеренная между коллекторным и базовым выводами транзистора при отключенном эмиттере и обратном смещении на коллекторе. Емкость эмиттерного перехода C_ε — емкость, измеренная между выводами эмиттера и базы при отключенном коллекторе и обратном смещении на эмиттере. Значения емкостей C_k и C_ε зависят от приложенного напряжения.

Статические характеристики. Они описывают работу транзистора в режимах, при которых токи и напряжения между выводами транзистора не изменяются или меняются медленно. Эти параметры используются при расчетах ключевых схем, предоконечных и оконечных усилителей низкой и высокой частоты, автогенераторов.

Статический коэффициент усиления по току: $\beta_{ст} = I_k / I_b$.

Статическая крутизна прямой передачи $S_{ст}$ — отношение постоянного тока коллектора к постоянному напряжению на входе транзистора. Параметр $S_{ст}$ используется для транзисторов средней и большой мощности, работающих в схемах, где источник входного сигнала имеет малое внутреннее сопротивление.

Параметры предельных режимов работы:

Максимальная мощность $P_{макс}$, рассеиваемая прибором, практически равна $P_{k макс}$ — максимальной мощности, рассеиваемой на коллекторном переходе.

Максимальный ток коллектора $I_{k макс}$ — максимальный ток коллектора при максимальном напряжении на коллекторе и максимально допустимой рассеиваемой мощности.

Максимальное обратное напряжение между коллектором и базой транзистора. Этот параметр используется обычно для расчета режима работы запертого транзистора или при включении его по схеме ОБ и использовании генератора тока в цепи эмиттера.

Максимальное обратное напряжение на переходе эмиттер-база. Этот

параметр используется для расчета режима работы, когда на входе действует запирающее напряжение (усилители в режиме В, различные импульсные схемы).

Максимальное напряжение между коллектором и эмиттером транзистора при условии короткого замыкания эмиттера с базой; используется при расчетах режима работы транзистора, включенного по схеме с ОЭ и при отсутствии или малости (< 1 В) запирающего напряжения.

Перечисленные параметры определяют границы области надежной работы. Работа в предельном режиме соответствует самой низкой надежности, и как правило, не допускается. При использовании транзисторов в облегченных режимах надежность их работы повышается в десятки раз по сравнению с надежностью в предельном режиме.

Тепловые параметры полупроводниковых приборов устанавливают допустимые пределы или диапазон температуры окружающей среды и самих приборов, при которых гарантируется их надежная работа.

Характеристики транзистора изображенные графически называют вольт-амперными характеристиками (ВАХ). Например, для схемы ОЭ входные характеристики определяют зависимость входного тока от напряжения между базой и эмиттером при фиксированных значениях напряжения на коллекторе. Входные характеристики имеют вид, аналогичный прямым характеристикам диодов: ток экспоненциально возрастает с увеличением напряжения база-эмиттер.

Выходные характеристики в этой схеме определяют зависимость тока коллектора от напряжения коллектор-эмиттер при фиксированных значениях тока базы или эмиттера.

У транзистора, включенного по схеме с ОЭ, ток коллектора сильно зависит от $U_{кэ}$.

ВАХ транзисторов снимаются на постоянном токе (по точкам) или с помощью специальных приборов — характериографов, позволяющих избежать сильного нагрева приборов.

Входные и выходные характеристики транзисторов используются для расчета цепей смещения и стабилизации режима, расчета конечных состояний ключевых схем (режима отсечки, насыщения).

Схема для исследования ВАХ транзистора показана на рис. 1.

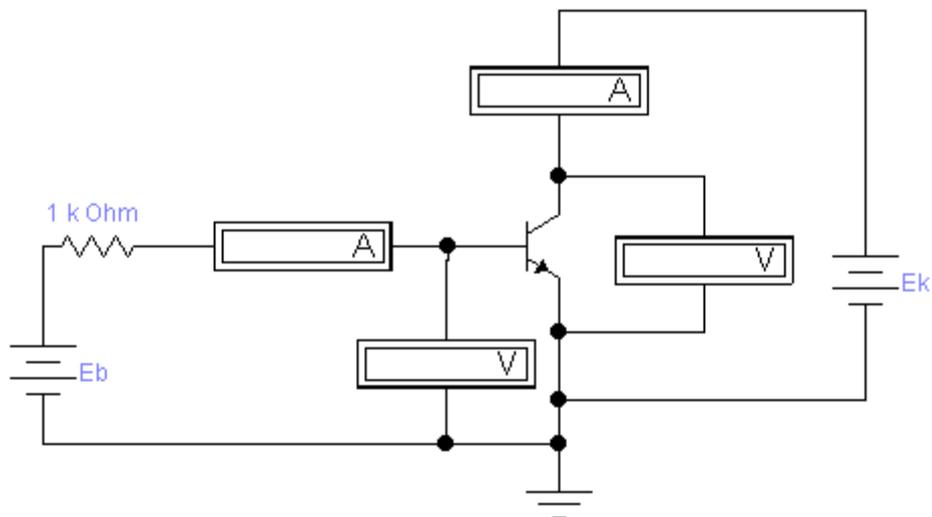


Рис. 1.

Семейство входных ВАХ $I_b = f(U_{бэ})$ снимается путем изменения тока базы и измерения $U_{бэ}$, при фиксированных значениях $U_{кэ} = 0$ и $U_{кэ} = 5$ В.

Семейство выходных ВАХ $I_k = f(U_{кэ})$ снимается путем изменения напряжения коллектора и измерения I_k , при фиксированных значениях тока базы от 0В и выше с различным шагом.

Задание для выполнения работы.

1. По схеме рис. 1 для транзистора 2N3904 получите две входных характеристики при значениях $U_{кэ} = 0$ В и 5В.
2. С помощью этой же схемы для того же транзистора получите семейство различных выходных характеристик при трех различных значениях тока базы: $I_b = 0$; 20; 40мкА.

Для каждого значения I_b определите значения I_k при $U_{кэ} = 0, \dots, 10$ В.

Контрольные вопросы.

1. Какие схемы включения транзисторов вы знаете?
2. Перечислите малосигнальные параметры транзисторов.
3. Назовите параметры транзисторов для больших сигналов.
4. Дайте характеристику параметров предельных режимов транзистора.

Лабораторная работа №3

Исследование усилительного каскада

Основные схемы построения усилителей на биполярных транзисторах определяются возможными способами их включения — общая база - ОБ, общий эмиттер - ОЭ и общий коллектор - ОК. Базовые схемы усилителей со вспомогательными элементами изображены на рис. 1. На этом рисунке $+U$ —

напряжение питания, U_i — входное напряжение, U_o — выходное напряжение, R_k — сопротивление коллекторной нагрузки, C — разделительный конденсатор, R_e — эмиттерное сопротивление, R_1, R_2 — резисторы делителя, задающего режим каскада по постоянному току.

Особенностью классической схемы каскада с ОБ (рис. 1а) является наличие отдельного источника смещения U_s , с помощью которого задается режим транзистора по постоянному току, что достаточно неудобно. Поэтому на практике используется каскад ОБ по схеме рис. 1б, в котором режим по постоянному току задается делителем на резисторах R_1, R_2 , а по переменному току база соединена с «землей» через блокировочный конденсатор C_b .

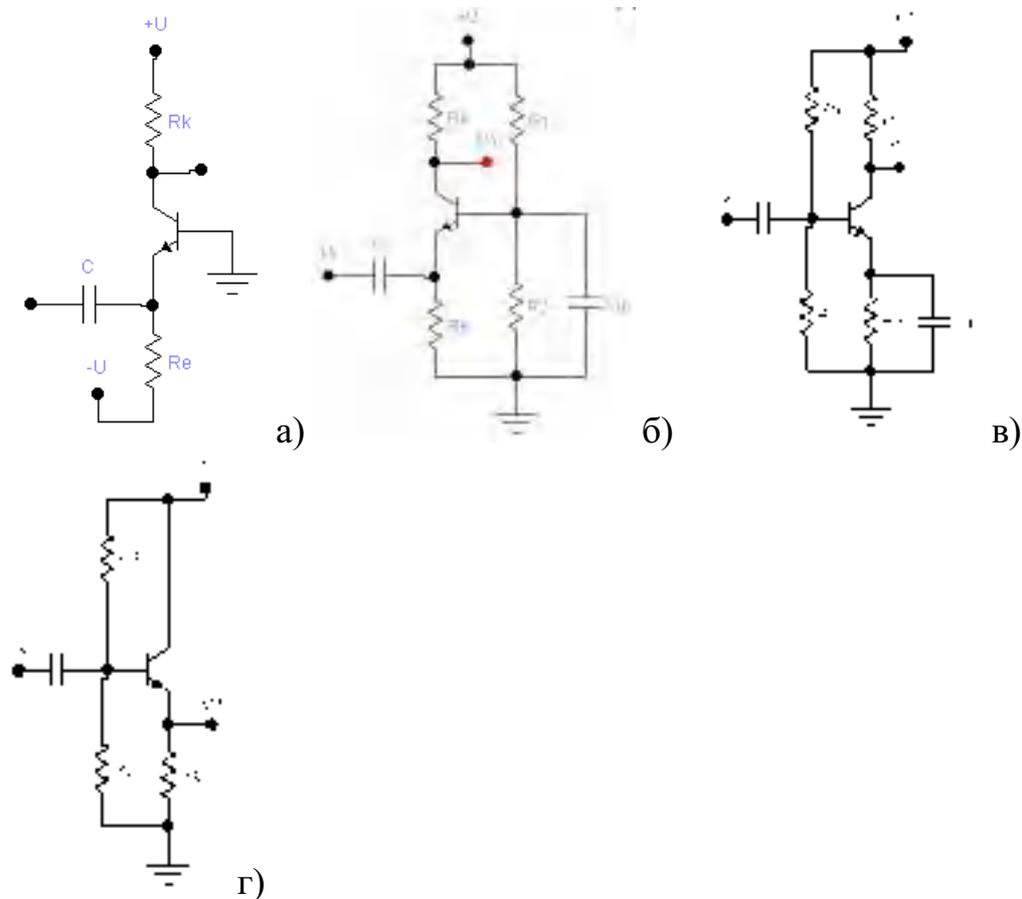


Рис. 1. Базовые усилительные каскады с ОБ (а, б), ОЭ (в) и ОК (г)

Усилительные каскады характеризуются входным $R_{вх}$ и выходным $R_{вых}$ сопротивлением, коэффициентом усиления тока K_i , и напряжения K_u . В таблице для справки приведены приближенные выражения для этих характеристик.

	$R_{вх}$	$R_{вых}$	K_i	K_u
ОБ	$R_e r_{э}$	R_k	α	$\alpha R_k / (R_e + r_{э})$
ОЭ	$\beta (R_e + r_{э})$	R_k	β	$-R_k / (R_e + r_{э})$
ОК	$\beta (R_e + r_{э})$	$R_e + r_{э}$	β	$R_e / (R_e + r_{э}) = 1$

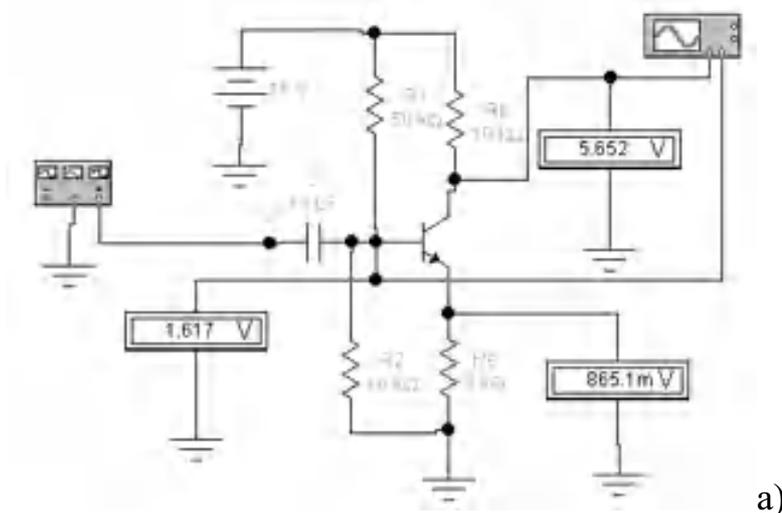
В приведенных формулах используются следующие обозначения: $R_e || r_{\varepsilon}$ — сопротивление параллельно соединенных эмиттерного перехода r_{ε} (при комнатной температуре $r_{\varepsilon} = 0,026/I_K$, где I_K — ток коллектора, А) и сопротивления в цепи эмиттера; α — коэффициент усиления тока транзистора в схеме ОБ; β — статический коэффициент усиления тока транзистора в схеме ОЭ.

Заметим, что каскады ОБ и ОК сигнал не инвертируют, а ОЭ — инвертирует.

В зависимости от тока коллектора транзистора и величины падения напряжения на электродах транзистора усилительного каскада, а также от амплитуды входного сигнала различают следующие режимы усиления: А, В, С, D и промежуточные режимы, например АВ.

Режим А наиболее часто используется при усилении электрических сигналов. В этом режиме ток в выходной цепи усилителя протекает в течение всего периода сигнала. Для исследования этого режима рассмотрим схему с ОЭ, приведенную на рис.2а. В схеме использованы вольтметры для контроля напряжений на выводах транзистора в статическом режиме, а также функциональный генератор и осциллограф.

В программе Electronics Workbench нельзя просто отключить функциональный генератор от схемы или задать нулевое значение входного сигнала. Поэтому при моделировании статического режима следует устанавливать минимальную амплитуду входного сигнала - 1 мкВ.



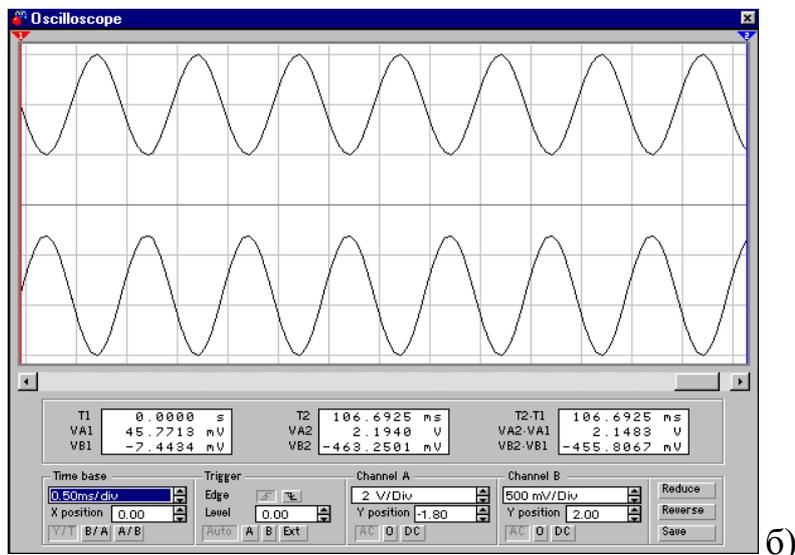


Рис. 2. Усилительный каскад с ОЭ (а) и осциллограммы сигналов (б)

Проектирование усилителя начинается с определения режима транзистора по постоянному току, который называют *статическим* режимом. Для усилительного каскада класса А расчет статического режима заключается в выборе такого коллекторного тока I_{K0} (его называют током покоя или током в рабочей точке), при котором падение напряжения на коллекторной нагрузке U_{Rk} , во-первых, было бы равно падению напряжения на транзисторе (напряжению коллектор-эмиттер $U_{KЭ}$) и, во-вторых, было бы больше амплитудного значения при максимальном входном сигнале.

Выражение для ориентировочного расчета сопротивлений резисторов схемы с ОЭ имеет вид:

$$R1/R2=R_K/R_e.$$

Подставляя в приведенную формулу значения сопротивлений резисторов, используемых в схеме на рис. 2а, следует убедиться в справедливости этого соотношения. При этом, следует проверить показания вольтметров. Падение напряжения на коллекторном сопротивлении должно составлять примерно $10 - 5,55 = 4,45V$, то есть быть близким к значению падения напряжения на транзисторе (около $5,55 - 0,886 = 4,67V$), что соответствует первому условию обеспечения режима А.

Коэффициент усиления каскада с ОЭ рассчитывается по приближенной формуле $K_U = R_K / R_e$ (если R_e не зашунтировано емкостью). В рассматриваемом примере он должен быть равен 5. При амплитуде выходного напряжения 4,5 В из второго условия обеспечения режима А следует, что на вход усилителя можно подать сигнал с амплитудой $4,5/5 = 0,9$ В.

Осциллограммы входного и выходного сигналов исследуемого усилителя показаны на рис. 2б. Оба канала осциллографа работают в режиме

АС и осциллограммы разнесены на экране смещением по вертикали (Y POS). Из осциллограмм видно, что выходной сигнал (осциллограмма А) по форме повторяет входной сигнал (осциллограмма В). Таким образом, достоинством режима класса А является минимум нелинейных искажений, однако при больших перепадах (размахе) выходного напряжения на линейности начинает сказываться эффект модуляции толщины базы (эффект Эрли), который проявляется в изменении напряжения база-эмиттер, составляющем около 0,0001 от изменения напряжения коллектор-эмиттер. В наиболее общем случае коэффициент нелинейных искажений пропорционален амплитуде входного сигнала $U_{ВХ}$ (например, при $U_{ВХ} = 1$ мВ он составляет около 1%).

Основным недостатком режима А является низкий КПД (менее 50%), поэтому он используется чаще всего в каскадах предварительного усиления, а также в маломощных выходных каскадах.

В режиме В ток через транзистор протекает в течение примерно половины периода входного сигнала ($=180^\circ$). Половину этого угла, соответствующего моменту прекращения тока через активный элемент, называют *углом отсечки*. В идеале этот угол равен 90° . Из-за нелинейности начальных участков характеристик транзисторов форма выходного тока при его малых значениях существенно отличается от формы тока в линейном режиме, что и является причиной значительных нелинейных искажений выходного сигнала.

Режим В обычно используют в двухтактных выходных каскадах, имеющих высокий КПД, в других каскадах его применяют сравнительно редко. Чаще выбирают промежуточный режим АВ, при котором угол отсечки несколько больше 90° при отсутствии входного сигнала через активный элемент протекает ток, равный 515% от максимального при заданном уровне входного сигнала. Такой выбор позволяет уменьшить нелинейные искажения.

В режиме С ток через транзистор протекает в течение промежутка времени, меньше половины периода входного сигнала, т. е. при угле отсечки меньше 90° . Ток покоя в режиме С равен нулю. Его используют в мощных усилителях, в которых нагрузкой является резонансный контур (например, в выходных каскадах радиопередатчиков).

Режим D (ключевой) — режим, при котором транзистор находится только в двух состояниях: или полностью закрыт, или полностью открыт. Такой режим используется в ключевых схемах.

При выборе параметров рабочей, точки активного элемента необходимо учитывать разброс его параметров от экземпляра к экземпляру и их зависимость от температуры (обратный ток переходов, коэффициент передачи по току), а также подверженность изменению во времени (за счет старения). Все это требует принятия специальных мер для стабилизации коэффициента усиления и других параметров усилителей.

Изменения параметров особенно опасны в первых каскадах усилителей постоянного тока, так как при гальванической межкаскадной связи и большом коэффициенте усиления это может привести к существенному изменению нулевого уровня на выходе. Поэтому в большинстве транзисторных усилителей для стабилизации положения рабочей точки используют различные способы температурной компенсации.

Первый способ — параметрический — основан на применении термочувствительных элементов, в частности, полупроводниковых диодов (в схеме на рис.2а это может быть диод, подключенный последовательно с резистором R2). При изменении температуры окружающей среды сопротивление термозависимого элемента изменяется так, что изменение тока базы или напряжения между эмиттером и базой компенсирует изменение тока коллектора. Очевидно, что характеристика такого термоэлемента должна обладать соответствующей температурной зависимостью. А так как это сделать трудно, то для обеспечения нужных характеристик в ряде случаев параллельно термоэлементу и последовательно с ним включают специальным образом подобранные активные сопротивления. Это усложняет схему, и, кроме того, с течением времени такая компенсация нарушается.

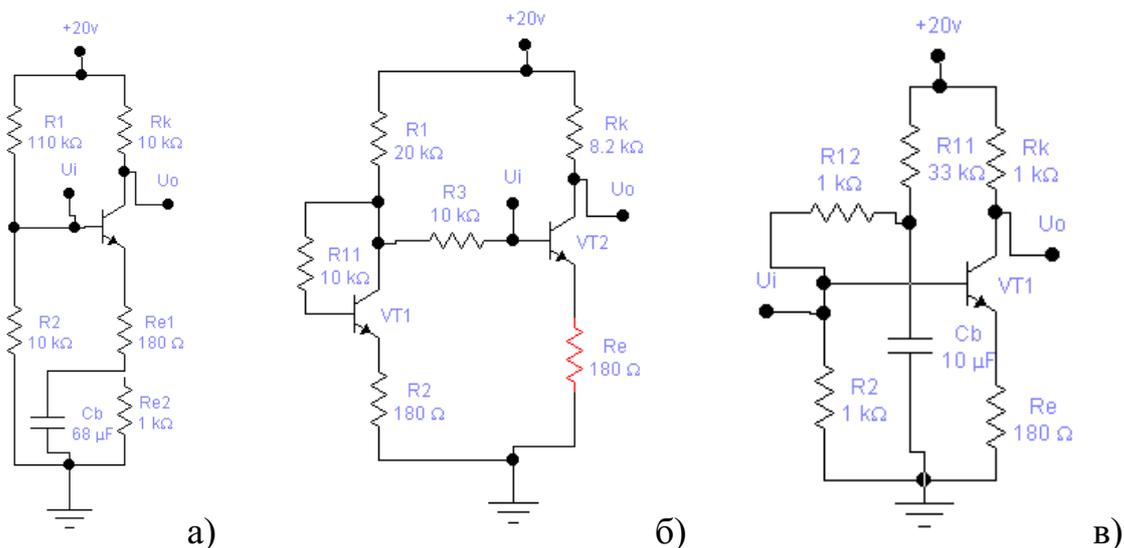


Рис. 3. Варианты схем смещения

Более удачный вариант параметрической стабилизации реализуется с использованием согласованной пары транзисторов, выполненных на одном кристалле. В схеме на рис. 3б при коллекторном токе компенсирующего транзистора Т1 около 1мА потенциал его коллектора примерно равен напряжению база-эмиттер, определяющему напряжение смещения транзистора Т2. При этом коллекторный ток Т2 также будет равен 1 мА, т. е. напряжение на его коллекторе составит +10 В, а симметричный сигнал на коллекторе может иметь размах ± 10 В. Изменение температуры не влияет на работу схемы, так как оба транзистора находятся в одинаковых температурных условиях: если, например, в результате воздействия температуры напряжение база-эмиттер увеличится, то для транзистора Т2 это изменение будет скомпенсировано уменьшением напряжения на коллекторе Т1.

Второй способ термостабилизации — применение отрицательной обратной связи по постоянному току, причем используют как местную, так и общую обратные связи. При местной обратной связи чаще всего применяют обратную связь по току и несколько, реже — обратную связь по напряжению. В схеме на рис. 2а применена обратная связь по току, сущность которой заключается в том, что делитель на резисторах R1, R2 задает потенциал базы и тем самым жестко фиксирует потенциал эмиттера. Так как этот потенциал обусловлен падением напряжения на резисторе R_e, то тем самым задается ток эмиттера. Максимальная температурная стабильность статического режима обеспечивается если

$$R_e / (R_e + R_b) = 1.$$

Здесь $R_b = R_1 || R_2$.

Следовательно для улучшения температурной стабильности желательно выполнение условия $R_e \gg R_b$, т. е. она будет тем лучше, чем больше сопротивление в цепи эмиттера и чем меньше эквивалентное сопротивление делителя R1, R2, задающего режим по постоянному току. Чем меньше эквивалентное сопротивление базового делителя, тем в меньшей степени потенциал базы зависит от изменений базового тока и тем лучше стабилизация. Однако при малых сопротивлениях резисторов R1, R2 резко возрастает мощность, потребляемая от источника питания, и уменьшается входное сопротивление каскада.

Если необходимо иметь стабильный режим по постоянному току и максимальное усиление по переменному току, вводят достаточно глубокую обратную связь за счет увеличения сопротивления резистора R_e, параллельно которому включается конденсатор большой емкости (конденсатор C_b на рис. 3а), которая определяется из условия: $2\pi f_{\min} C_b R_e \gg 1$, где f_{\min} — минимальная

частота сигнала. На практике также используются варианты, при которых R_e составляется из двух последовательно включенных резисторов, один из которых шунтируется конденсатором, или R_e шунтируется цепочкой из последовательно включенных дополнительного резистора и конденсатора в случае необходимости частотной коррекции усиления при неизменном режиме смещения.

1.1.1 Задания для выполнения работы

1. Составьте схему рис. 2а для исследования каскада с ОЭ. Проверьте применимость полученных формул для каскада с ОЭ при определении параметров статического режима.
2. По аналогии с рис.2а составьте схему для моделирования эмиттерного повторителя. При этом примите $R1 = R2$, сопротивление этих резисторов выберите из условия малого влияния на входное сопротивление каскада (влияние минимально при бесконечном сопротивлении).
3. В схеме на рис. 2а нейтрализуйте обратную связь по току на частотах выше 1 кГц путем подключения параллельно резистору R_e блокировочного конденсатора C_b . Измерьте коэффициент усиления на частоте 10 кГц. Необходимо учесть, что при этом коэффициент усиления напряжения на постоянном токе определяется формулой $K_U = R_k/r_e$, где r_e .
4. По заданию преподавателя проведите анализ и испытания схем, размещенных в файлах 3sta-amp.ca4, 3stg-amp.ca4, bootstra.ca4 и common-e.ca4.

1.1.2 Контрольные вопросы

1. Назовите основные отличия схем включения транзисторов в усилительных каскадах.
2. Какие режимы работы транзисторов используются в усилителях?
3. Какие способы используются для повышения стабильности транзисторных усилителей?
4. Какая схема инвертирует входной сигнал?
5. Чем отличаются статический и динамический режимы работы усилительного каскада?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ТРАНЗИСТОРА В ИМПУЛЬСНОМ РЕЖИМЕ

Цель работы. Изучить работу электронного ключа, выяснить механизм переключения транзистора из запертого состояния в открытое.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Ключ (электронный) – переключающее электронное устройство. В отличие от обычных (механических) выключателей обладают большой долговечностью и высоким быстродействием. В качестве таких ключей применяются различные нелинейные и

усилительные приборы: полупроводниковые диоды, транзисторы, тиристоры и другие. Наиболее распространены транзисторные ключи, в которых используются биполярные транзисторы в режиме переключения (импульсном режиме). Простейшая схема ключа на биполярном транзисторе приведена на рисунке 1.

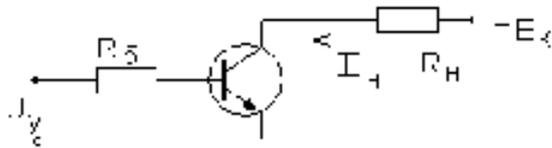


Рисунок 1

Роль собственно выключателя выполняет промежуток коллектор – эмиттер, введённый последовательно с нагрузочным резистором R_n и цепью источника питающего напряжения E_k . База служит управляющим электродом, а резистор R_b ограничивает значение управляющего тока. Состояние ключа «разомкнут» обеспечивается подачей управляющего напряжения U_y в обратной для эмиттерного p-n – перехода полярности (в транзисторе структуры n-p-n минусом на базу, плюсом на эмиттер). При этом на оба p-n перехода поступают обратные напряжения и в их цепях проходят лишь незначительные обратные токи. Перевод ключа в состояние «замкнут» достигается сменой полярности управляющего напряжения, что приводит к появлению значительного коллекторного тока, т. е. открыванию транзистора. Для получения минимального падения напряжения на промежутке коллектор – эмиттер необходимо не просто открыть транзистор, но и ввести его в насыщение. Для этого напряжение U_y и сопротивление R_b выбирают с таким расчётом, чтобы ток в цепи базы I_b надёжно превышал величину I_n/β , где I_n – ток в цепи нагрузки, β – коэффициент усиления по постоянному току данного транзистора.

Поскольку в режиме насыщения падения напряжений на обоих p-n переходах малы (десять доли вольта) и, как правило составляют малую часть напряжений E_k и U_y , условие насыщения принимает вид:

$$\frac{U_y}{R_b} = K_{нас} \frac{E_k}{R_n}, \quad (1),$$

где $K_{нас}$ – коэффициент насыщения, выбираемый в пределах 2 – 5.

Электронные ключи широко применяются в различных автоматических устройствах, в логических схемах, системах управления и т. д.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Собрать схему согласно рис.2.

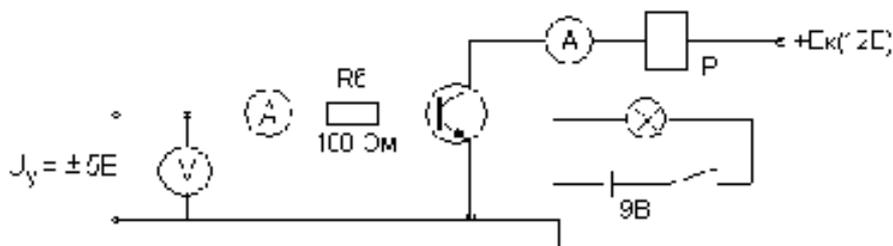


Рисунок 2

В коллекторной цепи транзистора установить реле РЭС – 10, служащее для сигнализации о состоянии транзистора. Загорание лампочки свидетельствует о том, что транзистор открыт, т. е. через эмиттер – коллектор течёт ток, достаточный для срабатывания реле, контакты которого замыкают цепь питания лампочки.

1. Установить $U_y = -5E$ и подать на базу транзистора. Отсутствие свечения лампочки свидетельствует о том, что ключ находится в состоянии «разомкнут». Зафиксировать I_k , I_b .

2. Установить U_y положительной полярности относительно базы транзистора, необходимое для надёжного отпирания транзистора. Его величину вычисляют по формуле (1), приняв $K_{нас.} = 2$, $R_H = 300 \text{ Ом}$. При свечении лампочки зафиксировать токи коллектора и базы.

3. Уменьшить U_y до «0» В, затем плавно увеличивая U_y зафиксировать его и ток I_b , при котором происходит отпирание транзистора, т. е. срабатывание реле и загорание лампочки.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое электронный ключ, его преимущества?
2. Нарисовать схему простейшего ключа на транзисторе и объяснить его работу.
3. Как вычисляется необходимое для надёжного срабатывания электронного ключа напряжение управления U_y ?
4. Как производится «запирание» ключа?
5. Для чего необходимо подать обязательно противоположное напряжение управления для выключения ключа?

Лабораторная работа №5

Исследование дифференциального усилителя

Дифференциальный усилитель (ДУ) является одним из основных каскадов операционного усилителя. Простейший ДУ (рис. 1а) состоит из двух одинаковых плеч, каждое из которых содержит транзистор и резистор нагрузки. Эмиттеры транзисторов соединены между собой и через резистор R_e подключены к общей шине.

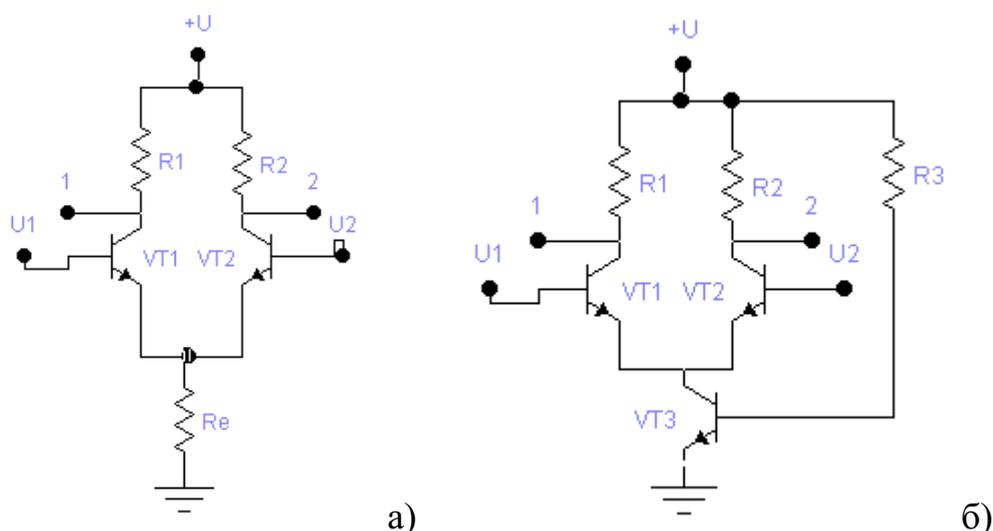


Рис. 1. Дифференциальный каскад с резистором (а) и стабилизатором тока (б)

Предположим, что каскад абсолютно симметричен, т. е. сопротивления резисторов и параметры транзисторов, входящих в каждое плечо, одинаковы. Тогда при одинаковых входных сигналах U_1 и U_2 токи транзисторов также

будут одинаковы, а это означает, что разность потенциалов между коллекторами (точки 1, 2) будет равна нулю. Этот случай, когда оба входных сигнала одинаковы как по амплитуде, так и по фазе, называется режимом *усиления синфазного сигнала*.

Если на оба входа подать одинаковые по уровню, но разные по фазе сигналы, то в результате ток одного транзистора увеличится, а другого на столько же уменьшится. В этом случае разность потенциалов между коллекторами будет пропорциональна удвоенному значению изменения напряжения на коллекторе транзисторов при неизменном токе через резистор R_e .

Если положительное приращение получит сигнал только на одном входе, например, на первом, то это приведет к увеличению коллекторного тока транзистора VT1 и, следовательно, тока через резистор R_e . Но увеличение падения напряжения на резисторе R_e вызовет уменьшение разности потенциалов между базой и эмиттером транзистора VT2, и его ток уменьшится, причем это изменение будет таково; что приращения напряжений эмиттер-база обоих транзисторов будут одинаковы. Следовательно, при увеличении входного напряжения на некоторую величину потенциал эмиттера увеличится на половину этой величины. При этом приращение напряжения база-эмиттер для обоих транзисторов будет одинаковым, но разного знака. Очевидно, что независимо от того, на какой вход каскада подаются напряжения, токи транзисторов меняются одинаково и приращения их вызываются половинной разностью напряжений, приложенных между входами. Это дает основание при анализе дифференциального каскада рассматривать только одну его половину, считая, что к его входу приложено напряжение, равное половине разности напряжений на входах ДУ, а сопротивление в цепи эмиттера R_e равно нулю. Это позволяет представить *коэффициент усиления дифференциального сигнала*, приложенного между базами транзисторов ДУ, в следующем виде:

$$K_d = R_K / 2r_e,$$

где $R_K = R_1 = R_2$; r_e , — объемное сопротивление эмиттера.

Очевидно, что коэффициент усиления K_d значительно больше, чем у каскада ОЭ, поскольку $R_e = 0$ (для каскада ОЭ коэффициент усиления обратно пропорционален $(r_e + R_e)$). Например, при $R_K = 4$ кОм и $r_e = 10$ Ом получаем $K_d = 360$, т.е. имеем гораздо больший коэффициент усиления.

Отметим, что эта формула имеет достаточно простой физический смысл, поскольку ток источника, дифференциального сигнала протекает через последовательно включенные переходы база-эмиттер VT1 и VT2, смещая один в прямом, а второй в обратном направлении.

Другим важным параметром ДУ является *коэффициент усиления синфазного сигнала*, когда на оба входа ДУ подается одинаковый относительно общей шины' сигнал. Поскольку в этом случае в эмиттерную цепь включен источник тока с внутренним сопротивлением R_e , то ДУ может рассматриваться как два параллельно включенных эмиттерных повторителя с общим эмиттерным сопротивлением и половинными значениями коллекторных токов, вызывающих на коллекторах синфазное изменение выходного напряжения с коэффициентом усиления

$$K_C = R_K / 2R_e,$$

Следующий параметр ДУ — *коэффициент подавления синфазного сигнала* K_{Π} — определяется отношением модулей коэффициентов усиления дифференциального и синфазного сигналов. Это отношение принято выражать в децибелах:

$$K_{\Pi} = 20 \lg |K_{\text{д}}/K_{\text{с}}| = 20 \lg (R_e/r_e).$$

Поскольку наиболее распространенным типом синфазного сигнала являются различные помехи и наводки, действующие одновременно на оба входа, то увеличение коэффициента K_{Π} — один из основных путей повышения помехоустойчивости ДУ. Видно, что для его увеличения необходимо увеличивать сопротивление R_e , однако при этом приходится сталкиваться с проблемой обеспечения необходимого режима транзисторов по постоянному току, которая выражается в необходимости увеличения напряжения питания до такой величины, что реализация такого решения становится технически нецелесообразной. Кроме того, на резисторе R_e при этом будет бесполезно рассеиваться электрическая мощность, что снижает КПД каскада. Для устранения этого недостатка вместо резистора R_e включают транзистор VT3 по схеме ОЭ (рис.1б), который выполняет роль источника тока с выходным сопротивлением, равным дифференциальному сопротивлению коллекторного перехода.

Коэффициент подавления синфазной составляющей находится в прямой зависимости от внутреннего сопротивления источника сигнала R_s , т. е. оно должно быть как можно больше.

Хотя в идеальном дифференциальном каскаде синфазный входной сигнал не вызывает появления выходного сигнала, в реальном каскаде все-таки имеется такой сигнал. Он обусловлен неполной идентичностью характеристик транзисторов, коллекторных нагрузок и внутренних сопротивлений источников входных сигналов. В диапазоне высоких частот существенную роль в разбалансе каскада играют емкости коллекторных переходов. Они являются основной причиной роста усиления синфазного сигнала в диапазоне высоких частот.

Тот факт, что работа ДУ основывается на идентичности его плеч, объясняет популярность этих усилителей в микроэлектронике. Только в интегральных схемах, где элементы расположены друг от друга на расстояниях десятков микрон можно обеспечить полную идентичность параметров транзисторов.

При анализе ДУ различают входные сопротивления ДУ для дифференциальной и синфазной составляющих сигнала, которые существенно различаются.

Входное сопротивление для дифференциальной составляющей равно удвоенному входному сопротивлению каждой половины ДУ и обратно пропорционально току покоя поэтому, для увеличения входного сопротивления целесообразно использовать ДУ в режиме малых токов — в микрорежиме. Кроме того, целесообразно использовать транзисторы с высокими значениями β .

Входное сопротивление R_c для синфазной составляющей определяется сопротивлением источника тока R_i в соответствии с выражением $R_c = (\beta + 1)R_i$. R_c намного превышает R_d .

Еще один параметр ДУ — динамический диапазон — характеризует отношение максимального и минимального напряжения входных сигналов, выраженное в децибелах. Минимальный сигнал ограничивается уровнем собственных шумов, а максимальный — нелинейными искажениями.

Синфазные сигналы могут иметь гораздо большие амплитуды, чем дифференциальные, поскольку коэффициент K_c значительно меньше K_d . Синфазные входные сигналы могут составлять несколько вольт, вплоть до напряжений, близких к напряжению питания.

Неизбежная асимметрия плеч реальных ДУ является причиной того, что в режиме покоя имеется разность потенциалов между точками 1, 2, которой соответствует на входе дифференциальный сигнал, называемый *напряжением*

смещения нуля. Чтобы устранить разбаланс выходных потенциалов, нужно подать на вход дифференциальный сигнал, равный напряжению смещения нуля и имеющий противоположный знак. Напряжение смещения нуля состоит из нескольких слагаемых, каждое из которых зависит от разброса токов эмиттеров, коллекторных сопротивлений и др.

Следует заметить, что напряжение смещения нуля зависит от температуры. Эта зависимость уменьшается вместе с уменьшением напряжения смещения. При неизменном коллекторном токе и повышении температуры напряжение база-эмиттер каждого транзистора уменьшается на 2 мВ на каждый градус. Это эквивалентно тому, что напряжение синфазного сигнала величиной 2 мВ на градус прикладывается ко входу ДУ, появляясь на его выходе усиленным в K_c раз, т. е. чем больше ослабление синфазного сигнала, тем меньше дрейф выходного напряжения. При равных коллекторных токах два транзистора одного типа никогда не имеют абсолютно одинаковых температурных коэффициентов. Поэтому наряду с напряжением синфазного сигнала появляется разностное напряжение дрейфа, которое по сравнению с величиной 2 мВ на градус может быть уменьшено на несколько порядков. Как и полезный сигнал, оно усиливается в K_d раз. Для получения малого дрейфа необходимо, чтобы два наиболее близкие по параметрам транзистора работали при одинаковой температуре. Можно несколько уменьшить дрейф напряжения разбаланса дифференциального усилителя путем выбора величин коллекторных токов.

Схема для исследования ДУ (рис. 2) по сравнению со схемой приведенной на рис. 1, дополнительно содержит элементы установки статического режима (резисторы $R1s$, $R2s$), блокировочный конденсатор C_b в цепи питания, источники входного сигнала, а также контрольно-измерительные приборы. С помощью вольтметров, подключенных к коллекторам транзисторов ДУ, можно измерять напряжения смещения при изменении сопротивлений резисторов $R1$, $R2$, внутренних сопротивлений источников входных сигналов и параметров транзисторов в статическом режиме, а с помощью вольтметра в эмиттерной цепи транзистора $VT3$ — контролировать ток покоя по напряжению на резисторе R_e . Изменяя фазу входных сигналов, можно имитировать чисто синфазные входные сигналы (фаза обоих источников выбирается одинаковой, амплитуда — не более напряжения питания U_{cc}), дифференциальные сигналы (параметры

источников показаны на рис. 2), смешанный режим (фазы отличаются на несколько градусов, амплитуда — несколько меньше U_{cc}).

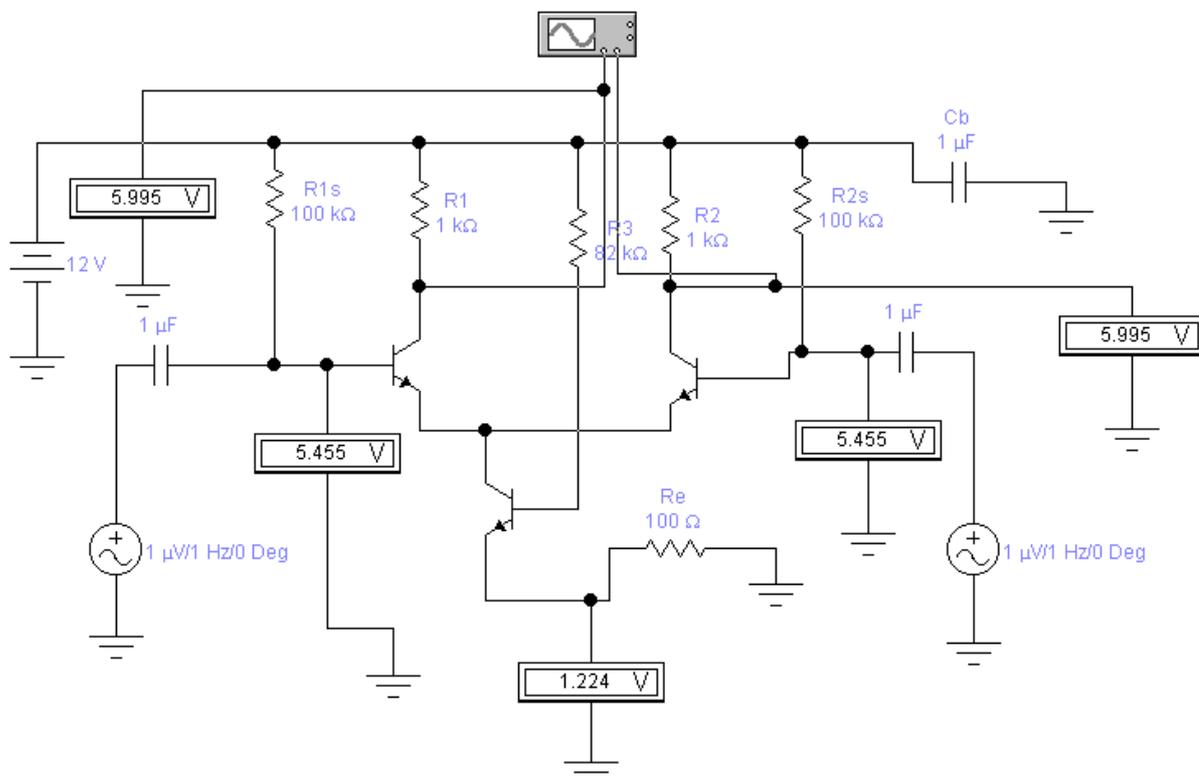


Рис. 2. Схема для испытаний ДУ

Осциллографические измерения показывают, что в схеме на рис. 2 амплитуда выходного напряжения составляет около 75 мВ (напомним, что точное значение можно получить в режиме ZOOM), что соответствует действующему значению 53 мВ. Поскольку такое значение входного сигнала равно 1 мВ, то коэффициент усиления равен 53.

Для улучшения характеристик транзисторных ДУ используется ряд схемотехнических решений, в частности, широкое применение нашел каскад Дарлингтона более качественный стабилизатор тока (рис. 3);

Каскад Дарлингтона (рис. 3а) относится к классу так называемых составных транзисторов, обладающих такими свойствами, которые трудно или невозможно получить в транзисторах с обычной структурой. Для выравнивания эмиттерных токов параллельно эмиттерному переходу второго транзистора включают резистор (рис. 3б). Особенностью такого каскада является исключительно большой коэффициент усиления тока базы порядка 1000...5000.

Идея стабилизатора тока на рис. 3в заключается в стабилизации напряжения базы транзистора с помощью параметрического стабилизатора, состоящего из стабилитрона VD и последовательно включенного с ним

балластного резистора R_b . Постоянство напряжения на базе обеспечивает постоянство напряжения на резисторе R_e и однозначно связанный с коллекторным током ток эмиттера, протекающий через нагрузку R_n .

В аналоговых интегральных схемах широкое распространение получил стабилизатор тока под названием «токовое зеркало» или отражатель тока (рис. 3в). Из сравнения схем на рис. 3в, г нетрудно установить сходство между отражателем тока и простейшим стабилизатором. Отличие заключается в том, что в отражателе вместо стабилитрона используются резистор R_1 и прямо смещенный p-n-переход, роль которого играет транзистор VT_1 , включенный по схеме диода.

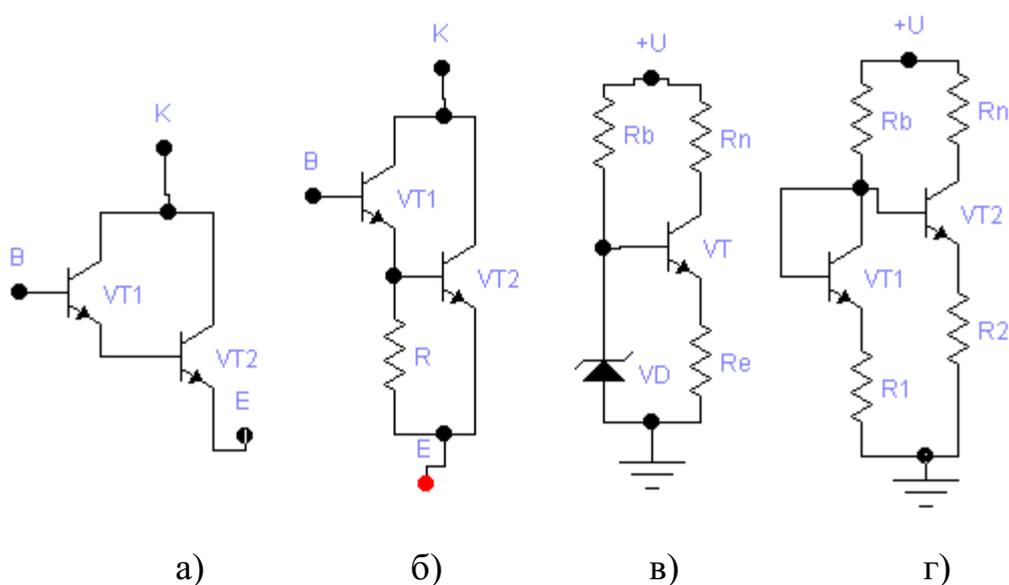


Рис. 3. Схемы каскада Дарлингтона (а), составного транзистора с выравнивающим сопротивлением (б), стабилизатора (в) и отражателя тока (г)

Недостатком токового зеркала на рис. 3г является нестабильность выходного тока, обусловленная эффектом Эрли и выражающаяся в изменении напряжения база-эмиттер транзистора VT_2 при изменении напряжения на коллекторе.

1.1.3 Задания для выполнения работы

1. Для ДУ на рис. 2 исследуйте зависимость напряжения смещения от неидентичности коллекторных нагрузок (R_1 , R_2) и цепей смещения (R_{1s} , R_{2s}), а также транзисторов VT_1 и VT_2 .

2. В схеме ДУ на рис. 2 замените стабилизатор тока на транзисторе VT_3 отражателем тока (рис. 3в), используя в качестве резистора R_b резистор R_3 ДУ. При этом коллектор транзистора VT_2 отражателя соедините с эмиттерами транзисторов ДУ. Подберите сопротивления эмиттерных резисторов отражателя таким образом, чтобы сохранился первоначальный статический

режим. После таких изменений измерьте коэффициенты усиления для дифференциального и синфазного сигнала и полученные данные сравните с предыдущими результатами.

1.1.4 Контрольные вопросы

1. Какими параметрами ДУ определяется коэффициент подавления синфазной составляющей?
2. Чем отличаются ДУ, приведенные на рис.3?
3. Как изменится выходной сигнал ДУ при изменении фаз входных синусоидальных сигналов на 90^0 и на 180^0 ?

Лабораторная работа №6

Исследование операционного усилителя

Практически все сложные аналоговые схемы создаются с использованием операционных усилителей (ОУ). Это стало возможным благодаря ряду их достоинств (универсальность, существенное упрощение межкаскадных и межблочных связей, повышение возможностей микроминиатюризации аппаратуры. Поэтому в настоящей работе исследуются возможности применения ОУ для усиления электрических сигналов.

Усилители электрических сигналов

Чаще всего при усилении сигналов используются **три схемы** включения ОУ (рис. 1).

Усилитель на рис. 1а называется *инвертирующим* поскольку его выходной сигнал находится в противофазе с входным. Коэффициент усиления данного усилителя на постоянном токе в некоторых пределах определяется формулой

$$K_{0и} = U_0/U_i = R_3/R_1,$$

а для переменного тока формулой

$$K(j\omega) = K_{0и}/(1 + j\omega/\omega_{гр})$$

где $K_{0и}$ — усиление на постоянном токе; $\omega_{гр}$ — граничная частота ОУ по уровню $0,707K_0$.

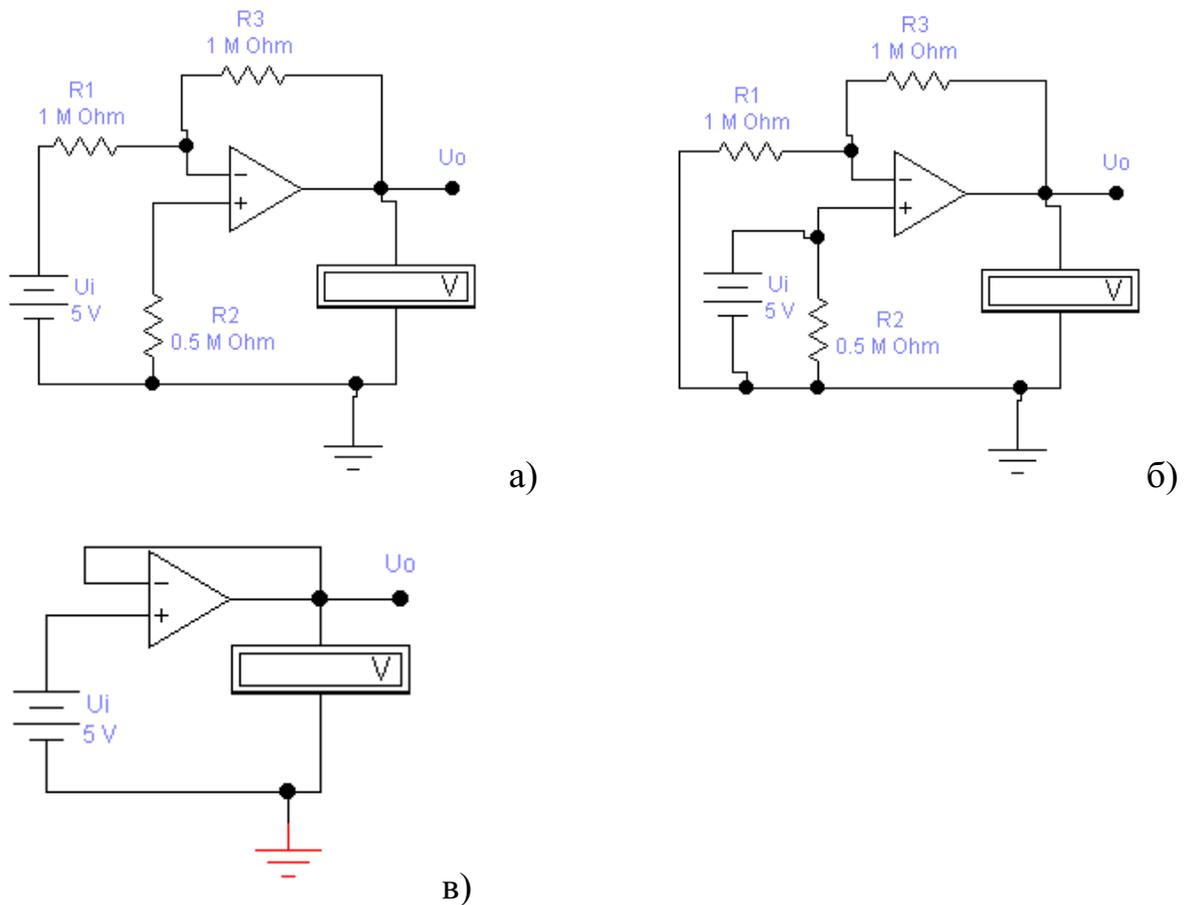


Рис. 1 Схемы включения операционных усилителей

Важным достоинством инвертирующего усилителя является отсутствие на его входах синфазного сигнала, поскольку за счет обратной связи на его инвертирующем входе действует практически нулевое напряжение $U_- = U_o/A$, где $A = 10^5 \dots 10^6$ — коэффициент усиления ОУ при разомкнутой обратной связи, т. е. в нашем случае ($A = 10^6$) оно находится на уровне 5 мкВ и им можно пренебречь по сравнению с U_i . Это замечательное свойство инвертирующего усилителя позволяет решать многие задачи прикладной электроники.

На рис. 1б приведена схема *неинвертирующего* усилителя. Коэффициент усиления на постоянном токе неинвертирующего усилителя приблизительно равен:

$$K_{0H} = U_o/U_i = 1 + R3/R1.$$

Частным случаем неинвертирующего усилителя является *повторитель напряжения* (рис. 1в) с единичным коэффициентом усиления; он обладает весьма высоким входным сопротивлением и используется для согласования высокоомных устройств с последующими низкоомными каскадами.

В рассмотренных схемах в цепи одного из входов обычно устанавливается сопротивление R_2 . Оно не влияет на коэффициент усиления и вводится для уменьшения влияния температурных или иных колебаний входных токов. Его величину выбирают таким, чтобы обеспечить равенство изменения входных токов (отсутствие дифференциального сигнала на входе), а значит и отсутствие дополнительного смещения нуля. Величину R_2 выбирают из условий: $R_2 = R_1 \parallel R_3$.

Одной из важных характеристик усилителей являются их частотные характеристики. Например, в руководстве пользователя на бытовую аудиоаппаратуру задается полоса воспроизводимых частот (чаще всего 20...20000 Гц) при заданной неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) (обычно ± 3 дБ).

Для оценки рабочего диапазона частот усилителя измеряют его АЧХ и определяют верхнюю граничную частоту по уровню 0,707.

Возникает вопрос: почему полосу пропускания определяют именно по уровню 0,707. Частотные свойства большинства устройств определяются из условия, что эти устройства уподобляются последовательной RC-цепи. Поскольку выходной сигнал снимается с конденсатора, то модуль коэффициента передачи цепи

$$|K(j\omega)| = \frac{1}{[1 + (\omega RC)^2]^{1/2}},$$

а его аргумент (фаза) — $\varphi = \arctg(\omega RC)$. Фазовый угол $\varphi = 45^\circ$ соответствует оптимальному значению так называемого угла запаса по фазе, при котором обеспечивается устойчивая работа усилительного устройства с RC-цепью при использовании отрицательной обратной связи. Эта связь при $\varphi < 45^\circ$ может превратиться в положительную. Учитывая условие $\omega RC = 1$, частоту $\omega = 1/RC$ назвали *частотой среза*. При этом модуль коэффициента передачи $|K(j\omega)| = 1/[1 + 1]^{1/2} = 0,707$, что соответствует как раз $\log 0,707 = -3$ дБ. АЧХ обычно нормируется по максимальному значению $|K(j\omega)|$. В нашем случае это значение определяется на частоте $\omega = 0$. Нормирование заключается в делении значений коэффициента усиления при разных частотах на его максимальное значение.

Число 0,707 в электро- и радиотехнике занимает особое место. Достаточно вспомнить действующее (эффективное) значение синусоидального

сигнала, которое составляет 0,707 амплитудного. В случае аудиотехники полоса пропускания может интерпретироваться как диапазон частот, «эффективно» воспринимаемых ухом слушателя.

Задание для выполнения

1. Измерьте входные токи и напряжения для инвертирующей и неинвертирующей схем.
2. Изменяя величину R_1 и R_3 проверьте правильность формул для коэффициентов усиления на постоянном токе схем изображенных на рис. 1а, 1б и 1с.

Контрольные вопросы.

1. Какими преимуществами обладает инвертирующий усилитель?
2. Почему сопротивления резисторов R_2 в схемах 1а и 1б выбраны равными 0,5 Мом?
3. В чем причина возникновения входных токов и разности входных токов?

Лабораторная работа № 7

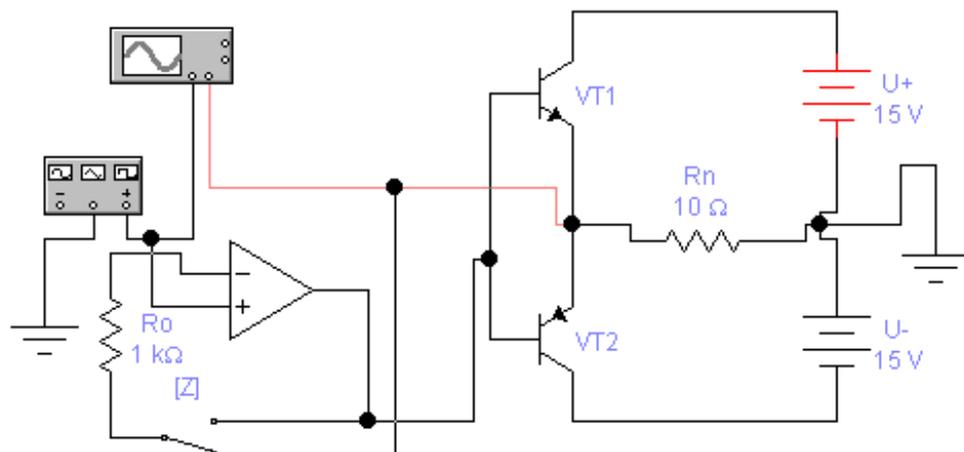
Исследование усилителей мощности на операционных усилителях

Усилители мощности используются не только в бытовой аппаратуре, но и для управления исполнительными устройствами автоматических систем, в измерительных генераторах и т. п.

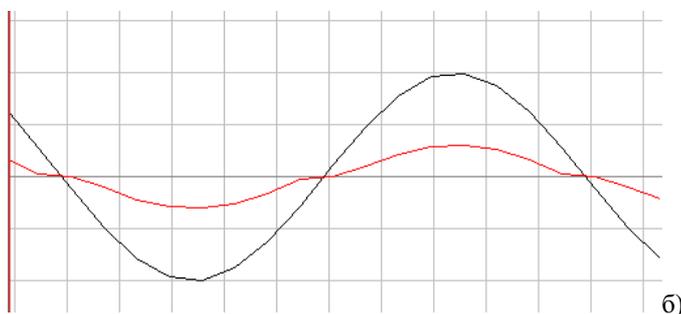
Один из вариантов такого усилителя показан на рис. 1, а. Усилитель состоит из ОУ, охваченного отрицательной обратной связью через резистор R_o . На выходе усилителя включен комплементарный каскад на транзисторах VT_1 и VT_2 разной проводимости с низкоомной нагрузкой R_n , имитирующей сопротивление конечного устройства (например, громкоговорителя). Питание усилителя осуществляется от двух источников $+U$, $-U$. Конденсаторы C_b выполняют роль фильтрующих элементов, чаще всего их называют блокировочными, они уменьшают помехи, возникающие в цепях питания при работе выходного каскада с низкоомной нагрузкой, т. е. при больших выходных токах. Ключ А позволяет коммутировать вход усилителя с выходом ОУ или выходом транзисторного каскада для моделирования двух режимов работы усилителя.

Выходной транзисторный каскад в схеме на рис. 1, а работает в режиме В, для которого характерны искажения типа «ступенька», вызванные нелинейностью входной характеристики транзистора и показанные на осциллограммах рис. 1, б для случая, когда ключ А находится в верхнем положении. С помощью осциллографа можно увидеть, что при переводе ключа А в нижнее положение, когда цепью обратной связи охватывается и выходной каскад, отмеченные искажения практически исключаются. Очевидно, что в этом случае величина «ступеньки» уменьшается примерно в А раз.

Следует заметить, что для оценки нелинейных искажений усилителей мощности наряду с коэффициентом нелинейных искажений используется также коэффициент гармоник, представляющий собой корень квадратный из отношения мощностей всех высших гармоник выходного сигнала к мощности первой гармонике (для коэффициента нелинейных искажений — к полной мощности).



а)



б)

Рис. 1. Усилитель мощности (а) и осциллограммы его входного и выходного напряжений (б)

1.1.5 Задания для выполнения работы

1. Исследуйте осциллограммы выходного напряжения при двух положениях переключателя переключателя на рис. 1а.

2. Увеличивая напряжение питания U установите, как изменятся напряжения на выходе ОУ и нагрузке.

3. Если на осциллограмме выходного сигнала в точках изломов восстановить перпендикуляры до их пересечения с осциллограммой входного сигнала то их пересечение даст значение входного сигнала транзисторного каскада, при котором выходные транзисторы начинают работать в линейном режиме. Проведите рекомендуемые построения и определите ориентировочные значения напряжений база-эмиттер транзисторов, при которых они «включаются» в работу.

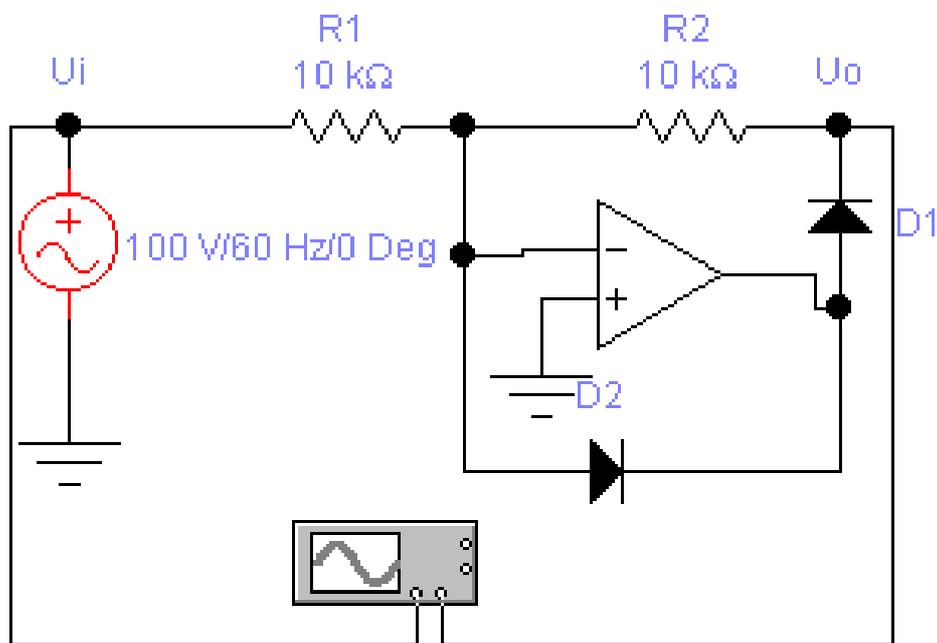
Контрольные вопросы

1. Какие функции выполняет усилитель мощности?
2. Как устроен усилитель мощности?
3. Как изменяется выходной сигнал в зависимости от входного?

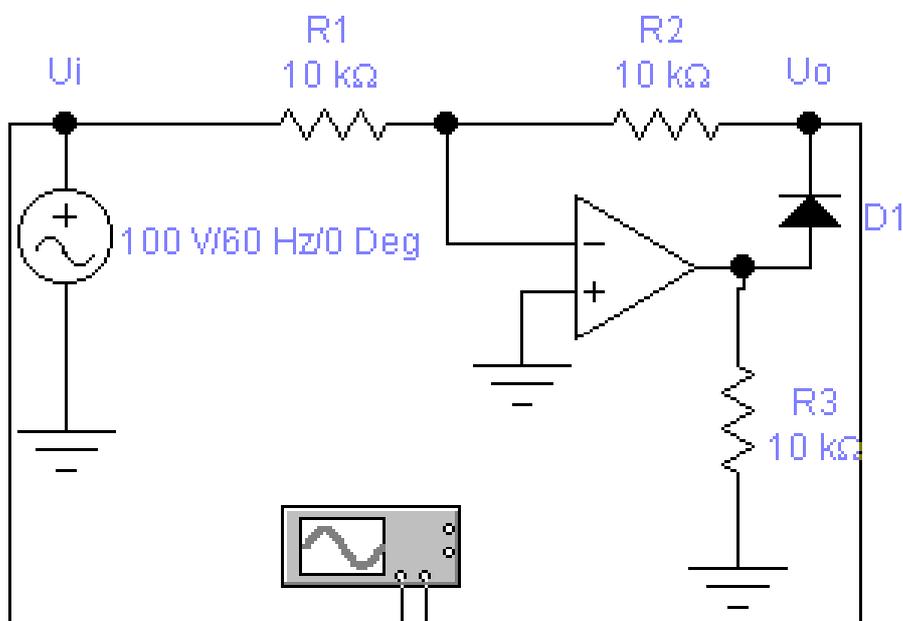
Лабораторная работа № 8

Исследование выпрямителей на ОУ

Операционные усилители (ОУ) используются в прецизионных выпрямительных устройствах, предназначенных для преобразования переменного напряжения в постоянное. Простые диодные выпрямители обладают неудовлетворительными характеристиками при выпрямлении напряжений, меньших 0,7 В, так как при этом диод в прямом направлении обладает достаточно большим сопротивлением. Для исключения этого недостатка при выпрямлении напряжения можно использовать ОУ.



a)



б)

Рис. 1. Однополупериодный (а) и двухполупериодный (б) выпрямители

На рис. 1, а показана схема однополупериодного выпрямителя, который позволяет получать инвертированную копию отрицательной полуволны входного сигнала U_i . Когда U_i отрицательно, диод D_1 смещен в прямом, а D_2 — в обратном направлениях и схема функционирует как обычный инвертирующий усилитель с единичным коэффициентом усиления. Для положительного напряжения U_i диод D_1 заперт, а D_2 находится в проводящем

состоянии, благодаря чему возникает отрицательная обратная связь, устанавливающая на выходе ОУ запирающее напряжение для диода D1.

В прецизионном двухполупериодном выпрямителе (рис. 1, б) положительная полуволна входного сигнала непосредственно передается на выход выпрямителя через цепь обратной связи. Когда входное напряжение больше нуля, на выходе инвертирующего усилителя действует отрицательное напряжение (рис. 2).

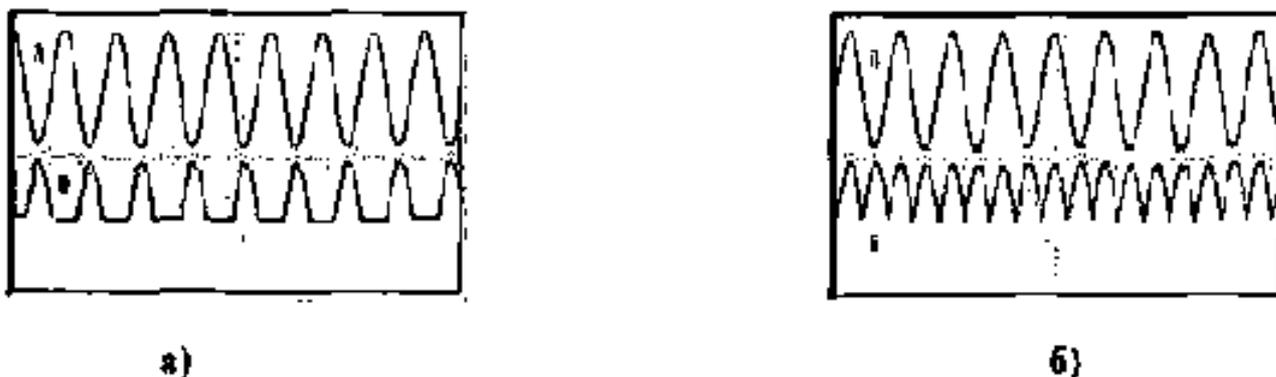


Рис. 2. Осциллограммы входного (А) и выходного (В) напряжений однополупериодного (а) и двухполупериодного (б) выпрямителей

Поэтому диод D1 заперт и ОУ фактически не участвует в передаче входного сигнала. При отрицательной полуволне на входе схема функционирует как обычный инвертирующий усилитель с коэффициентом передачи $R2/R1$. В практических схемах симметрирование выходного сигнала выпрямителя достигается с помощью резистора R3.

Задания для выполнения работы.

1. Проведите моделирование выпрямителей на рис. 1 при входных напряжениях 1, 10 и 50 мВ.
2. Исследуйте влияние сопротивления резистора R3 на симметрию положительной и отрицательной полуволн выходного сигнала в схеме на рис. 1, б.
3. Проведите сравнительный анализ рассмотренных схем выпрямителей со схемой обычного диодного выпрямителя, составленного из последовательно соединенных источника переменного напряжения, диода и сопротивления нагрузки, при входных напряжениях 10...800 мВ и сопротивлении нагрузки 0,1...10кОм.

Контрольные вопросы

1. Какие ограничения имеют обычные диодные выпрямительные схемы?

2. В чем преимущества выпрямителей на ОУ перед обычными диодными выпрямителями?
3. В чем разница между схемами на рис.1а и 1б?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

ИЗУЧЕНИЕ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ

Цель работы: изучение принципа действия, схем включения, характеристик выпрямительных устройств силовой электроники

Краткие теоретические сведения

Однофазная двухполупериодная схема выпрямления

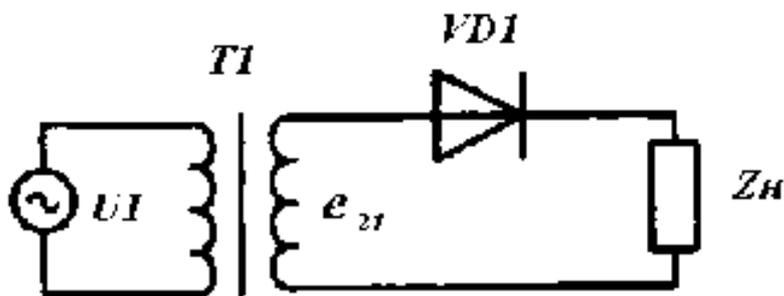


Рис.1. Однофазный однополупериодный неуправляемый выпрямитель.

Где U_1 - источник переменного тока, T -двухобмоточный трансформатор с эдс вторичной обмотки e_{21} , диод VD , нагрузку Z_H . Схема рис. 1 работает на активную и активно-емкостную нагрузку.

Однофазный двухполупериодный выпрямитель с сглаживающим индуктивным фильтром показан на рис. 2. Если, индуктивность дросселя $L \approx \infty$, выпрямленный ток $i_0 = I_0$ неизменным.

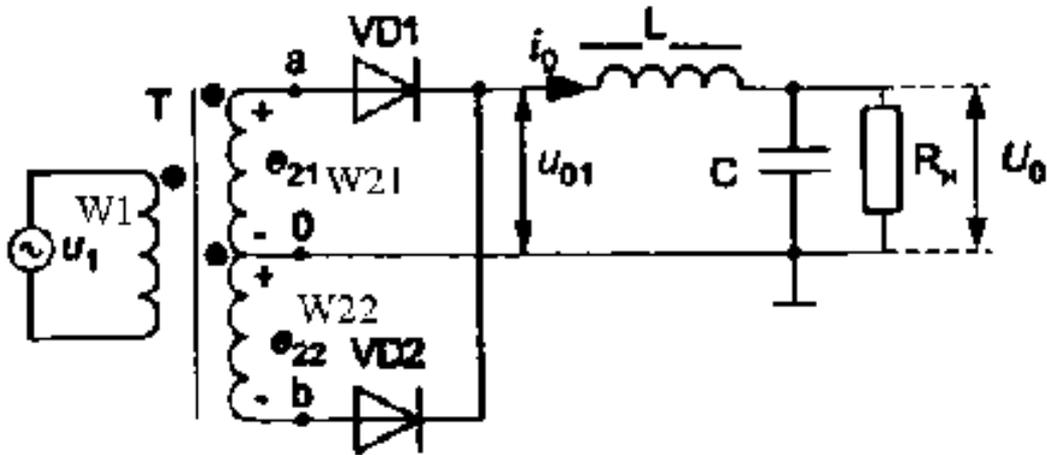


Рис.2. Схема двухполупериодного выпрямителя с LC-фильтром. Дроссель L выполнен с немагнитным зазором магнитопровода.

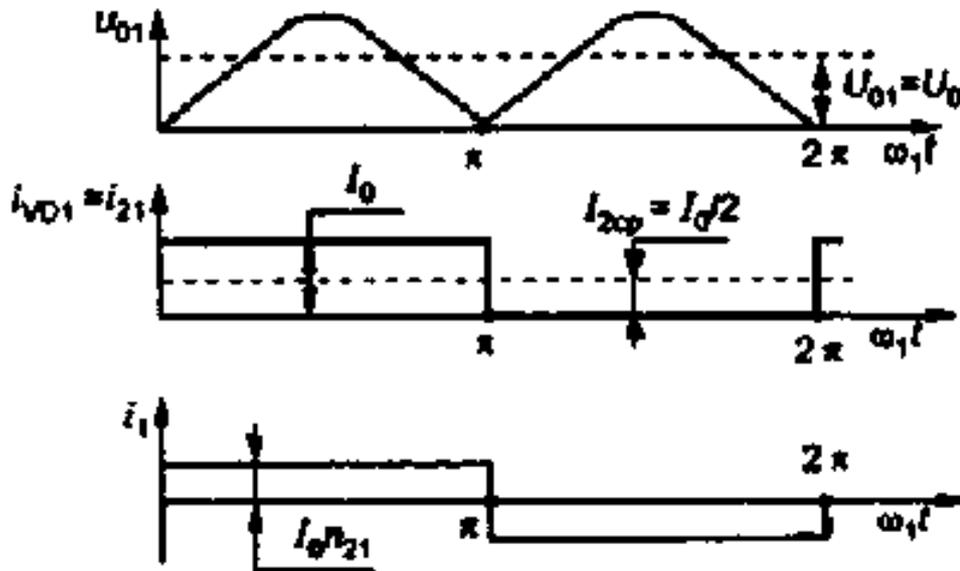


Рис 3. Временные диаграммы токов и напряжений выпрямителя, u_{01} - выпрямленное напряжение u_{01} , $0.5I_0$ - постоянная составляющая выпрямленного тока прямоугольной формы в вторичной обмотки трансформатора и вентиле VD1, I_0 - максимальное значение тока вентиля и полуобмотки.

К запортому диоду приложено удвоенное запирающее напряжение $U_{обр} = 2E_{2m}$ полуобмотки вторичной обмотки трансформатора.

Ток i_1 обмотки W1 трансформатора прямоугольной формы.

Согласно рис. 2. и рис. 3 на участке $\omega_1 t$ от 0 до π диод VD1 открыт, ток I_0 протекает по цепи: точка «а» обмотки W21 — вентиль VD1 — дроссель L — нагрузка R_n — точка «о» обмотки W21.

На участке $\omega_1 t$ от π до 2π ЭДС диод VD2 открыт, ток I_0 протекает по цепи: точка «b» обмотки W22— вентиль VD2 — дроссель L — нагрузка R_n — точка «o» обмотки W22.

Схему выпрямления (рис.2) называют однофазной (поскольку питающая сеть однофазная), однотактной двухполупериодной (или с выводом средней точки вторичной обмотки трансформатора).

При разложении периодической функции выпрямленного напряжения и тока в ряд Фурье можно вычислить U_{01} (постоянную составляющую) и высшие гармоники напряжения u_{01} . Обозначим U_{01} идеального выпрямителя через E_0 .

Выражение $E_0 = U_{01}$ представимо в виде:

$$E_0 = \frac{p}{2\pi} \cdot \int_{-\pi/p}^{\pi/p} E_m \cos(\omega_1 t) d(\omega_1 t) = E_m \cdot \sin(\pi/p) (\pi/p), \quad (1)$$

где $\omega_1 = 2\pi f_1$ — круговая частота тока сети;

E_m — максимальное значение напряжения u_{01} .

Или после вычислений $E_0 = 0,9 E_2$, где E_2 - действующее значение ЭДС вторичной полуобмотки

Значения E_{0mk} k-ой гармоники функции u_{01} определяется выражением:

$$E_{0mk} = \frac{p}{\pi} \int_{-\pi/p}^{\pi/p} E_m \cos(\omega_1 t) \cos(kp\omega_1 t) d(\omega_1 t) = E_m \frac{2p}{\pi (k^2 p^2 - 1)} \sin(p/\pi) \text{ или}$$

$$E_{0mk} = E_0 \frac{2}{(k^2 p^2 - 1)}$$

Значение коэффициента пульсации $K_n(1)$ по первой гармонике ($k=1$) определяется по формуле:

$$K_n(1) = E_m(1)/E_0 = 2/(p^2 - 1);$$

Для рассматриваемой схемы $K_n(1) = 0.67$.

С увеличением значения p частота первой гармоники пульсации увеличивается, а амплитуда первой гармоники пульсации уменьшается.

Что улучшает массо-габаритные показатели фильтра и выпрямителя в целом.

Существует **критическое** величина индуктивности ($L_{кр}$) при которой ток в дросселе ($I_0 \pm I_{m1}$), пульсируя уменьшается нулю но не разрывается.

$$\text{тогда } L_{кр} = 2E_0 / [p(p^2 - 1) \omega_1 I_{0 \text{ мин}}]$$

Ток обмоток W21 и W22 содержит постоянную составляющую $I_{2cp} = I_0/2$.

$$I_{2cp} = nI_0 (2-n) / p,$$

где n - число тактов работы каждой из фаз вентильной обмотки за период изменения напряжения первичного источника питания.

В двухтактных мостовых схемах выпрямления $n = 2$, а постоянная составляющая $I_{2cp} = 0$. отсутствует. Ток постоянной составляющей опасен для работы трансформатора из-за магнитного насыщения магнитопровода, многократного тока холостого хода с перегревом первичной обмотки и неизбежным выходом трансформатора из строя.

Это называется вынужденным подмагничиванием трансформатора.

Для идеального выпрямителя, намагничивающий ток равен нулю, уравнение равновесия МДС имеет вид:

$i_1 W_1 = W_{21}(i_{21} - I_{2cp}) - W_{22}(i_{22} - I_{2cp}) = (W_{21}i_{21} - W_{22}i_{22})$ (1), где W_1 и W_{21} и W_{22} - число витков первичной и двух вторичных полуобмоток трансформатора соответственно.

$$\text{В соответствии с этим } I_1 = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \left[\int_0^\pi (I_0 n_{21})^2 d\omega t + \int_\pi^{2\pi} (-I_0 n_{21})^2 d\omega t \right]} = I_0 n_{21} \quad ()$$

где $n_{21} = W_2/W_1$ - коэффициент трансформации трансформатора Т.

Для выбора трансформатора ВУ необходимо знать его расчетную (габаритную мощность) S_T , которую определяют как полусумму габаритных мощностей вторичной S_{T2} и первичной S_{T1} обмоток трансформатора, так как для однотактных выпрямителей $S_{T2} > S_{T1}$.

Для схемы рис.2 габаритная мощность вторичной обмотки

$$S_{T2} = 2U_0 \cdot 1,11 \cdot I_0 \cdot 0,707 = 1,57P_0.$$

То есть приходится выбирать вторичную обмотку трансформатора с запасом по мощности 1,57.

$$S_{T1} = m_1 U_1 I_1 = E_2 I_0 n_{21} / n_{21} = 1,11P_0$$

То есть приходится выбирать первичную обмотку трансформатора с запасом по мощности 1,11.

Габаритная мощность в целом трансформатора трансформатора для схемы рис. 2

$$S_T = (S_{T1} + S_{T2})/2 = 1,34P_0.$$

То есть для построения выпрямителя приходится выбирать трансформатор с запасом по мощности 1,34.

Полная мощность S_1 , равна мощности первичной обмотки трансформатора S_{T1} . А значение коэффициента мощности χ для схемы рис. 2 оказывается равным

$$\chi = P_1 / S_1 = P_0 / 1,11P_0 = 0,909.$$

Однофазная мостовая схема выпрямления

Принципиальная схема выпрямителя приведена на рис. 4,

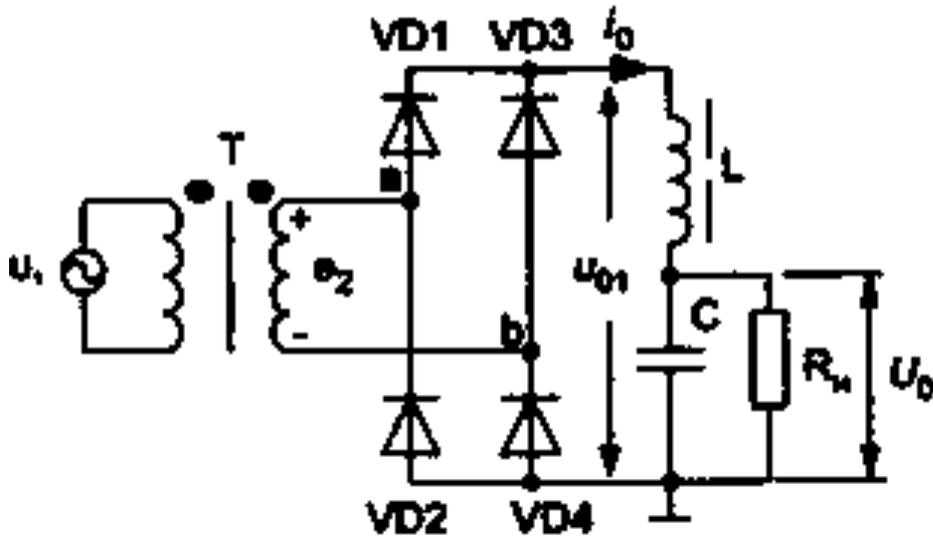


Рис.4. Однофазная мостовая схема выпрямления

Временные диаграммы выпрямителя приведены на рис. 4.

От 0 до π открыты вентили VD1, VD4 и ток i_0 замыкается по цепи: точка a — вентиль VD1 — обмотка дросселя L — нагрузка (CRn) — вентиль VD4 — точка b — вторичная обмотка трансформатора — точка a

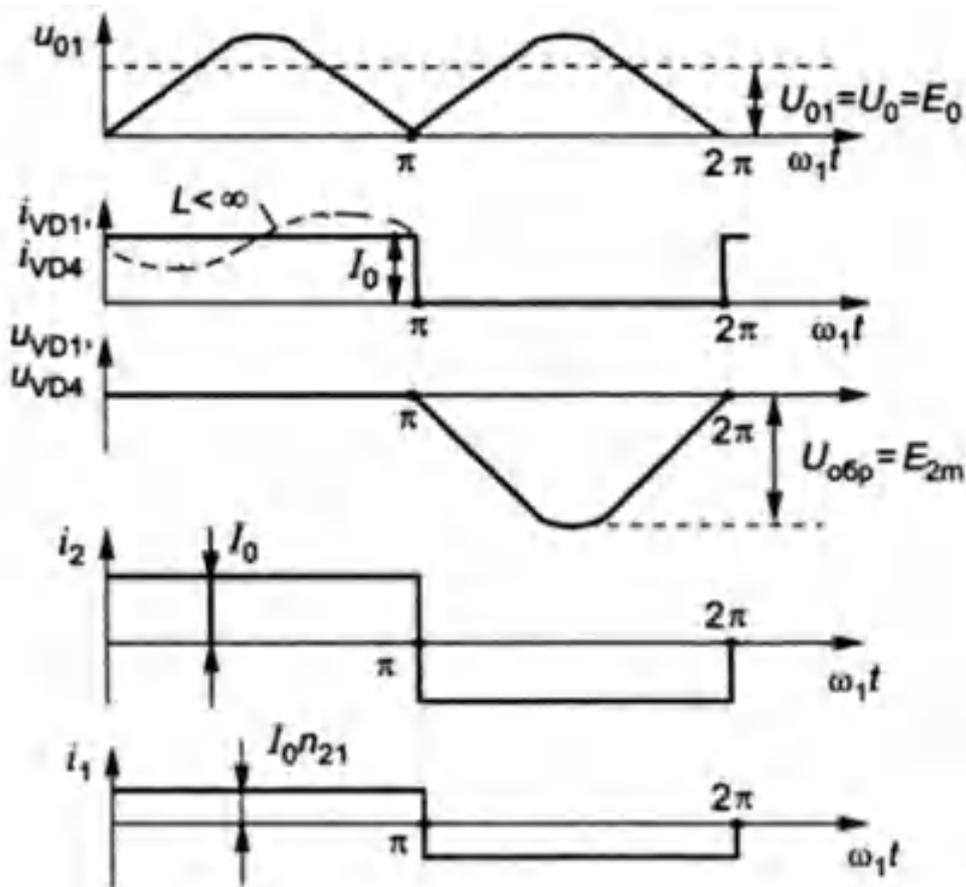


Рис.5. Временные диаграммы мостового выпрямителя

На интервале углов от π до 2π открыты вентили VD 3, VD 2 и ток i_o будет протекать по цепи: точка b — вентиль VD 3 — обмотка дросселя L — нагрузка (CRH) — вентиль VD 2 — точка a — вторичная обмотка трансформатора — точка b.

Таким образом, i_o через нагрузку всегда протекает в одном направлении. Напряжение u_{o1} по форме совпадает с кривой u_{o1} для однофазной двухполупериодной схемы выпрямления с выводом средней точки вторичной обмотки трансформатора, изменяется с удвоенной частотой сети ($p = 2$).

Для однофазной мостовой схемы выпрямления имеем

$$E_o = E_{2m} (p/\pi) \sin(p/\pi) = E_2 (\sqrt{2} p/\pi) \sin(p/\pi) = E_2 / 1.11$$

$$K_{n(1)} = E_{2m(1)} / E_o = 2/(p^2 - 1) = 0,67.$$

При индуктивности фильтре $L \rightarrow \infty$ ток вторичной обмотки i_2 имеет знакопеременную прямоугольную форму с амплитудой I_o в каждой полуволне. Действующее значение тока $I_2 = I_o$. Ток первичной и вторичной обмоток трансформатора одинаковы по форме но отличаются $n_{21} = W_2/W_1$ раз. Поэтому и действующие значения этих токов отличаются в n_{21} раз:

$$I_1 = I_2 n_{21} = n_{21} I_o$$

Габаритная (электромагнитная) мощность вторичной обмотки S_{T2} для однофазной мостовой схемы равна габаритной мощности первичной обмотки трансформатора S_{T1} :

$$S_{T1} = m_2 E_2 I_2 = U_o 1.11 I_o = 1.11 P_o$$

$$S_{T2} = m_1 U_1 I_1 = E_2 / n_{21} I_o = 1.11 P_o$$

Габаритная мощность трансформатора S_T , равная в общем случае полусумме габаритных мощностей первичной и вторичной обмоток, оказывается также на 11 % больше выходной мощности ВУ ($S_T = 1.11 P_o$).

Коэффициент мощности χ для однофазной мостовой схемы оказывается равным, как и для схемы рис. 5,а, n_{21}

$$\chi = P_1/S_1 = P_o/1,11P_o = 0,909.$$

Ток, протекающий через любой из вентилях, представляет собой по форме прямоугольный импульс с высотой равной выходному току ВУ и длительностью, равной половине периода изменения напряжения сети.

Действующее значение I_{VD} этого тока может быть выражено через ток I_o по формуле:

$$I_{VD} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi p} I_o^2 d\omega t} = \frac{I_o}{\sqrt{p}} = \frac{I_o}{\sqrt{2}} = 0.707 I_o$$

Обратное напряжение диода $U_{обр}$ равно амплитудному значению ЭДС вторичной обмотки трансформатора ($U_{обр} = E_{2m} = 1,57 E_o$).

На рис. 5,б пунктиром показана примерная форма кривой тока вентилей (i_{VD1} , i_{VD4}) для случая, когда индуктивность обмотки дросселя имеет конечное значение, большее критического.

Однофазная мостовая схема в отличие от однотактной схемы выпрямления характеризуется меньшей габаритной мощностью трансформатора и в два раза меньшим обратным напряжением диода. Кроме того, ей не присуще явление вынужденного подмагничивания трансформатора, и принципиально схема может работать без трансформатора. Последнее обстоятельство объясняет широкое применение схемы в современных выпрямителях с бестрансформаторным входом, работающих от однофазной сети переменного тока.

К недостатку мостовой схемы следует отнести большие потери в вентильном блоке, так как в любой момент времени ток нагрузки протекает через два последовательно включенных диода.

Поэтому в выпрямительных устройствах для получения выходных напряжений в единицы вольт предпочтение отдается однотактной двухполупериодной схеме.

ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Соберите мостовую схему для исследования выпрямителя с С-фильтром

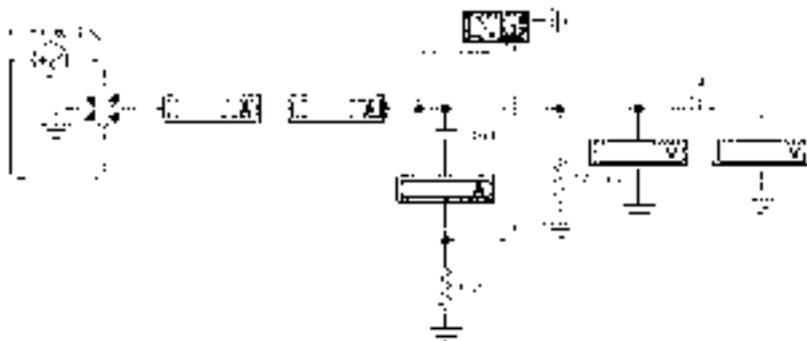


Рис. 1.1. Схема выпрямителя с С-фильтром

Таблица 1.1. Результаты исследования выпрямителя с С-фильтром

Ипульс, А					
Ипост сост, А					
Упост сост, В					
Упульс, В					
С ф, мкФ	1	10	100	1000	10000
R, ом	100	100	100	100	100

2. Соберите мостовую схему для исследования выпрямителя с LC-фильтром

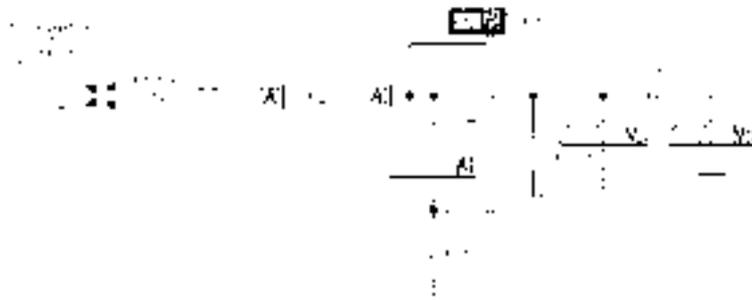


Таблица 1.2. Результаты исследования выпрямителя с RC-фильтром

Ипульс, А					
Ипост сост, А					
Упост сост, В					
Упульс, В					
С ф, мкФ	1	10	100	1000	10000
R, ом	100	100	100	100	100

.Соберите мостовую схему для исследования выпрямителя с LC-фильтром

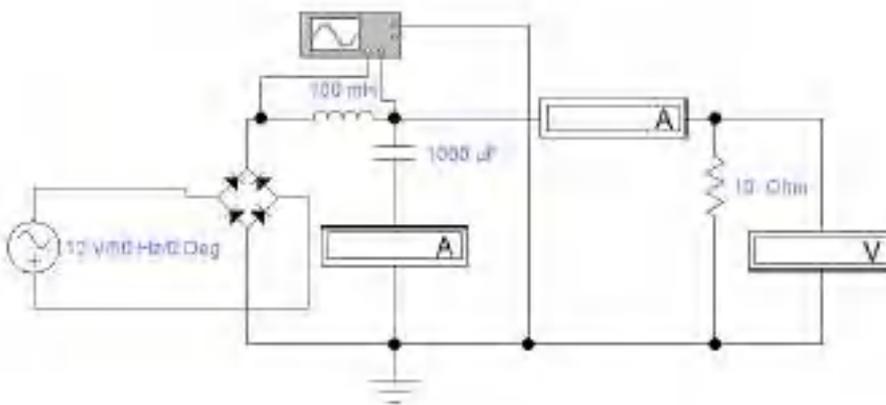


Таблица 1.2. Результаты исследования выпрямителя с LC-фильтром

Ипульс, А					
Ипост сост, А					
Упост сост, В					
Упульс, В					
С ф, мкФ	1	10	100	1000	10000
Lф, мГн	100	100	100	100	100
R, ом	100	100	100	100	100

2. Соберите схему для исследования выпрямителя с разрядным диодом и L-фильтром

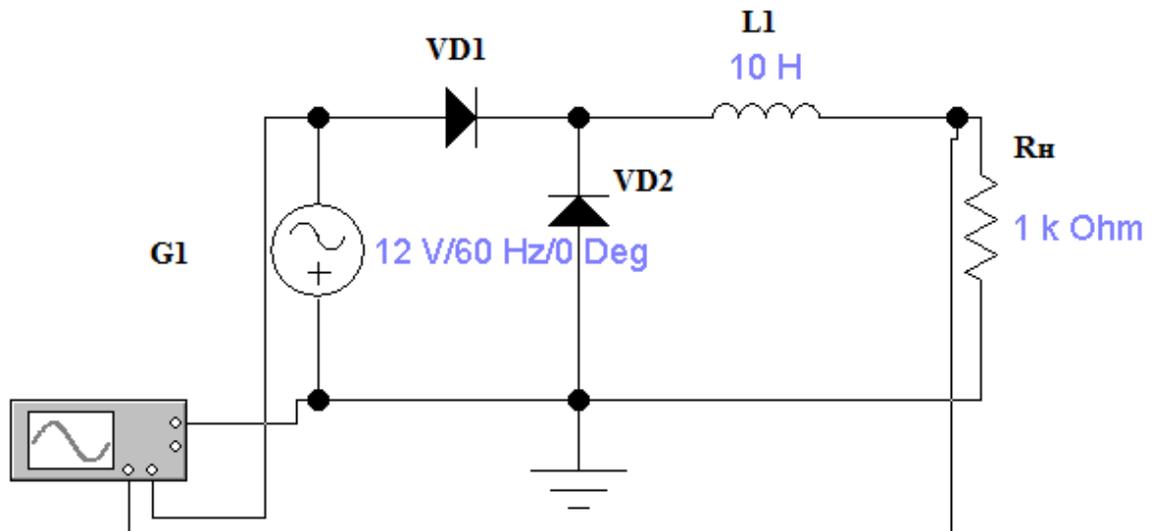


Рис.1.3.Схема выпрямителя с разрядным диодом

Таблица 1.3. Результаты исследования выпрямителя с L-фильтром и разрядным диодом

$U_{вх}, В$					
$U_{вых}, В$					
$U_{пост\ сост}, В$					
$U_{пульс}, В$					
$L\phi, мГн$	100	100	100	100	100
$R, ом$	100	100	100	100	100

Контрольные вопросы

1. Начертите схему выпрямителя.
2. Объясните принцип работы выпрямителя.
3. Объясните назначение диодов.
4. Объясните назначение фильтров.
5. Что такое коэффициент сглаживания?
6. Что такое пульсация и как она проявляется?
7. Почему кпд трансформатора в выпрямителях снижается?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10

ИЗУЧЕНИЕ ТРЕХФАЗНЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ

Цель работы: изучение принципа действия, схем включения, характеристик выпрямительных устройств силовой электроники

Краткие теоретические сведения

Трехфазная одноконтурная схема выпрямления

Принципиальная схема выпрямителя приведена на рис. 1. Временные диаграммы, поясняющие работу идеального выпрямителя в установившемся режиме, показаны на рис. 2.

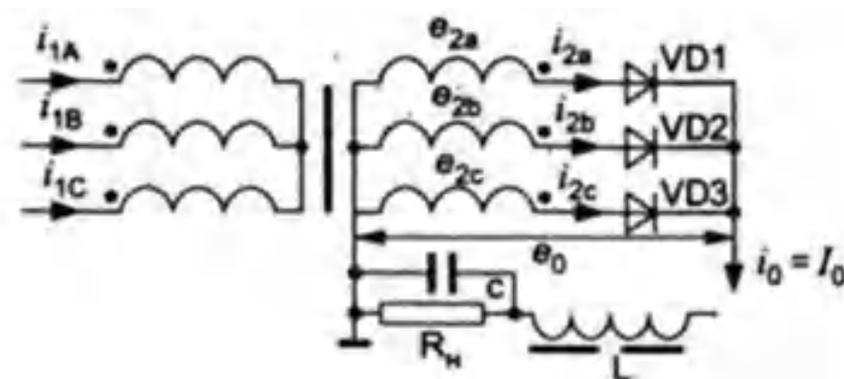


Рис. 1. Трехфазная одноконтурная схема выпрямления

В схеме вторичная обмотка трансформатора имеет вывод нейтральной (нулевой) точки и является одним из полюсов нагрузки. Вторичная обмотка выполнена либо по схеме звезда с выводом нейтральной точки, как показано на рис. 1 (либо по схеме зигзаг с нейтралью). Первичная обмотка выполнена по любой трехфазной схеме. Выводы вторичной обмотки соединены с , (анодами или катодами вентилей VD1... VD3. Свободные выводы вентилей объединяют в общую точку.

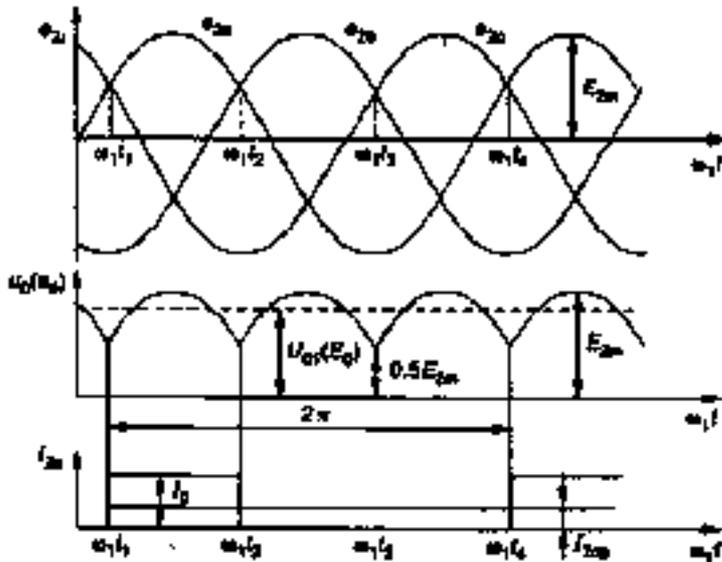


Рис. 2. Временные диаграммы для трехфазной однопulse схемы выпрямления

при выпрямлении в одномоментно открыт только один из вентиляей, анод которого подключен к фазе, с наибольшим, положительным значение ЭДС. Так, в интервале углов $\omega_1 t_1 \dots \omega_1 t_2$ (рис. 2) будет открыт вентиль VD1 и выходное напряжение выпрямителя $u_{01} = e_0$ будет совпадать с ЭДС этой фазы e_{2a} . В интервале углов больших $\omega_1 t_2$ откроется вентиль VD2 и нагрузка скачком перейдет на фазу e_{2b} . В интервале углов больших $\omega_1 t_3$ открывается вентиль VD3 и выходное напряжение выпрямителя в интервале углов $\omega_1 t_3 \dots \omega_1 t_4$ совпадает с ЭДС фазы e_{2c} .

Выходное напряжение выпрямителя изменяется в пределах $0,5E_{2m} \dots E_{2m}$ с утроенной частотой напряжения питающей сети, поэтому число фаз выпрямления $p = 3$.

Выпрямленного напряжения E_0 при $p = 3$ описывается выражением:

$$E_0 = E_{2m} \frac{3}{\pi} \sin\left(\frac{\pi}{3}\right) = E_2 \frac{3\sqrt{2}}{\pi} \sin\left(\frac{\pi}{3}\right) = 1,17E_2$$

Коэффициент пульсации по первой гармонике ($k = 1$)

$$КП_{(1)} = \frac{E_{0m(1)}}{E_0} = \frac{2}{p^2 - 1} = 0,25$$

Если индуктивность сглаживающего фильтра $L \rightarrow \infty$ ток каждой из фаз вторичной обмотки имеют форму прямоугольного импульса с амплитудой I_0 , и длительностью равной 0.33 периода напряжения T . Среднее значение тока фазы вторичной обмотки I_{2cp} и среднее значение тока диода I_{VDcp} в три раза меньшими по сравнению с выходным током I_0 :

$$I_{2cp} = I_{VDcp} = \frac{I_0}{3}$$

Наличие постоянной составляющей (I_{2cp}) в кривой тока фазы

вторичной обмотки трансформатора может приводить к появлению в схеме, а вынужденного подмагничивания трансформатора.

Действующее значение тока фазы вторичной обмотки трансформатора I_2 и диода I_{VD} в соответствии с могут быть выражены через выходной ток I_0 следующим образом:

$$I_2 = I_{VD} = \frac{I_0}{\sqrt{3}} = 0,577I_0$$

Обратное напряжение на диодах $U_{обр}$ в данной схеме выпрямления оказывается равным амплитудному значению линейной ЭДС вторичной обмотки трансформатора:

$$U_{обр} = E_{nm} = \sqrt{3} E_{2m} = \sqrt{3} \sqrt{2} E_2 = \frac{\sqrt{6}}{1,17} E_0 = 2,09E_0.$$

Габаритная мощность вторичной обмотки трансформатора $S_{T2} = m_2 E_2 I_2 = 3U_0 0.857 I_0 0.577 = 1.48P_0$.

В соответствии с временной диаграммой рис. 3.6, б выражение для действующего значения тока фазы первичной обмотки трансформатора I_1 может быть представлено в следующем виде:

$$I_1^2 = \frac{1}{2\pi} \left[\int_0^{2\pi/3} \left(\frac{2}{3} I_0 n_{21} \right)^2 d\omega t + \int_0^{2\pi/3} \left(-\frac{1}{3} I_0 n_{21} \right)^2 d\omega t \right] = [0.47 n_{21} I_0]^2$$

Габаритная мощность первичной обмотки трансформатора

$$S_{T1} = m_1 U_{1\phi} I_1 = 3 \frac{E_2}{n_{21}} I_1 = 3E_0 0.857 I_0 0.47 = 1.21P_0$$

Габаритная мощность трансформатора

$$S_T = \frac{S_{T1} + S_{T2}}{2} = \frac{1.48P_0 + 1.21P_0}{2} = 1.34P_0$$

Коэффициент мощности, представляющий собой отношение активной мощности P_0 , потребляемой от сети, к полной мощности S_{T1} , для идеального выпрямителя а оказывается равным

$$\chi = P_1/S_1 = P_0/S_{T1} = P_0/1.21P_0 = 0.826$$

ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1.Соберите трехфазную схему для исследования выпрямителя с С-фильтром

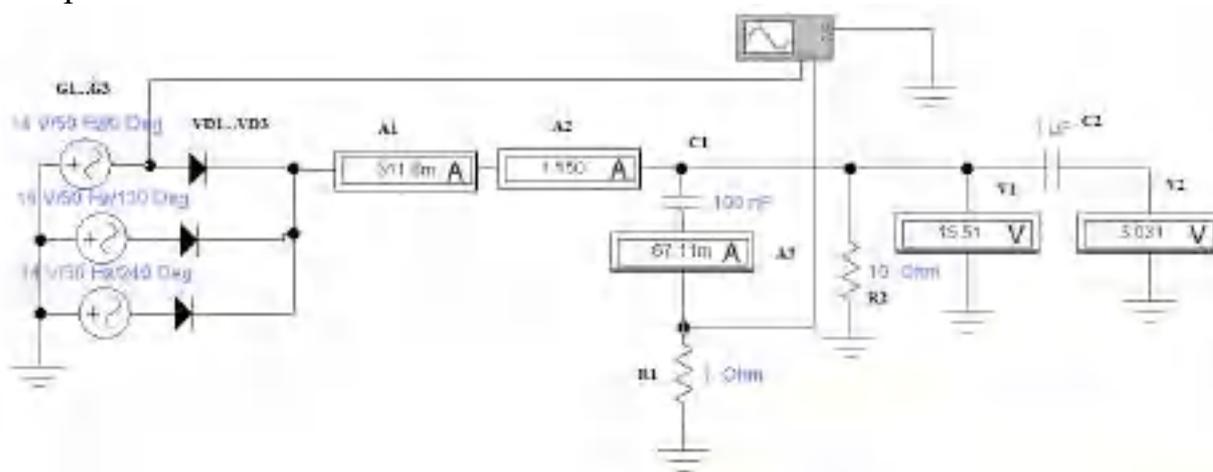


Рис.2. 1.Трехфазная схема выпрямления с С-фильтром и приборами измерения постоянных и переменных составляющих выпрямленного тока и напряжения

G1...G3 –трехфазный генератор

VD1...VD6- выпрямительный диодный мост

A1- амперметр переменного тока

A2- амперметр постоянного тока

A3- амперметр переменного тока

R1- измерительное сопротивление для наблюдения тока высших гармоник в конденсаторе фильтра C1,

R2- сопротивление нагрузки выпрямителя,

V1- вольтметр постоянного напряжения,

V2-вольтметр измерения напряжения пульсаций,

Результаты измерений занесите в таблицу 2.1.

Таблица 2.1. Результаты измерений

I1,А								
I2,А								
I3,А								
U1,В								
U2,В								
Rн, Ом								

Трехфазная схема выпрямления с С-фильтром и приборами измерения постоянных и переменных составляющих выпрямленного тока и напряжения

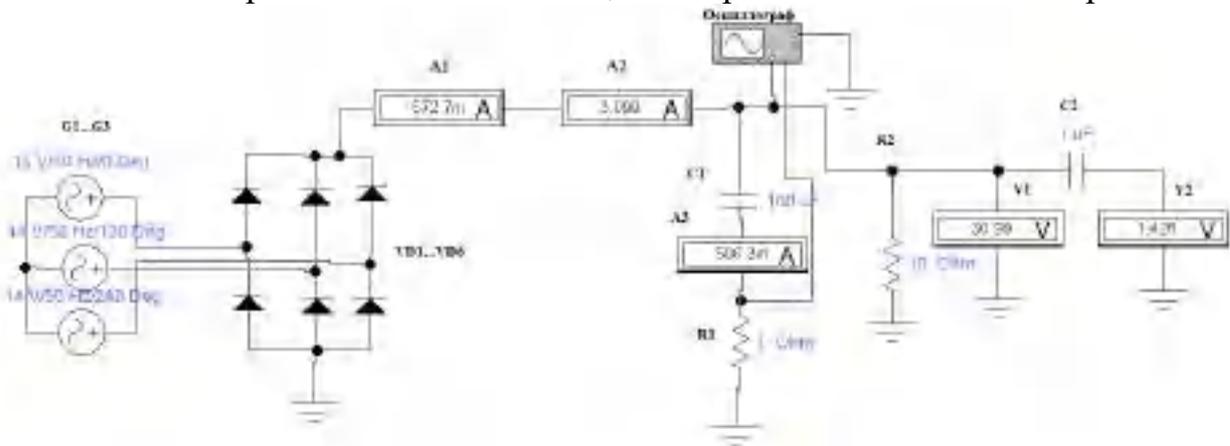


Рис.2.2.Трехфазная схема выпрямления с С-фильтром и приборами измерения постоянных и переменных составляющих выпрямленного тока и напряжения

G1...G3 –трехфазный генератор

VD1...VD6- выпрямительный диодный мост

A1- амперметр переменного тока

A2- амперметр постоянного тока

A3- амперметр переменного тока

R1- измерительное сопротивление для наблюдения тока высших гармоник в конденсаторе фильтра С1

R2- сопротивление нагрузки выпрямителя

V1- вольтметр постоянного напряжения

V2-вольтметр измерения напряжения пульсаций

Результаты измерений занесите в таблицу 2.2.

Таблица 2.2. Результаты измерений

I₁,A								
I₂,A								
I₃,A								
U₁,В								
U₂,В								
R_н, Ом								

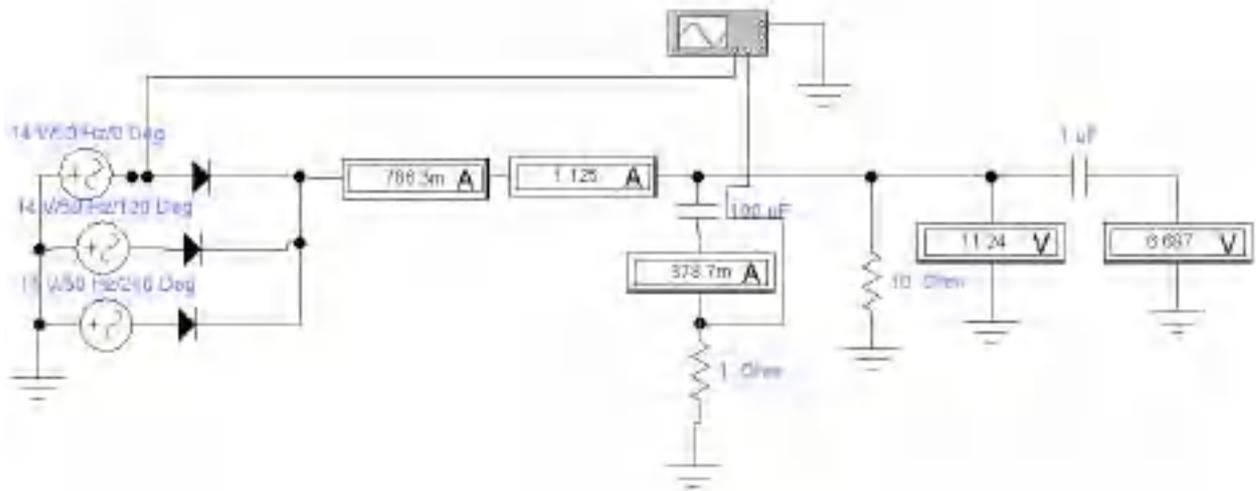


Рис.2.3. Трехфазная схема выпрямления с С-фильтром и приборами измерения постоянных и переменных составляющих выпрямленного тока и напряжения

Таблица 2.3. Результаты измерений

I₁,A								
I₂,A								
I₃,A								
U₁,В								
U₂,В								
R_n, Ом								

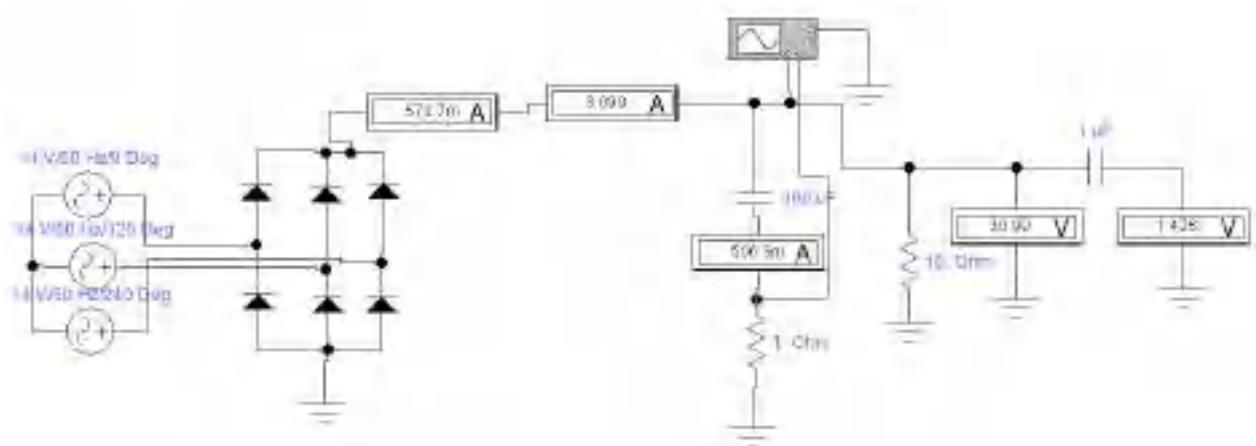


Рис.2.4. Трехфазная мостовая схема выпрямления с С-фильтром и приборами измерения постоянных и переменных составляющих выпрямленного тока и напряжения

Таблица 2.4. Результаты измерений

I₁,A								
I₂,A								
I₃,A								

U_{1,B}								
U_{2,B}								
R_n, Ом								

Контрольные вопросы

1. Какую схему выпрямления называют однофазной?
2. Какую схему выпрямления называют двухполупериодной?
3. Почему с увеличением значения r частота первой гармоники пульсации увеличивается, а амплитуда первой гармоники пульсации уменьшается?
4. Что улучшает массо-габаритные показатели фильтра и выпрямителя в целом?
5. Что такое **критическая** величина индуктивности?
6. Почему ток постоянной составляющей опасен для работы трансформатора?
7. Почему для идеального выпрямителя, намагничивающий ток равен нулю?
8. Что такое габаритная мощность трансформатора?

Лабораторная работа № 11

Изучение управляемого выпрямителя

Краткие теоретические сведения

Однофазная двухполупериодная схема выпрямления.

В неуправляемых выпрямителях выпрямленное напряжение U_0 зависит от напряжения U_1 питающей сети и тока нагрузки. Регулирование (стабилизация) напряжения U_0 производят с помощью регулятора напряжения, на входе вентильного блока, например с помощью регулятора напряжения переменного тока.

Более экономичным является вариант, при котором изменяется момент подключения элементов вентильного блока к обмоткам трансформатора. Для диоды вентильного блока выполняют на управляемых приборах — тиристорах. А выпрямители называют тиристорными или управляемыми.

Схемы управляемых выпрямителей приведена на рис.1.

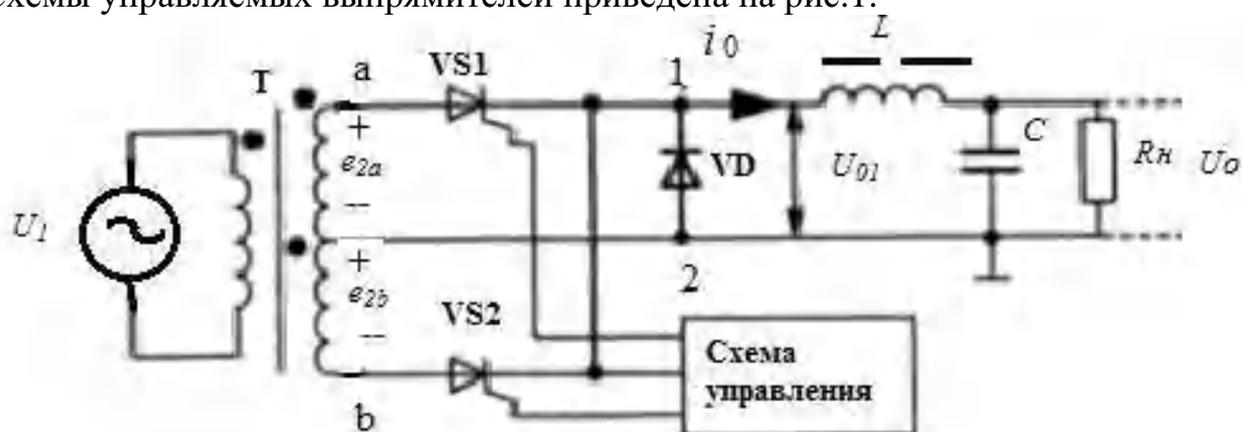


Рис.1. Однофазная двухполупериодная схема управляемого выпрямителя. Примем сопротивление индуктивности дросселя $\omega_1 L \rightarrow \infty$, а режим работы безразрывным.

Временные диаграммы схемы представлены на рис.2.

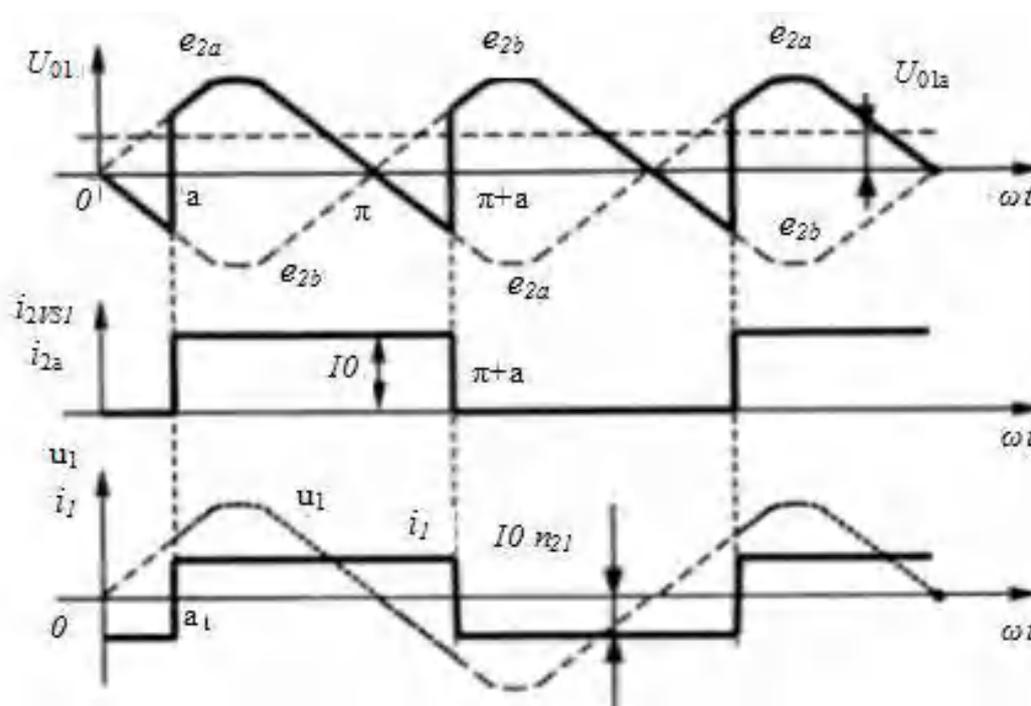


Рис.3. Временные диаграммы однофазного двухполупериодного управляемого выпрямителя

В интервале от $\omega_1 t = 0$ до $\omega_1 t = \alpha$ ЭДС e_{2a} и e_{2b} направлена снизу (-) вверх (+), тиристор VS1 заперт, но готов к открыванию.

Отпирающий импульс подается на управляющий электрод тиристора VS1 в момент $\omega_1 t = \alpha$.

На интервале от $\omega_1 t = 0$ до $\omega_1 t = \alpha$ остается открытым тиристор VS2 за счет энергии, запасенной дросселем L. Напряжение на выходе выпрямителя (в

точках 1, 2 рис. 1), совпадающее с ЭДС e_{2b} и отрицательно, а мощность $p_0 = u_{01}i_0$ выходе вентиляционного блока также отрицательна. Это означает, что энергия, запасенная дросселем, возвращается в источник энергии u_1 а выпрямитель работает в «инверсном режиме».

В момент $\omega_1 t = \alpha$ со схемы управления подается отпирающий импульс на управляющий электрод тиристора VS1. Тиристор VS1 открывается, и напряжение u_{01} будет совпадать с ЭДС e_{2ba} до тех пор, пока в момент $\omega_1 t = \pi + \alpha$ не откроется тиристор VS2. Среднее значение выходного напряжения управляемого выпрямителя E_{01a} равно ,

$$E_{01a} = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} E_{2m} \sin \omega_1 t d\omega_1 t = \frac{2E_{2m}}{\pi} \cos \alpha$$

Или выражение для E_{01a} представимо в следующем виде:

$$E_{01a} = E_{01a} \cos \alpha = E_{01} C_0(\alpha)$$

где $C_0(\alpha)$ — коэффициент регулирования.

Из рис.2 видно, что увеличение угла регулирования α к уменьшению уровня выходного напряжения и увеличению уровня пульсаций.

Амплитуды синусной $E_{ms(k)}$ и косинусной $E_{mc(k)}$ при разложения функции u_{01} в ряд Фурье:

$$E_{0m(k)} = \sqrt{E_{ms(k)}^2 + E_{mc(k)}^2} = \\ = \frac{P}{\pi} \sin\left(\frac{\pi}{p}\right) E_m \cos(\alpha) \frac{2}{k^2 p^2 - 1} \sqrt{1 + k^2 p^2 t g^2(\alpha)}$$

Коэффициент пульсации по k-й гармоники управляемого выпрямителя следующем виде:

$$K_{пп}(k) = \frac{E_{0m(k)}}{E_{01a}} = \frac{2}{k^2 p^2 - 1} \sqrt{1 + k^2 p^2 t g^2(\alpha)}$$

Для первой гармоники пульсаций выходного напряжения имеет вид :

$$K_{i(1)} = \frac{2}{p^2 - 1} \sqrt{1 + p^2 t g^2(\alpha)}$$

Коэффициент пульсаций уменьшается с увеличением p , и увеличивается с увеличением угла регулирования α . Поэтому желательно применение многофазных выпрямителей в с сглаживающими фильтрами.

Габаритная мощность вторичной $St_2(\alpha)$ и первичной $St_1(\alpha)$ обмоток трансформатора будут также в $(1/\cos \alpha)$ раз больше чем в неуправляемом выпрямителе при равной мощности P_0 .

Коэффициент мощности $\chi_{(\alpha)} = \chi \cos \alpha$.

Полученные выше соотношения справедливы и при конечной индуктивности обмотки дросселя L при безразрывной работе.

ПЛАН РАБОТЫ

1.Соберите схему однополупериодного выпрямителя представленного на рис.3.

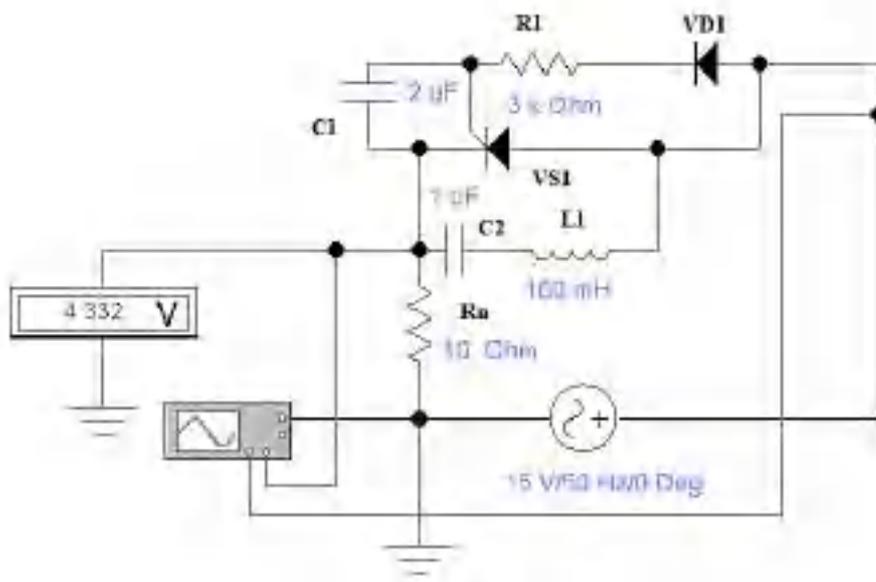


Рис.3.1. Схема однополупериодного управляемого тиристорного выпрямителя.

3. Произведите моделирование и изучите процесс выпрямления

Примерный вид пиктограмм показан на рис. 3.2.

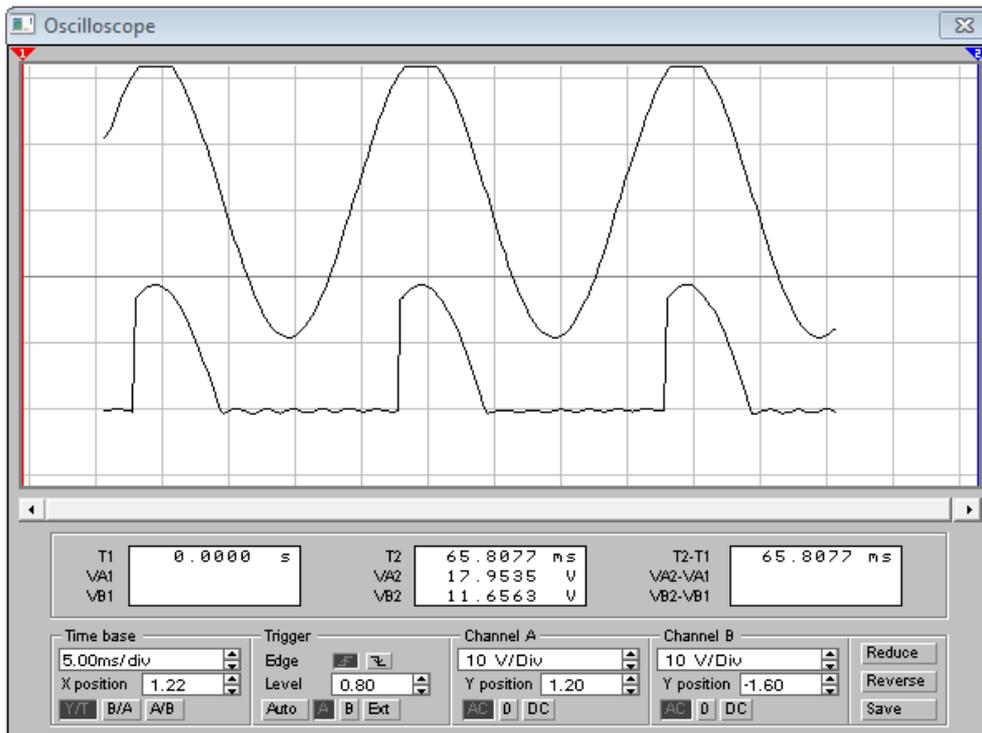


Рис.3.2. Пиктограммы напряжений вышеприведенной схемы.

Проведите серию опытов и занесите результаты измерений в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Экспериментальные данные

R1, Ом						
C1, мкФ						
U_{RH} , Ом						
t имп, мс						

4.Соберите схему тиристорного выпрямителя с сглаживающим фильтром и разрядным диодом согласно рис. 3.4

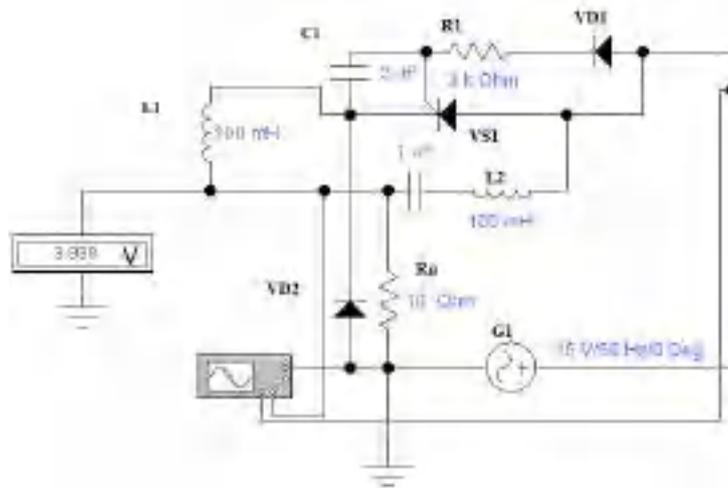


Рис.3. 5. Схема тиристорного выпрямителя с сглаживающим L-фильтром (L1) и разрядным диодом VD2.

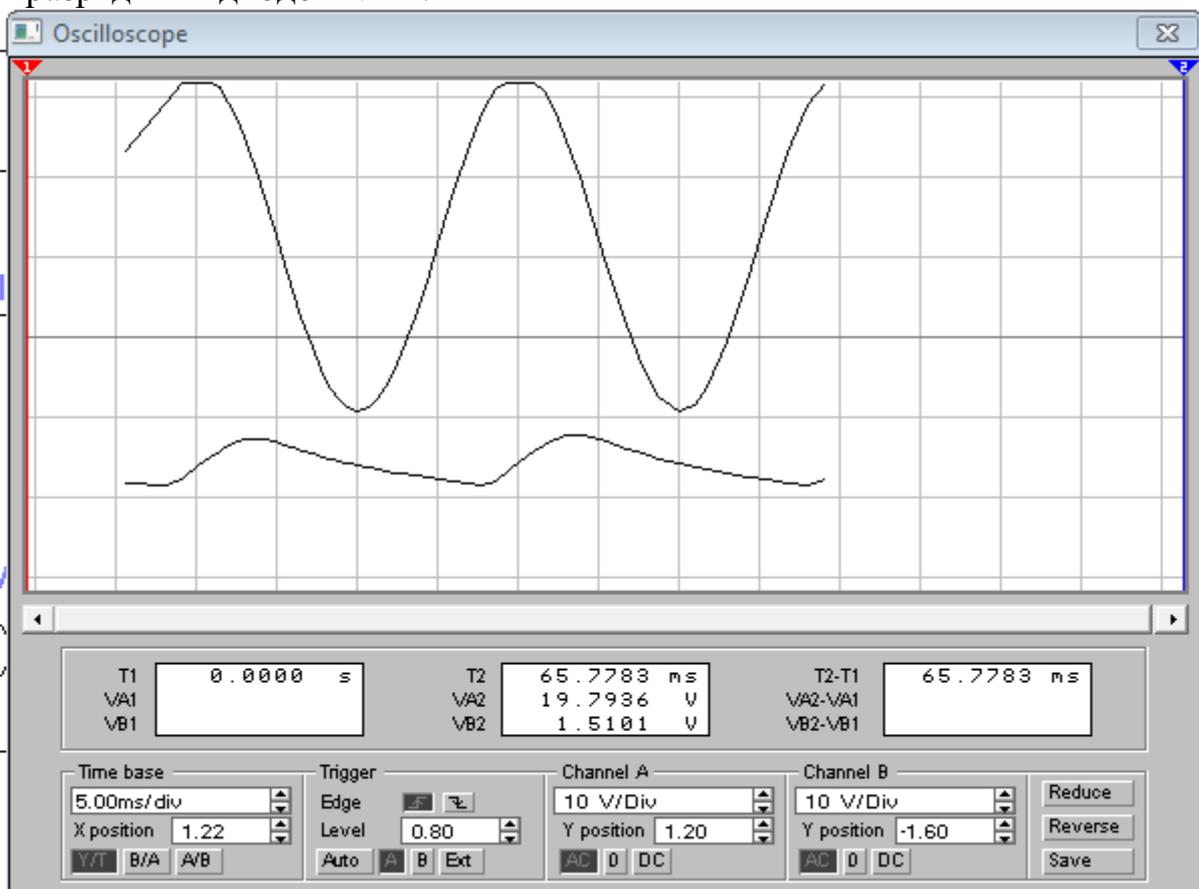


Рис.3.6. Пиктограммы напряжений вышеприведенной схемы.

Таблица 3.2. Экспериментальные данные

R1, Ом					
C1, мкФ					
U _{Rн} , Ом					
t имп, мс					

Контрольные вопросы

1. Начертите схему управляемого выпрямителя.
2. Объясните принцип работы управляемого выпрямителя.
3. Объясните назначение тиристора управляемого выпрямителя.
4. Объясните назначение фильтров управляемого выпрямителя.
5. Что такое коэффициент сглаживания?
6. Что такое пульсация и как она проявляется?
7. Почему КПД трансформатора в выпрямителях снижается?
8. Объясните назначение сглаживающего фильтра и разрядного диода.

Лабораторная работа №12

Изучение работы неуправляемых выпрямителей на нагрузку индуктивного характера

Краткие теоретические сведения

Силовая цепь (трансформатор, провода, фильтры, нагрузка и т.д.) реального выпрямителя обладает активным, емкостным и индуктивным сопротивлениями. Поэтому изменения тока нагрузки вызывают соответствующие изменения не только среднего значения выходного напряжения выпрямителя но и гармонических составляющих пульсации. К тому же активные сопротивления силовой цепи ведут к снижению КПД выпрямителя.

Влияние индуктивности L_k на работу выпрямителя

Пусть диоды идеальные, активное сопротивление выпрямителя R_a равно нулю, а индуктивность обмотки дросселя $L \rightarrow \infty$.

Индуктивность L_k в цепи каждой из фаз вторичной обмотки трансформатора представляет собой индуктивность рассеяния, пересчитанную в цепь вторичной обмотки.

Наличие индуктивности L_k в цепи каждой из фаз вторичной обмотки трансформатора приводит к замедлению переключения диодов выпрямителей. Процесс переключения (перекрытия фаз) начинается с момента равенства ЭДС фаз вторичных обмоток трансформатора (с момента $\omega t = 0$ на рис.12. 1,б) и заканчивается при снижении до нуля тока фазы, завершающей работу (фазы а). Для интервала переключения (при принятом допущении $L \rightarrow \infty$) справедливы следующие соотношения:

$$\begin{aligned}(i_{2a} + i_{2b}) &= i_0 = I_0 \\ u_{01} &= e_{2a} - L_k \frac{di_{2a}}{dt}\end{aligned}$$

$$u_{01} = e_{2b} - Lk \frac{di_{2b}}{dt}$$

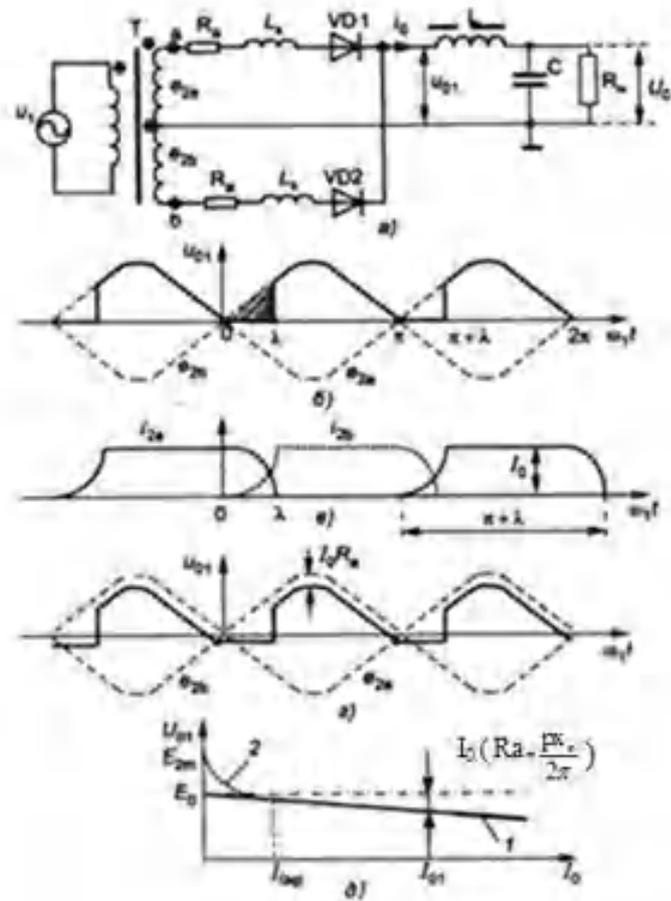


Рис.1. Однотактная двухполупериодная схема выпрямления и диаграммы, поясняющие ее работу

Следовательно $\frac{di_b}{dt} = -\frac{di_{2a}}{dt}$ и $u_{01} = \frac{e_{2a} + e_{2b}}{2}$

Соответственно до начала переключения ($\omega_1 t < 0$) открыт лишь диод VD1 и напряжение на выходе выпрямителя совпадало с ЭДС e_{2a} (рис.1,б). По окончании переключения ($\omega_1 t \geq \lambda$) открыт только диод VD2 и напряжение u_{01} совпадает с ЭДС e_{2b} . На интервале переключения напряжение u_{01} равно полусумме мгновенных значений ЭДС коммутируемых фаз, для данной схемы выпрямления равно нулю.

Выражение для тока, вступающей в работу фазы b, действительно,

$$\frac{di_{2b}}{dt} = \frac{e_{2b} - e_{2a}}{2Lk} = \frac{2E_{2m} \sin \omega_1 t}{2Lk} \text{ или } i_{2b} = -\frac{E_{2m}}{2\omega_1 Lk} \cos \omega_1 t + C$$

Постоянная интегрирования C определяется из условия: при $\omega_1 t = 0, i_{2b} = 0$.

$$\text{Следовательно, } i_{2b} = \frac{E_{2m}}{x_k} (1 - \cos \omega_1 t)$$

где $x_k = \omega_1 L_k$ — индуктивная составляющая сопротивления короткого замыкания фазы трансформатора.

Временные диаграммы токов i_{2a} , i_{2b} представлены на рис.12. 1,в.

При $\omega_1 t = \lambda$ ток i_{2b} достигает значения I_0 , следовательно, λ

$$I_0 = \frac{E_{2m}}{x_\Sigma} (1 - \cos \lambda) = \frac{\pi E_0}{p x_\Sigma} (1 - \cos \lambda)$$

$$\lambda = \arccos\left(1 - \frac{p x_\Sigma I_0}{\pi E_0}\right)$$

где E_0 — среднее значение (постоянная составляющая) напряжения на выходе идеального выпрямителя. Следовательно, длительность переключения (угол λ) будет тем больше, чем больше ток нагрузки I_0 , индуктивность L_k и чем выше частота первой гармоники пульсации $p \omega_1$.

Переключение (перекрытие фаз) уменьшает среднее значение выходного напряжения выпрямителя на величину заштрихованной на рис. 1,б площади ΔU_{01} для которой можно записать:

$$\Delta U_{01} = \frac{p}{2\pi} \int_0^\lambda \frac{e_{2b} - e_{2a}}{2} d\omega_1 t = \frac{p E_{2m}}{2\pi} \int_0^\lambda \sin \omega_1 t = \frac{p E_{2m}}{2\pi} (1 - \cos \lambda)$$

Отсюда получим $\Delta U_{01} = 0,5 I_0 p x_k / \pi$. Выражение для среднего значения напряжения на U_{01} выходе выпрямителя принимает вид

$$U_{01} = E_0 - I_0 \frac{p x_k}{2\pi}$$

При наличии индуктивности L_k значение коэффициента пульсации по первой гармонике оказывается выше значений, полученных ранее для идеальных выпрямителей.

Активное сопротивление R_a фаз вторичной обмотки трансформатора, являет собой сумму активной составляющей Z_k трансформатора T и сопротивления прямой ветви диода которое может быть представлено дифференциальным сопротивлением R_{VD} и пороговым напряжением U_p .

В этом случае R_a можно представить в виде

$$R_a = R_k + \left(R_{VD} + \frac{U_p}{I_0} \right)$$

$$\text{Для мостовых схем выпрямления. } R_a = R_k + 2 \left(R_{VD} + \frac{U_p}{I_0} \right)$$

Зависимость напряжения u_{01} на выходе реального выпрямителя рис. 1,а (при $R_a > 0$, $L_k > 0$) показана на рис.1,г. За счет падения напряжения на диоде напряжение на выходе выпрямителя меньше ЭДС работающей фазы на величину $I_0 R_a$. К тому же переключение (перекрытие) фаз начинается в момент когда ЭДС работающей фазы уменьшается до значения, равного $I_0 R_a$ а не в момент равенства ЭДС фаз вторичных обмоток трансформатора.

Выражение для среднего значения напряжения u_{01} на выходе реального выпрямителя можно представить в следующем виде:

$$U_{01} = E_0 - I_0 \left(R_a + \frac{P_{X_k}}{2\pi} \right)$$

На рис.1,д сплошной линией показана внешняя характеристика реального выпрямителя для случая, когда индуктивность обмотки дросселя $L \rightarrow \infty$. В случае конечного значения этой индуктивности это будет справедливо только при токах нагрузки больших критического значения $I_{0кр}$ - При $I_0 < I_{0кр}$ При $I_0 \rightarrow 0$ напряжение на конденсаторе С (на выходе выпрямителя рис. 51,а) будет равным E_{2m} .

Порядок выполнения работы

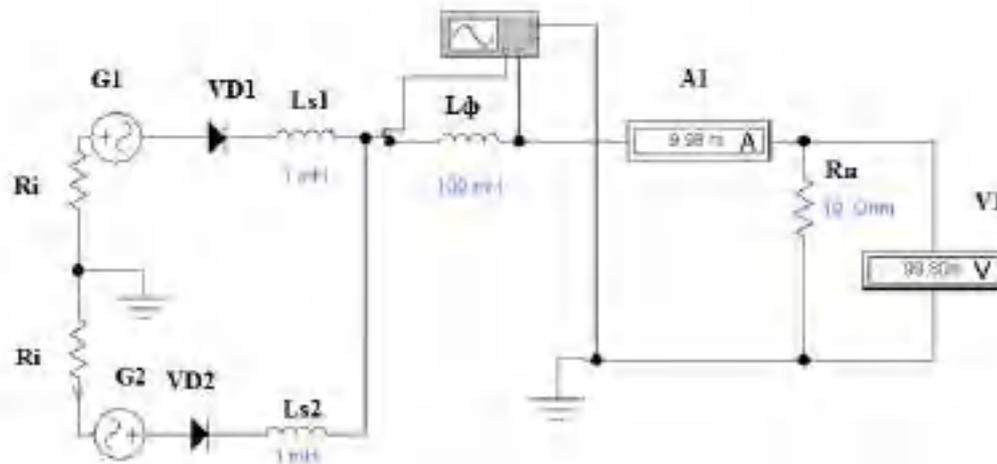


Рис.2. схема установки

1.Соберите вышеуказанную схему

Просмотрите форму токов и напряжений осциллографом

Измерьте напряжение, ток и мощность в сопротивлении нагрузки R_n в зависимости от сочетаний внутреннего сопротивления R_i генератора G , индуктивностей рассеяния L_s , индуктивности сглаживающего фильтра L_ϕ

Таблица 1. Данные опытов

$R_n, \text{ Ом}$							
$L_s, \text{ Гн}$							
$R_i, \text{ Ом}$							
$U_G, \text{ В}$							
$U_n, \text{ В}$							
$I_n, \text{ А}$							

Сделайте выводы о влиянии L_s, R_i , на выходное напряжение и кпд выпрямителя.

Контрольные вопросы

1. Объясните назначение схемы.
2. Что такое L_s ?

3. Как влияет L_s на процесс выпрямления?
4. Что такое R_i ?
5. Объясните особенности выпрямителя.
6. Начертите принципиальную схему выпрямителя и объясните его работу.

Лабораторная работа №13

Изучение импульсного стабилизатора понижающего типа

Краткие теоретические сведения

Однотактные преобразователи напряжения выполняют с непосредственной связью между источником энергии и нагрузкой и с гальванической развязкой. В последнем случае применяют силовой трансформатор.

Однотактные преобразователи понижающего типа

Схема однотактного преобразователя с непосредственной связью с понижением напряжения и временные диаграммы, поясняющие его работу представлена на рис. 1



Рис. 1. Функциональная схема однотактного преобразователя понижающего типа

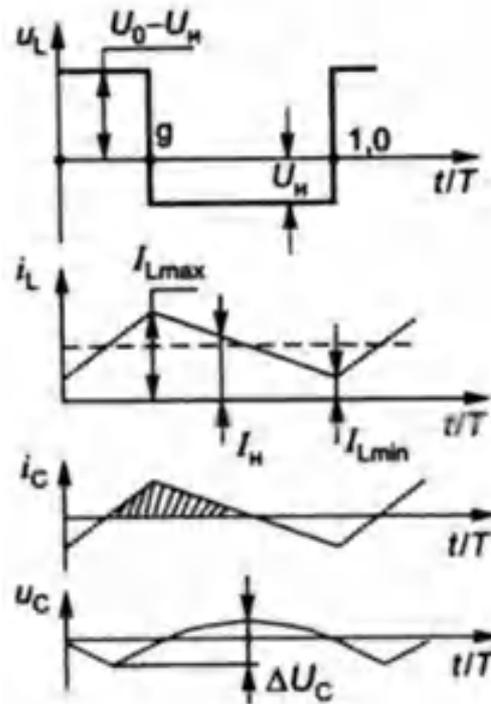


Рис. 2. Временные диаграммы функциональная схема однотактного преобразователя напряжения понижающего типа (ОПНПТ) . ОПНПТ работает следующим образом.

При отпирании схемой управления (СУ) силового транзистора VT в обмотке дросселя L возникает увеличивающийся ток из-за разности напряжений источника U_0 и напряжения U_n на R_n . При этом дроссель L будет запасать энергию, а ток дросселя i_L , равный току стока транзистора VT, будет нарастать практически линейно от минимального $I_{L\text{мин}}$ до максимального $I_{L\text{макс}}$ значения:

$$i_L = i_{cVT} = I_{L\text{мин}} + \frac{(U_0 - U_n)t}{L}$$

где U_n — среднее значение напряжения на нагрузке.

Диод VD при этом закрыт напряжением U_0 . При запириании транзистора VT ЭДС на зажимах обмотки дросселя L изменяет знак и открывает диод VD. При этом запасенная дросселем L энергия через диод VD передаётся в нагрузку и подзаряжает конденсатор C до тех пор, пока ток дросселя больше тока нагрузки.

(Примечание. По этой причине на нагрузке всегда присутствует напряжение пульсации. Частота пульсации ориентировочно составляет в различных схемах от 39 кГц до 2 МГц.)

На этом отрезке времени к обмотке дросселя L будет приложено напряжение, равное напряжению U_n , поэтому ток дросселя постепенно уменьшается от $i_L\text{ макс}$ до $i_L\text{ мин}$ по линейному закону.

Обозначив длительность открытого состояния VT через t_i , а весь период цикла через T, для тока дросселя ΔI_L можно записать

$$\Delta I_L = I_{L \text{ макс}} - I_{L \text{ мин}} = \frac{U_n(T-t_u)}{L} = \frac{U_n(1-\gamma)}{Lf}$$

где $\gamma = t_{и}/T$ – коэффициент заполнения или относительная длительность включенного состояния транзистора VT,

$f = 1/T$ — частота преобразования.

Относительную длительность включенного состояния транзистора γ обозначают также через D (Duty).

С уменьшением индуктивности L дросселя происходит увеличение ΔI_L . При $L=L_{кр}$ приращение тока дросселя ΔI_L становится равным удвоенному значению тока нагрузки $I_n = U_n/R_n$. При этом $I_{L \text{ мин}}$ становится равным нулю, а кривая тока дросселя i_L будет касаться оси времени, не имея разрывов.

Такая индуктивность L дросселя называется критической $L_{кр}$.

$$L_{кр} = U_n(1-\gamma)/(2I_n f)$$

Поэтому потери во всех элементах силовой части в режиме разрывных токов дросселя будут также существенно больше. Существует соотношение

$$U_{L_{кр}} = \gamma(U_0 - U_n) - U_n(1-\gamma) = 0$$

Из приведенного соотношения можно установить зависимость между напряжением на выходе идеального одноконтурного преобразователя и напряжением на входе. Эта зависимость называется регулировочной характеристикой. Для идеального стабилизатора регулировочная характеристика имеет следующий вид: $U_n = \gamma U_0$

Для реального стабилизатора при относительно малом приращении тока дросселя по сравнению со средним значением тока нагрузки выражение примет следующий вид:

$$U_n = \gamma (U_0 - U_n - I_n R_1) - (1 - \gamma)(U_n + I_n R_2) = 0,$$

где R_1 - суммарное сопротивление обмотки дросселя, транзистора VT в режиме насыщения и сопротивления источника энергии U_0 ;

R_2 - суммарное значение сопротивления обмотки дросселя и сопротивления диода VD в открытом состоянии.

Регулировочная характеристика реального преобразователя будет иметь следующий вид:

$$U_n = \gamma U_0 - U_n - I_n [\gamma R_1 + (1 - \gamma)R_2],$$

Следует отметить, что при γ стремящимся к единице напряжение на выходе оказывается ниже входного.

Размах пульсации ΔU_c напряжения на выходе можно определить выражением:

$$\Delta U_c = ST/C$$

где S - площадь заштрихованной на рис. 13.2,б кривой i_c , определяющая заряд накапливаемый конденсатором C на интервале периода; C - емкость конденсатора C . В соответствии с рис. 7.2 площадь S оказывается равной $\Delta I_L/8$.

Преобразуя можно получить

$$\Delta U_c = \frac{U_n(1-\gamma)}{8LCf^2}$$

Управление силовым транзистором в данном ОПН, как и в других преобразователях напряжения, осуществляется в основном по одному из трех способов.

При широтно-импульсном управлении длительность включенного состояния силового транзистора изменяется, а период преобразования остается неизменным.

При двухпозиционном (релейном) управлением устройство работает в режиме автоколебаний.

План выполнения работы

1. Собрать схему согласно рис. 3.

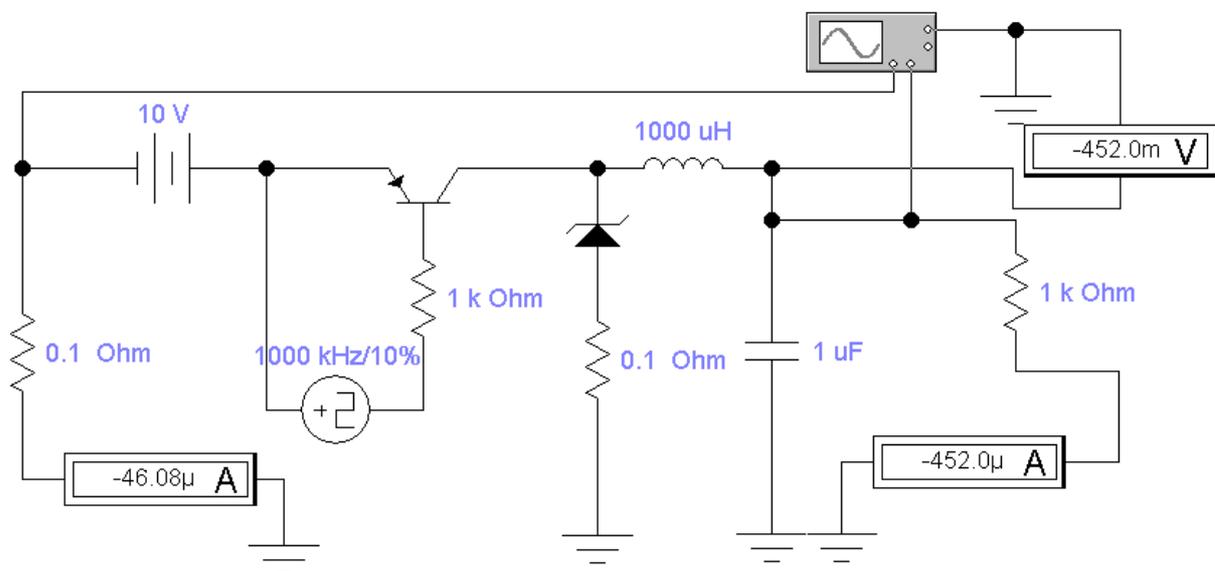


Рис. 3. Схема импульсного стабилизатора понижающего типа

2. Изменяя коэффициент заполнения γ снять показания и занести их в таблицу

1

Таблица 1 . Результаты измерений

$U_{вх}, В$									
γ									
$U_{н}, В$									
$I_{вх}, А$									
$I_{н}, а$									

КПД									
-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

3. Зарисовать осциллограммы в точках по указанию преподавателя.

Контрольные вопросы

1. Как работает схема импульсного стабилизатора понижающего типа?
2. Как изменяется коэффициент γ импульсного стабилизатора понижающего типа при увеличении входного напряжения?
3. Как изменяется коэффициент γ импульсного стабилизатора понижающего типа при уменьшении входного напряжения?
4. Что означает коэффициент полезного действия стабилизатора напряжения?
5. Как изменяется коэффициент γ импульсного стабилизатора понижающего типа при уменьшении сопротивления нагрузки?
6. Как изменяется коэффициент γ импульсного стабилизатора понижающего типа при увеличении сопротивления нагрузки?
7. Как изменяется коэффициент полезного действия импульсного стабилизатора понижающего типа при увеличении сопротивления нагрузки?
8. Что означает коэффициент сглаживания пульсаций?

Лабораторная работа №14

Исследование линейных стабилизаторов напряжения

Краткие теоретические сведения

Стабилизаторами напряжения называются устройства, автоматически поддерживающие напряжение нагрузки с точностью не хуже заданной при наличии дестабилизирующих факторов.

Основными дестабилизирующими факторами являются: колебания питающих напряжений и частоты тока сети, изменения мощности нагрузки, температуры окружающей среды, старение и др.

Стабилизаторы разделяют на стабилизаторы переменного напряжения и постоянного напряжения.

Стабилизаторы делятся на параметрические и компенсационные стабилизаторы. В параметрических стабилизаторах используются нелинейные элементы и стабилизация напряжения (тока) осуществляется за счет нелинейности их вольт-амперных характеристик.

Компенсационные стабилизаторы представляют собой систему автоматического регулирования с отрицательной обратной связью. Стабилизация достигается изменением параметров управляемого прибора, при воздействии на него сигнала обратной связи.

В компенсационных стабилизаторах напряжения сигнал обратной связи является функцией выходного напряжения, а в стабилизаторах тока — функцией выходного тока.

В компенсационные стабилизаторы подразделяются по типу регулирующего элемента на транзисторные, тиристорные и т.д.;

по способу включения регулирующего элемента относительно нагрузки на последовательные и параллельные;

По способу регулирования на непрерывные, импульсные и непрерывно-импульсные.

Основные параметры параметрических и компенсационных стабилизаторов постоянного напряжения.

Коэффициент стабилизации по входному напряжению — отношение относительных приращений напряжений на входе и выходе стабилизатора при постоянном токе нагрузки:

$$K_{ст} = \frac{\frac{\Delta U_{вх}}{U_{вх}}}{\frac{\Delta U_{вых}}{U_{вых}}}$$

где $U_{вх}$, $U_{вых}$ — номинальные значения входного и выходного напряжений стабилизатора; $\Delta U_{вх}$ - приращения входного напряжения стабилизатора; $\Delta U_{вых}$ — приращения выходного напряжения стабилизатора при неизменном значении тока нагрузки.

Внутреннее сопротивление стабилизатора R_i это отношению приращения выходного напряжения $\Delta U_{вых}$ к приращению тока нагрузки ΔI_n при $U_{вх} = const$.

Коэффициент сглаживания пульсаций

$$q = \frac{U_{вх\sim} U_{вых}}{U_{вых\sim} U_{вх}}$$

где $U_{вх\sim}$, $U_{вых\sim}$ амплитуды пульсации на вход и выходе стабилизатора соответственно.

Температурный коэффициент напряжения (ТКН) - отношение приращения напряжения на выходе $\Delta U_{вых}$ к приращению температуры окружающей среды $\Delta t_{окр}$ при неизменном входном напряжении и токе нагрузки.

$$\gamma = \frac{\Delta U_{вых}}{\Delta t_{окр}}$$

Ниже приведены основные качественные параметры параметрических и компенсационных стабилизаторов

Коэффициент стабилизации тока по входному напряжению

$$K_{ст.т} = \frac{\Delta U_{вх} I_H}{\Delta I_H U_{вх}}$$

Где I_H , ΔI_H , ток и приращение тока в нагрузке соответственно. Определяется при неизменном сопротивлении нагрузки. ($R_H = \text{const}$).

Коэффициент стабилизации при изменении сопротивления нагрузки

$$K_{R_H} = \frac{\Delta_{R_H} I_H}{R_H \Delta I_H} = \frac{R_i}{R_H}$$

где R_H , Δ_{R_H} — сопротивление нагрузки и его приращение соответственно; R_i — внутреннее сопротивление стабилизатора.

Коэффициент K_{R_H} определяется при постоянном входном напряжении ($U_{вх} = \text{const}$).

Температурный коэффициент стабилизатора

$$\gamma = \frac{\Delta I_H}{\Delta t_{окр}}$$

Энергетические параметры стабилизаторов постоянного напряжения и тока следующие.

Коэффициент полезного действия η равен отношению активной мощности, отдаваемой стабилизатором в нагрузку, к активной мощности, потребляемой от сети:

$$\eta = P_{вых} / P_{вх}$$

Массогабаритные показатели

Удельный объём: отношение выходной мощности к ее объёму, Вт/дм³;

Удельная масса: отношение выходной мощности к массе; Вт/Гст, Вт/кг

Мощность, рассеиваемая на регулирующем элементе, $P_{р\text{э}}$. Массогабаритными параметрами стабилизаторов являются удельный объём $P_{вых} / V_{ст}$, Вт/дм³, удельная масса $P_{вых} / G_{ст}$, Вт/кг,

Стабилизаторы переменного напряжения (тока) характеризуются и дополнительными параметрами: стабильностью выходного напряжения (тока) в зависимости от изменения частоты питающего напряжения, коэффициентом мощности χ ($\cos\phi$), коэффициентом искажения формы кривой выходного напряжения (тока).

схема; б — диаграммы, поясняющие работу устройства

Компенсационные стабилизаторы напряжения постоянного тока с непрерывным регулированием

Компенсационные стабилизаторы непрерывного действия могут быть выполнены как с последовательным (1, а), так и с параллельным (рис. 1,б) включением регулирующего элемента (РЭ) относительно нагрузки.

В данных стабилизаторах любые изменения выходного напряжения в схеме сравнения (СС) сравниваются с опорным (эталонным) напряжением. При этом сигнал рассогласования с выхода СС через

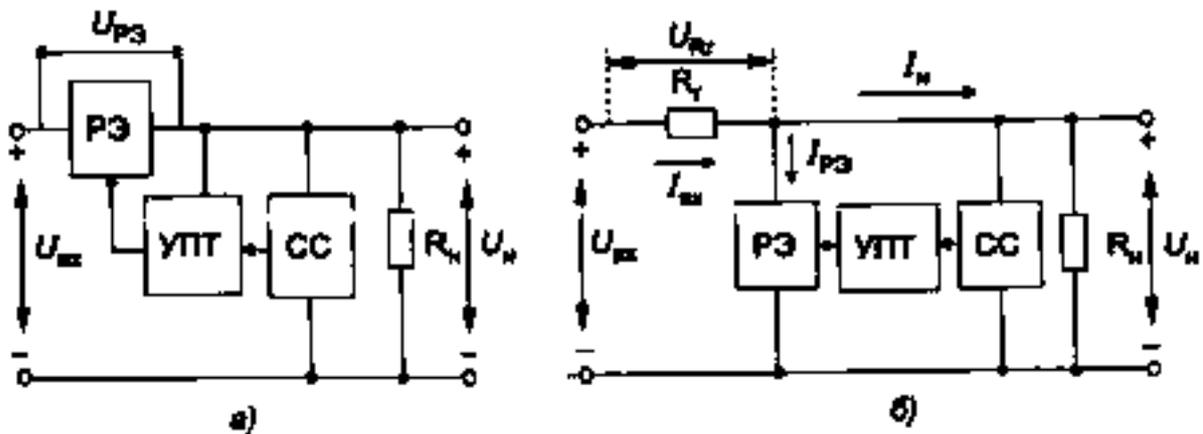


Рис. 1.1. Структурные схемы компенсационных стабилизаторов с непрерывным регулированием последовательного (а) и параллельного (б) типов: РЭ — регулирующий элемент непрерывного действия, УПТ — усилитель постоянного тока, СС — схема сравнения, Rг — гасящее сопротивление, Rн — нагрузка

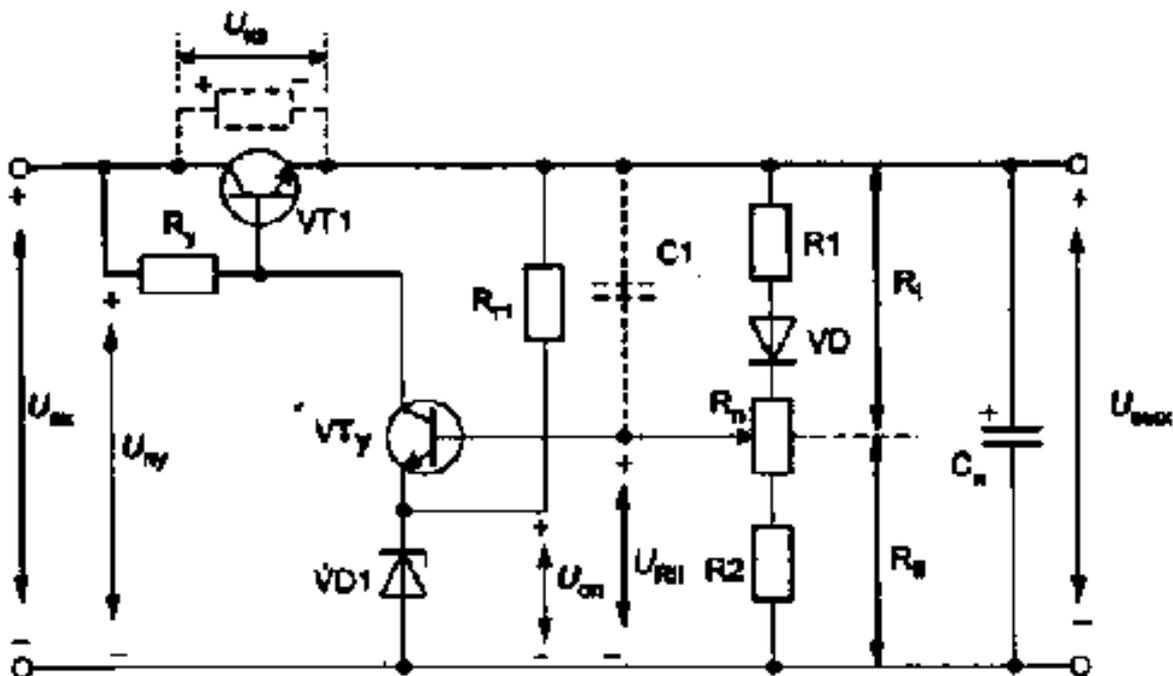


Рис. 1.2. Схема компенсационного стабилизатора напряжения последовательного типа.

УПТ поступает на регулирующий элемент РЭ. В схеме с последовательным включением РЭ компенсация осуществляется за счет изменения падения напряжения на самом регулирующем элементе. В схеме с параллельным включением РЭ поддержание уровня выходного напряжения осуществляется за счет изменения тока в нем, в результате чего меняется падение напряжения на Rг, включенном последовательно с нагрузкой.

В стабилизаторах с непрерывным регулированием используют биполярные и полевые транзисторы, а также операционные усилители а также маломощные непрерывные стабилизаторы напряжения в интегральном исполнении.

Принципиальная стабилизатора напряжения непрерывного действия с последовательным включением РЭ на транзисторе VT1 представлена на рис. 1.2. В состав схемы сравнения входит делитель на резисторах R1, Rп, R2, и источник опорного напряжения на стабилитроне VD1, и резисторе Rг1. Усилитель сигнала ошибки состоит из транзистора VTу и резистора Rу. Принцип действия схемы. При увеличении входного напряжения Uвх увеличивается выходное напряжение Uвых и напряжения UR||. Напряжение UR|| сравнивается с Uоп стабилитрона VD1. Увеличение UR|| приводит к увеличению увеличению тока базы и коллектора транзистора VTу и уменьшается ток базы транзистора VT1, что приводит к увеличению его напряжения коллектор-эмиттер Uкэ. Поскольку Uвх = Uкэ + Uвых, то увеличение Uкэ приводит к уменьшению выходного напряжения, и происходит стабилизацию выходного напряжения. Регулировка выходного напряжения осуществляется потенциометром Rп.

Для представленной схемы $\Delta U_{\text{вых}} = \Delta U_{\text{вх}} - \Delta I_{\text{к1}} R_{\text{к1}} + K_1 \Delta U_{\text{бэ1}}$, где Rк1- сопротивление коллектора VT1; K1- коэффициент усиления транзистора VT1 по напряжению; $\Delta U_{\text{бэ1}}$, $\Delta I_{\text{к1}}$ - приращение напряжения база-эмиттер и тока коллектора VT1. Считая, что $\Delta I_{\text{к1}} \approx \Delta I_{\text{н}}$, получим $\Delta U_{\text{вых}} = \Delta U_{\text{вх}} - \Delta I_{\text{н1}} R_{\text{к1}} + K_1 \Delta U_{\text{бэ1}}$.

Приращение $\Delta U_{\text{бэ1}}$ равно разности приращений напряжений на коллекторе транзистора VTу и на выходе стабилизатора:

$$\Delta U_{\text{бэ1}} = \Delta U_{\text{кэу}} - \Delta U_{\text{вых}}$$

Так как $U_{\text{пу}} = U_{\text{вх}}$ то напряжение на коллекторе VTу изменяется за счет напряжения питания и за счет приращения напряжения на его базе:

$$\Delta U_{\text{кэу}} \approx \frac{R_{\text{кy}} \Delta U_{\text{пуy}}}{R_{\text{y}} + R_{\text{кy}}} - K_{\text{y}} \Delta U_{\text{вхy}}$$

где Rкy, Ky — сопротивление коллектора и коэффициент усиления по напряжению VTу в схеме с ОЭ; $\Delta U_{\text{вхy}}$ — приращение напряжения на входе УПТ; $\Delta U_{\text{пу}}$ — приращение напряжения питания УПТ ($\Delta U_{\text{пу}} = \Delta U_{\text{вх}}$).

Для напряжения на входе УПТ можно записать

$$\Delta U_{\text{вхy}} = U_{\text{R||}} - U_{\text{оп. или}}$$

$$U_{\text{вхy}} = U_{\text{вых}} \alpha' - U_{\text{оп}} \alpha',$$

где $\alpha = R_{\text{п}} / (R_{\text{п}} + R_{\text{г1}})$ - коэффициент передачи делителя;

$$\alpha' =$$

$R_{\text{вхy}} / [(R_{\text{вхy}} + R_{\text{п}} R_{\text{г1}}) / (R_{\text{п}} + R_{\text{г1}})]$ - коэффициент, учитывающий влияние входного сопротивления усилителя; где Rвхy - входное сопротивление усилителя постоянного тока.

$$\Delta U_{\text{вхy}} = \Delta U_{\text{вых}} \alpha \alpha' - \Delta U_{\text{оп}} \alpha'$$

После преобразований, согласно [1],

$$\Delta U_{\text{вых}} (1 + K_1 K_{\text{y}} \alpha \alpha' + K_1) = \Delta U_{\text{вх}} + \Delta U_{\text{пу}} R_{\text{кy}} K_1 / (R_{\text{кy}} + R_{\text{y}}) + \Delta U_{\text{оп}} \alpha' K_1 K_{\text{y}} - \Delta I_{\text{н}} R_{\text{кy}}$$

Так как $K_1 K_{\text{y}} \alpha \alpha' \gg (1 + K_1)$, получается:

$$\Delta U_{\text{вых}} = \frac{\Delta U_{\text{вх}}}{K_1 K_{\text{y}} \alpha \alpha'} + \frac{\Delta U_{\text{пу}} R_{\text{кy}}}{(R_{\text{кy}} + R_{\text{y}}) K_{\text{y}} \alpha \alpha'} + \frac{\Delta U_{\text{оп}}}{\alpha} - \frac{\Delta I_{\text{н}} R_{\text{кy}}}{\alpha \alpha' K_1 K_{\text{y}}}$$

Соответственно коэффициент стабилизации представляется зависимостью:

$$K_{CT} = \frac{\Delta U_{ВХ} U_{ВЫХ}}{\Delta U_{ВЫХ} U_{ВХ}} = \frac{K_1 K_2 \alpha \alpha' (R_{кy} + R_y) U_{ВЫХ}}{(R_{кy} + R_y + K_1 R_{кy}) U_{ВХ}}$$

Или в упрощенном виде $K_{CT} \approx \frac{U_{ВЫХ} (R_{кy} + R_y) \alpha \alpha' K_2}{U_{ВХ} R_{кy}}$

Внутреннее сопротивление стабилизатора

$$R_i = \frac{\Delta U_{ВЫХ}}{\Delta I_{Н}} = \frac{-R_{к1}}{\alpha \alpha' K_1 K_2} = \frac{-1}{\alpha \alpha' K_2 S_1}$$

$S_1 = \frac{\Delta I_{к1}}{\Delta U_{бэ1}} = \frac{-1}{K_1}$ крутизна характеристики транзистора VT1.

Схема транзисторного стабилизатора [1] обладает свойствами фильтра, т.е. уменьшает переменную составляющую входного напряжения. При этом коэффициент сглаживания стабилизатора приблизительно равен коэффициенту стабилизации.

Порядок выполнения работы

1.Собрать схему интегрального стабилизатора напряжения, представленную ниже

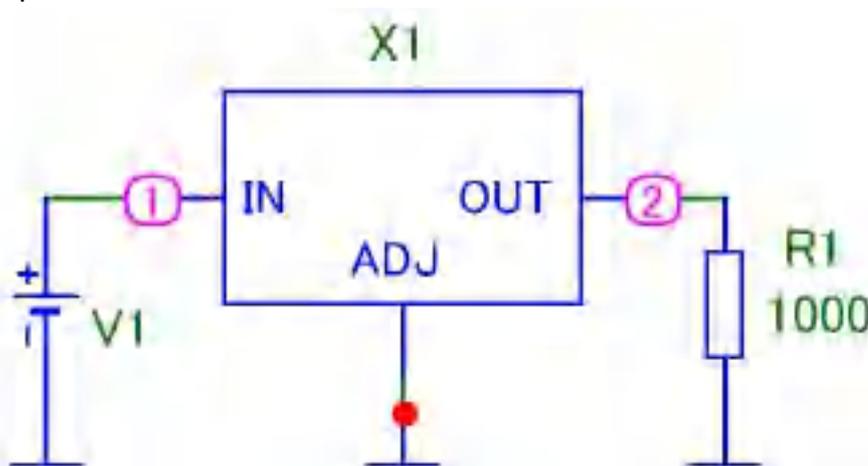


Рис.2.2. Условное обозначение схемы включения LM117.

X1- условное обозначение микросхемы интегрального трехвыводного стабилизатора LM117.;

R1- условное обозначение сопротивления нагрузки, 1000 Ом;

IN- условное обозначение вывода подключения входного напряжения

Таблица 1.1. Результаты моделирования работы интегрального нерегулируемого трехвыводного стабилизатора напряжения на основе интегральной микросхемы LM117

U _{ВХ} , В	3	5	7.5	10	12.5	15	20	25
U _{ВЫХ} , В								
T _{уст} ,								

МКС								
U макс, В								
U мин, В								
Rн, Ом	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Ku								

Контрольные вопросы

1. Что означает номинальное выходное напряжение?
2. Что означает пределы изменения входного напряжения?
3. Что означает пределы изменения выходного напряжения?
4. Что означает коэффициент полезного действия стабилизатора напряжения?
5. Что означает коэффициент неустойчивости по напряжению?
6. Что означает коэффициент неустойчивости по току?
7. Что означает коэффициент сглаживания пульсаций?
8. Что означает дифференциальное выходное сопротивление?
9. Что означает температурный коэффициент напряжения ТКН;

Лабораторная работа № 15

Изучение инвертора напряжения

Краткие теоретические сведения

Инвертором напряжения называют устройство, преобразующее электрическую энергию источника напряжения постоянного тока в электрическую энергию переменного тока. Потребность в них вызвана широким внедрением компьютерных технологий и недостаточной надежностью сетей. Для эффективного преобразования энергии на высокой частоте требуются полупроводниковые ключи, магнитные материалы, специализированные контроллеры. ИН должен иметь высокий КПД, обладать высокой надежностью и иметь приемлемые массо-габаритные характеристики, допустимый уровень высших гармонических составляющих в кривой выходного напряжения, не создавать при работе недопустимый для других потребителей уровень пульсации на зажимах источника энергии. Работа инвертора напряжения основана на переключении быстродействующими ключами полярности напряжения на нагрузке. Частота переключения задается управляющей схемой или контроллером. Контроллер решает также задачи регулирования напряжения, синхронизаций ключей, защиты от перегрузок и

др. Функциональная схема ИН показана на рис.1.

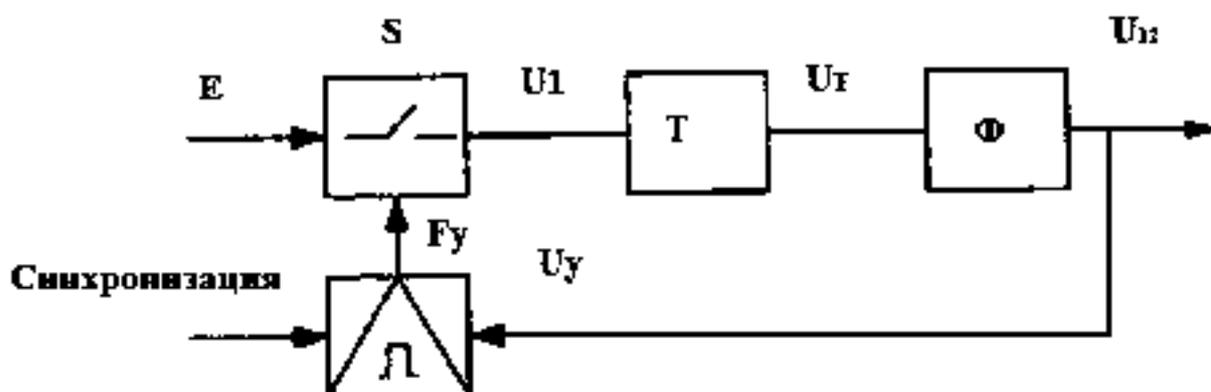


Рис.1. Функциональная схема инвертора напряжения

Модуль переключения S преобразует напряжение постоянного тока E в переменное напряжение прямоугольной формы, с регулируемым коэффициентом заполнения. Трансформатор обеспечивает гальваническую развязку источника питания и нагрузки, получения требуемого напряжения на (u_1) и нагрузки (u_2). Фильтр (Ф) предназначен для снижения уровня помех выходного напряжения.

Форма выходного напряжения инвертора близка к прямоугольной. Если потребители энергии в своем составе имеют асинхронные двигатели, то применяют инверторы с синусоидальной формой выходного напряжения. Основным методом формирования выходного напряжения является метод широтно-импульсной модуляции.

Инверторы с прямоугольной формой выходного напряжения

Преобразование постоянного напряжения источника питания преобразуется в переменное электронными ключами. При переключении ключей получается знакопеременное напряжение и циркуляция в цепи реактивной энергии. При этом обеспечивается пропорциональность выходного напряжения, например, первой гармоники ($U_{2(1)}$), величине напряжения на входе (E), конструктивного параметра схемы (K) и фактора управления (F_y):

$$U_{2(1)} = EK F_y.$$

Таким фактором могут быть коэффициент заполнения импульсов управления ключами или фазовый сдвиг сигналов управления противофазных групп ключей. В случае неконтролируемых режимов циркуляции реактивной энергии реакция потребителя с реактивными составляющими нагрузки влияет на форму напряжения и его величину.

Порядок выполнения работы

1. Соберите схему согласно рис.2.
2. Снимите зависимость выходного напряжения от входного.
3. Посмотрите эпюры напряжений в узлах схемы по указанию преподавателя
4. Результаты измерений занесите в таблицу.
5. Самостоятельно внесите в схему приборы для измерения напряжения и тока и определите КПД инвертора.

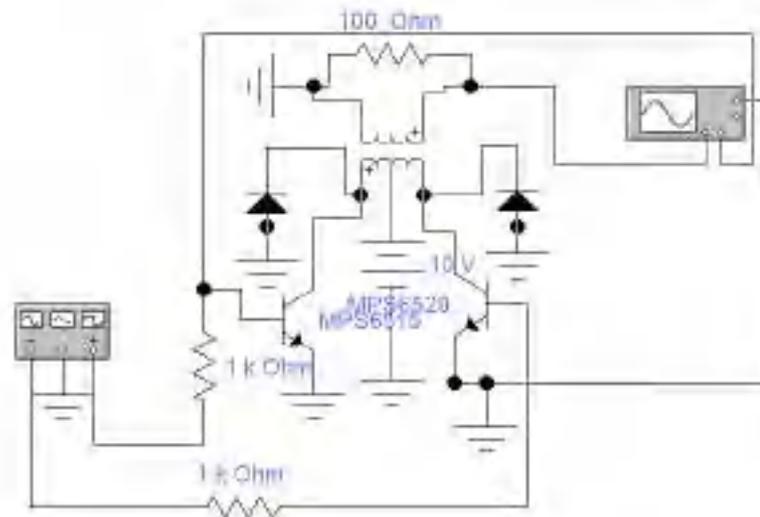


Рис. 2 Двухтактный инвертор напряжения

Таблица 1. Результаты измерений

U _{вх} , В						
U _{вых} , В						
I _{вх} , А						
I _{вых} , А						
P _{вх} , Вт						
P _{вых} , Вт						
КПД						

Контрольные вопросы

1. Как работает схема импульсного инвертора?
2. Как изменяется коэффициент γ импульсного инвертора?
3. Как изменяется коэффициент γ импульсного инвертора при уменьшении входного напряжения?
4. Что означает коэффициент полезного действия импульсного инвертора?
5. Как изменяется коэффициент γ импульсного инвертора при уменьшении сопротивления нагрузки?
6. Как изменяется коэффициент γ импульсного инвертора при увеличении сопротивления нагрузки?

7. Как изменяется коэффициент полезного действия импульсного инвертора при увеличении сопротивления нагрузки?

Использованная литература

Основная литература

1. Зиновьев Г.С. СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 5-е изд., испр. и доп. Учебное пособие для бакалавров. 2015. ЮРАЙТ Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru> ЭБС «Юрайт»

Дополнительная литература

Новожилов О.П. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА 2-е изд., испр. и доп. Учебник для бакалавров 2014п о энергетическим и радиотехническим специальностям / Евдокимов, Федор Евдокимович. - 9-е изд. ; стереотип

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>

ЭБС «IPRbooks». Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16402>

ЭБС «Лань». – Режим доступа: . <http://e.lanbook.com/>

Содержание

Лабораторная работа № 1	Исследование ВАХ диода	3
Лабораторная работа № 2	Исследование ВАХ транзистора	6
Лабораторная работа № 3	Исследование усилительного каскада	9
Лабораторная работа № 4	Исследование работы транзистора в импульсном режиме	16
Лабораторная работа № 5	Исследование дифференциального усилителя	18
Лабораторная работа № 6	Исследование операционного усилителя	25
Лабораторная работа № 7	Исследование усилителей мощности на операционных усилителях	28
Лабораторная работа № 8	Исследование выпрямителей на ОУ	30
Лабораторная работа № 9	Изучение выпрямителей.....	33
Лабораторная работа № 10	Изучение трехфазных выпрямителей.....	42
Лабораторная работа № 11	Изучение управляемого выпрямителя.....	48
Лабораторная работа № 12	Изучение работы неуправляемых выпрямителей на нагрузку индуктивного характера.....	54
Лабораторная работа № 13	Изучение импульсного стабилизатора понижающего типа	58
Лабораторная работа № 14	Исследование линейных стабилизаторов напряжения	62
Лабораторная работа № 15	Изучение инвертора напряжения.....	68

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

Методические указания
для выполнения лабораторных работ
по дисциплине

Информационно-измерительная техника
(наименование учебной дисциплины)

Уровень профессионального образования _____ бакалавриат _____
(бакалавриат, магистратура)
Направление(я) подготовки (специальность) 13.03.02- Электроэнергетика и электротехника
(полное наименование направления подготовки)
Направленность программы (профиль) «Электрические станции и подстанции»
(полное наименование профиля направления подготовки из ПООП)

Рязань 2020

Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Измерения и информационно- измерительная техника в электроэнергетике» содержит описание методики проведения лабораторных работ.

Данное пособие призвано помочь обучающимся очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника профиль «Электрические станции и подстанции» получить навык проведения измерений различных электрических параметров .

Автор:

к.т.н., доцент С.О. Фатьянов.

Рецензент:

зав. каф. электроснабжения РГАТУ д.т.н., профессор Каширин Д.Е.

Методические указания одобрены учебно- методической комиссией по направлению подготовки 13.03.02 –Электроэнергетика и электротехника

« 31 » августа 2020г., протокол № 1

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Цель работы: Научиться пользоваться электроизмерительными приборами и производить 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 \rightarrow горизонтальные, \perp или \uparrow - 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 определяется

по формуле: $F = CBI$,

где B - магнитная индукция постоянного магнита,

I - ток в катушке,

C - постоянный коэффициент, зависящий 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 катушки, можно записать: $F = CI^2$

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, дешёвы, 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.

$\Delta = |A - a|$ - абсолютная погрешность

$\gamma = \frac{\Delta}{a} \cdot 100\%$ - относительная погрешность,

Где A - истинное значение измеренной величины,
 a – измеренное значение.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Измерение величины тока.

Измерение производят амперметром, который включается в электрическую цепь последовательно с нагрузкой.

В качестве нагрузки использовать лампы накаливания.

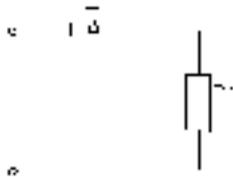
Собрать схему рисунок 1. Определить цену деления прибора

$$C = \frac{X_{пред}}{n}, \text{ где } C - \text{цена деления прибора,}$$

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.

Таблица 1. Измерения



№	C	n_0	I, A
1			
2			
3			

Рисунок 1

2. Измерение напряжения.

Для измерения напряжения применяются вольтметры. Вольтметры включаются параллельно участку цепи, на котором измеряется напряжение. Цена деления шкалы определяется как в амперметре.

Собрать схему рисунок 2. В качестве нагрузки взять две группы ламп накаливания. Показания прибора внести в таблицу 2.

Таблица 2. Измерения

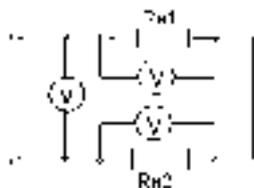


Рисунок 2

№	C	n_0	U, В
1			
2			
3			

Расширение предела измерения вольтметра.

Для расширения предела измерения вольтметра применяют добавочное сопротивление R_d , которое включается последовательно с вольтметром (рисунок 3).

Расчет добавочного сопротивления осуществляется по формуле:

$$R_d = R_v(m - 1),$$

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 $m = \frac{300}{100} = 3$.

$$R_d = 10(3-1) = 20 \text{ кОм.}$$

$R_d = 20 \text{ кОм}$ включается последовательно с вольтметром.

Собрать схему рисунок 3, показания прибора и расчетные данные внести в таблицу 3.

Таблица 3. Измерения

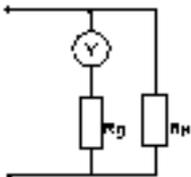


Рисунок 3

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:

$$C_w = \frac{U_n I_n}{n},$$

где U_n – предел измерения по напряжению,

I_n - предел измерения по току,

n - число делений шкалы.

Полученные данные внести в таблицу 4.

Таблица 4. Измерения

№	R_v	m	R_d	C	n_0	U, В
1						
2						
3						

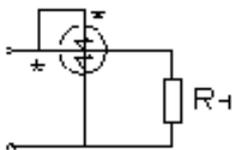


Рисунок 4

№	C	n_0	P, Вт
1			
2			
3			

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

Исследование свойств цифрового осциллографа

Электронно-лучевой осциллограф это прибор для измерения параметров периодических электрических сигналов и отображения формы этих сигналов. Принцип работы осциллографа основывается на применении электронно-лучевой трубки (ЭЛТ), содержащей катод, излучающий поток (луч) электронов, модулятор для управления интенсивностью этого потока, систему фокусировки пучка электронов, отклоняющую систему в виде двух пар пластин и экран из кристалликов люминофора, которые под действием падающего на них потока электронов высвечивают траекторию движения электронного луча в пространстве. Траектория луча определяется потенциалами на пластинах отклоняющей системы. Горизонтальные пластины этой системы называются вертикальным Y-каналом, вертикальные — X-каналом.

На пластины Y-канала подается исследуемый сигнал после его усиления и масштабирования вертикальным Y-усилителем.

На пластины X-канала подается пилообразный сигнал развертки, длительность (период) которого с помощью системы синхронизации поддерживается равным или кратным периоду исследуемого сигнала в одном из каналов, что позволяет получить устойчивое, а не хаотично «бегающее» изображение контролируемого сигнала.

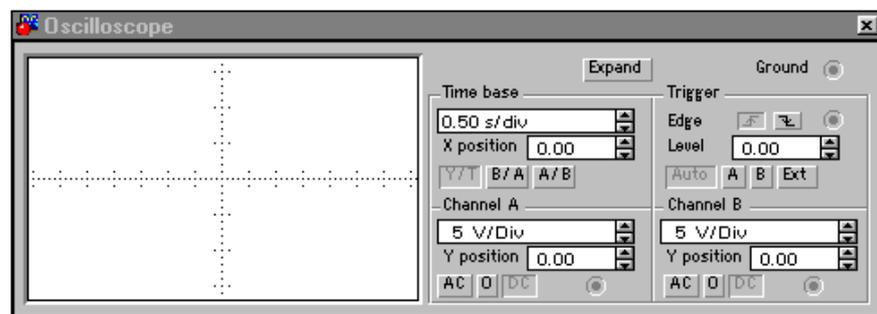


Рис. 1. Лицевая панель осциллографа

Осциллограф EWB (рис. 1) имеет два канала (CHANNEL) А и В раздельной установкой чувствительности в диапазоне от 10 мкВ/дел (V/Div) до 5 кВ/дел (kV/Div) и регулировкой смещения по вертикали (Y POS). Выбор режима по входу осуществляется нажатием курсором мыши кнопок AC, 0 и DC. Режим AC предназначен для наблюдения только сигналов переменного тока его еще называют режимом «закрытого входа», поскольку в этом режиме на входе Y-усилителя включается разделительный конденсатор, не пропускающий постоянную составляющую. В режиме 0 входной зажим замыкается на землю. В режиме DC (включен по умолчанию) можно проводить осциллографические измерения как

постоянного, так и переменного тока. Этот режим еще называют режимом «открытого входа», поскольку входной сигнал поступает на вход вертикального усилителя непосредственно. С правой стороны от кнопки DC расположен входной зажим.

Режим развертки выбирается кнопками *Y/T*, *B/A*, *A/B*.

В режиме *Y/T* (обычный режим, включен по умолчанию) реализуются следующее распределение сигналов: по вертикали — напряжение сигнала, по горизонтали — время.

В режиме *B/A*: по вертикали — сигнал канала В, по горизонтали — сигнал канала А.

В режиме *A/B*: по вертикали — сигнал канала А, по горизонтали — сигнал канала В.

В режиме *Y/T* длительность развертки (TIME BASE) может быть задана в диапазоне от 0,1 нс/дел (ns/div) до 1 с/дел (s/div) с возможностью установки смещения в тех же единицах по горизонтали, т. е. по оси X (X POS). В этом режиме предусмотрен также ждущий режим (TRIGGER) с запуском развертки (EDGE) по переднему или заднему фронту запускающего сигнала (выбирается нажатием кнопок с соответствующими изображениями фронтов) при регулируемом уровне (LEVEL) запуска, а также в режиме AUTO (от канала А или В), от канала А, от канала В или от внешнего источника (EXT), подключаемого к зажиму в блоке управления TRIGGER. Названные режимы запуска развертки выбираются кнопками AUTO, А, В, EXT - соответственно.

Заземление осциллографа осуществляется с помощью клеммы GROUND в правом верхнем углу прибора.

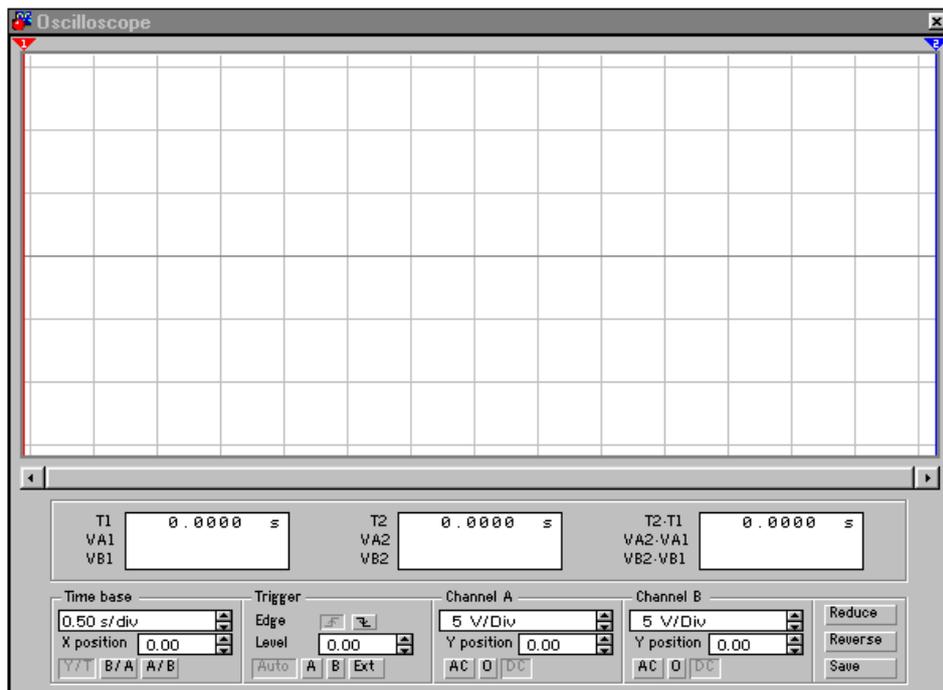


Рис. 2. Лицевая панель осциллографа в режиме ZOOM

При нажатии на кнопку ZOOM лицевая панель осциллографа существенно меняется (см. рис. 2) — увеличивается размер экрана, появляется возможность прокрутки изображения по горизонтали и его сканирования с помощью вертикальных визирных линеек (синего и красного цвета), которые за треугольные ушки (они обозначены цифрами 1 и 2) могут быть курсором установлены в любое место экрана. При этом в индикаторных окошках под экраном приводятся результаты измерения напряжения, временных интервалов и их приращений (между визирными линейками).

Изображение можно инвертировать нажатием кнопки REVERSE и записать данные в файл нажатием кнопки SAVE. Возврат к исходному состоянию осциллографа производится нажатием кнопки REDUCE.

Осциллограф используется как для визуальной оценки формы сигналов во времени, так и для различных измерений.

Задание на выполнение работы

1. Последовательно подключить к входу осциллографа источники постоянного, синусоидального и импульсного прямоугольного сигнала (меандра от генератора сигналов имеющегося в системе).
2. Для каждого источника с помощью осциллографа измерить основные характеристики сигналов и сравнить их с параметрами генератора.
3. Открыть схему генератора 2m-osc.ewb и определить с помощью осциллографа форму сигнала, амплитуду и частоту сигнала.

4. Все виды сигналов и количественные значения их основных характеристик представить в отчете.

Контрольные вопросы

1. Можно ли наблюдать на экране осциллографа неперiodические процессы?
2. Для чего используются две пары отклоняющих пластин?
3. В каких режимах может работать осциллограф?

Лабораторная работа №3

Исследование методической погрешности

Как известно, погрешность результата измерения определяется не только классом точности СИ. Источниками недоверности результата могут быть и другие причины. Рассмотрим причины появления методической составляющей общей погрешности результата.

Проведем эксперимент по косвенному измерению мощности на активной нагрузке R методом амперметра и вольтметра (рис. 1).

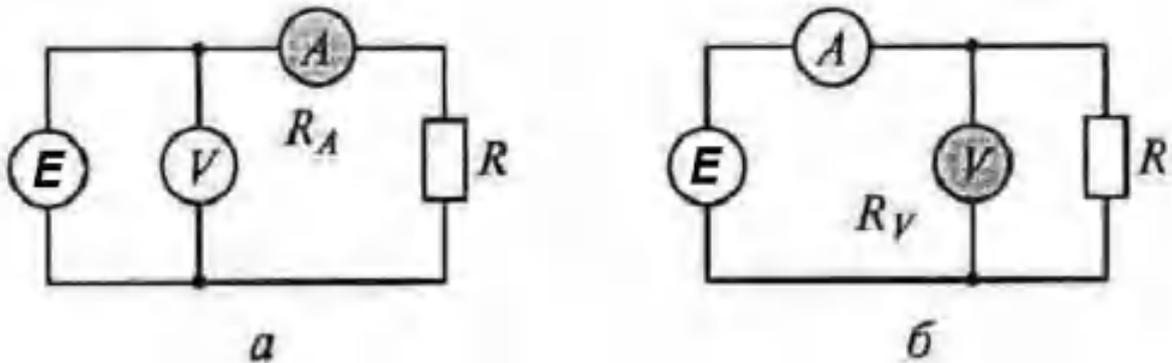


Рис. 1. Возникновение методической погрешности при различном подключении приборов:
 a — вольтметр—амперметр; b — амперметр—вольтметр

В результате простого перемножения показаний вольтметра U_V и амперметра I_A мы получаем не совсем то значение, которое есть на самом деле, поскольку в этом эксперименте возникает погрешность, определяемая не классами точности приборов, а другими их характеристиками (внутренними сопротивлениями) и методом их использования (схемой включения).

Вольтметр в первой схеме (рис. 1а) реагирует на сумму $(U_R + U_A)$, т.е. на сумму падений напряжений на нагрузке R и на внутреннем сопротивлении амперметра R_A . Показания вольтметра U_V , вычисленное P и действительное P_d значения мощности, соответственно, равны:

$$U_V = I_A (R_A + R) \quad (1)$$

$$P = U_V I_A \quad (2)$$

$$P_d = I^2 R \quad (3)$$

Таким образом, в данном случае причина ошибки в наличии конечного (хоть и малого, но не нулевого) внутреннего сопротивления амперметра R_A .

Значение методической погрешности результата измерения мощности в абсолютном Δ и относительном δ видах в данном случае можно оценить следующим образом:

$$\Delta = P - P_d = I_A^2 * R_A \quad (4)$$

$$\delta = 100\Delta/P_d = 100R_A/R \quad (5)$$

Зная значение сопротивления амперметра R_A , можно, во-первых, оценить значение методической погрешности для данного случая, а во-вторых, можно скорректировать (исправить) результат вычисления мощности.

Рассмотрим количественный пример. Пусть в схеме рис. 1а, использован амперметр с внутренним сопротивлением $R_A = 10$ Ом. Получены показания вольтметра и амперметра: $U_V = 250$ В, $I_A = 2$ А. Вычисленная по этим показаниям мощность $P = 500$ Вт. Абсолютная методическая погрешность $\Delta = I_A^2 R_A = 4 \cdot 10 = 40$ Вт, что составляет 8 % результата измерения. В данном случае, при точном знании сопротивления R_A , знак и значение этой погрешности известны точно. Таким образом, эту составляющую можно практически полностью скомпенсировать простым уменьшением вычисленного результата P на значение $\Delta = 40$ Вт.

Отметим, что изменение схемы включения приборов (перенос амперметра ближе к источнику ЭДС E , рис. 1б) не исключает методическую погрешность, а просто несколько меняет ее природу. В этом случае причиной погрешности будет конечное внутреннее сопротивление R_V вольтметра, текущий через него ток I_V , а значит несколько завышенное показание амперметра $I_A = I_R + I_V$.

Чем меньше отношение значений сопротивления амперметра R_A и нагрузки R в схеме рис. 1а, тем лучше, т.е. тем меньше погрешность.

Для второй схемы (см. рис. 1б), чем выше сопротивление вольтметра R_V по сравнению с сопротивлением нагрузки R , тем лучше.

Можно было бы по отдельности измерять напряжение и ток, поочередно включая вольтметр и амперметр. Но при такой организации эксперимента необходимо иметь уверенность, что измеряемые величины не изменяются в процессе эксперимента. Иначе может появиться значительная динамическая погрешность.

Задание на выполнение работы

1. Собрать две схемы измерения мощности, приведенные на рис. 1.
2. Установить внутреннее сопротивление амперметра $R_A = 10$ Ом и внутреннее сопротивление вольтметра $R_V = 10$ Мом. Произвести измерение по первой схеме включения, а затем по второй, считая в обоих случаях $R = 100$ Ом и $E = 100$ В.
3. Установить внутреннее сопротивление амперметра $R_A = 10^{-3}$ Ом и внутреннее сопротивление вольтметра 1000 Ом. Произвести измерение по первой схеме включения, а затем по второй, считая в обоих случаях $R = 100$ Ом и $E = 100$ В.
4. Повторить опыты пунктов 2 и 3 измеряя мощность цепи при $R = 10$ Ом и тех же значениях сопротивлений измерительных приборов и напряжения источника питания.
5. Определить абсолютные и относительные погрешности измерений в каждом случае.
6. Оценить величину методической погрешности для всех комбинаций приборов и сопротивлений нагрузки.

Контрольные вопросы

1. Какая погрешность называется методической?
2. Как вычисляется методическая погрешность?
3. В какой форме может представляться методическая погрешность?
4. В каких случаях каждая из двух схем измерений мощности обладает наименьшей методической погрешностью?
5. Как скомпенсировать методическую погрешность?

Лабораторная работа №4

Выпрямители и сглаживающие фильтры

Выпрямительные устройства используются для преобразования переменного напряжения в постоянное. Они, как правило, состоят из трансформатора, полупроводниковых диодов, осуществляющих выпрямление переменного напряжения, и сглаживающего фильтра, уменьшающего пульсацию выпрямленного напряжения.

В настоящее время применяются различные схемы выпрямительных устройств.

Однополупериодная схема выпрямления (рис. 1, а, б) обычно применяется при токах нагрузки до нескольких десятков миллиампер и в тех случаях, когда не требуется высокая степень сглаживания выпрямленного напряжения.

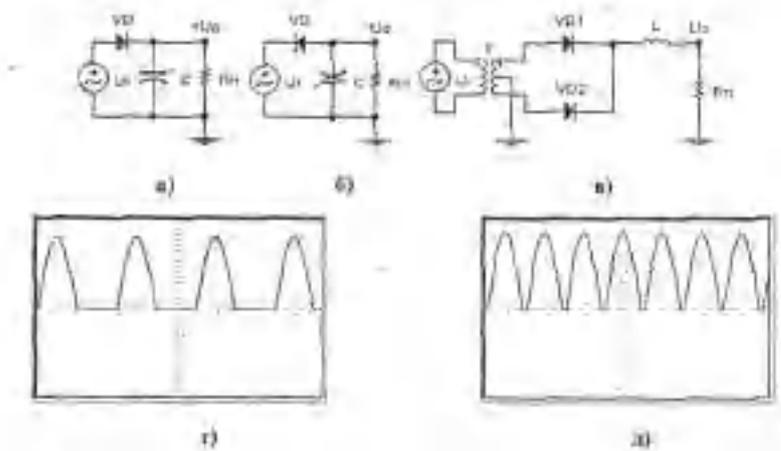


Рис. 1. Одно- (а, б) и двухполупериодный (в) выпрямители и осциллограммы сигналов при активной нагрузке (г, д)

Одним из недостатков этой схемы является низкий коэффициент использования мощности трансформатора, поскольку используется только один полупериод выпрямляемого напряжения. Второй недостаток заключается в том, что обратное напряжение выпрямительного диода должно быть примерно равным двойной амплитуде источника U_i , поскольку при его закрытом состоянии к нему приложено напряжение на конденсаторе C фильтра и напряжение обратной (для схемы на рис. 1, а — отрицательной) полуволны источника U_i .

Двухполупериодный однофазный выпрямитель со средним выводом вторичной обмотки трансформатора (рис. 1, в) применяют в низковольтных устройствах. Он позволяет с использованием двух диодов получить напряжение при положительной и отрицательной полуволнах входного напряжения. К сожалению, по обратному напряжению на диодах и коэффициенту использования мощности трансформатора он не отличается от предыдущих схем.

Замечание. Следует отметить, что модель трансформатора в программе EWB не во всех случаях применима из-за необходимости заземления обмоток. По этой причине во всех схемах выпрямителей в качестве первичных источников следует использовать источники переменного напряжения или функциональный генератор.

Однофазная мостовая схема (схема Греча рис.2, а) также является двухполупериодной. Она характеризуется высоким коэффициентом использования мощности трансформатора и применяется в устройствах повышенной мощности при выходных напряжениях от десятков до сотен вольт.

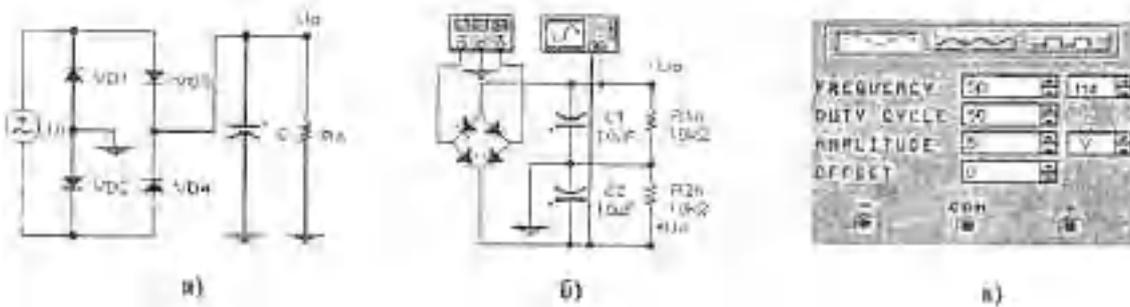


Рис. 2. Мостовые выпрямители

Выпрямленное напряжение при чисто активной нагрузке является пульсирующим. Коэффициент пульсации K_{Π} , равен отношению амплитуды $U_{и}$ импульсов выпрямленного напряжения к среднему значению выпрямленного напряжения U . Для однополупериодного выпрямителя $K_{\Pi} = \pi/2 = 1,57$. Для многофазного выпрямителя

$$K_{\Pi} = U_{и}/U = 2/(m^2 - 1) \text{ или } K_{\Pi} = [2/(m^2 - 1)]100\%,$$

где $m > 1$ — число фаз (для двухполупериодного выпрямителя $m = 2$ и, следовательно, $K_{\Pi} = 2/3 = 0,67$ или 67 %).

Трехфазная мостовая схема (рис. 3, а) обладает наилучшим коэффициентом использования мощности трансформатора, наименьшим обратным напряжением на диодах и высокой частотой пульсации выпрямленного напряжения. Схема применяется в широком диапазоне выпрямленных напряжений и мощностей.

Допустимые пульсации на выходе источников питания зависят от характера нагрузки и могут составлять от тысячных долей процента (первые каскады микрофонных усилителей) до единиц и десятков процентов (исполнительные устройства систем управления: электродвигатели, реле и т. п.).

Выпрямители без сглаживающего фильтра применяют лишь в тех случаях, когда пульсации напряжения на нагрузке не имеют существенного значения или в многофазных выпрямителях, имеющих малую пульсацию выпрямленного напряжения. В остальных случаях для снижения пульсаций применяют сглаживающие фильтры и стабилизаторы.

Г-образный индуктивно-емкостный (LC) фильтр (рис. 3, б) применяется в источниках средней и большой мощности, поскольку падение напряжения на фильтре можно сделать сравнительно малым и тем самым обеспечить более высокий КПД.

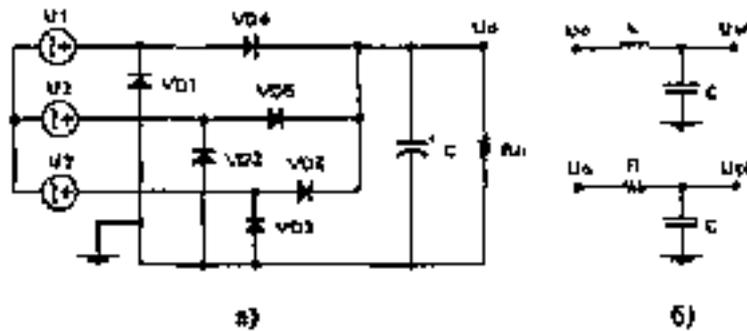


Рис. 3. Трехфазный мостовой выпрямитель (а) и индуктивно-емкостный и реостатно-емкостный фильтры (б)

Недостатки LC-фильтров:

- 1) сравнительно большие размеры и вес (при низкой частоте первичного источника);
- 2) дроссель фильтра является источником помех, создаваемых магнитным полем рассеяния;
- 3) дроссель фильтра иногда является причиной сложных переходных процессов, приводящих к искажениям в работе устройств (усилителя, передатчика и т. п.);
- 4) фильтр не устраняет медленных изменений питающих напряжений.

Г-образный реостатно-емкостный фильтр (рис. 3, б) применяется при малых выпрямленных токах (менее 15...20 мА) и небольших значениях коэффициента сглаживания. Такой фильтр является достаточно дешевым, имеет малые размеры и вес. Его недостатком является низкий КПД из-за большого падения выпрямленного напряжения на сопротивлении фильтра.

Более высокими сглаживающими свойствами обладают П-образные фильтры (рис. 4, а, б). В практических конструкциях чаще всего используется фильтр на рис. 4, а при $C_k = 0$ и $C_1 = C_2$, причем условие $C_1 = C_2$ соответствует условиям не только оптимальной фильтрации, но и практической реализации. Принцип действия фильтра с полупроводниковым триодом (рис. 4, в) основан на том, что для переменной составляющей пульсирующего тока транзистор представляет сравнительно большое сопротивление, а для постоянного тока его сопротивление намного меньше.

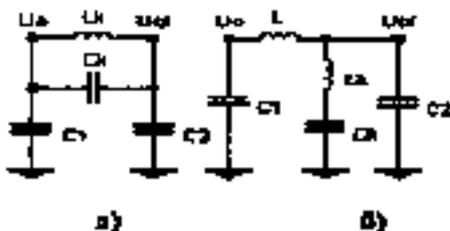


Рис. 12.6. П-образные фильтры (а, б)

Задания

1. Проверьте эффективность использования в выпрямителях транзисторного, Г-и П-образных фильтров (при моделировании выберите емкости конденсаторов этих фильтров одинаковыми).

2. Исследуйте зависимость напряжения пульсаций и постоянной составляющей в схеме на рис. 2, б от формы выходного сигнала функционального генератора: синусоидальной, пилообразной и прямоугольной при различных коэффициентах заполнения.

3. Исследуйте зависимость коэффициента пульсаций для рассмотренных выше выпрямителей от сопротивления нагрузки.

Контрольные вопросы

1. Какие типы выпрямителей используются для получения постоянного напряжения?

2. Для чего используются сглаживающие фильтры?

3. Какие типы фильтров используются в выпрямительных устройствах?

4. Как определяется коэффициент пульсаций?

Лабораторная работа №5

Исследование свойств резистивных преобразователей

При измерении различных физических величин широко используются резистивные датчики, которые выполняются с использованием трех типов первичных измерительных преобразователей, рассматриваемых ниже.

Реостатные преобразователи выполняются в виде реостата, подвижный контакт которого перемещается под воздействием измеряемой величины. При включении такого измерительного преобразователя (ИП) в измерительную цепь по схеме потенциометра используется термин «потенциметрические преобразователи». В этом случае выходной величиной ИП является величина омического сопротивления, функционально связанная с положением подвижного контакта при его вращательном или линейном перемещении. Так как в перемещение могут быть преобразованы многие неэлектрические величины (давление, расход, уровень и др.), то реостатные преобразователи очень часто используются также в качестве промежуточных преобразователей неэлектрических величин в электрические. В устройствах автоматики наибольшее распространение находят проволочные реостатные и реохордные (безвитковые) ИП для которых характерны следующие свойства:

- высокая точность и стабильность функции преобразования,
- возможность получения необходимых функциональных зависимостей, относительно простыми аппаратными средствами,
- низкие значения переходного сопротивления, уровня собственных шумов и температурного коэффициента сопротивления ТКС).

К недостаткам ИП относятся:

- подверженность электроэрозии контактирующей поверхности из-за электрических разрядов при движении токосъемника,
- ограниченная скорость его перемещения и низкая износостойчивость,
- сравнительно невысокое сопротивление (до десятков килоом),
- ограниченная возможность применения на переменном токе (до 1000 Гц), обусловленная индуктивностью и емкостью обмотки;
- низкая разрешающая способность из-за дискретного характера изменения сопротивления (исключая реохордные).

По конструктивному исполнению реостатные ИП делятся на преобразователи с поступательным (рис. 1, а) и вращательным (рис. 1, б) перемещением подвижного контакта. Последние, кроме того, бывают одно- и многооборотными. Реостатные ИП

состоят из выводов 1, 2, 3, каркаса 4, токосъемного контакта 3, скользящего по виткам обмотки из высокоомного провода 5. Провод с повышенной износо- и коррозионной стойкостью (различные сплавы платины, иридия, а также манганин, константан, фехраль и др.). Каркас из изоляционного материала (гетинакс, текстолит, керамика или металл, покрытый оксидной пленкой) может иметь форму стержня, кольца, изогнутой пластины; он должен сохранять свои размеры в широком температурном диапазоне, в условиях повышенной влажности и химической загрязненности атмосферы, а также обладать высокой теплопроводностью для увеличения рассеиваемой ИП мощности. Диаметр обмоточного провода зависит от точности и номинального сопротивления ИП: 0,01...0,1 мм для датчиков высокого класса и 0,1...0,4 мм — низкого. Подвижный контакт (щетка, движок) изготавливается в виде двух-трех параллельных пружинящих проволочек диаметром 0,1...0,2 мм.

Реохордные ИП выполняются в виде прямолинейного проводника или одного большого витка с токосъемным контактом.

Преобразователи контактного сопротивления основаны на изменении (под действием давления) сопротивления между проводящими элементами, разделенными слоями резистивного материала; ИП такого типа имеют большие погрешности гистерезиса и линейности (до 10%), но очень просты по конструкции и обладают высокой надежностью. ИП выполняется в виде столбика из ряда слоев электропроводящей бумаги, электропроводящей резины или металлических пластин, на которые путем напыления наносится высокоомный резистивный слой (или наполнение из угольного порошка, как в микрофонах). В качестве примера на рис. 1, в показана конструкция ИП, содержащего два электрода 1 с припаянными к ним гибкими выводами 5, 6 и приклеенным по периметру изолятором 4 из резины (3 — слой клея). Внутренний объем 2 заполняется резистивным материалом. При изменении давления от 0 до 10^6 Па деформация чувствительного элемента достигает 50%, сопротивление ИП меняется от 100 до 2 кОм, допустимая мощность рассеяния — 0,5 Вт. Такие ИП используются в тактильных датчиках роботов, манипуляторов, в медицинских приборах (электростимуляторы с обратной связью по глубине дыхания пациента).

Разновидностью контактных ИП являются тензолитовые преобразователи, которые выполняются в виде полосок, наклеиваемых на испытываемую деталь и состоящих из смеси графита, сажи, бакелитового лака и других компонентов.

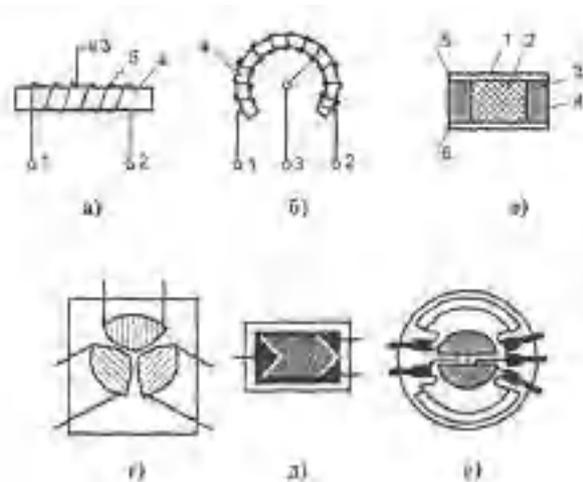


Рис. 1. Конструктивные схемы реостатных ИП(а, б), ИП контактного сопротивления (в) и тензометрических ИП(г, д, е)

Тензолитовые ИП применяются при измерении быстроменяющихся ударных напряжений в движущихся деталях небольшого размера, при этом преобразователи работают как на растяжение, так и сжатие; коэффициент чувствительности выше, чем у тензорезисторов, и составляет 15...20.

Тензорезистивные ИП характеризуются коэффициентом тензочувствительности $K_T = 1 + 2\mu + \delta\rho/\delta l$, где μ — коэффициент Пуассона; $\delta\rho$ — относительное приращение удельного сопротивления ρ при деформации δl . Коэффициент тензочувствительности для металлов, наиболее часто применяемых для тензорезисторов, близок к 2: для константана - 2, для нихрома - 2,2, для хромеля - 2,5. Для полупроводниковых материалов коэффициент тензочувствительности намного больше чем у металлов (например, для германия он равен - 100), однако полупроводниковые тензометры характеризуются малой механической прочностью и существенной нестабильностью характеристик по сравнению с металлами.

Тензорезисторы из металла разделяются на проволочные и фольговые. Проволочные выполняются из проволоки диаметром 0,002...0,05 мм, которую укладывают петлями на тонкую бумагу или лаковую пленку с последующей пропиткой клеем БФ-2 для работы в диапазоне температур от -40 до +70 °С или бакелитовым лаком — при работе до 200 °С; для более высоких температур используют специальные клеи и цементы. Тензорезистор наклеивается на поверхность испытуемой детали таким образом, чтобы его продольная ось (база) была расположена в направлении измеряемой деформации детали, т. е. чтобы возможная деформация детали происходила вдоль петель резистора. Наиболее часто используют ИП с базой 5...20 мм. Они имеют сопротивление 30...500 Ом, номинальный рабочий ток — в пределах десятков миллиампер и максимально допустимую относительную деформацию не более 0,3%.

Поскольку изменение сопротивления тензорезисторов, вызванное деформацией, незначительно и колеблется от единиц миллиом до нескольких десятков долей ома, то для измерений применяют высокочувствительные потенциометрические и мостовые схемы; для повышения чувствительности тензорезисторы включают в два и даже четыре плеча мостовой схемы. Нелинейность статической характеристики проволочных тензорезисторов в пределах упругой деформации не превышает 0,1%.

Фольговые тензорезисторы более совершенны, чем проволочные. Они имеют решетку из тонких полосок фольги прямоугольного сечения толщиной 4...12 мкм, полученную травлением и нанесенную на лаковую подложку (см. рис. 1 з, д, е). Благодаря большей площади контакта полосок тензорезистора с объектом измерения его теплоотдача значительно выше, чем у проволочного, что позволяет увеличить рабочий ток до 0,5 А и тем самым повысить чувствительность ИП. Другое достоинство фольговых тензорезисторов заключается в возможности изготовления решеток сложного профиля, которые наиболее полно удовлетворяют условиям измерений.

При использовании резистивных ИП в цепях переменного тока приходится учитывать реактивные составляющие сопротивления.

Резистивные ИП чаще всего выполняются с питанием на постоянном токе. При этом используются три схемы включения: последовательного включения (реостатная), схема делителя (потенциометрическая) и мостовая схема. Для последовательного включения (рис. 2, в) выходное напряжение ИП

$$U_o = U_i \cdot R_n / (R_n + R_o \pm \Delta R). \quad (1)$$

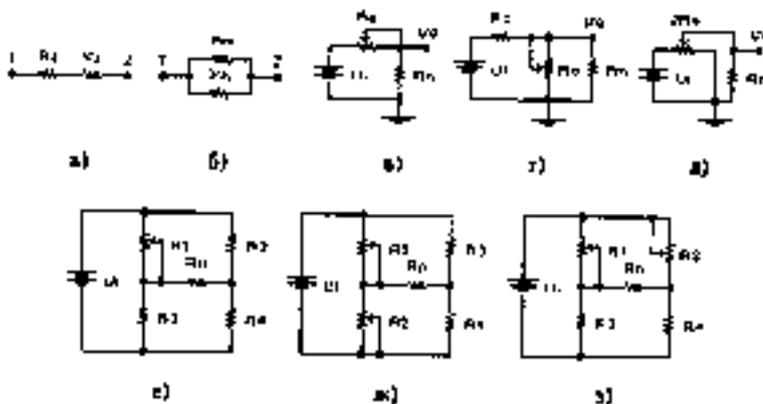


Рис. 2. Последовательная (а) и параллельная (б) схемы замещения резистивного ИП и схемы его включения (в, г, д, е, ж, з)

Для схем с делителем напряжения (рис. 2, г):

$$U_o = U_i \cdot R_n(R_o \pm \Delta R) / [R_o(R_n + R_o \pm \Delta R) + R_n(R_o \pm \Delta R)]; \quad (2)$$

для схемы на рис., д:

$$U_o = U_i \cdot R_n(R_o - \Delta R) / (2R_o \cdot R_n + R_o^2 - \Delta R^2). \quad (3)$$

Как следует из (1) — (3), зависимость $U_o = f(U_i)$ для всех трех схем является

нелинейной; для схем делителей она становится линейной только при $R_n \gg R_o$, однако общий недостаток — наличие постоянной составляющей — устраняется только применением мостовых схем (рис. 2, *е, ж, з*), на которых резистивные ИП имитируются переменными сопротивлениями. Выходной ток, мостовых схем при питании от источника постоянного напряжения

$$I_H = U_i(R_1 \cdot R_4 - R_2 \cdot R_3) / [R_n(R_1 + R_2)(R_3 + R_4) + R_1 \cdot R_2(R_3 + R_4) + R_3 \cdot R_4(R_1 + R_2)]. \quad (4)$$

При питании от источника постоянного тока U_i рис. 2, *е, ж, з* заменяется на I_i

$$I_H = I_i(R_1 \cdot R_4 - R_2 \cdot R_3) / [R_n(R_1 + R_2 + R_3 + R_4) + (R_3 + R_4)(R_1 + R_2)]. \quad (5)$$

Наибольший интерес представляет мостовая цепь с дифференциальным преобразователем, для которой возможны следующие варианты: включение половин ИП в плечи R_1 и R_2 или R_1 и R_3 при питании моста от источника заданного напряжения или от источника заданного тока и использовании ИП с функцией преобразования вида $R = R_o + KX$. Для схемы на рис. 2, *е* из (4) получаем (здесь и далее принимается $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_o$):

$$U_o = 0,5U_i(\Delta R/R_o) / \{1 + (R_o/R_n)[1 - 0,5(\Delta R/R_o)^2]\}. \quad (6)$$

Отсюда видно, что линейность функции преобразования $U_o = f(R_o)$ обеспечивается при $R_n \gg R_o$. Для той же схемы при питании от источника тока из (5) получаем:

$$U_o = 0,5I_i \Delta R / (1 + R_o/R_n), \quad (7)$$

т. е. характеристика преобразования линейна при любом значении R_n .

Мостовая схема на рис. 2, *ж* при питании от источника напряжения нелинейна при любых значениях R_n , а при питании от источника тока линейна лишь при $R_n \gg R_o$, в чем можно убедиться, анализируя приводимые ниже выражения для их функций преобразования:

$$U_o = 0,5U_i(\Delta R/R_o) / \{[1 - 0,25(\Delta R/R_o)^2] + (R_o/R_n)[1 - 0,5(\Delta R/R_o)^2]\}.$$

$$U_o = 0,5I_i(\Delta R/R_o) / \{1 + (R_o/R_n)[1 - 0,25(\Delta R/R_o)^2]\}.$$

Задания

1. Подготовьте схемы моделей для исследования резистивного ИП при включении его по схеме делителя (рис. 2, *з, д*) при $U_i = 1$ В, $R_o = 10$ кОм, $\Delta R = 1, 2, 3, 5$ и 8 кОм. В качестве нагрузки используйте мультиметр. Результаты моделирования сравните с расчетными по формулам (2) и (3).

2. Составьте схемы моделей мостовых схем включения ИП на рис. 2, *е, ж, з*. При $U_i = 1$ В, $I_i = 0,1$ мА, $R_o = 10$ кОм, $\Delta R = 1, 3$ и 5 кОм проверьте истинность формул (6) —

(9) и полученных с их помощью выводов. В качестве нагрузки используйте мультиметр.

Контрольные вопросы

1. Назовите типы резистивных преобразователей и области их применения?
2. Какой тип резистивного ИП используется для преобразования перемещений поплавкового уровнемера бензобака автомобиля? Почему при переполнении бака иногда возможны нулевые показания индикатора уровня на приборной доске?
3. Принцип действия ИП контактного сопротивления основан на том, что при сдавливании резистивного материала увеличивается количество контактирующих друг с другом кристалликов. Возможен ли случай, когда после снятия давления некоторая часть кристалликов не вернется в исходное «неконтактное» состояние? Зависит ли такой процесс «укрупнения» от рабочего тока и времени работы ИП?
4. Каким образом необходимо расположить тензорезистор, показанный на рис. 2, д, на валу двигателя, чтобы можно было получить данные о его крутящем моменте? Какие при этом потребуются дополнительные устройства для связи тензорезистора с системой контроля или управления?
5. Каким образом можно повысить линейность ИП реостатного типа (рис. 16.4, в), если учесть, что выходной сигнал можно снимать и с резистора R_0 ? Каким образом при этом изменится формула (16.1)?

Лабораторная работа №6

Исследование погрешности взаимодействия

Эта составляющая общей погрешности результата возникает из-за конечных сопротивлений источника сигнала и прибора. На рис. 1 показан вольтметр, входное сопротивление которого хоть и велико, но не бесконечно.



Рис. 1. Погрешность взаимодействия вольтметра и источника напряжения

При подключении вольтметра к источнику ЭДС в цепи потечет ток I , определяемый значением ЭДС E_x а также значениями внутреннего сопротивления источника R_n и входного сопротивления прибора R_v . Поэтому измеряемое вольтметром напряжение всегда будет несколько меньше значения ЭДС E_x , что и приводит к появлению *погрешности взаимодействия* $\Delta_{ВЗ}$. Погрешность взаимодействия $\Delta_{ВЗ}$ вольтметра и источника напряжения определяется следующим образом:

$$U = \frac{E_x}{R_n + R_v} R_v;$$
$$\Delta_{ВЗ} = U - E_x = -E_x \frac{R_n}{R_n + R_v};$$
$$\Delta_{ВЗ} \approx -U \frac{R_n}{R_v}; \quad \delta_{ВЗ} \approx -\frac{R_n}{R_v} 100.$$

(1)

Оценим значение погрешности взаимодействия на примере.

Предположим, к источнику ЭДС $E_x = 10$ В, имеющему внутреннее сопротивление $R_n = 10$ Ом, подключен аналоговый вольтметр с внутренним сопротивлением $R_v = 10$ кОм. Пренебрегая всеми остальными погрешностями, определим показание прибора, значения абсолютной и относительной погрешностей взаимодействия. В данном случае показание вольтметра

$U_v = 10\text{В} \cdot 10\text{кОм} / (10\text{кОм} + 0,01\text{кОм}) = 9,99$ В. Абсолютное и относительное значения погрешности взаимодействия равны соответственно:

$$\Delta_{ВЗ} = -0,01\text{В}; \quad \delta_{ВЗ} = -0,1\%.$$

При измерениях тока амперметрами также возникает погрешность взаимодействия (рис.2).



Рис. 2. Влияние амперметра на ток в цепи

Амперметр имеет малое, но не нулевое внутреннее сопротивление R_A , и при включении его в цепь ток в ней несколько уменьшается.

Если пренебречь малым значением внутреннего сопротивления $R_{и}$ источника E , считая, что оно гораздо меньше сопротивления нагрузки R_H ($R_{и} \ll R_H$) то можно говорить о том, что ток в цепи с включенным амперметром определяется отношением значения ЭДС E к сумме сопротивлений нагрузки и амперметра. Тогда действительное значение тока в замкнутой цепи без амперметра определяется только сопротивлением нагрузки.

$$I = \frac{E}{R_H + R_A}; I_D = \frac{E}{R_H} \quad (2)$$

Разница между значениями токов ($I - I_D$) является погрешностью взаимодействия $\Delta_{вд}$ прибора и объекта исследования в данном случае. Абсолютное и относительное значения погрешности взаимодействия равны соответственно:

$$\Delta_{вз} = I - I_D = -\frac{ER_A}{R_H^2} \quad (3)$$

$$\delta_{вз} \approx -\frac{R_A}{R_H} 100 \quad (4)$$

При работе с переменными напряжениями и токами эта составляющая общей погрешности может быть заметно больше. Рассмотрим, например, взаимодействие прибора и источника периодического напряжения.

Поскольку входное сопротивление вольтметра (или осциллографа) в общем случае есть комплексное сопротивление $Z_{вх}$, состоящее из активной части $R_{вх}$ и емкостной $C_{вх}$ (рис. 3), то общее входное сопротивление есть параллельное соединение активного и емкостного сопротивлений.



Рис. 3 Погрешность взаимодействия прибора и источника периодического напряжения

Погрешность взаимодействия прибора и источника периодического напряжения определяется следующим образом:

$$\Delta_{\text{вз}} = U - U_{\text{н}}; \quad \Delta_{\text{вз}} \approx -\frac{R_{\text{и}}}{Z_{\text{вх}}} U; \quad \delta_{\text{вз}} \approx -\frac{R_{\text{и}}}{Z_{\text{вх}}} 100. \quad (5)$$

Погрешность взаимодействия в этом случае тем больше, чем меньше комплексное входное сопротивление $Z_{\text{вх}}$, т.е. чем меньше активная составляющая $R_{\text{вх}}$ и чем больше значение входной емкости $C_{\text{вх}}$. С ростом частоты сигнала емкостная составляющая $Z_{\text{вх}}$ сильно уменьшается, что приводит к увеличению погрешности взаимодействия.

Правда, на низких частотах сигналов (а в электрических цепях промышленной частоты они сравнительно низкие — до единиц килогерц) емкостная составляющая $C_{\text{вх}}$ (обычно это десятки — сотни пикофард) практически не проявляется и можно говорить только об активной составляющей $R_{\text{вх}}$ общего входного сопротивления $Z_{\text{вх}}$ прибора.

Задание на выполнение работы

1. Собрать две схемы измерения, приведенные на рис. 1 и 2.
2. Для заданного преподавателем варианта (табл. 1) значений источника напряжения, сопротивлений источника, нагрузки и измерительных приборов определить абсолютную и относительную погрешности взаимодействия.
3. Установив соответствующие значения источника напряжения и сопротивления приборов экспериментально проверить результаты расчетов сравнив, результаты измерения в схемах приборами с заданными параметрами и варианта измерения «идеальными» приборами и источниками.

Таблица 1. Исходные данные для выполнения работы.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
E	10	12	15	17	19	20	22	23	25	27	29	30
R_И	9	10	11	9	11	17	22	18	11	12	9	20
R_V	100	130	160	180	200	240	300	260	190	190	200	190
R_A	200	170	170	100	150	140	190	220	200	150	100	180
R_H	500	600	700	800	900	500	600	700	800	900	700	900

Контрольные вопросы

1. Какая погрешность называется погрешностью взаимодействия?
2. Как вычисляется погрешность взаимодействия?
3. Какие физические величины приводят к погрешности взаимодействия?
4. Какие способы уменьшения методической погрешности существуют?

Лабораторная работа №7

Измерение параметров элементов в цепях постоянного тока

Промышленное использование постоянного тока имеет место на транспорте, в радиоэлектронике, химической промышленности. Основным достоинством постоянного тока является возможность использования электронных устройств, простота реализации источников постоянного тока, возможность использования во многих электрохимических процессах.

Обычно, в теоретических исследованиях считают, что большинство элементов в цепях постоянного тока обладают линейными параметрами. Однако у реальных элементов, параметры отличаются от линейных. Например, обычный резистор при работе в различных температурных условиях имеет разную величину сопротивления. Электрическая лампочка накаливания характеризуется мощностью, величина которой зависит от напряжения на лампочке и сопротивлением спирали, которое имеет разное значение в холодном (выключенном) и нагретом (включенном) состоянии. В электронике используются лампы-индикаторы и других типов: светодиодные, газоразрядные и т.п. Все реальные элементы в системе Workbench представлены соответствующими математическими моделями.

В настоящей работе предлагается провести эксперимент, цель которого установить, какие параметры индикатора имеющегося в системе Workbench (сопротивления светового индикатора, ток через индикатор или напряжение, подаваемое на индикатор) влияют на мощность отдаваемую этим индикатором (яркость свечения).

Задания по работе

1. Используя схему на рис. 1, изменяя величину переменного сопротивления R получите и постройте графически зависимость сопротивления и мощности индикатора от величины напряжения на индикаторе.

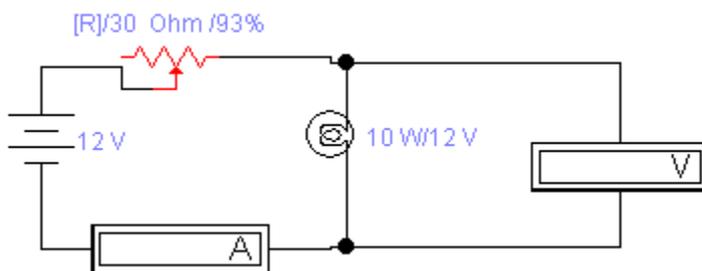


Рис. 1.

Для вычисления сопротивления и мощности используйте известные физические законы. Попытайтесь качественно объяснить полученные результаты.

2. Определите минимальное рабочее напряжение индикатора.

Контрольные вопросы

1. По каким формулам рассчитываются величины сопротивления и мощности в цепях постоянного тока?
2. Объясните полученные результаты.
3. Как изменить величину потенциометра в схеме?

Лабораторная работа №8

Измерение параметров переменного тока

Промышленное использование переменного синусоидального тока началось после разработки М. И. Доливо-Добровольским теории трехфазной системы и ее практической реализации. Основным достоинством такого тока является возможность передачи электрической энергии на большие расстояния с сохранением синусоидальной формы при минимальных потерях, что достигается использованием в линиях электропередачи высоковольтного напряжения (сотни и тысячи киловольт) с последующей трансформацией его в низкое (220 или 380 вольт) непосредственно у потребителя.

При одной и той же передаваемой мощности $P = U \cdot I$ повышение напряжения означает пропорциональное снижение тока в высоковольтной линии и, соответственно, снижение падения напряжения (потерь) на сопротивлении ее проводов.

Основными параметрами синусоидального переменного тока являются следующие.

1. Мгновенное значение $a(t)$ (тока, напряжения или ЭДС):

$$a(t) = A_m \sin(\omega t + \varphi_0),$$

где t — текущее время; A_m — амплитуда (тока, напряжения или ЭДС); ω — угловая частота, рад/с; φ_0 — начальная фаза; определяется выбором точки отсчета (началом координат): если ее выбрать в точке O (рис.1а), то $\varphi_0 = \pi/2$; если в начале координат, то $\varphi_0 = 0$.

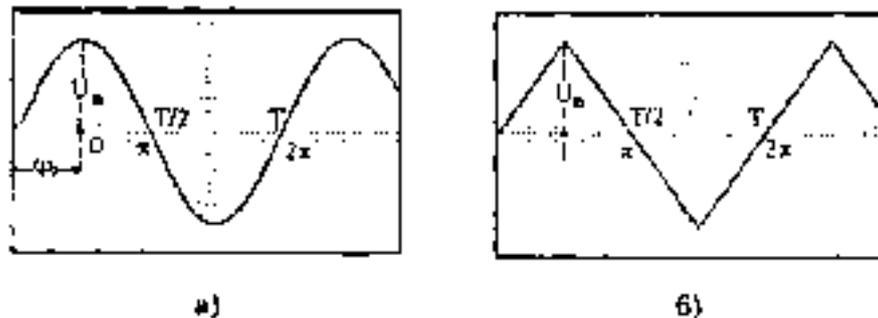


Рис.1. К определению параметров переменного тока

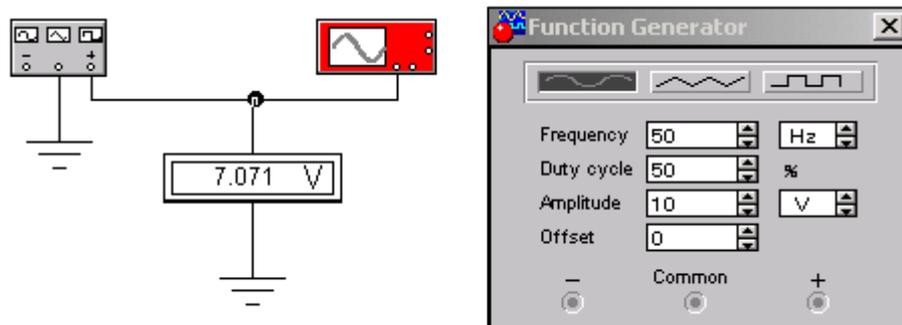


Рис. 2. Схема измерений

Период T , угловая ω и циклическая частота f (в герцах (Гц)) связаны соотношениями: $f = 1/T$; $\omega = 2\pi f = 2\pi/T$.

2. Действующее (эффективное) значение переменного тока численно равно такому постоянному току, при котором за время, равное одному периоду, в сопротивлении R выделяется такое же количество тепловой энергии, как и при данном переменном токе. Действующие значения тока, ЭДС и напряжения принято обозначать си волами I , E , U соответственно. В общем случае действующее значение A любой из этих величин для синусоидального сигнала определяется следующим образом:

$$A = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T A_m^2 \sin^2 \omega t dt}$$

$$= A_m \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T \sin^2 \omega t dt} = \frac{A_m}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{1}{T} \left(\int_0^T dt - \int_0^T \cos 2\omega t dt \right)} = \frac{A_m}{\sqrt{2}} \approx 0,707 A_m.$$

При выводе формулы использовано известное из тригонометрии преобразование $\sin^2 \omega t = 0,5(1 - \cos 2\omega t)$, при этом интеграл от $\cos 2\omega t$ за период T равен нулю, поскольку на интервале $0 - T$ уместается две полуволны (отрицательная и положительная) второй гармоники.

Для другого вида колебаний выражение действующего значения будет иметь другой вид. Например, можно показать, что для последовательности треугольных импульсов действующее значение определяется по следующей формуле.

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} (U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2)} = \frac{U_m}{\sqrt{3}}.$$

Здесь
$$U_i^2 = \int_0^{\frac{T}{4}} (U_m t / 0,25T)^2 dt = \frac{U_m^2 T}{12}, i = 1-4$$

3. Коэффициент амплитуды K_a определяется отношением амплитуды A_m к ее действующему значению A . Как видно из предыдущих формул для синусоидального колебания $K_a = \sqrt{2}$. Если же рассмотреть последовательность треугольных импульсов $K_a = \sqrt{3}$.

Для проверки формул можно использовать схему на рис. 2. Для измерения амплитуды используется осциллограф, а для измерения действующего значения — вольтметр V . Напомним, что все приборы для измерения напряжения и тока проградуированы в единицах действующего напряжения для синусоидального сигнала. Вольтметр V необходимо переключить в режим измерения переменного тока (AC), поскольку по умолчанию он находится в режиме измерения постоянного тока (DC).

4. Среднее значение синусоидального колебания определяется значением соответствующей величины за половину периода. В частности, для напряжения получаем:

$$U_{cp} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} U_m \sin \alpha d\alpha = \frac{2U_m}{\pi} \approx 0,637U_m$$

5. Коэффициент формы сигнала Кф определяется отношением действующего значения А к среднему А_{ср}; для синусоиды, или $K_f = A/A_{cp} = (2^{1/2}) * (\pi/2) = 1,11$

6. Среднее за период значение гармонического сигнала, симметричного относительно оси времени, равно нулю.

Задания по работе

1. Используя схему на рис. 2, измерьте действующие и амплитудные значений синусоидального, треугольного и прямоугольного сигналов. Убедитесь в справедливости приведенных выше формул. Попытайтесь объяснить разницу в полученных результатах.

2. Исследуйте зависимость амплитудного и действующего значений от постоянной составляющей синусоидального сигнала (параметр OFFSET функционального генератора).

3. Изобразите на рисунке действующее, среднее и амплитудное значения.

Контрольные вопросы

1. В чем заключаются преимущества переменного тока перед постоянным?

2. Каким образом определяются амплитуда, действующее и среднее значения, период и частота синусоидального тока? Можно ли для этого использовать осциллограф?

3. Как Вы понимаете запаздывание и опережение по фазе?

Измерение частоты и фазы с помощью осциллографа

Некоторые параметры периодических сигналов можно измерять на экране осциллографа непосредственно. Кроме случаев непосредственного измерения сигналов на экране осциллографа с помощью масштабных линий, существует еще один осциллографический способ измерения таких величин как частота и фаза сигнала: по интерференционным фигурам (фигурам Лиссажу).

Метод фигур Лиссажу. Если на пластины Y и X поступают синусоидальные напряжения разных частот f_Y и f_X то на экране ЭЛТ возникает изображение замкнутой фигуры — фигуры Лиссажу. На рис. 3 показан случай формирования изображения, когда частота f_Y вдвое больше частоты f_X .

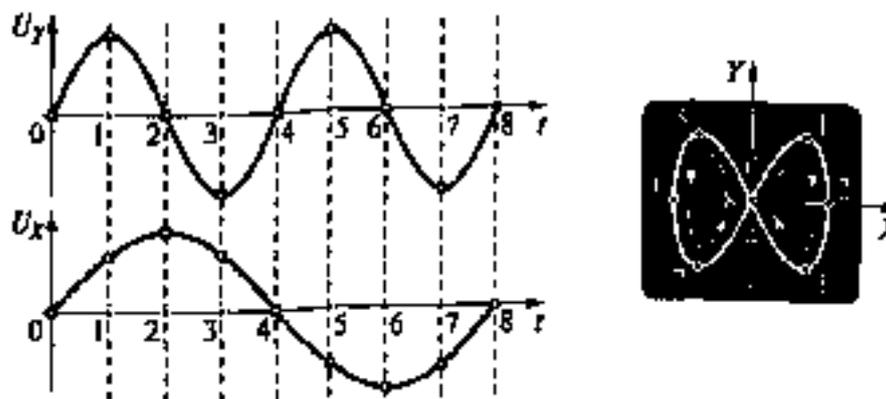


Рис. 3. Метод фигур Лиссажу

Зная значение одной из частот, можно найти значение другой. Этот метод используется для измерения неизвестной частоты синусоидальных сигналов. На один вход ЭЛО (любой), например, на вход Y , подается сигнал неизвестной частоты, на другой — вход X — подается напряжение с выхода генератора синусоидальных сигналов. Изменением частоты сигнала генератора добиваются устойчивого изображения на экране одной из понятных (удобных) фигур Лиссажу. Затем определяется число точек пересечения полученной фигуры горизонтальной и вертикальной линиями (рис. 4а).

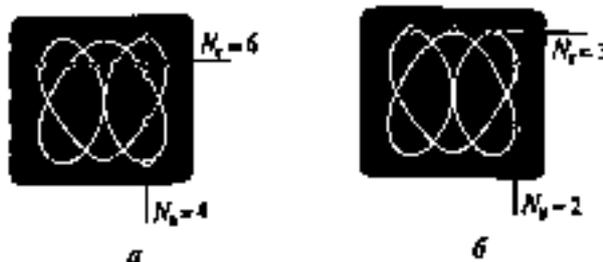


Рис. 4. Определение точек пересечения (а) или касания (б)

Для получения правильного результата линии должны проходить таким образом, чтобы число точек пересечения обеими линиями было максимальным.

После этого отсчитывается значение установленной частоты сигнала генератора. Отношение частот f_Y/f_X равно отношению числа точек пересечения по горизонтали N_H и по вертикали N_V .

$$f_Y/f_X = N_H/N_V.$$

На рис. 4а приведен пример фигуры Лиссажу с соотношением точек пересечения $N_H/N_V = 6/4$. Это значит, что частота сигнала на входе Y в полтора раза больше, чем частота сигнала на входе X. Например, если частота сигнала генератора, поданного на вход X, оказалась равной 12,4 кГц, то при такой фигуре на экране значение неизвестной частоты сигнала, поданного на вход Y, равно 18,6 кГц.

Можно использовать и касательные к фигуре линии (см. рис. 4б). В этом случае нужно использовать аналогичное соотношение, для точек касания горизонтальной и вертикальной линий.

На рис. 5 приведены примеры изображений для различных соотношений значений частот f_Y и f_X .

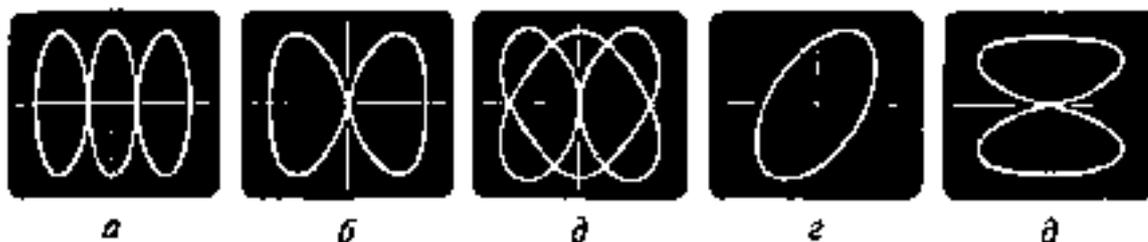


Рис. 5. Фигуры Лиссажу при соотношении частот f_Y/f_X , равном: а - 3, б - 2, в - 3/2; г - 1, д - 1/2

Схема для проведения таких измерений достаточно проста (рис. 6) — она, кроме осциллографа, содержит источник U_S опорной частоты и исследуемый источник сигналов U_X .

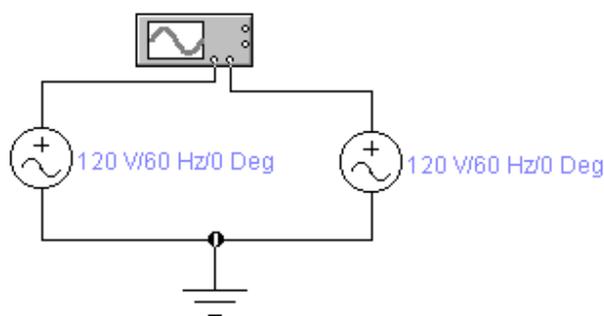


Рис. 6. Схема измерений.

При подобных измерениях следует учитывать возможное неравенство амплитуд опорного и исследуемого сигналов. В этих случаях следует выбирать соответствующие различные масштабы по осям X (канал А) и Y (канал В).

Точность измерения фазы и частоты с помощью фигур Лиссажу существенно ниже, чем осциллографических в режиме ZOOM, однако они могут быть использованы для демонстрации опытов по интерференции волн и других волновых процессов.

Задание на выполнение работы.

1. С использованием двух источников синусоидального сигнала и осциллографа (рис. 6) получить фигуры Лиссажу изображенные на рис. 5.

Контрольные вопросы.

1. Для измерения каких величин используется осциллограф?
2. На какие пластины (на какой вход) подается исследуемый сигнал?
3. Какими должны быть величины исследуемого сигнала и эталонного сигнала при определении частоты сигнала с помощью фигур Лиссажу?

Список литературы

1. Основная литература

- Панфилов В.А. Электрические измерения. М.: Издательский центр «Академия», 2007. - 288с.
- Гуржий А.Н., Поворожнюк Н.И. Электрические и радиотехнические измерения. М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 272с.
- Дворянин Б.В. Метрология и радиоизмерения. М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 304с.
- Информационно-измерительная техника и электроника. Учебник под ред. Г.Г. Раннева. М.:»ACADEMA». 2006. – 511с.

2. Дополнительная литература

- Петров К.С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника. СПб.: «Питер», 2005. - 522с.
- Рутледж Д. Энциклопедия практической электроники. М.: «ДМК Пресс», 2002. - 528с.
- Шелестов И.П., Семенов Б.Ю. Путеводитель в мир электроники. М.: «Солон-Пресс», 2004. - 400с.
- Переносные стрелочные комбинированные приборы. Вып. 1. М.: «НТ Пресс», 2005. – 208с.

4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

ЭБС «Юрайт». Режим доступа:<http://www.biblio-online.ru>

ЭБС «IPRbooks». Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16402>

ЭБС «Лань». – Режим доступа: . <http://e.lanbook.com/>

5. Методические указания к самостоятельной работе.

Егоров А.Г. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине «Измерения и информацио-измерительная техника». Рязань: РГАТУ, 2015. - 24с. Электронная Библиотека РГАТУ.

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П. А. КОСТЫЧЕВА»**

ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

**Методические указания
для лабораторных работ по дисциплине**

«Электрические и электронные аппараты»

**Для студентов специальности: 13.03.02 «Электроэнергетика и
электротехника»**

Рязань 2020

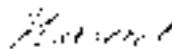
Составители:

д.т.н., заведующий кафедрой «Электроснабжение»



Каширин Д.Е.

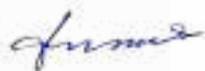
к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение»



Нагаев Н.Б.

Рецензент:

к.т.н., заведующий кафедрой «ЭиФ»



Фатьянов С.О.

Одобрено учебно-методической комиссией инженерного факультета

ФГБОУ ВО РГАТУ имени П.А.Костычева Протокол № 1 от 31 августа 2020 г.

Председатель учебно-методической комиссии

по направлению

Электроэнергетика и электротехника



А.С. Морозов

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Лабораторные работы соответствуют тематике дисциплины «Электрические и электронные аппараты». Работы выполняются в лаборатории электрических аппаратов кафедры.

Студенты обязаны: прослушать лекции по данной дисциплине; уяснить физику явлений, изучаемых в практических работах; ясно представлять себе ожидаемые результаты опытов и уметь их объяснить. Для лучшей подготовки к работам в описаниях этих работ приведены краткие теоретические сведения и указана литература, которую студенты должны изучить до выполнения практических работ.

Особое внимание студенты должны уделить метрологической подготовке и, прежде всего, методам и средствам измерения электрических и магнитных величин и их размерностей.

К работе на установках допускаются студенты, ознакомленные с содержанием лабораторных работ и подготовленные к их выполнению, изучившие инструкцию по технике безопасности при выполнении практических работ, обученные безопасным методам работы в действующих электроустановках, прошедшие инструктаж по технике безопасности и расписавшиеся в журнале прохождения студентами этого инструктажа.

По окончании каждой практической работы студент представляет на проверку преподавателю черновые записи. Отчёты оформляются в соответствии с требованиями, приведёнными в методических указаниях. К следующей работе допускаются студенты, предъявившие оформленный отчёт о предыдущей работе.

РАБОТА 1. ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ КОНТАКТОВ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Приобретение навыков расчета и экспериментального определения контактного сопротивления электрических аппаратов.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Электрическим контактом называется соединение двух (или нескольких) проводников, предназначенное для проведения электрического тока. Деталь, соприкасающаяся с другой при образовании электрического контакта, называется контакт-деталью.

Соприкосновение контактов происходит не по всей кажущейся поверхности контактирования, а лишь в нескольких её местах, так как на поверхности контактов всегда имеются микроскопические выступы и впадины (микронеровности). Поэтому сопротивление контакта электрическому току значительно больше сопротивления сплошного проводника.

Контактное сопротивление является важнейшей характеристикой электрического контакта: чем оно больше, тем больше тепловой энергии выделяется в контакте а, следовательно, тем выше его температура.

В данной работе исследуются зависимости контактного сопротивления от силы контактного нажатия для контактов различных форм и материалов. Кроме того, выясняется влияние поверхностных пленок на контактное сопротивление.

Контактное сопротивление зачищенного контакта связано с силой нажатия следующим соотношением, Ом:

$$R_k = \frac{k}{(0,102F)^m}, \quad (1.1)$$

где R_k - контактное сопротивление, Ом;

k - коэффициент, учитывающий материал контактов и состояние контактных поверхностей, Ом • Н;

m - показатель степени, зависящий от формы контактов.

Значения k и m , определенные опытным путем, приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Материал контактов	Коэффициент k , ОмхН ⁿ	Состояние контактных поверхностей
Медь - медь	$(0,08 \text{ } 0,14) \cdot 10^{-3}$	Очищенные от окислов
Латунь - латунь	$0,67 \cdot 10^{-3}$	Очищенные от окислов
Алюминий - алюминий	$(3 \text{ } 6) \cdot 10^{-3}$	Очищенные от окислов
Серебро - серебро	$0,06 \cdot 10^{-3}$	Очищенные от окислов

Таблица 2

Вид контакта	Коэффициент m
Шар - плоскость	0,5
Линия - плоскость	0,7
Плоскость - плоскость	1,0

3. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Механическая часть установки (рис. 1) представляет собой стальной жесткий рычаг первого рода 5, ось которого шарнирно закреплена на основании 4, выполненном из швеллера. Исследуемые контакты 6 закрепляются в обоймах 7, одна из которых расположена на рычаге 5, а другая - на полке швеллера 4. Обоймы 7 могут поворачиваться во взаимноперпендикулярных плоскостях, благодаря чему достигается самоустановка контактов.

С помощью тяги 2 и грузов 3 контакты прижимаются друг к другу. Отношение плеч рычага равно 1:10, поэтому сила нажатия на контакт будет в 10 раз больше силы тяжести грузов. Для уравнивания собственной массы рычага служит противовес 1.

Электрическая схема установки представлена на рис. 2. Выпрямленный ток напряжением 3,5 В подается на контакты от выпрямителя UZ, питающегося от сети переменного тока через регулируемый автотрансформатор T1 и понижающий трансформатор T2. Величина тока в цепи исследуемых контактов определяется по показаниям амперметра, подключенного к измерительному шунту RS.

1000

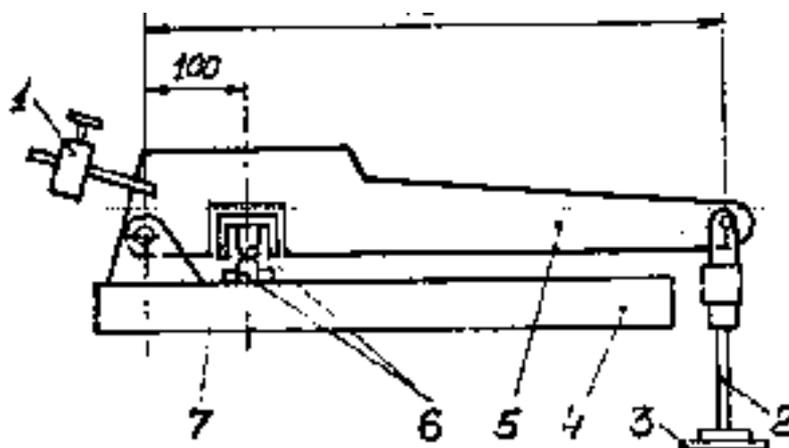


Рис. 1

~220В

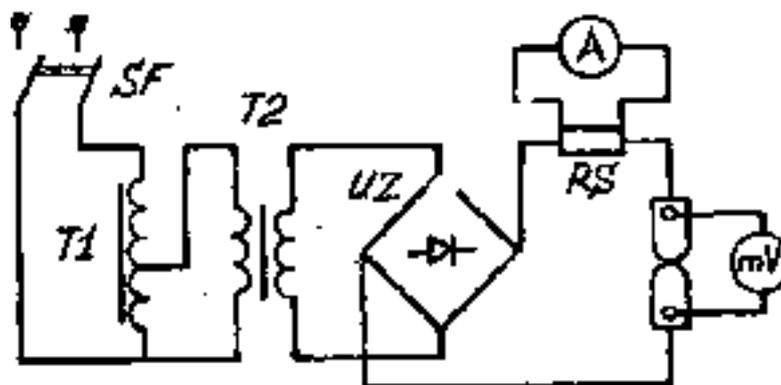


Рис. 2

Падение напряжения на контактах регистрируется милливольтметром. Это напряжение будет небольшим при воздействии на контакты значительной прижимающей силы. Если же эта сила будет мала или контакты разойдутся, то к милливольтметру будет проложено полное напряжение выпрямителя, и милливольтметр выйдет из строя. Для предотвращения этого контакты установки должны быть всегда надежно прижаты, поэтому минимальная масса грузов, приложенных к свободному концу рычага, составляет 1 кг.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с лабораторной установкой и порядком включения средств измерения.

2. Записать технические и метрологические характеристики основного оборудования и средств измерения, используемых в работе.

3. Определить зависимости контактного сопротивления от силы нажатия на контакт для зачищенных медных и латунных контактов, для этого первоначально следует закрепить в обоймах установки медные зачищенные контакты шар-плоскость и подключить их к главной и измерительной цепям. Зачистку контактов надо производить непосредственно перед началом работы шлифовальной бумагой. Затем с помощью нагрузочного устройства создать начальную силу нажатия на контакт, равную 98 Н (что соответствует массе груза 1 кг). Включением автоматического выключателя S подать напряжение на схему и установить в цепи контактов ток 200 А. Прежде чем приступить к измерению падений напряжений, следует милливольтметр включить на наивысший предел измерения и только затем, по мере надобности, предел измерения уменьшают.

В процессе исследования силу нажатия на контакт следует последовательно изменять, устанавливая грузы массой от 1 до 6 кг. Измерения необходимо производить вначале при возрастающей, а затем при убывающей силе контактного нажатия. Зная падение напряжения на контактах в каждом опыте

и величину протекающего по ним тока 1-200 А, определяют контактное сопротивление, Ом.

$$R_{\text{кон}} = \frac{U}{I}$$

Аналогичные измерения и определения величины $R_{\text{кон}}$ следует произвести для всех видов медных и латунных зачищенных контактов, указанных в табл. 2.

Результаты измерений занести в табл. по форме 1.

Форма 1

Опыт							Расчёт $R_{\text{кон}}$ Ом
F , Н		$U_{\text{к}}$, мВ		$R_{\text{к}}$, Ом			
возр.	убыв.	возр.	убыв.	возр.	убыв.	сред.	

1. Рассчитать зависимости контактного сопротивления от силы нажатия по формуле (1.1) для всех исследованных медных и латунных зачищенных контактов. При расчетах использовать те же значения сил, что и в опытах. Опытные и расчетные зависимости построить на одном графике и сравнить их между собой.

2. Определить зависимость контактного сопротивления от силы нажатия для окисленного алюминиевого контакта при различных формах контактной поверхности. Данные измерений занести в табл. по форме 2.

Форма 2

Опыт			Расчёт $R_{\text{к}}$, Ом
F , Н	$U_{\text{к}}$, мВ	$R_{\text{к}}$, Ом	

6. Рассчитать зависимость контактного сопротивления от силы нажатия по формуле (1.1) для всех исследованных видов алюминиевого контакта при

зачищенных поверхностях контактирования, используя те же значения сил нажатия, что и в опыте. Построить на одном графике опытные и расчетные зависимости и, сравнив их между собой, выяснить влияние поверхностной пленки на контактное сопротивление.

4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Краткое описание лабораторной установки, схематический эскиз установки, схема электрических соединений.

2. Технические данные основного оборудования и метрологические характеристики средств измерения.

3. Результаты измерений и расчетов, таблицы, графики экспериментальных и расчетных зависимостей.

4. Выводы по работе.

6. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Что такое электрический контакт?

2. Что понимают под кажущейся поверхностью электрического контакта? Какая поверхность контакта воспринимает усилие нажатия?

3. Дайте определение контактного сопротивления. Какие факторы и как влияют на величину контактного сопротивления?

4. На какие виды подразделяются контакты по форме контактной поверхности?

5. Приведите эмпирическую формулу, связывающую контактное сопротивление с усилием нажатия, формой контактов, материалом контактов и состоянием их контактных поверхностей.

6. Как экспериментально определяется величина контактного сопротивления?

Литература: [1], с. 308...315; [2], с. 69...80; [3], с. 191...198.

РАБОТА 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ СИЛ МЕЖДУ ШИНАМИ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Приобретение навыков расчета и экспериментального определения электродинамических сил между двумя шинами.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Многие электрические аппараты во время аварий в электрической сети подвергаются действию сквозных токов короткого замыкания, величина которых может в десятки и даже сотни раз превышать номинальный ток аппарата. Эти токи, проходя по токоведущим частям аппарата, приводят к возникновению значительных электродинамических сил, которые стремятся деформировать эти части и разрушить изоляционные элементы их крепления.

Конструкция электрического аппарата должна быть рассчитана таким образом, чтобы он мог выдержать воздействие электродинамических сил при прохождении токов короткого замыкания. Поэтому расчет электродинамических сил, действующих на токоведущие элементы электрических аппаратов, имеет большое значение в практике электроаппаратостроения.

В данной работе исследуются электродинамические силы взаимодействия между прямоугольными параллельными шинами конечной длины. Сила взаимодействия между двумя круглыми длинными проводниками определяется по формуле, Н

$$F = \frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi a} \quad (2.1)$$

где $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м - магнитная постоянная воздуха;

I - величина тока, протекающего по проводникам;

l - длина проводников; a - расстояние между осями проводников.

Если проводники имеют небольшую длину, то эта формула может дать грубую ошибку, поэтому принято вводить в неё поправочный коэффициент k

учитывающий отношение расстояния между проводниками к их длине

$$k = \sqrt{1 + \left(\frac{a}{l}\right)^2} - \frac{a}{l}. \quad (2.2)$$

Таким образом, для проводников круглого сечения и конечной длины

Таким образом, для проводников круглого сечения и конечной длины сила взаимодействия определяется по формуле

$$F = \frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi a} k. \quad (2.3)$$

Для проводников прямоугольного сечения вводится коэффициент k_2 , учитывающий их прямоугольную форму и взаимное расположение. Если толщина шины b значительно меньше её ширины h и расстояния между шинами a , то коэффициент k_2 можно определить по формуле

$$k_2 = \frac{a^2}{h^2} \left[2 \frac{h}{a} \operatorname{arctg} \frac{h}{a} - \ln \left(1 + \frac{h^2}{a^2} \right) \right]. \quad (2.4)$$

Если размером b пренебречь нельзя, то расчетные формулы получаются громоздкими, и величину коэффициента k_2 удобнее определять по кривым Двайта.

Приведенные выше формулы выведены для постоянного тока. При переменном токе электродинамические силы пульсируют с двойной частотой. Однако если под F понимать среднее за период значение электродинамической силы, а под I - действующее значение тока, то формула остается верной и для переменного тока.

ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ

Лабораторная установка представляет собой (рис. 3) две прямоугольные параллельно расположенные шины, одна из которых 1 жестко закреплена, а другая 2 подвешена на блоках 3 и ее сила тяжести уравновешена грузами 4. Подвижная шина 2 соединена с токоподводом и с неподвижной шиной 1 гибкими соединениями 4 и 5. При прохождении по шинам тока в противоположном направлении между ними возникают электродинамические силы отталкивания. Их уравнивают гирями 6. Расстояние между шинами определяется с помощью шкалы 7.

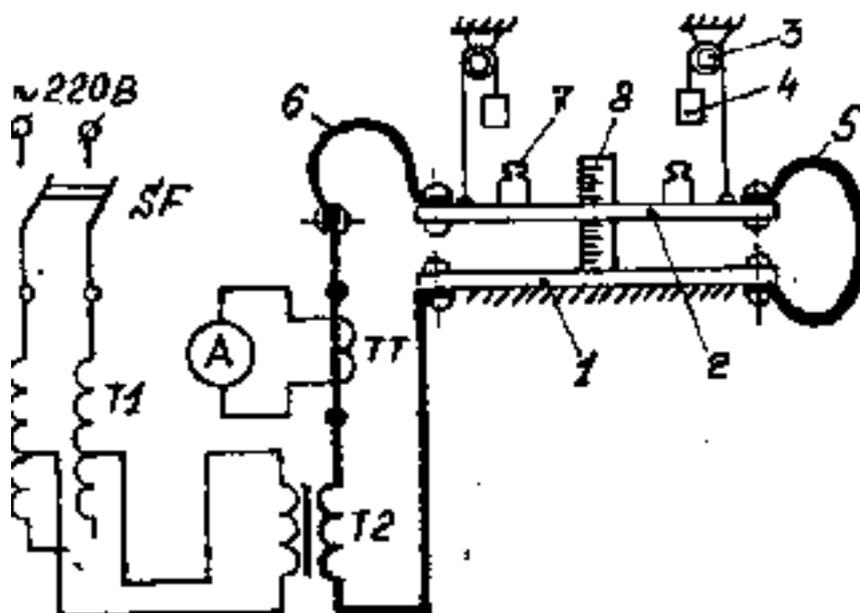


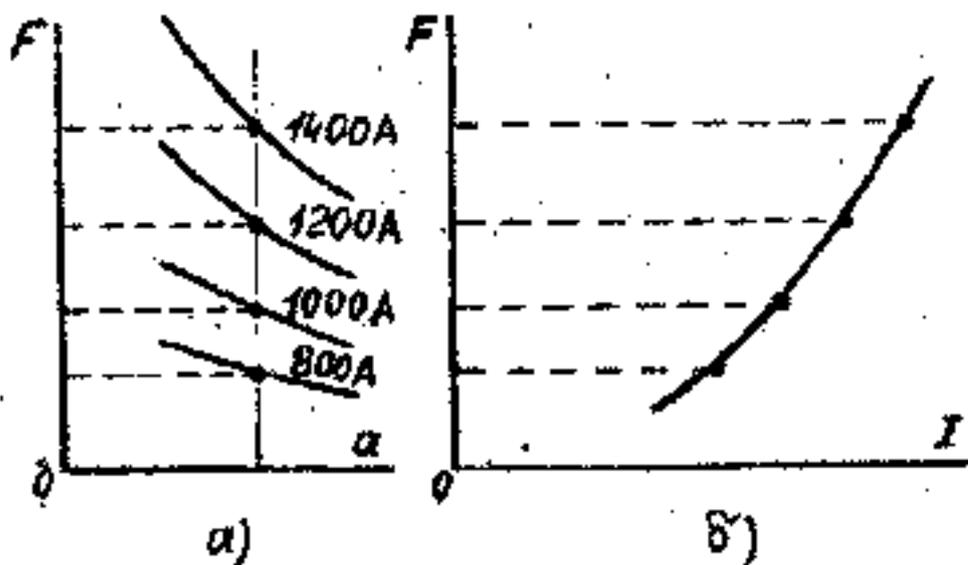
Рис. 3

Питание установки осуществляется от сети переменного тока через регулируемый автотрансформатор Т1 и понижающий трансформатор Т2. Величина тока, протекшего по шинам, измеряется с помощью амперметра и трансформатора ТТ, имеющего коэффициент трансформации, равный 400.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с лабораторной установкой и порядком включения

3. Определить зависимость величины электродинамической силы от тока при расстоянии между шинами, равном 3 см. Для этого следует на графике кривых $F = f(a)$, приведенном на рис. 4,а, провести вертикальную прямую $a = 3$ см. Ординаты точек пересечения этой прямой с кривыми определяют силы взаимодействия между шинами при соответствующих токах.



$$k_2 = f((a-b)/(b+h)), l$$

Рис. 4

Затем надо нанести на график $F = f(I)$ полученные значения сил и, соединив полученные точки кривой, определить зависимость силы взаимодействия между шинами от величины тока при $a = 3$ см (рис. 4,б).

5. Определить расчетным путем электродинамические силы при токе 1200 А для тех же расстояний между шинами, что и в опыте. Расчет сил произвести для двух случаев:

пренебрегая толщиной шины и вычислив $K\phi$ по формуле (2.4); учитывая толщину шины и определив $K\phi$ из графика приводимого в литературе [1], [2] или [3].

Результаты вычислений занести в табл. по форме 3. По данным таблицы построить расчетные кривые $F = f(a)$ при $I = 1200$ А на одном графике с экспериментальной кривой и сравнить их между собой.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Краткое описание лабораторной установки, схематический эскиз конструкции установки со схемой электрических соединений.

1. Технические данные основного оборудования и метрологические характеристики средств измерения.

2. Результаты измерений и расчетов, таблица, графики экспериментальных и расчетных зависимостей.

3. Выводы по работе.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. В каких случаях в токоведущих частях электрических аппаратов возникают значительные электродинамические силы? Чем они опасны?

2. Почему в электроаппаратостроении придают большое значение расчету электродинамических сил?

3. Как рассчитываются электродинамические усилия между длинными параллельными проводниками круглого сечения?

4. Какие поправочные коэффициенты необходимо ввести в расчетные уравнения для проводников прямоугольного сечения конечной длины и почему?

5. При каких условиях уравнения, выведенные для расчета электродинамических сил при постоянном токе, могут быть использованы для определения этих сил при переменном токе?

РАБОТА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КОНТАКТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Практическое ознакомление с конструкцией и работой электромагнитного контактора, овладение навыками экспериментального определения его основных характеристик.

2.

ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Контактор представляет собой коммутационный электрический аппарат с дистанционным управлением, предназначенный для частых включений и отключений силовых электрических цепей при нормальных режимах работы. Наиболее широкое применение получили электромагнитные контакторы, т. е. имеющие электромагнитный привод. Контактторы постоянного тока предназначены для коммутации цепей постоянного тока и, как правило, приводятся в действие электромагнитом постоянного тока.

Кратчайшее расстояние между контактными поверхностями подвижного и неподвижного контактов в их разомкнутом положении называется зазором контакта. Расстояние, на которое переместится из замкнутого положения подвижный контакт при удалении неподвижного, называется провалом контакта. Величина провала выбирается из условий допустимого износа контактов и обеспечивает соприкосновение контактов, несмотря на их постепенный износ при работе. Во включенном положении контактора его контакты должны быть сжаты такой силой, которая обеспечивает выполнение условий допустимого нагрева контактов при длительном режиме работы и их электродинамической стойкости при сквозных токах короткого замыкания.

Основными характеристиками контактора являются механическая и тяговая. От оптимального согласования этих характеристик во многом зависит надежная и долговечная работа контактора.

Механическая характеристика — это зависимость момента, создаваемого силами сопротивления движению подвижной системы, от угла поворота якоря электромагнита, т. е. $M_{мех} = f(\alpha)$. Этот момент создается силами возвратной (отключающей) и контактной пружин, массой неуравновешенных частей, а также силами трения. Статическая тяговая характеристика — это зависимость величины тягового момента электромагнита от угла поворота якоря при неизменной величине приложенного напряжения на обмотке электромагнита, т. е. $M_{э.м} = f(\alpha)$. Моменты всех сил определяются относительно оси поворота

якоря электромагнита. Типичные для контактора механическая и тяговые характеристики представлены на рис. 5.

График $M_{Mex} = f(a)$ представляет собой ломаную линию. В начале движения при $a = a_{\max}$ (что соответствует наибольшему зазору между якорем и сердечником электромагнита) противодействующий момент M_x создается усилием предварительного сжатия возвратной пружины, силами трения и силой тяжести неуравновешенных относительно оси якоря масс подвижной системы. На участке от a_{\max} до $a_{кас}$ момент постепенно нарастает до значения M_2 в результате сжатия возвратной пружины. При соприкосновении подвижного контакта с неподвижным (при $a = a_{кас}$) происходит скачкообразное увеличение

противодействующего момента до величины M_3 из-за наличия предварительного начального сжатия контактной пружины. Величину изменения момента $M_3 - M_2$ можно рассчитать как произведение силы начального контактного нажатия на расстояние от точки приложения этой силы до оси поворота якоря. При дальнейшем повороте якоря до $a = 0$ (что и соответствует соприкосновению якоря с сердечником электромагнита) момент возрастает до значения M_4 за счет дальнейшего сжатия контактной и возвратной пружин.

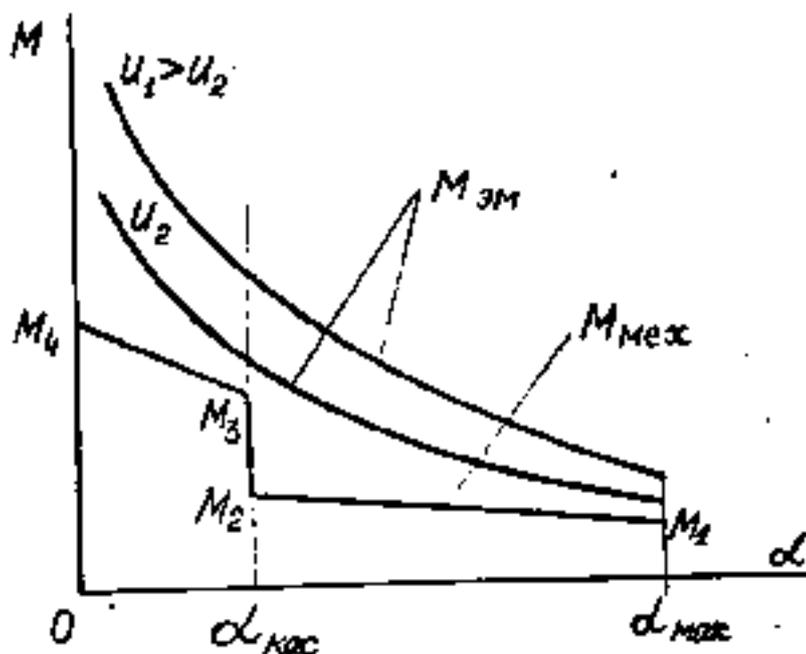


Рис. 5

График тяговой характеристики $M_{эм} = f(\alpha)$ представляет собой плавную

кривую, резко возрастающую с уменьшением угла α . Каждому значению приложенного к обмотке электромагнита напряжения соответствует определённая тяговая характеристика на графике, и наоборот.

Для полного включения контактора необходимо, чтобы тяговая характеристика располагалась на графике выше механической, т. е., чтобы при любом значении α соблюдалось неравенство $M_{эм} > M_{мех}$. Контактёр срабатывает только тогда, когда при α_{max} величина $M_{эм}$ становится больше $M_{мех}$, и, наоборот, если при $\alpha = 0$ значение $M_{эм}$ станет меньше $M_{мех}$, то контактор отключается. Остановка подвижной системы контактора в промежуточном положении недопустима как при срабатывании, так и при отключении.

Наименьшее значение напряжения на катушке (тока в катушке), при котором начинается и полностью заканчивается втягивание якоря электромагнита, называется напряжением (током) втягивания. Наибольшее

значение напряжения на катушке (тока в катушке), при котором начинается и полностью заканчивается отпадение якоря электромагнита, называется напряжением (током) отпадения.

Важными параметрами контактора, характеризующими его быстродействие, являются собственные времена включения и отключения.

Собственным временем включения называется интервал времени с момента подачи питания на катушку (т. е. подачи команды на включение) до момента соприкосновения замыкавшего контакта. Собственным временем отключения называется интервал времени с момента прекращения питания катушки (т. е. подачи команды на отключение) до момента прекращения соприкосновения контактов.

Сила притяжения электромагнита контактора может определена по формуле Максвелла, Н

$$F_{\text{пр}} = \frac{B_{\delta}^2 * S_{\delta}}{2\mu_0} = \frac{\Phi^2}{2\mu_0 * S_{\delta}} \quad (3.1)$$

где B_{δ} = - индукция в рабочем зазоре, Тл;

S_{δ} - сечение воздушного зазора, м²;

μ_0

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м - магнитная постоянная воздуха.

Магнитное сопротивление

воздушного зазора

электромагнита определя-

$$R_{\text{маг}} = \frac{\delta}{\mu_0 * S_{\delta}} \quad 1/\text{Гн} \quad (3.2)$$

ется выражением

где δ - длина воздушного рабочего зазора, м.

Магнитный поток определяется

уравнением, Вб

$$\Phi = \frac{IW}{R_{\text{маг}}} \quad (3.3)$$

где IW - магнитодвижущая

сила, развиваемая электромагнитом, А.

3. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

В данной работе исследуется контактор постоянного тока типа КП-500, внешний вид которого представлен на рис. 6. Основными элементами контактора являются главные контакты, электромагнит и дугогасительное устройство.

Главные контакты (неподвижный 2 и подвижный 3) осуществляют замыкание и размыкание силовой электрической цепи. Для создания

контактного нажатия служит пружина 4, предварительным сжатием которой и определяется величина силы начального контактного нажатия.

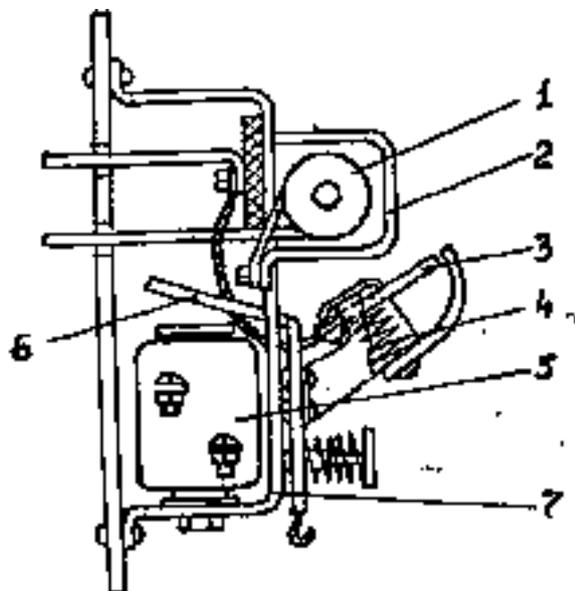


Рис. 6

Электромагнит служит для включения контактора и удержания контактов в замкнутом положении (при полном выборе провала). Он состоит из магнитной системы клапанного типа (якорь 6 и ярмо с сердечником 7) и втягивающей катушки 5.

Дугогасительное устройство предназначено для гашения электрической дуги, возникающей при размыкании главных контактов. Оно состоит из щелевой дугогасительной камеры (на рисунке не показана) с магнитным дутьем, осуществляемым сериесной катушкой 1. Сила взаимодействия магнитного поля дутья с током дуги ускоряет ее перемещение с контактов в зону активного дугогашения.

Схема электрических соединений, используемая при исследовании контактора, приведена на рис. 7. Катушка К контактора получает питание от сети переменного тока через регулируемый автотрансформатор Т и

выпрямитель UZ. Измерение напряжения на катушке и тока в ее цепи производится соответственно с помощью вольтметра и амперметра. Для измерения собственных времен включения и отключения контактора используется электросекундомер РТ.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомьтесь с лабораторной установкой и порядком включения средств измерения.

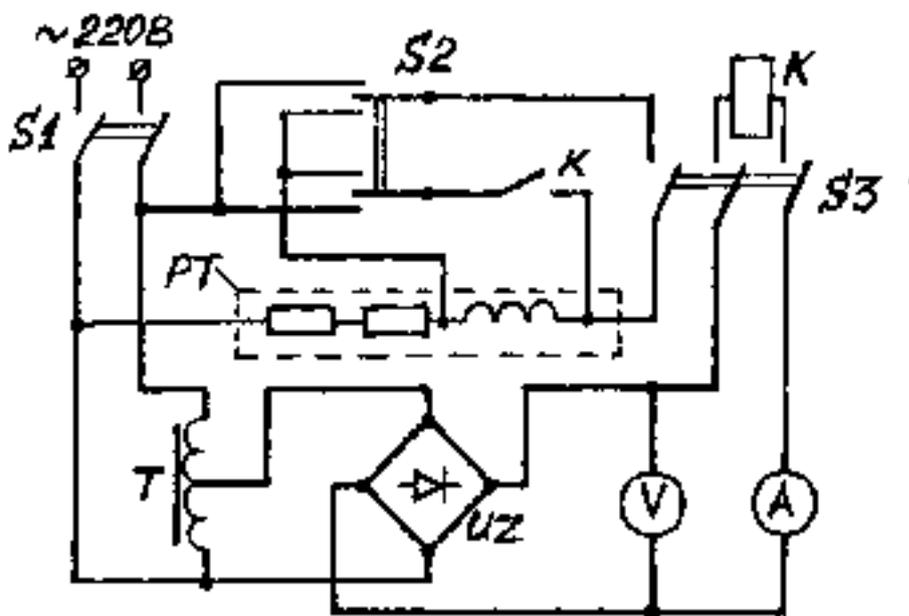


Рис. 72.

2. Записать технические и метрологические характеристики основного оборудования и средств измерений, используемых в работе.

3. Определить при помощи линейки или штангенциркуля величины зазора и провала контактов.

4. Измерить с помощью динамометра величины начального и конечного нажатия на контакты и зафиксировать угол поворота якоря, соответствующий касанию контактов.

Для измерения величины начального нажатия следует положить между подвижным контактом и его упором полоску тонкой бумаги и, оттянув динамометром контакт (с помощью специальной скобы) до освобождения бумаги, зафиксировать показание динамометра.

Для измерения величины конечного нажатия необходимо включить контактор, подав на его катушку К напряжение 220 В посредством включения выключателей S1 и S2. При этом выключатель S2 должен находиться в

момент освобождения бумаги. Это показание соответствует появлению усилия начального контактного нажатия (скачок на механической характеристике при $\alpha = \alpha_{\text{кас}}$).

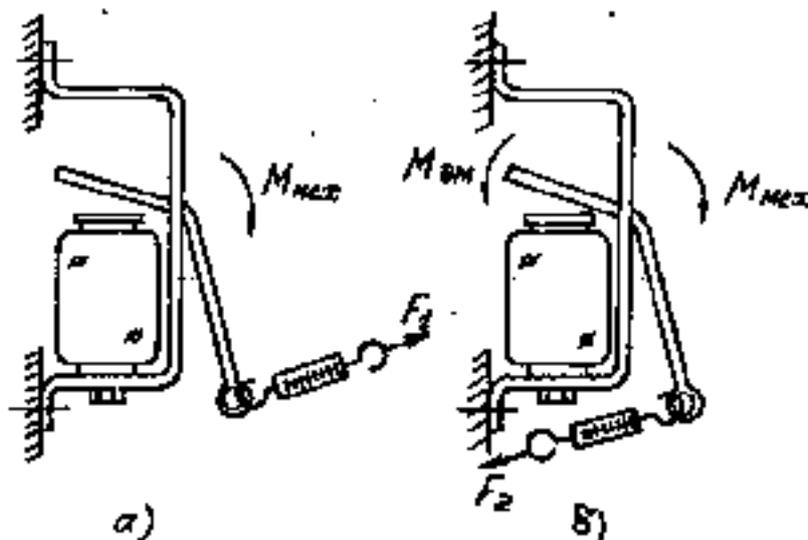


Рис. 8

При $\alpha = 0$ бумагу следует заложить между якорем и полюсом сердечника и зажать ее натяжением динамометра. Затем, ослабляя натяжение, надо зафиксировать показание динамометра в момент освобождения бумаги.

Рекомендуется, кроме указанных выше значений α , измерить величину усилия F_1 при $\alpha \ll 10^\circ$ и $\alpha \ll 2^\circ 30'$. При этих измерениях бумага прокладывается между регулировочным винтом, специально вворачиваемым для этой цели в якорь, и полюсом сердечника.

Для каждого измеренного значения усилия определяется соответствующее значение момента $M_{\text{мех}} = F_1 i$, где F_1 — показание динамометра, i — плечо приложения усилия F_1 относительно точки поворота якоря на встречных призмах. Результаты измерений и расчета $M_{\text{мех}}$ следует занести в таб

α , град	Измерено		Вычислено		
	F_1 , Н	F_2 , Н	$M_{\text{мех}}$, Нм	M , Нм	$I_{\text{эм}} >$, Нм

Определить тяговую характеристику контактора. При этом следует учитывать, что на подвижную систему контактора действует момент сил, равный разности тягового и противодействующего моментов $M = M_{эм} - M_{мех}$. Для измерения этого момента динамометр надо закрепить так, как показано на рис. 8, б. Зависимость $M = f(\alpha)$ необходимо определить, измеряя усилия F для тех же значений углов α , что и при определении механической характеристики. При этом для каждого значения справедливо выражение $M = F_2 \cdot t$, где F_2 - показание динамометра, t - плечо приложения усилия F относительно точки поворота якоря на встречных призмах.

При $\alpha = \alpha_{\max}$ следует, удерживая избыточным натяжением динамометра подвижную систему контактора в отключенном положении, подать на его катушку напряжение 220 В. Для этого выключатель S2 надо поставить в среднее (нулевое) положение и включить выключатели S1 и S3. Затем, постепенно уменьшая натяжение динамометра, зафиксировать его показание при срабатывании л. электромагнита. Отключить выключатели S1 и S3.

При других углах α , кроме $\alpha = 0$, их величины устанавливаются регулировочным винтом, ввернутым для этой цели в якорь. Постепенно увеличивая натяжение динамометра следует фиксировать его показания при отрыве якоря, электромагнита. Напряжение на катушке всегда устанавливается равным 220 В и снимается со схемы отключением выключателей S1 и S3 сразу же после проведения опыта.

Результаты измерений усилий F_2 и вычислений моментов M и

$M_{эм} = M + M_{мех}$ следует занести в табл. по форме 5. По данным этой таблицы необходимо построить на одном графике зависимости $M_{мех} = f(\alpha)$, $M = f(\alpha)$, $M_{эм} = f(\alpha)$.

б. Определить величину коэффициента возврата контактора. Для этого, постепенно увеличивая ток в катушке контактора, надо зафиксировать его наименьшее значение $I_{сраб}$, при котором происходит четкое срабатывание

контактора (без остановки в промежуточном положении). Затем, постепенно уменьшая ток катушки, следует зафиксировать наибольшее значение $I_{отп}$, при котором происходит четкое отпадение якоря, опыт необходимо проделать три раза и определить среднее арифметическое значение измеренных величин. Результаты измерений и вычислений следует занести в табл. по форме 6.

Форма 6

№ опыта	а	а	К
1			
2			
3			
Среднее значение			

8. Определить собственные времена замыкания $t_{зам}$ и размыкания $t_{разМ}$

контактора при напряжениях на катушке электромагнита, равных 240, 220, 200, 180 и 160 В. Для этого при определении выключатель S2 надо поставить в верхнее (первое) положение, включить выключатель S1 и установить напряжение 240 В, включить выключатель S3. При этом напряжение одновременно подаётся на катушку К и электросекундомер РТ, который начнет отсчитывать время. В момент замыкания главных контактов К ими шунтируется двигатель секундомера, и он останавливается, зафиксировав собственное время замыкания $t_{зам}$ контактора. После этого следует отключить выключатель S3 и, дождавшись возвращения подвижной системы контактора в отключенное положение, повторить опыт включением выключателя S3.

При каждом напряжении опыт следует проделать три раза и найти среднее арифметическое значение. Полученные результаты вносятся в табл. по форме 7.

Форма 7

$U_k, В$	240	220	200	180	160
с					
$t_{разм}$					

Для определения собственного времени размыкания контактора выключатель S2 надо поставить в нижнее (второе) положение, установить напряжение 240 В, включить выключатель S3. При этом подается питание на катушку К электромагнита и одновременно шунтируется двигатель электросекундомера. После включения контактора выключатель S3 следует разомкнуть. При этом отключается катушка электромагнита и начинает работать электросекундомер. При размыкании главных контактов контактора К электросекундомер теряет питание и останавливается, зафиксировав собственное время размыкания контактора $t_{разм}$. Для повторения опыта необходимо включить выключатель S3 и отключить его после того, как включится контактор.

При каждом значении напряжения опыт следует проделать три раза и определить среднее арифметическое значение $t_{разм}$. Полученные результаты необходимо занести в таблицу, аналогичную форме 7.

По данным таблиц надлежит построить на одном графике зависимости

$$t_{разм} = f(U) \text{ и } t_{зам} = f(U)$$

9. Рассчитать величины $M_{эм}$ для тех же значений углов α , что и в эксперименте. Для этого предварительно необходимо определить величины рабочего зазора δ , соответствующие этим значениям углов α из соотношения,

$$\delta = l_{я} \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

где $l_{я}$ - расстояние от точки поворота якоря на встречных призмах до центра сердечника электромагнита, м. Затем по уравнениям (3.1), (3.2) и (3.3) рассчитываются величины усилий $P_{эм}$, соответствующие этим значениям

зазора δ и величины моментов $M_{эл} = F_{эл} \cdot C_{эл} \cdot H_M$.

10. Построить на одном графике расчетную и опытную зависимости $M_{ЭМ} = f(\delta)$ и сравнить их между собой.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Краткое описание установки, эскиз контактора, схема электрических соединений.

2. Метрологические характеристики средств измерения.

3. Результаты опытов и расчетов, таблицы, графики.

4. Выводы по работе.

6. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Из каких основных элементов состоит конструкция контактора постоянного тока? Каково их назначение?

2. Какие основные параметры характеризуют контактную систему контактора? Дайте им определение и поясните их функциональную значимость?

3. Что представляют собой механическая и тяговая характеристики контактора? Изобразите типичный вид этих характеристик на графике. Что понимается под согласованием этих характеристик?

4. Какие параметры контактора характеризуют его быстродействие? Дайте им определение?

5. Какие параметры контактора необходимо знать, чтобы определить величину его коэффициента возврата?

6. Где находят применение контакторы постоянного тока?

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 «Элективные дисциплины (модули) по физической
культуре и спорту»
для студентов очной формы обучения
по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Рязань, 2020 г.

Методические рекомендации для практических занятий по дисциплине «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту» (для студентов 1-3 курсов по направлению подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**/ Сост.: к.п.н., доцент Т.А.Сидоренко, к.п.н., ст. пр. Н.А. Гудкова. - Рязань, РГАТУ, 2020г. 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;

Методические рекомендации для практических занятий по дисциплине «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту» одобрены учебно-методической комиссией по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника Инженерного факультета «31» августа 2020 г., протокол № 1

Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника _____ А.С. Морозов

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

Учебные дисциплины «Физическая культура и спорт» и «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту» 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 в 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 данных 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 брусках. 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 вися на руках поочередное и одновременное поднимание согнутых ног вперед (рис. 22). К.п. 20, выполнить 2 подхода.

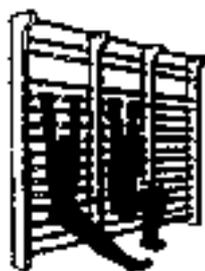


Рис. 21.

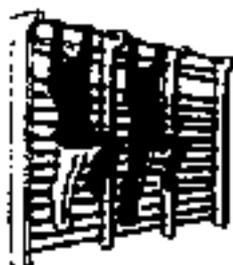


Рис. 22.

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.

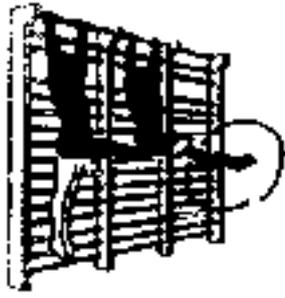


Рис. 23.

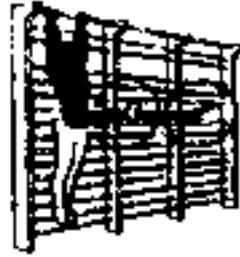


Рис. 24.

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.

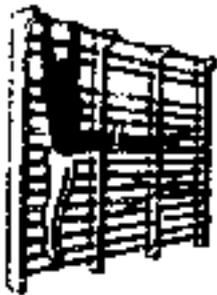


Рис. 25.



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.



Рис. 41.



Рис. 42.

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.

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.

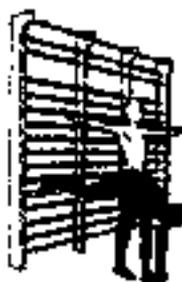


Рис. 50.

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

Ю. А. ЮДАЕВ

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Методические указания

Рязань 2020

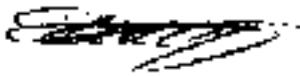
Методические указания «Математические задачи в электроэнергетике» для студентов очной и заочной форм обучения, обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность программы «Электрические станции и подстанции». Учебное пособие может использоваться в качестве лекций, для практических и самостоятельной работ. Составитель: д. т. н, профессор Юдаев Ю. А.

Приведены сведения о методах решения задач в электроэнергетике, рассмотрены примеры решения задач.

Учебное пособие обсуждено на заседании кафедры «Электроснабжение».

31 августа 2020 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой _____



Каширин Д.Е.

1. ЗАДАЧИ, ПРИВОДЯЩИЕ К ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ УРАВНЕНИЯМ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ.

Общие сведения о переходных процессах в линейных электрических цепях

Прежде чем приступить к анализу переходных процессов в системах электроснабжения рассмотрим общие сведения о переходных процессах в линейных электрических цепях.

Переходные процессы (ПП) возникают в электрических цепях при различных воздействиях, приводящих к изменению их режима работы, т. е. при действии различного рода коммутационной аппаратуры, например ключей, переключателей для включения или отключения источника или приемника энергии, при обрывах в цепи, при коротких замыканиях отдельных участков цепей т. д.

Причиной возникновения переходных процессов в цепях является наличие в них катушек индуктивности и конденсаторов, которые накапливают энергию магнитного

$$W_m = \frac{Li^2}{2} \quad (1.1)$$

и электрического

$$W_э = \frac{Cu^2}{2} \quad (1.2)$$

полей и не могут изменяться скачком.

В общем случае переходные процессы в электрических цепях описываются дифференциальными уравнениями.

Для решения линейных дифференциальных уравнений с постоянными параметрами существуют различные аналитические методы: классический, операторный, метод интеграла Фурье, которые применяются и для расчета переходных процессов. Наиболее часто используются классический и операторный методы. Первый обладает хорошей наглядностью и удобен для расчета простых цепей, второй упрощает расчет сложных.

1.1. Классический метод расчета переходных процессов

Классический метод расчета переходных процессов основан на решении дифференциальных уравнений методами классической математики.

Расчет переходного процесса в цепи классическим методом содержит следующие этапы.

- Составление системы уравнений с использованием законов Кирхгофа, Ома, электромагнитной индукции, которые описывают состояние цепи до коммутации и после коммутации в установившемся режиме.

- Составление уравнения или системы дифференциальных уравнений с использованием законов Кирхгофа, Ома, электромагнитной индукции.

Для простых цепей получаются дифференциальные уравнения первого или второго порядков, в котором в качестве искомой величины выбирают ток в индуктивности или напряжение на конденсаторе.

- Нахождение решения неоднородного дифференциального уравнения цепи в виде суммы частного решения неоднородного дифференциального уравнения и общего решения.

Применительно к электрическим цепям в качестве частного решения неоднородного дифференциального уравнения выбирают установившийся режим в рассматриваемой цепи т. е. постоянные токи и напряжения, если в цепи действуют источники постоянных ЭДС и токов, или синусоидальные напряжения и токи при действии источников синусоидальных ЭДС и токов.

Токи и напряжения установившегося режима обозначают i_y и u_y и называют установившимися.

Общее решение однородного дифференциального уравнения описывает процесс в цепи без источников ЭДС и тока, который называют свободным процессом. Токи и напряжения свободного процесса обозначают $i_{св}$ и $u_{св}$ и называют свободными.

В общем решении $i = i_y + i_{св}$ и $u = u_y + u_{св}$ необходимо найти постоянные интегрирования, которые определяются из *начальных условий*.

1.2. Законы коммутации

Энергия, запасенная в индуктивном и емкостном элементах не может изменяться скачком. Изменение этой энергии обуславливает переходный процесс.

Законы коммутации формулируются следующим образом: ток в индуктивном элементе и напряжение на емкостном элементе не могут изменяться скачком.

Первый закон коммутации: *изменение тока в индуктивном элементе скачком невозможно.* Другая формулировка этого закона: ток через индуктивный элемент i_L до коммутации равен току через индуктивный элемент в момент коммутации. Это можно записать в следующем виде:

$$i_L(t_-) = i_L(t_+), \quad (1.3)$$

где t - момент времени, в который произошла коммутация в цепи.

Второй закон коммутации: *изменение напряжения на емкостном элементе скачком невозможно,* или напряжение на емкостном элементе до коммутации равно напряжению на емкостном элементе в момент коммутации:

$$u_C(t_-) = u_C(t_+), \quad (1.4)$$

Эти законы следуют из соотношений, описывающие напряжение на индуктивности и ток через конденсатор:

$$u_L = L \frac{di_L}{dt}, \quad i_C = C \frac{dU_C}{dt} \quad (1.5)$$

Если i_L или u_C изменяются скачками, то получаются бесконечно большие значения напряжения u_L и тока i_C , что противоречит законам физики.

Токи в индуктивных элементах i_L и напряжения на емкостных элементах u_C до коммутации называются *начальными условиями*.

Если токи в индуктивных элементах и напряжения на емкостных элементах цепи в момент времени $t = 0$ равны нулю, то такие условия называются *нулевыми начальными условиями*. В противном случае имеем *ненулевые начальные условия*.

1.3. Переходные процессы в цепи постоянного тока с одним реактивным элементом

Для лучшего понимания процессов, которые будут описаны в следующих главах рассмотрим несколько простых примеров переходных процессов, возникающих при коммутации в цепях постоянного тока с одним реактивным элементом и сопротивлением и с двумя реактивными элементами и сопротивлением.

1.3.1. Подключение источника ЭДС к цепи с последовательным соединением сопротивления и индуктивным элементом

Проведем анализ переходного процесса в цепи при замыкании ключа S в момент времени $t = 0$, рис. 1.1.

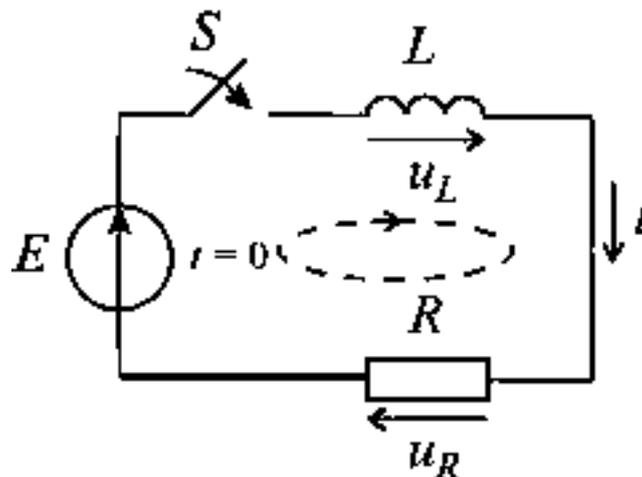


Рис. 1.1

При выбранном обходе контура по часовой стрелке с помощью второго закона Кирхгофа и закона Ома запишем уравнения, которые описывают состояние цепи:

$$u_L + u_R = E \quad (1.6)$$

$$u_L = L \frac{di}{dt}, \quad u_R = Ri \quad (1.7)$$

Подставляя в (1.6) значения (1.7) получаем неоднородное дифференциальное уравнение первого порядка:

$$L \frac{di}{dt} + iR = E. \quad (1.8)$$

Найдем общее решение неоднородного дифференциального уравнения (1.8) как сумму его частного решения и общего решения.

Частным решением неоднородного дифференциального уравнения первого порядка (1.8) является постоянный ток, который протекает после завершения переходного процесса и называется установившимся током:

$$i_y = E/R. \quad (1.9)$$

Общее решение однородного дифференциального уравнения

$$L \frac{di}{dt} + iR = 0 \quad (1.10)$$

называется *свободным током* который равен

$$i_{св} = Ae^{pt}, \quad (1.11)$$

где $p = -R/L$ - корень характеристического уравнения:

$$Lp + R = 0. \quad (1.12)$$

В этом случае общее решение неоднородного дифференциального уравнения первого порядка (1.8) имеет вид:

$$i = i_y + i_{св} = \frac{E}{R} + Ae^{-\frac{R}{L}t} \quad (1.13)$$

Для определения постоянной интегрирования A необходимо использовать закон коммутации для индуктивного элемента (1.3). В момент времени замыкания ключа $t = 0$ ток через индуктивность будет равен току до замыкания ключа S , т. е. $i(0_-) = i(0_+) = 0$.

Следовательно $0 = \frac{E}{R} + Ae^{-\frac{R}{L}t}$ или $0 = \frac{E}{R} + A$, откуда $A = -E/R$.

Подставив это значение постоянной A в (1.13), получим закон изменения тока в цепи, (рис.1.2):

$$i = \frac{E}{R}(1 + e^{-t/\tau}), \quad (1.14)$$

где $\tau = L/R$ имеет размерность времени [с] и называется *постоянной времени* цепи. Постоянная времени определяет скорость нарастания тока и равна времени, за которое ток i достиг бы установившегося значения $i_y = E/R$, если бы скорость его изменения оставалась неизменной и равной начальному значению скорости в момент $t = 0$ $\frac{di}{dt} = E/R$.

Обычно переходный процесс можно считать практически закончившимся через интервал времени 3τ с момента коммутации, когда ток достигнет значения $i = 0,95E/R$, рис. 1.2.

Зная значение тока, как функцию времени можно определить значения напряжений на резистивном и индуктивном элементах (рис. 1.2):

$$u_R = Ri = E(1 - e^{-t/\tau}), \quad u_L = L \frac{di}{dt} = Ee^{-t/\tau}. \quad (1.15)$$

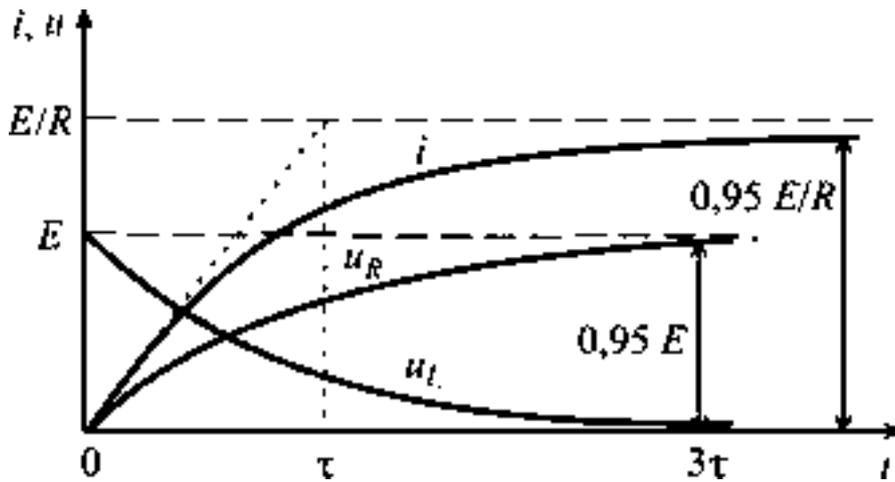


Рис. 1.2

1.3.2. Переходные процессы в цепи постоянного тока с одним емкостным элементом

Переходный процесс, протекающий в цепи, показанной на рис. 1.3, описывается неоднородным дифференциальным уравнением на основе второго закона Кирхгофа, закона Ома и соотношения между током и напряжением на емкостном элементе:

$$u + u_R = E \quad (1.16)$$

$$i = C \frac{dU_c}{dt}, \quad u_R = Ri \quad (1.17)$$

$$RC \frac{dU_c}{dt} + u_c = E \quad (1.18)$$

Общее решение уравнения (1.8) представляет собой сумму двух составляющих:

$$u_c = u_{cу} + u_{cсв} \quad (1.9)$$

Первая составляющая соответствует установившемуся режиму

$$u_{cy} = E. \quad (1.10)$$

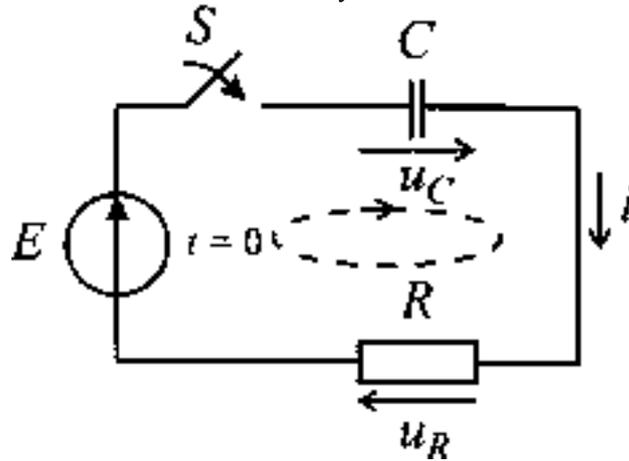


Рис. 1.3

В схема (рис.1.3) переходной процесс заканчивается зарядкой конденсатора до напряжения источника питания E .

Вторая составляющая соответствует свободному процессу и связана с решением однородного дифференциального уравнения

$$RC \frac{du_c}{dt} + u_c = 0 \quad (1.11)$$

и равна

$$u_{cсв} = Ae^{pt}, \quad (1.12)$$

где $p = -1/RC$ – корень характеристического уравнения $RCp + 1 = 0$. Таким образом, общее решение уравнения (1.18) будет иметь вид:

$$u_c = E + Ae^{pt} \quad (1.13)$$

Для определения значения постоянной A в (1.13) необходимо использовать закон коммутации для емкостного элемента (1.4). До замыкания ключа, т. е. в момент времени $t = 0_-$, емкостный элемент не был заряжен. Следовательно при $t = 0$ $u_c(t_-) = u_c(t_+) = 0$, $u_c(0) = E + A$ и $A = -E$.

Решением уравнения (1.18), описывающее процесс зарядки конденсатора будет выражение:

$$u_c = E(1 - e^{-t/\tau}), \quad (1.14)$$

где $\tau = RC$ имеет размерность времени $[Ом \cdot Ф] = [Ом \cdot А \cdot с / В] = [с]$ и называется *постоянной времени* цепи, которая определяет скорость переходного процесса, рис 1.4.

Ток, протекающий через конденсатор равен:

$$i_c = C \frac{dU_c}{dt} = \frac{E}{R} e^{-t/\tau}. \quad (1.15)$$

Следует обратить внимание, что в момент коммутации, при $t = 0$, конденсатор представляет короткое замыкание и ток ограничивается только сопротивлением R . При малом значении R в схеме может наблюдаться значительный скачек тока.

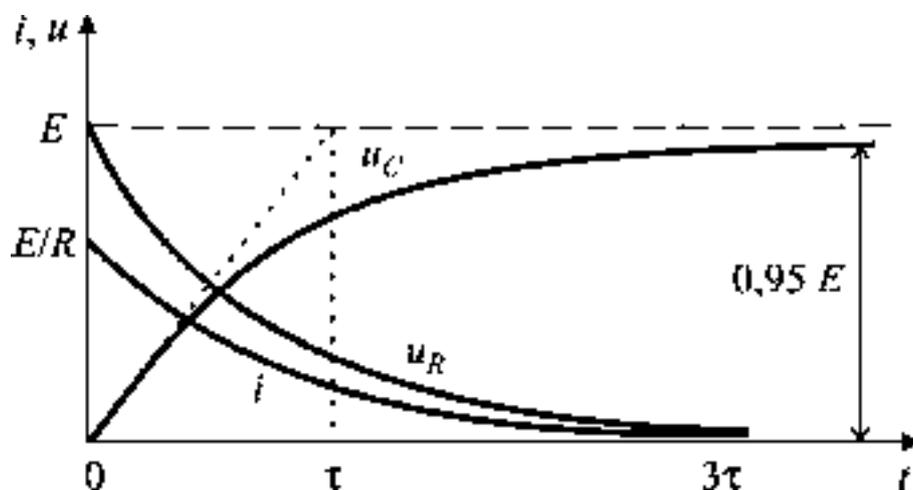


Рис. 1.4

1.4. Подключение последовательно соединенных индуктивности, конденсатора и сопротивления к источнику постоянной ЭДС

Схема подключения показана на рис. 1.5. Для приведенной схемы

$$u_L + u_C + u_R = E \quad (1.16)$$

или

$$L \frac{di}{dt} + u_C + iR = E. \quad (1.17)$$

Ток, протекающий через все элементы схемы может быть выражен через напряжение на конденсаторе:

$$i = C \frac{dU_C}{dt} \quad (1.18)$$

Подставив (1.18) в (1.17) получим:

$$LC \frac{d^2 u_C}{dt^2} + RC \frac{du_C}{dt} + U_C = E. \quad (1.19)$$

Решение уравнения (1.19) состоит из наложения установившегося и свободного процессов.

$$u_C = E + A_1 e^{p_1 t} + A_2 e^{p_2 t} \quad (1.20)$$

Характеристическое уравнение для однородного дифференциального уравнения второго порядка имеет вид:

$$LCp^2 + RCp + 1 = 0. \quad (1.21)$$

В этом уравнении искомая функция u_C заменена на единицу, $u \rightarrow 1$, $\frac{du_C}{dt} \rightarrow p$, $\frac{d^2u_C}{dt^2} \rightarrow p^2$.

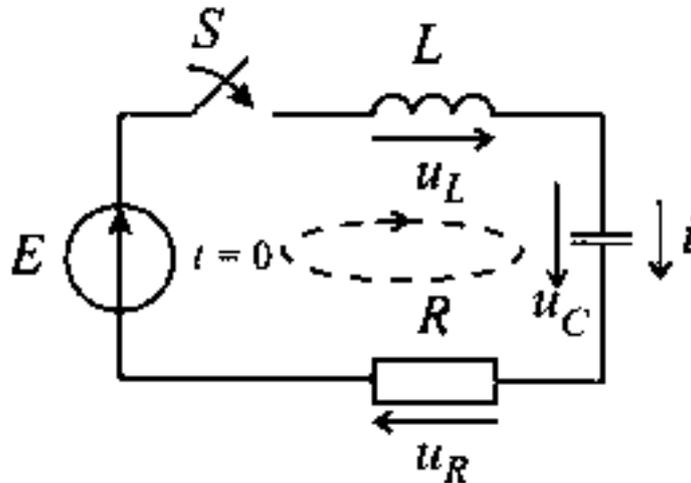


Рис. 1.5

Корни квадратного уравнения (1.21):

$$p_{1,2} = -\frac{R}{2L} \pm \sqrt{\frac{R^2}{2L^2} - \frac{1}{LC}}. \quad (1.22)$$

В зависимости от значений параметров цепи процесс зарядки конденсатора может быть аperiodическим или колебательным.

Если $\frac{R^2}{2L^2} \geq \frac{1}{LC}$ корни (или корень) характеристического уравнения действительные и зарядка конденсатора имеет аperiodический характер. Зарядка осуществляется аналогично показанному на рис. 1.4. В противном случае имеет место колебательный режим. Корни (1.21) комплексные и сопряженные

$$p_{1,2} = -\delta \pm j\omega_0, \quad (1.23)$$

где $\delta = R/2L$ – коэффициент затухания, $\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC - \delta^2}}$ – собственная угловая частота колебательного процесса.

Для схемы рис. 1.5 напряжение на конденсаторе до замыкания ключа равнялось нулю $u_C(0) = 0$, ток в цепи $i(0) = 0$. В соответствии с законами коммутации для $t = 0$ получим два уравнения для определения двух постоянных A_1 и A_2 :

$$u_C(0) = E + A_1 + A_2 \quad (1.24)$$

$$i(0) = p_1 A_1 + p_2 A_2, \quad (1.25)$$

для которых постоянные будут равны:

$$A_1 = \frac{p_2 E}{p_1 - p_2}, \quad A_2 = \frac{p_1 E}{p_2 - p_1}. \quad (1.26)$$

Для колебательного режима зарядки получим напряжение на конденсаторе и зарядный ток, рис. 1.6

$$u_c = E - \frac{E}{\omega_0 \sqrt{LC}} e^{-\delta t} \sin(\omega_0 t + \psi)$$

$$i = C \frac{du_c}{dt} = \frac{E}{\omega_0 L} e^{-\delta t} \sin \omega_0 t$$

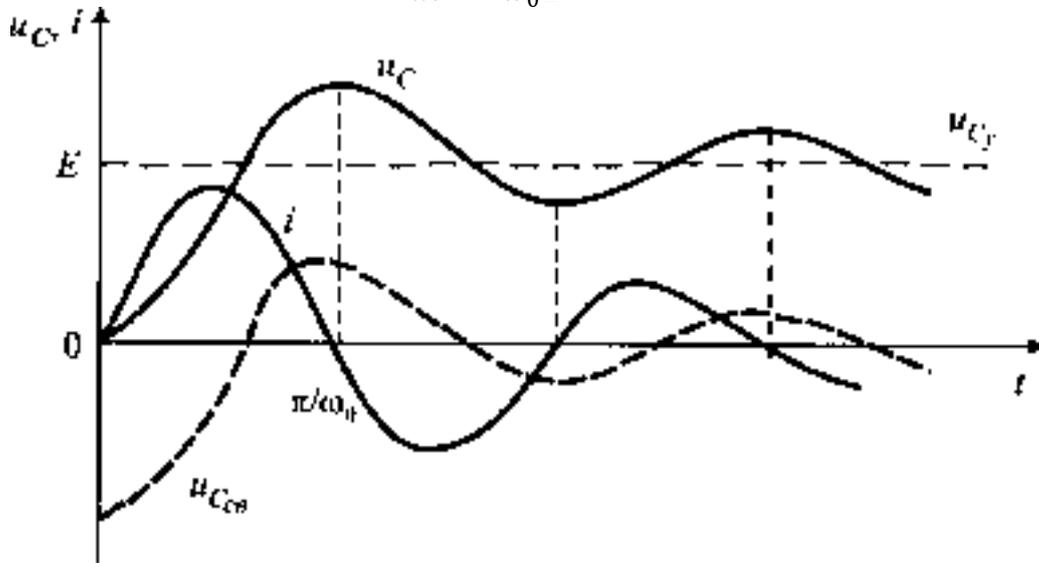


Рис. 1.6

Напряжение на конденсаторе достигает наибольшего значения в момент времени $t = \pi/\omega_0$. Это напряжение тем больше, чем постоянная времени цепи τ больше периода собственных колебаний $T_0 = 2\pi/\omega_0$. Это напряжение может почти в два раза превышать установившееся напряжение. Такое перенапряжение может быть опасно для электротехнического оборудования и вывести его из строя. Для уменьшения перенапряжения, если это возможно, необходимо увеличивать сопротивление R или другими способами осуществлять переход от колебательного к апериодическому режиму, используя условие $\frac{R^2}{2L^2} \geq \frac{1}{LC}$.

1.5. Подключение последовательной RCL цепи к источнику синусоидального напряжения

При подключении цепи, показанной на рис. 1.7, к источнику синусоидального напряжения $e = U_m \sin(\omega t + \psi_u)$ после достижения установившегося режима в схеме будет протекать ток:

$$i = I_m \sin(\omega t + \psi_u - \varphi), \quad (1.27)$$

где $I_m = U_m / \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$ – амплитуда тока, $\varphi = \arctg(\omega L / R)$ угол между

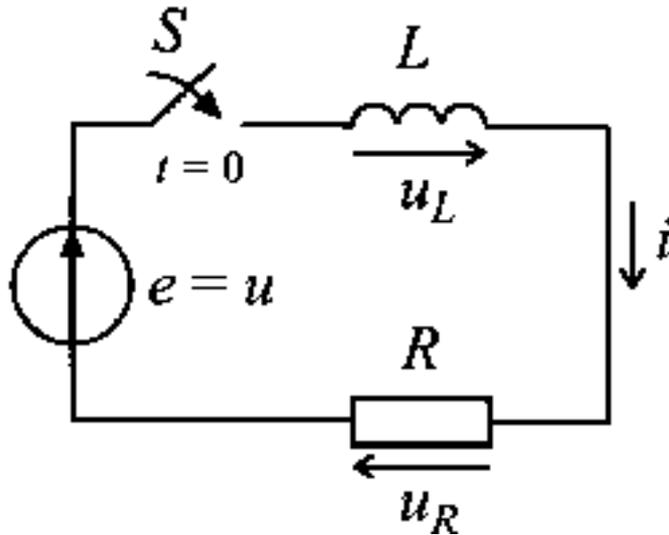


Рис. 1.7

током и напряжением, ψ_u - начальная фаза напряжения.

После замыкания ключа S возникает переходной процесс, который описывается уравнением:

$$u_L + u_R = e \quad (1.28)$$

или

$$L \frac{di}{dt} + iR = e. \quad (1.29)$$

Общее решение равно сумме свободной и установившейся составляющих тока:

$$i = i_y + i_{св} = I_m \sin(\omega t + \psi_u - \varphi) + Ae^{-t/\tau}. \quad (1.30)$$

При $t = 0$ ток в цепи $i(0) = 0$, следовательно

$$I_m \sin(\psi_u - \varphi) + A = 0 \quad (1.31)$$

Постоянная интегрирования

$$A = -I_m \sin(\psi_u - \varphi) \quad (1.32)$$

Подставив значение постоянной A в общее решение можно найти значение напряжения от времени, рис. 1.8

$$i = i_y + i_{св} = I_m \sin(\omega t + \psi_u - \varphi) - I_m \sin(\psi_u - \varphi) e^{-t/\tau}. \quad (1.33)$$

Во время переходного процесса ток в цепи состоит из синусоидальной составляющей и свободной составляющей, убывающей по экспоненциальному закону. Через интервал времени 3τ после замыкания ключа свободной составляющей можно пренебречь. Если в момент коммутации $\psi_u = \varphi + \pi/2$, то амплитуда тока при переходном процессе будет максимальной.

При $t \approx T/2 = \pi/\omega$ наблюдается максимум тока $I_{max} \approx 2I_m$.

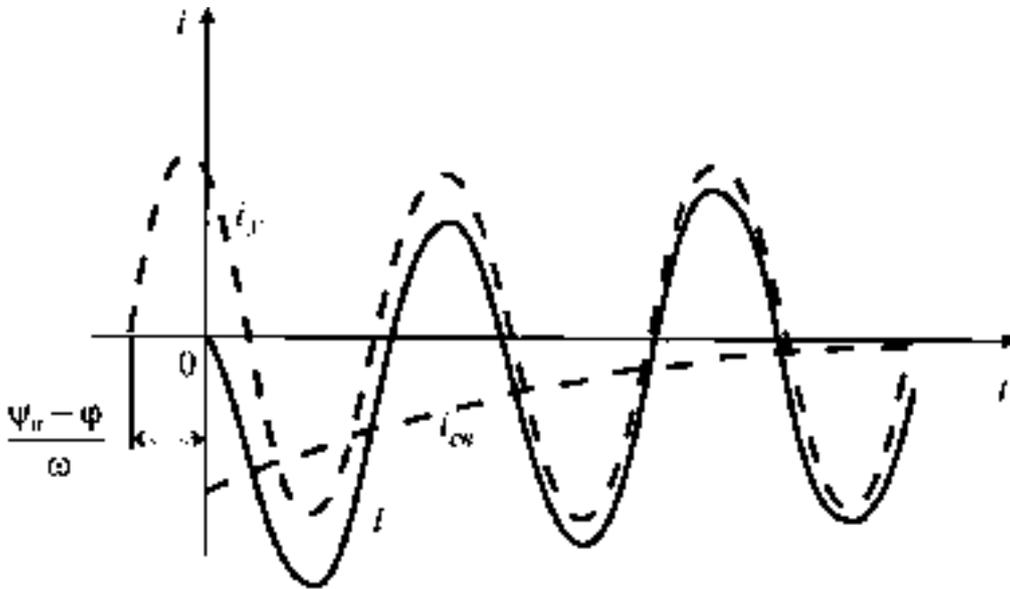


Рис. 1.8

Более подробно познакомиться с переходными процессами в простейших электрических цепях можно в книгах по электротехнике, например.

1.6. Переходные процессы в системах электроснабжения

Переходные процессы возникают в системах электроснабжения (СЭС) при нормальной эксплуатации оборудования: включение и отключение источников питания, включение и отключение нагрузок, другие изменения в структуре системы, производство испытаний электроустановок и др. Возникают ПП и в аварийных условиях: обрыв нагруженной цепи или отдельной её фазы, короткое замыкание (КЗ), выпадение электрической машины из синхронизма.

Изучение переходных процессов необходимо для понимания причин возникновения и сущности этих процессов, а также для разработки практических критериев их оценки и методов расчёта, с тем чтобы можно было предвидеть эти процессы и предотвратить опасные последствия этих процессов.

При любом переходном процессе происходит изменение электромагнитного состояния элементов системы, возникает нарушение баланса между механическим моментом на валу вращающейся электрической машины и её электромагнитным моментом. В результате этого нарушения соответственно изменяются скорости вращения машин. Некоторые машины испытывают торможение, другие – ускорение.

Переходный процесс характеризуется совокупностью электромагнитных и механических изменений в системе. Эти изменения взаимно связаны и по существу представляют собой единое целое – электромеханический ПП. Из-за

большой механической инерции вращающихся машин механический переходный процесс развивается значительно медленнее, чем электромагнитный. Поэтому на начальной стадии электромеханического ПП происходят преимущественно электромагнитные изменения.

Рассмотрим, например, пуск асинхронного двигателя. С момента включения двигателя в сеть ($t_1=0$) до некоторого момента t_2 (момента трогания) никаких механических изменений не происходит, имеет место только электромагнитный ПП, связанный с изменением токов в обмотках статора и ротора. Затем по мере трогания и разгона ротора двигателя электромагнитный ПП дополняется механическим переходным процессом. Переходной процесс становится электромеханическим и более сложным в связи с изменением во времени взаимных индуктивностей обмоток статора и ротора, в связи с перераспределением вихревых токов в сердечнике ротора и по ряду других причин.

При относительно малых возмущениях в системе (например, при коротком замыкании в точке, отделённой от турбогенератора большим сопротивлением) весь ПП можно рассматривать только как электромагнитный.

Рассмотрим, например, случай КЗ в установке с напряжением 400 В, когда $I_{кз}=5000$ А. Если $I_{кз}$ пересчитать к стороне генераторного напряжения $U_2=15,75$ кВ ($P_2=200$ МВт), то $I_{кз}$ составит менее 1% от номинального тока турбогенератора. Такое малое изменение тока турбогенератора не вызовет заметного нарушения механического состояния турбогенератора. Следовательно, рассмотренный случай можно анализировать как электромагнитный переходной процесс.

Практические задачи, при решении которых инженер сталкивается с необходимостью количественной оценки тех или иных величин во время электромагнитного ПП, многочисленны и разнообразны. Однако все они объединены единой целью: обеспечить надёжную работу отдельных элементов и СЭС в целом.

Актуальность задач возрастает по мере увеличения мощности современных электроустановок, так как их повреждения и значительные отклонения их режима работы от нормальных условий могут сопровождаться серьёзными последствиями. Нужны специальные мероприятия и средства для обеспечения работы электроустановок в аварийных ситуациях. Успех таких мероприятий зависит от глубины знаний явлений, происходящих в аварийных ситуациях. Необходима разработка приемлемых методов расчёта переходных процессов и увязка способов защиты электроустановок от повреждений с учётом этих процессов.

2. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Многие прикладные и теоретические задачи электротехники приводят к дифференциальным уравнениям. В некоторых случаях удается указать математическую формулу, выражающую решение через элементарные функции. Однако чаще всего это оказывается принципиально невозможным и для нахождения решения приходится прибегать к численным методам.

Чтобы решить обыкновенное дифференциальное уравнение, необходимо знать значения зависимой переменной и (или) ее производных при некоторых значениях независимой переменной. Если эти дополнительные условия задаются при одном значении независимой переменной, то такая задача называется задачей с начальными условиями, или задачей Коши. Если же условия задаются при двух или более значениях независимой переменной, то задача называется краевой. В задаче Коши дополнительные условия называют начальными, а в краевой задаче - граничными. Часто в задаче Коши в роли независимой переменной выступает время. Примером может служить задача о свободных колебаниях тела, подвешенного на пружине. Движение такого тела описывается дифференциальным уравнением, в котором независимой переменной является время t . Переходные процессы также описываются дифференциальными уравнениями в которых независимой переменной является также время.

Если дополнительные условия заданы в виде значений функции при $t = 0$, то имеем задачу Коши. Для той же системы можно сформулировать и краевую задачу. В этом случае одно из условий должно состоять в задании перемещения через некоторый промежуток времени. В краевых задачах в качестве независимой переменной часто выступает длина. Известным примером такого рода является дифференциальное уравнение, описывающее деформацию упругого стержня. В этом случае граничные условия обычно задаются на обоих концах стержня. При решении краевой задачи и задачи Коши применяются существенно разные методы и вычислительные алгоритмы.

2.1. Задача Коши

Задачу Коши можно сформулировать следующим образом. Пусть дано дифференциальное уравнение:

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y) \quad (2.1)$$

и начальное условие $y(x_0) = y_0$. Требуется найти функцию $y(x)$, удовлетворяющую как указанному уравнению, так и начальному условию. Обычно численное решение этой задачи получают, вычисляя сначала значение производной, а затем задавая малое приращение x переходят к новой точке $x_1 = x_0 + h$. Положение новой точки определяется по наклону кривой, вычисленному с помощью дифференциального уравнения. Таким образом график численного

решения представляет собой последовательность коротких прямолинейных отрезков, которыми аппроксимируется истинная кривая $y = f(x)$. Сам численный метод определяет порядок действия при переходе от данной точки кривой к следующей.

Поскольку численное решение задачи Коши широко применяется в различных областях науки и техники, то оно в течение многих лет было объектом пристального внимания и число разработанных для него методов очень велико. Существуют две группы методов решения задачи Коши.

1. *Одношаговые методы*, в которых для нахождения следующей точки на кривой $y = f(x)$ требуется информация лишь об одном предыдущем шаге.

Одношаговыми являются метод Эйлера и методы Рунге-Кутты.

2. *Методы прогноза и коррекции (многошаговые)*, в которых для отыскания следующей точки кривой $y = f(x)$ требуется информация более чем об одной из предыдущих точек. Чтобы получить достаточно точное численное значение, часто прибегают к итерациям. К числу таких методов относятся методы Милна, Адамса-Башфорта и Хемминга.

1.2. Погрешности

Рассмотрим источники погрешностей, возникающие при численной аппроксимации искомой функции. Таких источников три:

1. *Погрешность округления* обусловлена ограничениями представления чисел в используемой ЭВМ, так как для любой из них число значащих цифр, запоминаемых и используемых в вычислениях, ограничено.

2. *Погрешность усечения* связана с тем, что для аппроксимации функции вместо бесконечных рядов используются лишь несколько первых членов. Этот обычный для численных методов прием, являющийся источником погрешностей, целиком зависит от применяемых методов решения и не зависит от характеристик самой ЭВМ.

3. *Погрешность распространения* является результатом накопления погрешностей, появившихся на предыдущих этапах расчета. Так как ни один приближенный метод не может дать совершенно точных результатов, то любая возникшая в ходе вычислений погрешность сохраняется на последующих стадиях расчета.

Указанные источники погрешностей являются причиной ошибок двух типов:

1. *Локальная ошибка* - сумма погрешностей, вносимых в вычислительный процесс на каждом шаге вычислений.

2. *Глобальная ошибка* - разность между вычисленным и точным значением величины на каждом этапе реализации численного алгоритма, определяющая суммарную погрешность, накопившуюся с момента начала вычислений.

2.3. Одношаговые методы решения задачи Коши

Одношаговые методы предназначены для решения дифференциальных уравнений первого порядка вида

$$y' = f(x, y) \quad (2.2)$$

где $y' = dy/dx$, при начальном условии $y(x_0) = y_0$. С помощью этих методов вычисляют последовательные значения y , соответствующие дискретным значениям независимой переменной x .

2.3.1. Метод Эйлера

Это простейший метод решения задачи Коши, позволяющий интегрировать дифференциальные уравнения первого порядка. Его точность невелика, и поэтому на практике им пользуются сравнительно редко. Однако на основе этого метода легче понять алгоритм других, более эффективных методов.

Метод Эйлера основан на разложении функции $y(x)$ в ряд Тейлора в окрестности точки x_0 :

$$y(x_0 + h) = y(x_0) + hy'(x_0) + \frac{1}{2!}y''(x_0) + \frac{1}{3!}y'''(x_0) + \dots \quad (2.3)$$

Если приращение h мало, то члены, содержащие значение h во второй или более высоких степенях, являются малыми величинами более высоких порядков и ими можно пренебречь. Тогда

$$y(x_0 + h) = y(x_0) + hy'(x_0), \quad (2.4)$$

где $y'(x_0)$ находится из дифференциального уравнения путем подстановки в него начального условия. Таким образом можно получить приближенное значение зависимой переменной при малом смещении h от начальной точки. Этот процесс можно продолжить, используя соотношение

$$y_{n+1} = y_n + hf(x_n, y_n), \text{ где } n = 1, 2, 3, \dots \quad (2.5)$$

и делая любое количество шагов.

Графическая интерпретация метода Эйлера показан на рис.2.1.

Ошибка метода имеет порядок h^2 , так как члены, содержащие h во второй и более высоких степенях, стоящие в ряде Тейлора, отбрасываются.

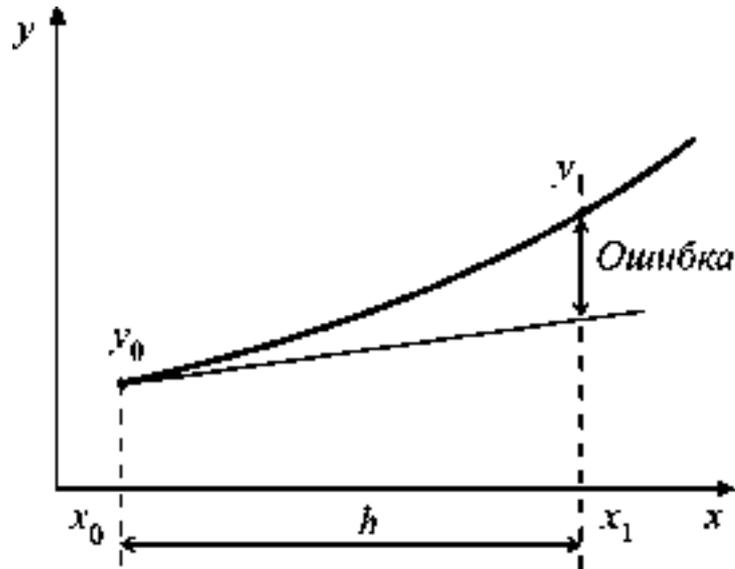


Рис. 2.1

2.3.2. Модифицированный метод Эйлера

Хотя тангенс угла наклона касательной к истинной кривой в исходной точке известен и равен $y'(x_0)$, он изменяется в соответствии с изменением независимой переменной. Поэтому в точке $x_0 + h$ наклон касательной уже не таков, каким он был в точке x_0 . Следовательно, при сохранении начального наклона касательной на всем интервале h в результаты вычислений вносится погрешность.

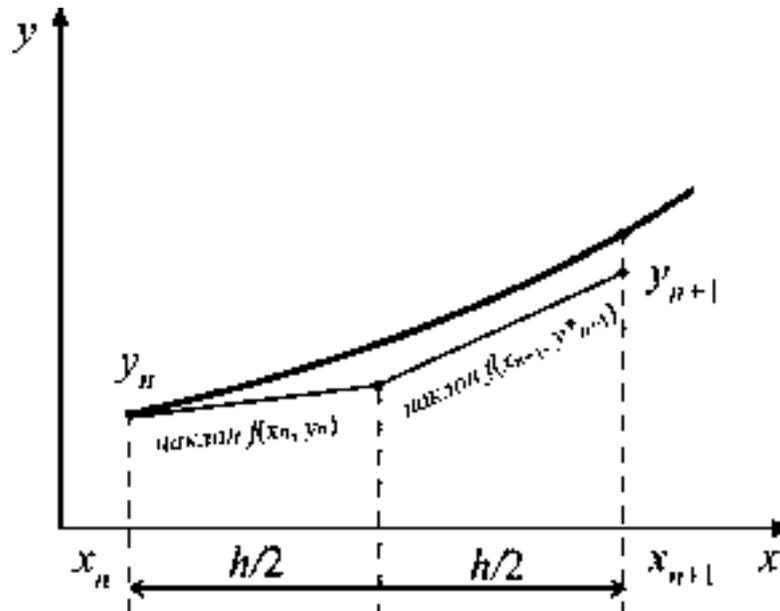


Рис. 2.2

Точность метода Эйлера можно существенно повысить, улучшив аппроксимацию производной. Это можно сделать, используя среднее значение

производной в начале и конце интервала. В модифицированном методе Эйлера сначала вычисляется значение функции в следующей точке по методу Эйлера:

$$y_{n+1}^* = y_n + hf(x_n, y_n), \quad (2.6)$$

которое затем используется для вычисления приближенного значения производной в конце интервала $f(x_{n+1}, y_{n+1}^*)$. Вычислив среднее значение этих производных, можно найти более точное значение y_{n+1} :

$$y_{n+1} = y_n + \frac{1}{2}h(f(x_n, y_n) + f(x_{n+1}, y_{n+1}^*)) \quad (2.7)$$

Этот прием иллюстрируется рис.2.2. Принцип, на котором основан модифицированный метод Эйлера, можно пояснить по-другому. Для этого вернемся к разложению функции в ряд Тейлора (2.3):

$$y(x_0 + h) = y(x_0) + hy'(x_0) + \frac{1}{2!}y''(x_0) + \frac{1}{3!}y'''(x_0) + \dots$$

Сохранив член с h^2 и отбросив члены более высоких порядков, можно повысить точность. Однако чтобы сохранить член с h^2 , надо знать вторую производную $y''(x)$, которую можно аппроксимировать конечной разностью:

$$y''(x_0) = \frac{dy'}{dx} \approx \frac{y'(x_0+h) - y'(x_0)}{h} \quad (2.8)$$

Подставив это выражение в ряд Тейлора с отброшенными членами второго порядка, получим:

$$y(x_0 + h) = y(x_0) + \frac{1}{2}h(y'(x_0 + h) + y'(x_0)), \quad (2.9)$$

что совпадает с полученным выражением (2.7)

Этот метод является методом второго порядка, так как в нем используется член ряда Тейлора, содержащий h^2 . Ошибка на каждом шаге имеет порядок h^3 . Для повышения точности приходится делать дополнительные вычисления y_{n+1}^* . Более высокая точность может быть достигнута при аппроксимации производной путем сохранения большего числа членов ряда Тейлора. Эта идея лежит в основе методов Рунге-Кутты.

2.3.3. Методы Рунге-Кутты

Чтобы удержать в ряде Тейлора (2.3) член n -го порядка, необходимо вычислить n -ю производную зависимой переменной. При использовании модифицированного метода Эйлера для получения второй производной в конечно-разностной форме достаточно знать наклоны кривой на концах рассматриваемого интервала. Чтобы вычислить третью производную в конечно-

разностном виде, необходимо иметь значения второй производной по меньшей мере в двух точках. Для этого необходимо дополнительно определить наклон кривой в некоторой промежуточной точке интервала h , т. е. между точками x_n и x_{n+1} . Очевидно, чем выше порядок вычисляемой производной, тем больше дополнительных вычислений потребуется внутри интервала. Метод Рунге-Кутты дает набор формул для расчета координат внутренних точек, требуемых для реализации этой идеи. Так как существует несколько способов определения расположения внутренних точек и нахождения в них значения производных, то метод Рунге-Кутты в сущности объединяет целое семейство методов решения дифференциальных уравнений первого порядка. Наиболее распространенным из них является метод, при котором удерживаются все члены, включая h^4 . Это метод четвертого порядка точности, для которого ошибка на шаге имеет порядок h^5 . Расчеты при использовании этого классического метода производятся по формуле:

$$y_{n+1} = y_n + \frac{k_0 + 2k_1 + 2k_2 + k_3}{6}, \quad (2.10)$$

где

$$\begin{aligned} k_0 &= hf(x_n, y_n), & k_1 &= hf(x_n + 0,5h, y_n + 0,5k_0), \\ k_2 &= hf(x_n + 0,5h, y_n + 0,5k_1), & k_3 &= hf(x_n + h, y_n + k_3). \end{aligned} \quad (2.11)$$

Метод Эйлера и его модификация по сути дела являются методами Рунге-Кутты первого и второго порядка соответственно. По сравнению с методом Эйлера и его модификацией метод Рунге-Кутты имеет важное преимущество, так как обеспечивает более высокую точность, которая оправдывает дополнительное увеличение объема вычислений. Более высокая точность метода Рунге-Кутты часто позволяет увеличить шаг интегрирования h . Допустимая погрешность на шаге определяет его максимальную величину. Чтобы обеспечить высокую эффективность вычислительного процесса, величину h следует выбирать именно из соображений максимальной допустимой ошибки на шаге. Такой выбор часто осуществляется автоматически и включается как составная часть в алгоритм, построенный по методу Рунге-Кутты.

Относительную точность одношаговых методов продемонстрируем на примере расчета переходного процесса для схемы, приведенной на рис. 2.1.

Задача сводится к решению дифференциального уравнения (2.8):

$$L \frac{di}{dt} + Ri = E. \quad (2.12)$$

Разделив левую и правую части на L получим:

$$\frac{di}{dt} + \frac{R}{L}i = \frac{E}{L}. \quad (2.13)$$

$$\frac{di}{dt} = \frac{1}{L}(E - Ri) \quad (2.14)$$

Это линейное уравнение имеет точное аналитическое решение, которое описывает переходной процесс:

$$i = \frac{E}{R} (1 - e^{-t/\tau}), \quad (2.15)$$

которое позволит сравнить относительную точность, обеспечиваемую разными методами.

Пусть напряжение источника ЭДС $E = 100\text{В}$, $R = 10\text{ Ом}$, $L = 0,1\text{ Гн}$, $\tau = L/R$ – постоянная времени цепи, $\tau = 0,01\text{ с}$, при начальном условии $i(0) = 0$, на временном интервале $0 < t < 0,01\text{ с}$ и шаге $\Delta t = 0,001\text{ с}$.

Результаты расчета представлены в таблице 2.1, из которой хорошо видны преимущества метода Рунге-Кутты по сравнению с обычным и модифицированным методами Эйлера.

2.3.4. Методы Рунге-Кутты для дифференциальных уравнений высоких порядков

Любую из формул Рунге-Кутты можно использовать для решения систем дифференциальных уравнений и для решения дифференциальных уравнений более высоких порядков. Любое дифференциальное уравнение n -го порядка можно свести к n дифференциальным уравнениям первого порядка. Например, в дифференциальном уравнении второго порядка

$$\frac{d^2y}{dx^2} = g(x, y, \frac{dy}{dx}) \quad (2.16)$$

можно принять $z = dy/dx$, тогда $dz/dx = d^2y/dx^2$, и получить два уравнения первого порядка:

$$\frac{dz}{dx} = g(x, y, z), \quad \frac{dy}{dx} = f(x, y, z) \quad (2.17)$$

где $f(x, y, z) = z$.

Задача Коши в этом случае содержит два начальных условия

$$y(x_0) = y_0 \text{ и } z(x_0) = z_0.$$

Формулы Рунге-Кутты для рассматриваемого случая имеют вид:

$$y_{n+1} = y_n + k \quad z_{n+1} = z_n + L \quad (2.18)$$

$$K = \frac{K_1 + 2K_2 + 2K_3 + K_4}{6}, \quad L = \frac{L_1 + 2L_2 + 2L_3 + L_4}{6} \quad (2.19)$$

$$K_1 = hf(x_n, y_n, z_n),$$

$$K_2 = hf(x_n + 0,5h, y_n + 0,5K_1, z_n + 0,5L_1),$$

$$K_3 = hf(x_n + 0,5h, y_n + 0,5K_2, z_n + 0,5L_2),$$

$$K_4 = hf(x_n + h, y_n + K_3, z_n + L_3)$$

$$L_1 = hg(x_n, y_n, z_n), \quad (2.20)$$

$$L_2 = gf(x_n + 0,5h, y_n + 0,5K_1, z_n + 0,5L_1),$$

$$L_3 = gf(x_n + 0,5h, y_n + 0,5K_2, z_n + 0,5L_2),$$

$$L_4 = gf(x_n + h, y_n + K_3, z_n + L_3)$$

Таблица 2.1.

Сравнительные характеристики различных численных методов

Время, <i>t</i> , мс	Метод Эйлера <i>i</i> , А	Модифицированный метод Эйлера <i>i</i> , А	Метод Рунге-Кутта <i>i</i> , А	Точное решение <i>i</i> , А
0	0	0	0	0
5	5,000	3,750	3,932	3,935
10	7,500	6,094	6,318	6,321
15	8,750	7,559	7,766	7,769
20	9,375	8,474	8,645	8,647
25	9,687	9,046	9,177	9,179
30	9,844	9,404	9,501	9,502
35	9,922	9,628	9,697	9,698
40	9,961	9,767	9,816	9,817
45	9,981	9,855	9,888	9,889
50	9,990	9,909	9,932	9,933

Применение численных методов при моделировании переходных процессов в системах электроснабжения позволяет решать поставленные задачи, которые невозможно рассчитать аналитическими методами.

3. ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Дифференциальные уравнения в частных производных классифицируют в зависимости от их математической природы - эллиптические, параболические, гиперболическое, - или от физического смысла решаемых с их помощью задач.

С математической точки зрения дифференциальные уравнения второго порядка в частных производных с двумя независимыми переменными имеют вид:

$$A(x,y)\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + B(x,y)\frac{\partial^2 f}{\partial x\partial y} + C(x,y)\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} + E(x,y,f,\frac{\partial f}{\partial x},\frac{\partial f}{\partial y}) = 0$$

и классифицируются в зависимости от характера функций A , B и C , которые зависят от переменных x и y . Если $B^2 - 4AC < 0$, уравнение называется эллиптическим, если $B^2 - 4AC = 0$ - параболическим, а если $B^2 - 4AC > 0$ - гиперболическим. Зависимость функций A , B и C от x и y усложняет ситуацию, так как делает возможным изменение типа уравнения при переходе из одной части рассматриваемой области в другую. В задачах теплопроводности используются два типа уравнений в частных производных - параболические, описывающие процесс распространения тепла, и эллиптические позволяющие находить стационарное распределение температуры.

Дополнительными условиями для дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных могут служить граничные или начальные условия, а также комбинация тех и других. Эллиптические уравнения описывают установившиеся (стационарные) процессы; задача ставится в замкнутой области, и в каждой точке границы этой области задаются граничные условия. Параболическими и гиперболическими уравнениями описываются эволюционные процессы (процессы "распространения"). В таких задачах на одной части границы ставятся граничные условия, на другой - начальные; возможны также открытые области, в которые "распространяется решение".

Таблица 3.1.

Часто встречающиеся уравнения теплопроводности

Уравнение	Математическая формула	Примеры задач, в которых встречаются уравнения
Лапласа	$\Delta T = 0$	Стационарные тепловые и электрические поля

Пуассона	$\Delta T = -k$	Теплопередача с внутренними источниками тепла; электрические поля с объемным зарядом
Диффузии	$\Delta T = \frac{1}{h^2} \frac{\partial T}{\partial t}$	Нестационарная теплопроводность; диффузия

В прикладных задачах теплопроводности чаще всего используются уравнения в частных производных, которые приведены в таблице 3.1, где Δ - оператор Лапласа. В случае одной независимой или двух независимых переменных ΔT принимает вид

3.1. Численное решение дифференциальных уравнений в частных производных

В основе решения уравнений в частных производных методом конечных разностей лежит конечно-разностная аппроксимация производных. Аппроксимация осуществляется в три этапа (рис.3.1).

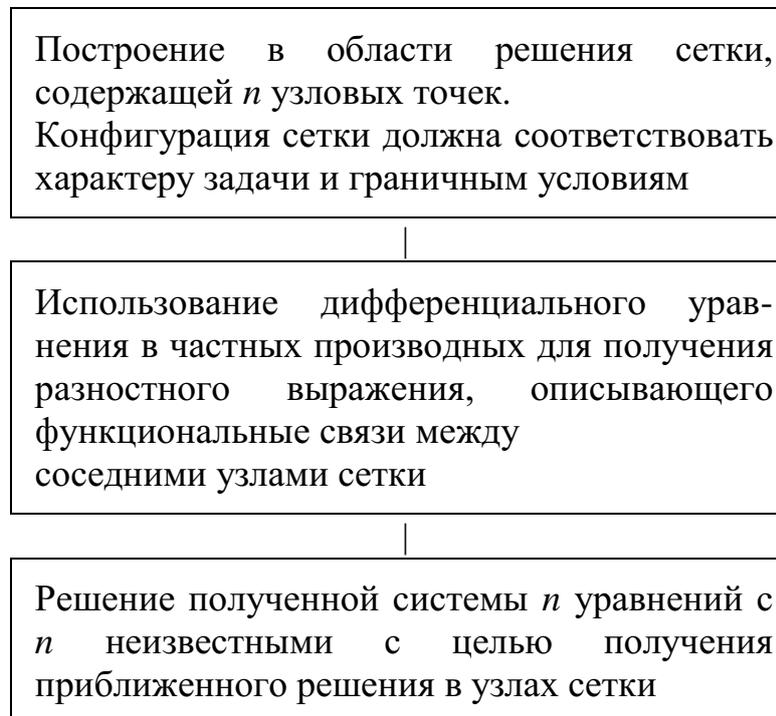


Рис. 3.1. Основные этапы численного решения дифференциальных уравнений

Сначала в области решения вводят равномерную сетку “узловых точек”, соответствующую характеру задачи и граничным условиям. Затем решаемое

уравнение в частных производных записывают в наиболее удобной системе координат и, представляя производные в конечно-разностной форме, приводят его к виду разностного уравнения. Полученное разностное уравнение используют в дальнейшем для описания функциональной связи между соседними узлами сетки. Разностное уравнение записывают для всех узлов сетки и получают в результате систему n уравнений с n неизвестными. На последнем этапе полученную систему решают одним из численных методов. На первый взгляд эта процедура, состоящая из трех этапов, может показаться простой и прямо ведущей к решению, однако на самом деле это не так - большое разнообразие типов и размеров сеток, видов уравнений в частных производных, возможных конечно-разностных аппроксимаций этих уравнений и методов их решения, получаемых систем уравнений делает задачу численного решения уравнений в частных производных исключительно многогранным и интересным исследованием. Рассмотрим все три этапа решения.

3.2. Представление частных производных в конечно-разностном виде

Разложение в ряд Тейлора функции двух независимых переменных $f(x, y)$ позволяет представить частную производную в виде

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{f(x_i + h, y_j) - f(x_i - h, y_j)}{2h},$$

где h - малое приращение x относительно его значения в точке i . В приведенном выше выражении отброшены члены порядка h^2 , а само оно называется центрально-разностной формулой, так как симметрично

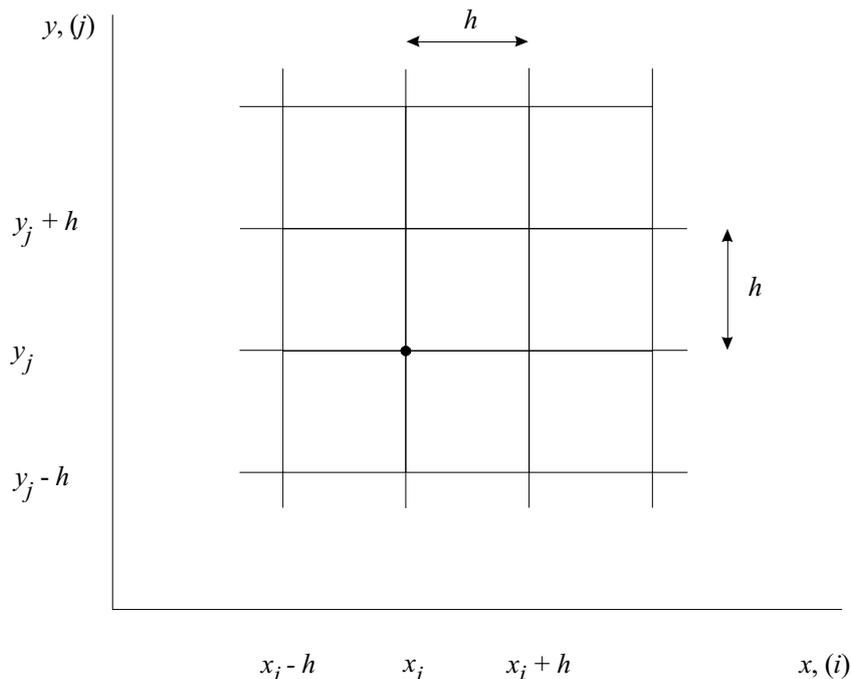


Рис. 3.2. Двумерная сетка

относительно исходной точки (x_i, y_j) . Такое конечно-разностное представление удобно рассматривать как относящееся к трем соседним узлам двумерной сетки с шагом h (рис. 3.2), где индекс j присвоен независимой переменной y , а i относится к x . Для удобства обозначения $f(x_i+h, y_j)$ заменим на $f_{i+1,j}$. Пользуясь этим обозначением и разложением функции в ряд Тейлора, получаем выражения для частных производных, с которыми часто приходится иметь дело на практике:

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{f_{i+1,j} - f_{i-1,j}}{2h}; \quad \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = \frac{f_{i+1,j} - 2f_{i,j} + f_{i-1,j}}{h^2};$$

$$\frac{\partial f}{\partial y} = \frac{f_{i,j+1} - f_{i,j-1}}{2h}; \quad \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = \frac{f_{i,j+1} - 2f_{i,j} + f_{i,j-1}}{h^2}.$$

Здесь $f_{l,m}$ - значения функции в узлах, расположенных в окрестности центральной точки, которой соответствует $f_{i,j}$. Информацию о коэффициентах при $f_{i,j}$ и $f_{l,m}$ в конечно-разностных выражениях очень удобно представлять с помощью вычислительных шаблонов, являющихся диаграммами, показывающими, какой вклад вносят узлы сетки в рассматриваемую производную. Сложение производных осуществляется методом суперпозиций. Следует отметить, что можно построить и более точные (имеющие меньшую погрешность) вычислительные шаблоны, если пользователь готов включить в рассмотрение дополнительные узлы. В основе всех построенных до сих пор вычислительных шаблонов лежит центрально-разностная аппроксимация. Иногда, чтобы свести к минимуму распространение ошибок, пользуются левыми или правыми разностями. Вычислительными шаблонами следует пользоваться с осторожностью, так как построенное с их помощью разностное уравнение, аппроксимирующее дифференциальное уравнение в частных производных, при счете может оказаться неустойчивым. Разностная схема считается неустойчивой, если погрешность, каково бы ни было ее происхождение, с течением времени не убывает. Трудности, связанные с неустойчивостью разностных схем, особенно часто возникают в эволюционных задачах (например, задачи нестационарной теплопроводности).

3.3. Итерационные методы решения эллиптических уравнений

Применив вычислительный шаблон к каждому из n узлов сетки, получим систему n уравнений, которая может быть линейной, если исходное дифференциальное уравнение имеет соответствующую структуру.

Обычно матрица коэффициентов оказывается “разреженной” (содержит много нулевых элементов), так как в большей части вычислительных схем используется лишь несколько соседних узлов, а не все узлы сетки. Методы решения таких систем уравнений делятся на прямые и итерационные. Прямые методы позволяют получить точное решение, выполнив конечное число операций. Примером прямого метода может служить правило Крамера для

решения системы совместных линейных алгебраических уравнений. Обычно для больших систем уравнений прямые методы неэффективны, так как при их применении требуется выполнение огромного объема вычислений и очень большой объем памяти компьютера. Поэтому чаще пользуются итерационными методами.

Сущность итерационных методов заключается в многократном повторении одного и того же простого алгоритма, который дает результат, постепенно приближающийся к точному решению. Итерации начинаются с задания начального приближенного решения. Затем начальные значения переменных в узлах сетки последовательно изменяются, пока не достигается заданная точность решения. Быстрота сходимости итерационного метода сильно зависит от степени точности начальной аппроксимации.

Итерационные методы подразделяются на два широких класса - точечные и блочные. В первом случае алгоритм используется для модификации приближенного решения в одном узле сетки, покрывающей область решения. Во втором случае решение модифицируется сразу в группе узлов сетки. Ниже приводятся примеры часто применяемых точечных итерационных методов.

3.4. Метод одновременных смещений

Этот метод известен также как метод итераций Якоби и является самым простым из итерационных методов. Однако пользуются им редко, так как он обладает медленной сходимостью. Мы рассмотрим его лишь потому, что он позволяет лучше понять алгоритм других итерационных процессов. Метод одновременных смещений состоит в выполнении следующих операций. От узла к узлу с помощью вычислительного шаблона производится расчет новых значений переменных по старым, пока не будут получены значения во всех узлах. Затем производится одновременная замена значений переменных во всех узлах сетки. Поскольку новые значения искомого решения вводятся одновременно во всех узлах сетки, порядок, в котором производятся вычисления, не имеет значения. Вычисления заканчиваются, когда изменение значений переменных во всех узлах становится меньше некоторой заранее заданной величины. Любой итерационный метод требует задания начального приближенного решения, которое может быть получено любым разумным способом. Часто для получения приближенных значений переменных в узлах сетки пользуются линейной интерполяцией. Очевидно, чем ближе исходное приближение к решению, тем меньше итераций необходимо для его получения. Для пояснения метода одновременных смещений рассмотрим следующую задачу.

Пример 1. Пусть требуется найти стационарное распределение температуры квадратной пластины, для которых заданы следующие граничные условия:

$$\begin{array}{lll} x = 0.0, & T = 0.0, & y = 0.0, \quad T = 100x, \\ x = 1.0, & T = 100, & y = 1.0, \quad T = 100x^2. \end{array}$$

Распределение температуры в подобных случаях описывается уравнением Лапласа с двумя независимыми переменными

$$\Delta T = \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0$$

Чтобы решить задачу, введем на плоскости двумерную сетку (рис. 3) с расстоянием между узлами $h = 0.25$. Сетка содержит 25 узлов, в 16 из

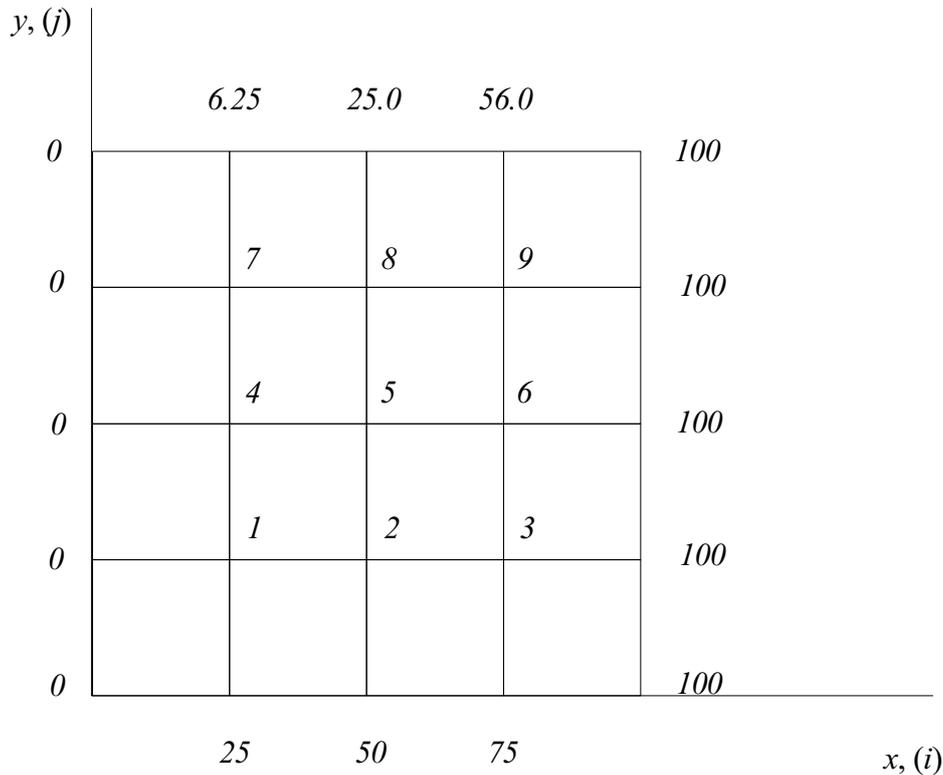


Рис. 3.3. Двумерная сетка и граничные условия

которых задано значение температуры согласно граничным условиям. Расположение узлов показано на рисунке. Внутренние узлы обозначены цифрами. Задача состоит в определении потенциала во всех 9 внутренних узлах.

Новое значение потенциала в узле можно найти с помощью вычислительного шаблона

$$T_{i,j} = 0,25(T_{i-1,j} + T_{i+1,j} + T_{i,j-1} + T_{i,j+1}).$$

Начальные значения потенциала в узлах сетки зададим с помощью линейной интерполяции. Истинные значения T будем искать методом итераций. Результаты, полученные после 10 итераций, представлены в табл.3.2. Поскольку в данном случае число узлов невелико, задачу можно решить и прямым методом. Результаты этого решения для сравнения приведены в таблице. Получив удовлетворительное решение, можно с помощью линейной интерполяции найти значения потенциала в пространстве между узлами.

Таблица 3.2.

Результаты решения примера методом одновременных смещений

№ итерации	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9
Начало	20.31	43.75	70.31	15.62	37.50	65.62	10.98	31.25	60.93
1	21.09	44.53	71.09	17.18	39.06	67.18	13.28	33.59	63.28
2	21.58	45.31	71.68	18.35	40.62	68.35	14.25	35.15	64.25
3	22.16	45.99	72.16	19.14	41.79	69.14	14.94	36.03	64.94
4	22.53	46.53	72.53	19.72	42.57	69.72	15.35	36.67	65.35
5	22.81	46.91	72.81	20.11	43.16	70.11	15.66	37.07	65.66
6	23.00	47.19	73.00	20.41	43.55	70.41	15.86	37.37	65.86
7	23.17	47.39	73.15	20.60	43.84	70.60	16.00	37.56	66.00
8	23.24	47.53	73.24	20.75	44.04	70.75	16.10	37.71	66.10
9	23.32	47.63	73.32	20.85	44.18	70.85	16.17	37.81	66.17
10	23.37	47.70	73.37	20.92	44.28	70.92	16.22	37.88	66.22

Точное

решение 23.49 47.88 73.49 21.09 44.53 71.09 16.35 38.06 66.35

3.5. Метод последовательных смещений

Одна из причин, по которой метод одновременных смещений обладает медленной сходимостью, состоит в том, что уточненные значения переменных не используются, пока они не найдены для всех узлов сетки, т.е. до тех пор, пока не заменена вся сетка значений. В методе последовательных смещений, который называют также методом итераций Либмана, уточненные значения переменных используются сразу после получения. Так, уточненное значение переменной в узле 1 сразу же используется для вычисления нового значения в узле 2 и т. д. Очевидно, при использовании этого метода ход решения задачи зависит от того, в каком порядке обходятся узлы сетки. Так как в методе последовательных смещений новые данные используются сразу после их получения, то для него характерна более быстрая сходимость, чем для метода одновременных смещений. Результаты решения примера 1 методом последовательных смещений представлены в табл. 3.3. Сравнивая табл. 3.2 и табл.3.3, легко убедиться, что метод последовательных смещений по сравнению с предыдущим обеспечивает более быструю сходимость, позволяя получить решение с той же точностью при меньшем числе итераций.

Таблица 3.3.

Результаты решения примера методом последовательных смещений

№ итерации	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9
Начало	20.31	43.75	70.31	15.62	37.50	65.62	10.98	31.25	60.93
1	21.09	44.72	71.33	17.38	39.74	68.00	13.72	34.85	63.28
2	21.77	45.71	72.18	18.81	41.84	69.70	14.97	36.65	64.25
3	22.38	46.60	72.82	19.80	43.18	70.41	15.67	37.37	64.94
4	22.85	47.21	73.15	20.42	43.86	70.75	16.01	37.89	65.35
5	23.16	47.54	73.32	20.75	44.19	70.92	16.18	37.97	65.66
6	23.32	47.71	73.40	20.92	44.36	71.01	16.26	38.01	65.86
7	23.40	47.79	73.45	21.01	44.47	71.05	16.30	38.03	66.00
8	23.45	47.83	73.48	21.05	44.48	71.07	16.32	38.04	66.10
9	23.47	47.85	73.49	21.07	44.51	71.08	16.34	38.05	66.17
10	23.48	47.87	73.49	21.08	44.52	71.08	16.34	38.05	66.22

Точное

решение 23.49 47.88 73.49 21.09 44.53 71.09 16.35 38.06 66.35

3.6. Метод последовательной верхней релаксации

Методы релаксации можно использовать для решения систем линейных уравнений. Основу этих методов составляет последовательное уменьшение невязок во всех узлах сетки (невязкой называется разность между значением переменной в узле и ее истинным значением). Первым исследовал методы релаксации применительно к дифференциальным уравнениям в частных производных Саусвелл. Он обнаружил, что нередко бывает полезно изменить значение переменной в узле на большую величину, чем это необходимо для обращения данной невязки в нуль. В методе верхней релаксации используется линейная экстраполяция по результатам двух последовательных смещений. С этой точки зрения метод последовательной верхней релаксации можно рассматривать как развитие метода последовательных смещений, о котором говорилось выше. Если текущее значение переменной в узле равно $T^{(k-1)}_{ij}$, а метод последовательных смещений дает $T^{*(k)}_{ij}$, то в действительности будет использовано значение

$$T^{(k)}_{ij} = T^{(k-1)}_{ij} + \omega(T^{*(k)}_{ij} - T^{(k-1)}_{ij}),$$

где индексы i, j определяют положение узла в вычислительной сетке; k - номер итерации, а ω - параметр релаксации (ускоряющий множитель), причем $1 < \omega < 2$. Скорость сходимости определяется величиной ω . При $\omega = 1$ получаем обычный метод последовательных смещений. Можно найти оптимальное значение ω , однако этот вопрос выходит за рамки данного учебного пособия. В качестве простой альтернативы можно рекомендовать выбор любого значения

ω в интервале $1 < \omega < 2$ с последующим исследованием его влияния на сходимость численного решения.

В табл. 3.4 представлены результаты решения примера методом последовательной верхней релаксации при $\omega = 1,2$. Сравнивая их с результатами, представленными в табл. 3.2 и 3.3, нетрудно убедиться, что этот метод имеет существенные преимущества по сравнению с предыдущими.

Таблица 3.4

Результаты решения примера методом последовательной верхней релаксации при $\omega = 1,2$

№ итерации	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6	U_7	U_8	U_9
Начало	20.31	43.75	70.31	15.62	37.50	65.62	10.98	31.25	60.93
1	21.25	44.96	71.61	17.78	40.38	68.75	14.39	35.96	66.10
2	22.07	46.23	72.67	19.50	43.05	70.79	15.63	37.74	66.21
3	22.80	47.31	73.40	20.54	44.31	71.01	16.23	37.98	66.33
4	23.29	47.84	73.47	21.04	44.50	71.09	16.33	38.05	66.35
5	23.50	47.87	73.49	21.09	44.53	71.09	16.35	38.06	66.35
6	23.49	47.88	73.49	21.09	44.53	71.09	16.35	38.05	66.35

Точное решение 23.49 47.88 73.49 21.09 44.53 71.09 16.35 38.06 66.35

Хотя в данном разделе в качестве примера рассмотрена двумерная задача, итерационные методы могут быть с не меньшим успехом применены для решения задач с большим числом измерений. Теми же методами можно решать и трехмерные задачи, пользуясь при этом трехмерным вычислительным шаблоном.

Перейдем теперь к решению дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих эволюционные процессы.

3.7. Параболические уравнения в частных производных

Чтобы пояснить применение метода конечных разностей для решения параболических дифференциальных уравнений, рассмотрим задачу теплопроводности.

Пример 3. Стержень длиной L с постоянным по длине сечением погружен в изолирующий материал так, что с окружающей средой взаимодействует только его левый торец, рис.3.4. В начальный момент времени t_0

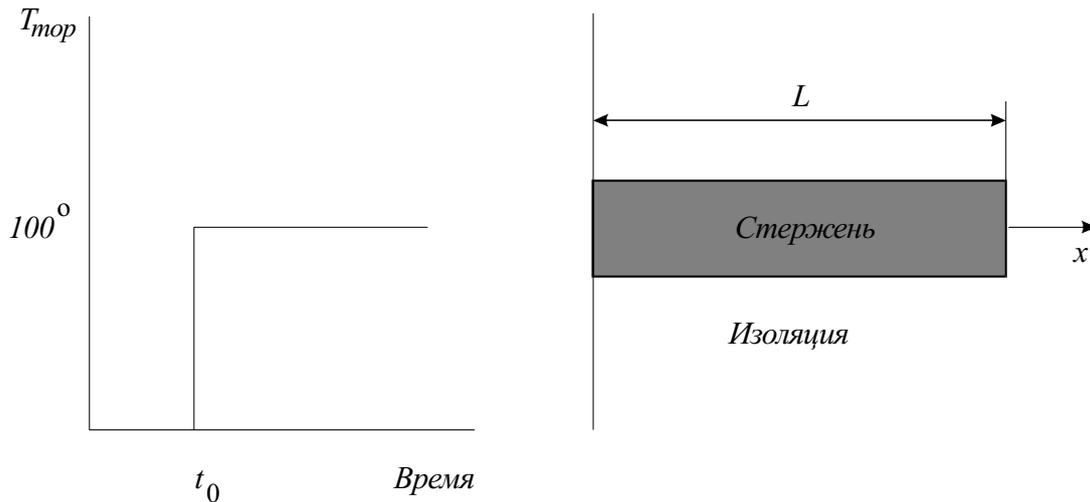


Рис. 3.4.

стержень имеет равномерное распределение температуры по всей длине $T = 0$, а его левый торец скачком приобретает температуру $T = 100$ °С. Требуется определить, как будет изменяться во времени температура в точках стержня, расположенных на разных расстояниях от его левого торца. Зависимость температуры от времени и координаты описывается следующим уравнением в частных производных:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 T}{\partial x^2},$$

где $0 < x < L$, $t > 0$, a^2 - коэффициент температуропроводности стержня, зависящий от его теплопроводности, удельной теплоемкости и плотности $a^2 = \lambda / (c\rho)$ Граничные условия:

$$T(0, t) = T_{0+} = 100, \quad \frac{\partial T(L, t)}{\partial x} = 0.$$

Начальное условие:

$$T(x, 0) = T_0 = 0.$$

Общность численного решения можно повысить, если привести переменные к безразмерному виду:

$$x^* = \frac{x}{L}, \quad t^* = \frac{ta^2}{L^2}, \quad T^* = \frac{T - T_0}{T_{0+} - T_0}.$$

Тогда исходное уравнение будет иметь вид (звездочки сверху у переменных опущены):

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}.$$

Изменится форма граничных условий

$$T(0, t) = 1, \quad \frac{\partial T(1, t)}{\partial x} = 0,$$

и начального условия

$$T(x, 0) = 0.$$

Представив частные производные в разностном виде, получим:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} - \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{T_{i+1,j} - 2T_{i,j} + T_{i-1,j}}{h^2} - \frac{T_{i,j+1} - T_{i,j}}{k} = 0$$

Здесь производная по x заменена центрально-разностной, а производная по t - правой разностной производной. Отметим, что вычислительная сетка в данном случае не обязательно должна состоять из квадратных ячеек, так как h может и не быть равным k . Приняв $r = k/h^2$, получим для $T_{i,j+1}$:

$$T_{i,j+1} = rT_{i+1,j} + (1 + r)T_{i,j} + rT_{i-1,j}.$$

Это конечно-разностное выражение справедливо для всех внутренних узлов и позволяет явным образом вычислить температуру в момент времени $t + k$ через температуру в момент времени t . Такая постановка задачи позволяет обойтись без системы совместных уравнений и, следовательно, не требует применения итерационных методов. Полученное решение будет содержать погрешности порядка h^2 и k^2 , поскольку таковы порядки членов, отброшенных при конечно-разностной аппроксимации. В результате рассмотрения данной задачи может создаться впечатление, что величину шага для переменных можно выбирать независимым образом. К сожалению, это не так. Ранее отмечалось, что решения некоторых разностных уравнений могут сильно отклоняться от точного значения, и в этой связи было введено понятие устойчивости. Полученные решения дифференциальных уравнений в частных производных могут быть расходящимися или колеблющимися.

Применительно к рассматриваемой задаче устойчивость решения можно проверить, меняя величину k . При $r < 0,5$ решение устойчиво, но могут существовать колебания.

Хотя при $r = 0,5$ и наблюдаются некоторые колебания решения, удобно выбрать это значение, поскольку тогда рекуррентное соотношение приобретает вид

$$T_{i,j+1} = 0,5(T_{i+1,j} + rT_{i-1,j}).$$

Ясно, что если расстояние между узлами по горизонтали уже выбрано, то расстояние между ними по вертикали не может быть произвольным. Так, если $h = 0,2$, а $r = 0,5$, то $k = 0,02$. На рис.2.5 показана сетка, соответствующая этим параметрам.

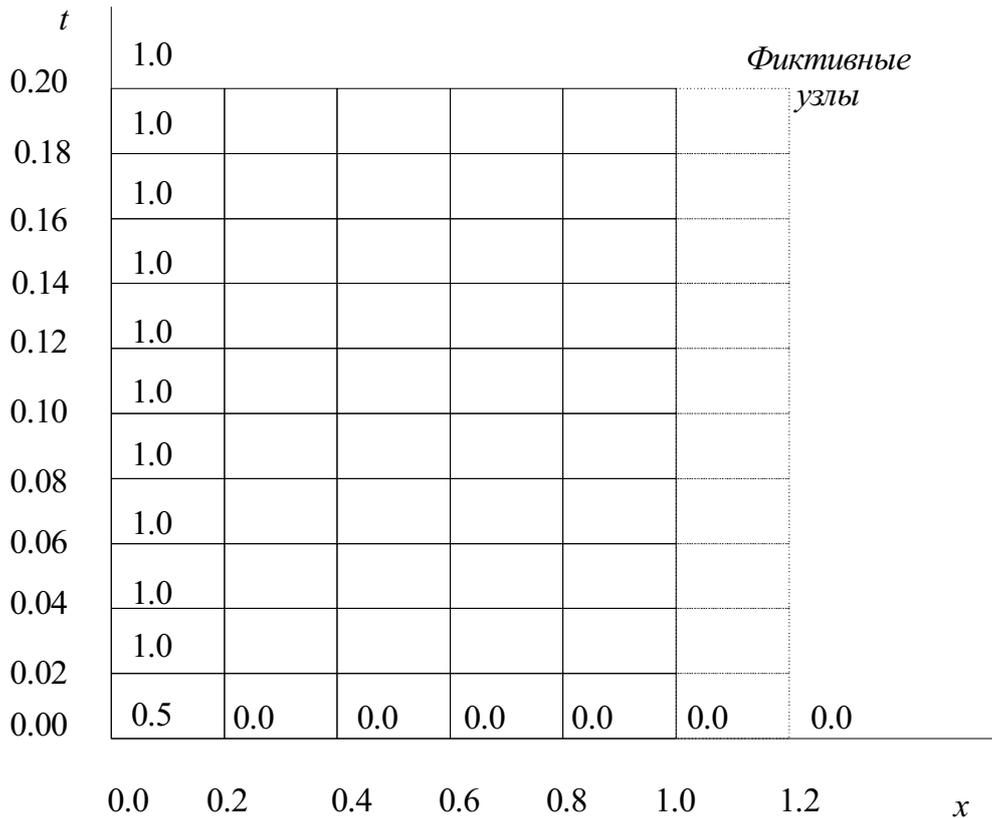


Рис. 3.5. Двумерная сетка с граничными и начальными условиями

Так как граничное условие и начальное условие в начале координат терпят разрыв, то температуре здесь приписывается значение $T = 0,5$ - среднее между двумя возможными значениями. Обычно именно так поступают при решении подобных задач. Нулевой наклон касательной в правой части моделируется введением при $x = 1,2$ линии фиктивных узлов, температура которых равна температуре в узлах при $x = 0,8$. Результаты решения рассматриваемой задачи приведены в табл. 3.5. С помощью используемой сетки и рекуррентной формулы можно получить решение для любого момента времени.

Таблица 3.5.

Безразмерные температуры

Время	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
0.00	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.02	1.0000	0.2500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.04	1.0000	0.5000	0.1250	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.06	1.0000	0.5625	0.2500	0.0625	0.0000	0.0000	0.0000
0.08	1.0000	0.6250	0.3125	0.1250	0.0313	0.0000	0.0313
0.10	1.0000	0.6563	0.3750	0.1719	0.0625	0.0313	0.0625
0.12	1.0000	0.6875	0.4141	0.2188	0.1016	0.0625	0.1016
0.14	1.0000	0.7070	0.4531	0.2578	0.1406	0.1016	0.1406
0.16	1.0000	0.7266	0.4824	0.2969	0.1797	0.1406	0.1797
0.18	1.0000	0.7412	0.5117	0.3311	0.2188	0.1797	0.2188
0.20	1.0000	0.7559	0.5361	0.3652	0.2554	0.2188	0.2554

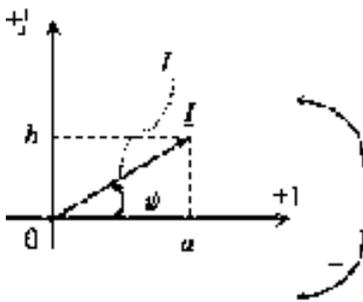
Приложение

Сведения о комплексных числах

Комплексное число – упорядоченная пара чисел $\underline{I} = a + j \cdot b$, где a, b – вещественные числа; j – мнимая единица (в математике обозначают i). По определению $j = \sqrt{-1}$.

Форма записи комплексного числа $a + jb$ называется алгебраической, где a называется действительной частью комплексного числа; b – мнимой частью комплексного числа. Чтобы не путать комплексные числа с действительными числами комплексные числа подчёркиваются, например \underline{U} .

Геометрическая интерпретация комплексного числа – точка (или вектор) на плоскости.



По оси абсцисс расположена ось действительных чисел (положительное направление обозначено $+1$), а по оси ординат – ось мнимых чисел (положительное направление обозначено $+j$).

Проекция вектора на ось $+1$ – действительная часть, а проекция на ось $+j$ – мнимая часть. Таким образом, алгебраическая форма записи соответствует декартовой (прямоугольной) системе координат (обозначим её xy).

Этот же вектор может быть задан и в полярной системе координат. То есть через длину вектора I и угол поворота ψ (обозначим её $r\theta$). Полярной системе координат соответствует показательная форма записи комплексного числа

$$\underline{I} = I e^{j\psi},$$

где I – модуль комплексного числа; ψ – аргумент (или попросту угол)

Обе формы записи (алгебраическая и показательная) используются при расчётах: складывать и вычитать комплексные числа удобно в алгебраической форме записи, а делить и умножать – в показательной. Следовательно, нужно уметь переводить комплексные числа из алгебраической формы записи в показательную ($\rightarrow r\theta$) и из показательной в алгебраическую ($\rightarrow xy$).

Пусть комплексное число задано в алгебраической форме $\underline{I} = a + jb$, а требуется найти модуль I и угол ψ . По теореме Пифагора определяем модуль $\underline{I} = \sqrt{a^2 + b^2}$ а угол $\psi = \arctan(b/a)$ (если $a < 0$, то к результату надо прибавить (отнять) 180°).

Обратный переход из показательной формы в алгебраическую производят по формуле Эйлера. Пусть комплексное число задано в показательной форме $\underline{I} = I e^{j\psi}$, а требуется найти действительную a и мнимую b части. Из того же рисунка видно, что прилежащий катет a это произведение гипотенузы I на косинус угла ψ , а противолежащий катет b это произведение гипотенузы I на синус угла ψ . Таким образом $\underline{I} = I e^{j\psi} = I \cos \psi + j I \sin \psi$.

Основные операции с комплексными числами

Сложение

Пусть два комплексных числа заданы в алгебраической форме записи

$z_1 = a_1 + j \cdot b_1$; $z_2 = a_2 + j \cdot b_2$ нужно найти сумму этих чисел

$$z_3 = z_1 + z_2 = (a_1 + j \cdot b_1) + (a_2 + j \cdot b_2) = (a_1 + a_2) + j \cdot (b_1 + b_2) = a_3 + j \cdot b_3.$$

То есть при сложении действительные части складываются с действительными, а мнимые с мнимыми.

Вычитание – аналогично:

$$z_3 = z_1 - z_2 = (a_1 + j \cdot b_1) - (a_2 + j \cdot b_2) = (a_1 - a_2) + j \cdot (b_1 - b_2) = a_3 + j \cdot b_3.$$

Умножение

Пусть два комплексных числа заданы в показательной форме записи

$z_1 = z_1 e^{j\varphi_1}$; $z_2 = z_2 e^{j\varphi_2}$ нужно найти произведение этих чисел

$$z_3 = z_1 \cdot z_2 = z_1 e^{j\varphi_1} \cdot z_2 e^{j\varphi_2} = z_1 \cdot z_2 e^{j(\varphi_1 + \varphi_2)}$$

То есть при умножении модули перемножаются, а аргументы складываются.

Деление

Пусть два комплексных числа заданы в показательной форме записи

$z_1 = z_1 e^{j\varphi_1}$; $z_2 = z_2 e^{j\varphi_2}$ нужно найти частное этих чисел

$$z_3 = z_1 : z_2 = z_1 e^{j\varphi_1} : z_2 e^{j\varphi_2} = (z_1 / z_2) e^{j(\varphi_1 - \varphi_2)}$$

При делении модули делятся, а аргументы вычитаются.

76. Какие вопросы энергосбережения рассматриваются в законе?
77. Законодательная база местных органов самоуправления в области энергосбережения.
78. Программы энергосбережения местных органов самоуправления.

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Гордеев А.С., Огородников Д.Д., Юдаев И.В. Энергосбережение в сельском хозяйстве Режим доступа:<http://e.lanbook.com>
(ЭБС «Лань»)

Герасименко, Алексей Алексеевич.

Передача и распределение электрической энергии [Текст] : учеб.пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Электроэнергетика" / Герасименко, Алексей Алексеевич, Федин, Виктор Тимофеевич. - 3-е изд. ; перераб. - Москва : КНОРУС, 2012. - 648 с

Дополнительная литература

1. Правила технической эксплуатации и сетей Российской Федерации. Министерство энергетики РФ. - М.: ЗАО «Энергосервис», 2008. - 368 с
2. Правила устройства электроустановок. По состоянию на 1 февраля 2008 года, М.: КНОРУС – 2008 г.

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, 2015 - . - Ежекварт. – ISSN : 2077 - 2084
2. Новости электротехники : отраслевое информационно-справочное издание / учредитель и изд. : Закрытое акционерное общество "Новости Электротехники". – 2000- . – М., 2015- . – Двухмесяч.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- ЭБС «Лань» – Режим доступа: . <http://e.lanbook.com/>
ЭБС «Рукопт» - Режим доступа: <http://rucont.ru/>
ЭБС «znanium» - Режим доступа: <http://www.znaniium.com/>

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»
ФАКУЛЬТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОТЕХНОЛОГИИ
КАФЕДРА ЗООТЕХНИИ И БИОЛОГИИ

ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ

Методические указания к самостоятельным работам
для студентов очной/заочной формы обучения
по направлению подготовки:

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Уровень: бакалавриат

УДК 502.3 (075.8)

Методические указания составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации № 144 от 28.02.2018

Методические указания составлены доктором биологических наук, профессором кафедры зоотехнии и биологии С. А. Нефедовой.

Инженерная экология. Методические указания к самостоятельным работам / составитель С. А. Нефедова. – Рязань, Издательство учебной литературы и учебно-методических пособий ФГБОУ ВО РГАТУ, 2020. – 13 с.

В методических указаниях составлены представлены материалы по инженерной экологии.

Методические указания обсуждены на заседании кафедры зоотехнии и биологии

31 августа 2020 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой



Быстрова И. Ю.

Одобрено учебно-методической комиссией по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника 31 августа 2020 г., протокол № 1

Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Морозов А.С.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	с.
ВВЕДЕНИЕ.....	4
Раздел 1. Место инженерной экологии в системе знаний о человеке и природе.....	7
Самостоятельная работа 1. Окружающая среда – основной источник загрязнения сырья, жилища и пищевых продуктов. Взаимосвязь экологических условий при различных агроинженерных работах на сельскохозяйственных территориях.....	7
Самостоятельная работа 2. Концепция государственной политики в области здорового образа жизни населения Российской Федерации. Антиалиментарные факторы.....	10
Раздел 2. Мониторинг и защита окружающей среды.....	11
Самостоятельная работа 3. Практическая деятельность в области инженерной экологии в связи с техническим прогрессом.....	11
Список используемых источников литературы.....	13

ВВЕДЕНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целью изучения дисциплины «Инженерная экология» является изучение масштабов и методов контроля негативного антропогенного воздействия на биосферу, а также способов регламентирования и снижения антропогенной нагрузки.

Задачи освоения учебной дисциплины:

- дать научные основы экологического контроля;
- изучить организацию и структуру экологического контроля;
- освоить принципы и методы реализации контроля;
- освоить меры защиты биосферы от загрязнений;
- рассмотреть организацию природоохранной деятельности и меры по обеспечению экологической безопасности.

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, в соответствии с ФГОС ВО 35.03.06 Агроинженерия готовится к решению задач профессиональной деятельности следующих типов:

- организационно-управленческий
- производственно-технологический
- проектный
- научно-исследовательский

Перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания) (при необходимости)
01 Образование и наука	научно-исследовательский	Участие в проведении научных исследований по общепринятым методикам, их описании и формировании выводов	Электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
	научно-исследовательский	Участие в испытаниях электрооборудования и средств автоматизации по стандартным методикам	Электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
13 Сельское хозяйство	производственно-	Монтаж, наладка, эксплуатация энергетиче-	Электрифицированные и автоматизированные сельскохозяй-

технологический	ского и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	ственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
производственно - технологический	Осуществление производственного контроля параметров технологических процессов, качества продукции и выполненных работ при монтаже, наладке, эксплуатации энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	Электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
производственно - технологический	Выполнение работ по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	Электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
организационно - управленческий	Планирование технического обслуживания и ремонта энергетического и электротехнического оборудования	Электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
организационно - управленческий	Разработка оперативных планов работы первичных производственных коллективов и управление их деятельностью	Электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
организационно - управленческий	Организация работы по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования	Электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
организационно - управленческий	Организация материально-технического обеспечения инженерных систем (энергетиче-	Электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование,

		ское и электротехническое оборудование)	энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения
	проектный	Участие в проектировании систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры сельскохозяйственных предприятий	Электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения

2. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы:

Б1.0.17 «Инженерная экология» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1 и преподаётся на втором курсе в 4 семестре.

Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения, навыки, сформированные при изучении дисциплин «Безопасность жизнедеятельности», «Мероприятия по профилактике и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций». Изучение данной дисциплины является необходимой основой для изучения такой дисциплины как «Инженерная инновационная деятельность».

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда):

- 13 Сельское хозяйство;
- 01 Образование и наука.

Объекты профессиональной деятельности выпускников:

Электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного назначения.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций УК-2, ОПК-2, ОПК-3, ПКО-1, ПК-6. в соответствии с ФГОС ВО (3++), ПООП по данному направлению. Компетенция может раскрываться в конкретной дисциплине полностью или частично.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОФОРЛЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ

В отчете должны содержаться следующие сведения:

1. Название и цель работы.
2. Основные определения и понятия.
3. Ответы на контрольные вопросы.
4. Приведены все расчетные формулы с пояснениями.
5. Решены все приведенные задачи.
6. Сделан вывод о проделанной работе.

Отчет, выполненный по всем правилам, представляется преподавателю на проверку.

Раздел 1. Место инженерной экологии в системе знаний о человеке и природе

Самостоятельная работа 1. Окружающая среда – основной источник загрязнения сырья, жилища и пищевых продуктов. Взаимосвязь экологических условий при различных агроинженерных работах на сельскохозяйственных территориях

Цель работы: Охарактеризовать окружающую среду в качестве основного источника загрязнения сырья, жилища и пищевых продуктов

Задачи: Проанализировать методы борьбы с экотоксикантами и пути их поступления в окружающую среду.

Методические указания (ход работы):

Задание 1. Приведите структурные формулы диаксина и диаксинподобных соединений, а именно ТХДД, ТХДФ, их различных сочетаний, бифенила.

Задание 2. Опишите методы борьбы с диаксинами в различных странах мира.

Задание 3. Объясните явление синергизма по отношению к действию диаксинов и диаксинподобных веществ.

Задание 4. Приведите структурные формулы канцерогенных ПАУ, а именно бензаперена, дибензаперена, холантрена, перилена, антроцена, фенонтрена, пирена, флуорантена.

Задание 5. Занесите в тетрадь таблицу, с указанием нормы содержания бензапирена в различных пищевых продуктах.

Задание 6. Приведите положительные и отрицательные примеры взаимосвязи экологических условий при различных агроинженерных работах на сельскохозяйственных территориях.

Задания и вопросы для самоконтроля:

1. Опишите диоксины – высокотоксичные соединения, обладающие мутагенными, тератогенными и канцерогенными свойствами, представляющие реальную угрозу загрязнению пищевых продуктов.
2. Опишите полициклические ароматические углеводороды - обладающие мутагенными, тератогенными и канцерогенными свойствами, представляющие реальную угрозу загрязнению пищевых продуктов.
3. Что такое ксенобиотики?
4. По какой схеме поступают ксенобиотики из окружающей среды в организм человека?
5. По каким параметрам определяют количественную характеристику токсичности веществ?

6. Какие базисные показатели приняты ООН, органами здравоохранения отдельных государств?
7. Что такое ПДК, ДСД, ДСП?

Природные токсиканты, загрязнения веществами, применяемыми в растениеводстве и животноводстве в связи с агроинженерным техническим прогрессом

Цель работы: Охарактеризовать природные токсиканты, загрязнения веществами, применяемыми в растениеводстве и животноводстве.

Задачи: Проанализировать классификацию природных токсикантов, применяемых в растениеводстве и животноводстве, методы борьбы с экотоксикантами и пути их поступления в окружающую среду.

Методические указания (ход работы):

Задание 1. Приведите классификацию пестицидов, отражающую эколога - гигиенические позиции питания.

Задание 2. Опишите свойства ДДТ (дихлор-дифенил-трихлорэтан) и последствия его воздействий на организм человека.

Задание 3. Приведите формулу образования N – нитрозоамина, пути образования различных нитрозаминов. Перечислите распространенные нитрозосоединения.

Задание 4. Перечислите факторы, влияющие на содержание нитритов и нитратов в организме человека, а также в пищевом сырье и продуктах питания.

Задание 5. Занесите в тетрадь таблицу допустимых норм по содержанию нитратов (мг/кг) в продовольственном сырье и пищевых продуктах.

Задание 6. Опишите пути поступления 5 групп антибиотиков в продукты питания. Приведите формулы пенициллина, хлортетрациклина, окситетрациклина.

Задание 7. Опишите действие транквилизаторов и антиоксидантов. Приведите ДСП антиоксидантов.

Задание 8. Охарактеризуйте природные токсиканты, загрязнения веществами, применяемыми в растениеводстве и животноводстве в связи с агроинженерным техническим прогрессом.

**Природные токсиканты в аспекте
гигиены и экологии питания в связи с агроинженерным**

техническим прогрессом

Цель работы: Охарактеризовать природные токсиканты в аспекте гигиены и экологии питания.

Задачи: Проанализировать факторы, влияющие на токсинообразование при действии афлатоксинов и их продуцентов, изучить механизм действия на организм природных экотоксикантов.

Методические указания (ход работы):

Задание 1. Приведите фурукумариновую химическую структуру следующих афлатоксинов: афлатоксин В1, афлатоксин В2, афлатоксин G1, афлатоксин G2, афлатоксин М2.

Задание 2. Приведите окраску афлатоксинов В1, В2, G1, G2, М1, М2 при воздействии ультрафиолетового излучения.

Задание 3. Проанализируйте факторы, влияющие на токсинообразование при действии афлатоксинов и их продуцентов.

Задание 4. Приведите механизм действия афлатоксинов.

Задание 5. Опишите, какие загрязнения пищевых продуктов вызываются афлатоксинами.

Задание 6. Как проводят детоксикацию загрязненных пищевых продуктов и кормов афлатоксинами.

Задание 7. Приведите структуру охратоксинов, назовите их продуценты.

Задание 8. Перечислите физико – химические свойства охратоксинов.

Задание 9. Опишите механизм действия охратоксинов.

Задание 10. Приведите структуру и продуценты ТТМТ.

Задание 11. Проанализируйте физико – химические свойства ТТМТ.

Задание 12. Назовите микроскопические грибы, вызывающие токсикозы под действием ТТМТ.

Задание 13. Приведите механизм действия ТТМТ.

Задание 14. Приведите природные токсиканты в аспекте гигиены и экологии питания в связи с агроинженерным техническим прогрессом.

Задания и вопросы для самоконтроля:

1. Опишите *Staphylococcus aureus*, как природный бактериальный токсикант.
2. Опишите *Clostridium botulinum*, как природный бактериальный токсикант.
3. Охарактеризуйте афлатоксины и их продуценты, приведите их физико – химические свойства.

4. Перечислите факторы, влияющие на токсинообразование под действием афлатоксинов и их продуцентов.
5. В чем заключается биологическое действие афлатоксинов?

Самостоятельная работа 2. Концепция государственной политики в области здорового образа жизни населения Российской Федерации. Антиалиментарные факторы

Цель работы: Охарактеризовать антиалиментарные факторы питания

Задачи: Проанализировать ПДК и структуру гликозидов, биогенных аминов, алкалоидов и других ядовитых веществ.

Методические указания (ход работы):

Задание 1. Приведите формулу образования синильной кислоты из амикдалина, представляющего собой цианогенный гликозид.

Задание 2. Приведите структурные формулы биогенных аминов на примере серотонина, тирамина, гистамина. Укажите ПДК этих веществ.

Задание 3. Опишите основные алкалоиды (ЛСД, морфин, кофеин, теобромин, теофиллин), приведите их структурные формулы, ПДК.

Задание 4. Назовите опасные стероидные алкалоиды. Приведите структурную формулу соланина.

Задание 5. Укажите особенности состава гликоалкалоидов картофеля, сопоставив структурные компоненты.

Задание 6. Приведите структуру аманитина - ядовитого циклопептида бледной поганки. Приведите схему расщепления этанола в организме человека.

Задание 7. Проанализируйте антиалиментарные факторы питания в связи с агроинженерным техническим прогрессом.

Задания и вопросы для самоконтроля:

1. Дайте определение антиалиментарным факторам питания.
2. Какие вещества относят к ингибиторам пищеварительных ферментов?
3. В чем заключается механизм действия ингибиторам пищеварительных ферментов?
4. Перечислите группы, на которые делят белки – ингибиторы растительного происхождения.
5. Охарактеризуйте ингибитор Кунитса.
6. Охарактеризуйте ингибитор Баумана – Бирка.
7. Охарактеризуйте ингибиторы химотрипсина и трипсина.
8. Охарактеризуйте «двухглавые» ингибиторы.

9. Дайте определение цианогенным гликозидам.
10. Опишите лимарин и амикдалин, как представителей антиалиментарных факторов питания.
11. Охарактеризуйте биогенные амины. Приведите их структурные формулы, ПДК.
12. Охарактеризуйте биогенные алкалоиды. Приведите их структурные формулы, ПДК.
13. Охарактеризуйте биогенные стероидные алкалоиды. Приведите их структурные формулы, ПДК.
14. Какие две группы авитаминозов Вам известны?

Раздел 2. Мониторинг и защита окружающей среды

Самостоятельная работа 3. Практическая деятельность в области инженерной экологии в связи с техническим прогрессом

Цель работы: Освоить концепции и принципы практической деятельности человека в области экологии.

Задачи: Охарактеризовать методы работы, направленные на повышение сознательности людей в области природопользования, здорового образа жизни и др.

Методические указания (ход работы):

Задание 1. Проанализируйте таблицу 1, укажите предполагаемые причины отличий между странами в продолжительности жизни населения и смертности. Выводы занесите в тетрадь.

Задание 2. Приведите динамику потребления основных продуктов питания и рекомендуемые нормы для полноценного питания (кг/год) в виде таблицы.

Задание 3. Проанализируйте данные Института питания РАМН по выявлению нарушений полноценного питания по таблице. По данным таблицы составьте график динамики потребления выборочно по 4 типам продуктов явно отражающих изменения государственной политики в области здорового питания.

Задание 4. Укажите, с чем связана динамика потребления основных продуктов питания населения. Перечислите основные причины, и укажите пути возможного изменения ситуации в положительном направлении.

Задание 5. Приведите примеры практической деятельности в области экологии человека в связи с агроинженерным техническим прогрессом.

Задания и вопросы для самоконтроля:

1. Приведите основные критерии гигиены питания в аспекте безопасности продовольственных товаров.
2. Расскажите об основных положениях государственной политики в области здорового питания.
3. Охарактеризуйте продукты питания пригодные к употреблению в разрезе гигиены и экологии.
4. Перечислите задачи государственной политики в области здорового питания.
5. Перечислите критерии, определяющие неудовлетворительное питание, как важнейшую причину демографических изменений страны.
6. Назовите важнейшие нарушения пищевого статуса России.
7. Назовите закон РФ направленный на устранение негативного влияния потребления некачественных продуктов.

Список использованной литературы

1. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / О. П. Мелехова, Е. И. Сарапульцева, Т. И. Евсеева и др.; под ред. О. П. Мелеховой и Е. И. Сарапульцевой. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – С. 74-79.
2. Богданова, Т. Л. Биология: задания и упражнения. Пособие для поступающих в вузы / Т. Л. Богданова. – М.: Высшая школа, 1991. – 350 с.
3. Веселов, Е. А. Практикум по зоологии / Е. А. Веселов, О. Н. Кузнецова. – М.: Высшая школа, 1979. – 240 с.
4. Грин, Н. Биология / Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор. – М.: Мир, 1990. – Т. 3. – 327 с.
5. Гусев, М. В. Микробиология / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – М.: Академия, 2003. – 464 с.
6. Зубина, Э. М. Практикум по общей биологии / Э. М. Зубина, А. И. Осиповский. – М.: Медицина, 1965. – 226 с.
7. Любавская, А. Я. Практикум по дендрологии / А. Я. Любавская. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. – 212 с.
8. Пехов, А. П. Биология с основами экологии / А. П. Пехов. – М.: Лань, 2005. – 688 с.
9. Практикум по зоологии беспозвоночных / Под ред. В. А. Шапкина, З. И. Тюмасева, И. В. Машкова, Е. В. Гуськова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 208 с.
10. Практикум по общей биологии с основами генетики / Под ред. В. В. Маховко. – М.: Медицина, 1968. – 352 с.
11. Руководство к лабораторным занятиям по биологии / Под ред. Ю. К. Богоявленского. – М.: Медицина, 1988. – 320 с.
12. Руководство к лабораторным занятиям по биологии и экологии / Под ред. Н. В. Чебышева. – М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2005. – 400 с.
13. Яблоков, А. В. Эволюционное учение / А. В. Яблоков, А. Г. Юсуфов. – М.: Высшая школа, 1976. – 331 с.

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



ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра

“Электротехника и физика”

Методические указания

Для самостоятельной работы
по дисциплине «Теория автоматического управления»
для студентов
очной и заочной форм обучения
направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
профиля подготовки
«Электрические станции и подстанции»

Рязань – 2020 г.

Методические указания составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 13.03.02

Электроэнергетика и электротехника, утвержденного 03.09.15.

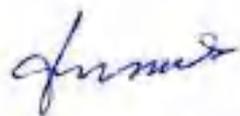
Разработчики:



Профессор

Пустовалов А.П.

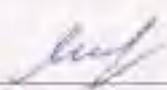
Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры 31 августа 2020 г., протокол №1.



Заведующий кафедры «Электротехника и физика» Доцент

Фатьянов С.О.

Утверждаю:
Председатель учебно-методической
комиссии по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

 А. С. Морозов
« 31 » августа 2020 г.

Самостоятельная работа по ТАУ

1. Основные понятия и законы теории автоматического управления. Дифференциальные уравнения. Составление математической модели .
- 17 часов [1]12-18с.
2. Переходная характеристика, импульсная переходная функция, переходная матрица. Передаточная функция. Модальные характеристики, частотные характеристики. -17 часов .[2]
3. Типовые динамические звенья:
Пропорциональное (усилительное) звено, дифференцирующее звено, интегрирующее звено, апериодическое звено, форсирующее звено, звено II порядка. -17 часов .[2]
4. Структурные схемы и структурные преобразования: последовательное и параллельное соединение звеньев, обратная связь, правило переноса.- 17 часов [3]
5. Структурные схемы, соответствующие дифференциальным уравнениям. Переход от передаточной функции к каноническому описанию первой и второй формы. –15 часов.[2].
6. Общее и необходимое условия устойчивости линейных систем.- 15 часов.[1]
7. Критерии устойчивости: Гурвица, Михайлова, Найквиста. -15 часов.[1]
8. Области и запасы устойчивости. Частотные оценки запаса устойчивости и корневые. Метод D-разбиения.- 15 часов.[3]
9. Показатели качества переходных процессов: ошибка регулирования, быстродействие, перерегулирование , интегральные оценки.- 15 часов. [2]
10. Анализ статических режимов. Статические системы. Астатические системы. Следящие системы (системы позиционирования). Неединичная обратная связь. -15 часов.[1]
11. Частотный метод анализа. Взаимосвязь частотной характеристики и импульсной переходной функции. Взаимосвязь частотной и переходной характеристик. – 15 часов.[2]

12. Оценка качества переходного процесса по вещественной частотной характеристике. Корневой метод анализа. -15 часов.[3]
13. Анализ процессов в системах низкого порядка: системы I, II и III порядка. -15 часов.[2,3]
14. Синтез одноканальных систем. Условия разрешимости задачи синтеза. Ресурсное ограничение. Устойчивость обратного объекта. Управляемость, наблюдаемость, вырожденность передаточной функции. -15 часов.[1]
15. Частотный метод синтеза. Влияние частотной характеристики разомкнутой системы на свойства замкнутой. Основные соотношения частотного метода синтеза. -15 часов. [1]
16. Построение асимптотической ЛАЧХ объекта. Построение желаемой ЛАЧХ. Определение передаточной функции регулятора. Влияние возмущения и помехи измерения на свойства замкнутой системы. -2 час15 часов а.[1,2]

Литература для самостоятельной работе:

1. Основная литература

1. Ким Д.П.

Теория автоматического управления: учебник и практикум / Д.П. Ким. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 276 с.

2. Дополнительная литература

1. Андреев Василий Андреевич.

Релейная защита и автоматика систем электроснабжения [Текст]: учебник для студентов вузов/ Андреев, Василий Андреевич. - 5-е изд. ; стереотип. - М.: Высшая школа, 2007. - 639 с. - ISBN 978-5-06-004826-1: 271-70.

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, 2019 - . - Ежекварт. – ISSN : 2077 - 2084

2. Новости электротехники : отраслевое информационно-справочное издание / учредитель и изд. : Закрытое акционерное общество "Новости Электротехники". – 2000- . – М., 2019- . – Двухмесяч.

3. Электрооборудование: эксплуатация и ремонт : науч.- практич. журн. / учредитель ИД «Панорама». – 2004 - . – М. : ООО Издательский дом «Панорама», 2019 - . – Ежемес.. – ISSN 2074-9635.

**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

УПРАВЛЕНИЕ ПЕРСОНАЛОМ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

**Методические рекомендации
для организации самостоятельной работы студентов,**

очной и заочной формы обучения

по направлению подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Рязань – 2020

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы по дисциплине «Управление персоналом в электроэнергетике» разработаны на основе рабочей программы соответствующей дисциплины и с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом министерства образования и науки Российской Федерации № 144 от 28.02.2018

Разработчики: доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экономики и менеджмента Мажайский Юрий Анатольевич
старший преподаватель кафедры экономики и менеджмента Поляков М.В.

Рецензенты:

к.э.н., доцент кафедры экономики и менеджмента Лозовая О.В.,

к.э.н., зав. кафедрой экономики и менеджмента Козлов А.А.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры экономики и менеджмента
« 31 » ____ августа ____ 2020 г., протокол №1

Зав. кафедрой экономики и менеджмента



Козлов А.А.

ВВЕДЕНИЕ

Под самостоятельной работой студентов понимается планируемая учебная, учебно-исследовательская, а также научно-исследовательская работа студентов, которая выполняется во внеаудиторное время по инициативе студента или по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального (в том числе научного) уровня.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы.

1. Подготовительный этап включает определение целей, задач, составление программы (плана) с указанием видов работы, её сроков, результатов и форм контроля, подготовку методического обеспечения, согласование самостоятельной работы с преподавателем.

2. Основной этап состоит в реализации программы (плана) самостоятельной работы, использовании приемов поиска информации, усвоении, переработке, применении и передаче знаний, фиксации результатов работы. На основном этапе студент может получить консультации и рекомендации у преподавателя, руководящего его самостоятельной работой.

3. Заключительный этап означает анализ результатов и их систематизацию, оценку продуктивности и эффективности проделанной работы, формулирование выводов о дальнейших направлениях работы.

Основными видами самостоятельной учебной деятельности студентов высшего учебного заведения являются:

1) предварительная подготовка к аудиторным занятиям, в том числе и к тем, на которых будет изучаться новый, незнакомый материал. Такая подготовка предполагает изучение учебной программы, установление связи с ранее полученными знаниями, выделение наиболее значимых и актуальных проблем, на изучении которых следует обратить особое внимание и др.;

2) самостоятельная работа при прослушивании лекций, осмысление учебной информации, сообщаемой преподавателем, ее обобщение и краткая запись, а также своевременная доработка конспектов лекций;

3) подбор, изучение, анализ и при необходимости – конспектирование рекомендованных источников по учебным дисциплинам;

4) выяснение наиболее сложных, непонятных вопросов и их уточнение во время консультаций;

5) подготовка к контрольным занятиям, зачетам и экзаменам;

6) выполнение специальных учебных заданий, предусмотренных учебной программой;

7) написание рефератов, контрольных, курсовых, квалификационных, дипломных работ и их защита;

8) выполнение собственных научных исследований, участие в научных исследованиях, проводимых в масштабе кафедры, факультета, института и университета в целом;

9) производственная и практика по приобретаемой в университете специальности;

10) систематическое изучение периодической печати, научных монографий, поиск и анализ дополнительной информации по учебным дисциплинам.

Традиционно по своему характеру все многообразие учебной деятельности студентов объединяют в три группы.

1. Репродуктивная учебная деятельность:

- самостоятельное прочтение, просмотр, конспектирование учебной литературы,

- прослушивание лекций, заучивание, пересказ, запоминание, повторение учебного материала и др.

2. Познавательная учебная деятельность:

- подготовка сообщений, докладов, выступлений на семинарских занятиях,

- подбор литературы по учебной проблеме,

- написание контрольной, курсовой работы и др.

3. Творческая учебная деятельность:

- написание рефератов,

- написание научных статей,

- участие в научно-исследовательской работе в составе творческого коллектива,

- подготовка дипломной (выпускной квалификационной) работы,

- выполнение специальных творческих заданий и др.

Непосредственная организация самостоятельной работы студентов протекает в два этапа. Первый этап – это период начальной организации, требующий от преподавателя непосредственного участия в деятельности обучающихся, с обнаружением и указанием причин появления ошибок. Второй этап – период самоорганизации, когда не требуется непосредственного участия преподавателя в процессе самостоятельного формирования знаний студентов.

В организации самостоятельной работы студентов особенно важно правильно определить объем и структуру содержания учебного материала, выносимого на самостоятельную проработку, а также необходимое методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Последнее, как правило, включает программу работ (проведение наблюдений, изучение первоисточников и т. п.), варианты задачи, нестандартные индивидуальные задания для каждого студента, инструментарий для их выполнения. Применяемые сейчас различные методические пособия по самостоятельной работе студентов носят обычно информационный характер. Студента же необходимо ориентировать на творческую деятельность в контексте дисциплины. Следовательно, нужны принципиально новые методические

разработки.

Самостоятельная работа представляет собой особую, высшую степень учебной деятельности. Она обусловлена индивидуальными психологическими различиями учащегося и личностными особенностями и требует высокого уровня самосознания, рефлексивности. Самостоятельная работа может осуществляться как во внеаудиторное время (дома, в лаборатории), так и на аудиторных занятиях в письменной или устной форме.

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, в том числе с использованием автоматизированных обучающих систем, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам. Организуется, обеспечивается и контролируется данный вид деятельности студентов соответствующими кафедрами.

Самостоятельная работа предназначена не только для овладения каждой дисциплиной, но и для формирования навыков самостоятельной работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решить проблему, находить конструктивные решения, выход из кризисной ситуации и т. д. Значимость самостоятельной работы выходит далеко за рамки отдельного предмета, в связи с чем выпускающие кафедры должны разрабатывать стратегию формирования системы умений и навыков самостоятельной работы. При этом следует исходить из уровня самостоятельности абитуриентов и требований к уровню самостоятельности выпускников, с тем чтобы за весь период обучения достаточный уровень был достигнут.

Главными особенностями организации обучения в вузе являются специфика применяемых методик учебной работы и степень самостоятельности обучаемых. Преподаватель только направляет познавательную активность студента, который сам осуществляет познавательную деятельность. Самостоятельная работа завершает задачи всех видов учебной работы. Никакие знания, не подкрепленные самостоятельной деятельностью, не могут стать подлинным достоянием человека. Кроме того, самостоятельная работа имеет воспитательное значение: она формирует самостоятельность не только как совокупность умений и навыков, но и как черту характера, играющую существенную роль в структуре личности современного специалиста высшей квалификации. Поэтому в каждом вузе, на каждом курсе тщательно отбирается материал для самостоятельной работы студентов под руководством преподавателей. Формы такой работы могут быть разными – это различные типы домашних заданий. В вузах составляются графики самостоятельной работы на семестр с приложением семестровых учебных планов и учебных программ. Графики стимулируют, организуют, заставляют рационально использовать время. Работа должна систематически контролироваться преподавателями. Основой самостоятельной работы служит научно-теоретический курс, комплекс

полученных студентами знаний. При распределении заданий студенты получают инструкции по их выполнению, методические указания, пособия, список необходимой литературы.

Особенности групповой самостоятельной работы студентов. В высшем учебном заведении совмещаются различные виды индивидуальной самостоятельной работы, такие, как подготовка к лекциям, семинарам, лабораторным работам, зачетам, экзаменам, выполнение рефератов, заданий, курсовых работ и проектов, а на последнем, завершающем, этапе – выполнение дипломного проекта. Самостоятельную работу преподавательский состав вуза может сделать более эффективной, если организовать студентов парно или в группы по три человека. Групповая работа усиливает фактор мотивации и взаимной интеллектуальной активности, повышает эффективность познавательной деятельности студентов благодаря взаимному контролю и самоконтролю.

Участие партнера существенно перестраивает психологию студента. В случае индивидуальной подготовки студент субъективно оценивает свою деятельность как полноценную и завершенную, но такая оценка может быть ошибочной. При групповой индивидуальной работе происходит групповая самопроверка с последующей коррекцией преподавателя. Это второе звено самостоятельной учебной деятельности обеспечивает эффективность работы в целом. При достаточно высоком уровне самостоятельной работы студент сам может выполнить индивидуальную часть работы и продемонстрировать ее партнеру-сокурснику.

Самостоятельная работа включает воспроизводящие и творческие процессы в деятельности студента. В зависимости от этого различают три уровня самостоятельной деятельности студентов:

- 1) репродуктивный (тренировочный);
- 2) реконструктивный;
- 3) творческий, поисковый.

Для организации и успешного функционирования самостоятельной работы студентов необходимы, во-первых, комплексный подход к организации такой деятельности по всем формам аудиторной работы, во-вторых, сочетание всех уровней (типов) самостоятельной работы, в-третьих, обеспечение контроля за качеством выполнения (требования, консультации) и, наконец, формы контроля.

Активизация самостоятельной работы студентов. Самостоятельная работа выполняется студентами в разных звеньях процесса обучения: при получении новых знаний, их закреплении, повторении и проверке. Систематическое уменьшение прямой помощи преподавателя служит средством повышения творческой активности обучающихся.

Тема 1. Формирование научных основ управления персоналом. Концепции мотивации труда

Цель задания – изучение студентами основных вопросов темы, работа с различными источниками, конспектирование литературы, решение тестовых заданий.

Содержание:

1. Конспектирование источников и доработка конспектов лекций по основным вопросам управления персоналом.
2. Работа над ключевыми понятиями: управление, менеджмент, мотивация, персонал, школы управления.
3. Решение тестовых заданий:
 1. Основоположник научной школы управления:
 - а) Ф.Тейлор
 - б) А.Файоль
 - в) Э.Мэйо
 - г) А.Богданов
 2. Менеджмент, как наука об управлении, стала рассматриваться с появлением:
 - а) современных количественных методов обоснования управленческих решений школы "человеческих отношений"
 - б) достижений психологической и социологической наук, оказывающих решающее воздействие на в) человека в системе управления
 - г) классической школы управления
 3. Какие из положений относятся к новой концепции управления компанией:
 - а) основная задача менеджмента - рациональная организация производства
 - б) ориентация на качество продукции и услуг
 - в) ситуационный подход к управлению
 - г) основной источник прибыли – работник и производительность труда
 4. Основоположник административной (классической) школы управления:
 - а) Ф.Тейлор
 - б) А.Файоль
 - в) Э.Мэйо
 - г) А.К. Альдерфер

5. Менеджмент персонала – это:

- а) умение добиваться поставленных целей, используя труд, интеллект и мотивы поведения других людей, работающих в организации
- б) искусство
- в) наука + опыт
- г) практика управления

6. Какая школа предусматривает три подхода к управлению: процессный, количественный и ситуационный:

- а) ситуационный
- б) классическая школа управления
- в) школа человеческих отношений
- г) школа науки управления

Тема 2. Поведенческие факторы. Разделение труда в управлении

Цель задания – изучение студентами основных вопросов темы, работа с различными источниками, конспектирование литературы, решение тестовых заданий.

Содержание:

1. Конспектирование источников и доработка конспектов лекций по основным вопросам разделения труда и факторов, влияющих на поведение персонала.
2. Работа над ключевыми понятиями: мотивация, проблемы личности, материальное и моральное стимулирование, разделение труда.
3. Решение тестовых заданий:
 1. В теории менеджмента к функциям управления относятся:
 - а) контроль
 - б) финансовый менеджмент
 - в) маркетинг
 - г) ценообразование
 2. Способность оказывать влияние на отдельные личности, группы и направлять их усилия на достижение целей организации, не используя властные полномочия:
 - а) лидерство
 - б) руководство
 - в) дифференциация
 - г) мотивация
 3. Деятельность по организации выполнения подчиненными поставленных задач:
 - а) лидерство
 - б) мотивация
 - в) координация
 - г) организовывание
 4. Какие группы потребностей рассматриваются в модели мотивации А. Маслоу:
 - а) социальной справедливости
 - б) «кнути и пряника»
 - в) потребность в деньгах
 - г) социальные, уважение личности, самоутверждение
 5. Какая школа предусматривает три подхода к управлению: процессный, количественный
 - а) ситуационный:

- б) классическая школа управления
- в) школа человеческих отношений
- г) школа науки управления

6. При формировании организационной структуры соблюдение принципа единоначалия является обязательным:

- а) да
- б) нет
- в) желательно
- г) не обязательно

Тема 3. Приемы делового общения. Деловая этика

Цель задания – изучение студентами основных вопросов темы, работа с различными источниками, конспектирование литературы, решение тестовых заданий.

Содержание:

1. Конспектирование источников и доработка конспектов лекций по основным вопросам этики и делового общения.
2. Работа над ключевыми понятиями: этика, деловое общение, прямое общение, деловой человек, морально-этические проблемы.
3. Решение тестовых заданий:
 1. Основные недостатки дивизиональных структур:
 - а) отсутствие творческих решений
 - б) низкий уровень мотивации сотрудников
 - в) увеличенные затраты на управление за счет повторяемости процессов
 - г) опасность разделения системы на самостоятельные подсистемы (в бизнесе)
 2. Какие основные преимущества матричных структур:
 - а) возможность быстрого освоения новых изделий
 - б) эффект двойного подчинения
 - в) возможно использование специалистов невысокого профессионального уровня
 - г) сбалансированный кадровый состав организации
 3. Что включает в себя понятие организационной культуры:
 - а) поведение и действия сотрудников, ценностные ориентации, символика и обряды
 - б) уровень общей культуры общества
 - в) уровень культуры отдельных сотрудников организации
 - г) наличие команды единомышленников
 4. Кто управляет формированием организационной культуры:
 - а) руководители подразделений (организаций)
 - б) все сотрудники
 - в) неформальные лидеры организации
 - г) никто
 5. Сущность ситуационного подхода состоит в следующем:
 - а) знание методов профессионального управления, доказавших свою эффективность

- б) умение предвидеть последствия применяемых методик и концепций
- в) правильное интерпретирование ситуации, определение наиважнейших факторов и применение адекватных методов
- г) применение способов действий, вызывающих удовлетворительное отношение руководителя

Тема 4. Технологии достижения результатов

Цель задания – изучение студентами основных вопросов темы, работа с различными источниками, конспектирование литературы, решение тестовых заданий.

Содержание:

1. Конспектирование источников и доработка конспектов лекций по основным вопросам технологий достижения результатов.
2. Работа над ключевыми понятиями: система результативного управления, культура результативного управления, система дифференциации персонала.
3. Решение тестовых заданий:
 1. Метод ротации, как характерная черта национального менеджмента, наиболее часто используется в:
 - а) США
 - б) России
 - в) Англии
 - г) Японии
 2. Стил ь управления - это:
 - а) манера поведения и форма взаимодействия с подчиненными
 - б) форма отношений с руководством организации
 - в) совокупность методов для выполнения своих функциональных обязанностей
 - г) распорядок работы учреждения
 3. Ключевым фактором в любой модели управления являются:
 - а) люди
 - б) средства производства
 - в) финансы
 - г) структура управления
 4. Технология мелкосерийного или единичного производства обычно применяется в таких компаниях как
 - а) «Макдональдс»
 - б) «Форд»
 - в) «Шелл»
 - г) «Боинг»
 5. Правило - это
 - а) последовательность действий, которые следует предпринять в конкретной ситуации, имеющей тенденцию к повторению
 - б) гарантия выполнения конкретных действий конкретными способами в специфической единичной ситуации

- в) конкретно сформулированный опыт прошлого
- г) последовательность операций

6. Какова важнейшая функция управления?

- а) получение максимальной прибыли
- б) создавать условия для дальнейшего успешного функционирования предприятия
- в) минимизация налоговых платежей
- г) завоевывание новых рынков сбыта

Тема 5. Корпоративный тайм-менеджмент

Цель задания – изучение студентами основных вопросов темы, работа с различными источниками, конспектирование литературы, решение тестовых заданий.

Содержание:

1. Конспектирование источников и доработка конспектов лекций по основным вопросам управления временем.
2. Работа над ключевыми понятиями: тайм-менеджмент, критерии и заповеди тайм-менеджмента, хронометраж, поглотители времени.
3. Решение тестовых заданий:
 1. Все поглотители времени по степени контролируемости можно условно разделить на ...
 - а) 4 группы
 - б) 10 групп
 - в) 2 группы
 - г) 5 групп
 - д) 3 группы
 2. Для создания эффективного обзора задач важен принцип ...
 - а) активизации
 - б) материализации
 - в) иррационализма
 - г) дезинтеграции
 - д) реактивации
 3. Древние греки называли поглотители времени ...
 - а) хронографами
 - б) хронологиями
 - в) хронотипами
 - г) хронофагами
 - д) хронотопами
 4. Неверно, что ... является одним из видов хронофагов
 - а) прерывание
 - б) отвлечение
 - в) зависание
 - г) откладывание на потом
 - д) ожидание и опоздание
 5. Неверно, что ... является правилом организации эффективного отдыха
 - а) ритмичность
 - б) концентрация

- в) смена контекста
- г) максимальное переключение

6. Неверно, что ... является способом самонастройки на решение задач

- а) метод «швейцарского сыра»
- б) техника «якорения»
- в) техника хронометража
- г) промежуточная радость
- д) «заточка карандашей»

Тема 6. Управление конфликтами и стрессами

Цель задания – изучение студентами основных вопросов темы, работа с различными источниками, конспектирование литературы, решение тестовых заданий.

Содержание:

1. Конспектирование источников и доработка конспектов лекций по основным вопросам управления конфликтами и стрессами.
2. Работа над ключевыми понятиями: межличностные методы разрешения конфликтов, конфликт, функциональные конфликты, дисфункциональные конфликты, предконфликтная ситуация, внутриличностный конфликт, межличностный конфликт.
3. Решение тестовых заданий:
 1. Конфликты в организации неизбежны и их надо воспринимать:
 - а) как должное
 - б) конфликты надо использовать в интересах организации
 - в) с конфликтами надо бороться во что бы то ни стало
 - г) с конфликтами лучше не бороться: они разрешатся сами собой
 2. В теории менеджмента основаны на достижении временного результата такие виды разрешения конфликтов, как... Выберите несколько вариантов ответов
 - а) компромисс
 - б) избегание
 - в) подавление
 - г) сотрудничество
 3. Чем характеризуется компромисс при принятии решения:
 - а) установление некоего среднего результата в споре двух сторон
 - б) уменьшением выгоды в одной области с целью уменьшения нежелательных последствий в другой
 - в) принятием решения, учитывающего мнения независимых сил
 - г) продвижение решения, выгодного руководителю
 4. Для того, чтобы быть эффективным контроль должен быть
 - а) всеобъемлющим
 - б) постоянно действующим
 - в) экономным
 - г) независимым
 5. Какими чертами характера должен обладать такой архетип управляющего как «администратор»?
 - а) быть общительным и уметь вдохновлять людей на максимальную

самоотдачу

б) иметь аналитический склад ума

в) быть предельно объективным и полагаться на факты и логику

г) методичность в работе, прогнозирование будущего

Тема 7. Организационные структуры и функции кадровых служб

Цель задания – изучение студентами основных вопросов темы, работа с различными источниками, конспектирование литературы, решение тестовых заданий.

Содержание:

1. Конспектирование источников и доработка конспектов лекций по основным вопросам работы кадровых служб.
2. Работа над ключевыми понятиями: кадровая служба, функции кадровой службы, административная деятельность, организационная структура системы управления персоналом, кадровый менеджмент.
3. Решение тестовых заданий:
 1. Кто из руководителей компании отвечает за определение цели её развития:
 - а) менеджеры
 - б) совет директоров
 - в) руководители бизнес-единиц
 - г) все сотрудники
 2. Процесс регулирования разных видов деятельности, структур организации...
 - а) анализ среды и стратегическое планирование
 - б) контроль
 - в) мотивация
 - г) координация
 3. Что является признаком бюрократического управления:
 - а) отсутствие инициативы сотрудника, приоритета личных интересов
 - б) блокирование предпринимательской деятельности
 - в) формальный подход
 - г) некомпетентность руководителя
 4. Кому необходим бизнес-план:
 - а) только руководителям и сотрудникам
 - б) инвесторам, банкам, налоговой службе
 - в) формальный документ, дань моде; мало, что даёт при изменчивой обстановке
 - г) всем категориям субъектов отношений
 5. Процесс деления организации на блоки, которые могут называться отдельными отделами, отделениями или секторами, называется:
 - а) анализом организации
 - б) департаментализацией
 - в) проектированием
 - г) интегрированием

6. Какой из неформальных методов прогнозирования позволяет получать наиболее ценную информацию?

а) наглядная информация

б) промышленный шпионаж

в) письменная информация

г) информация в глобальных сетях

Тема 8. Формирование и эффективность трудовых ресурсов. Оплата и стимулирование труда

Цель задания – изучение студентами основных вопросов темы, работа с различными источниками, конспектирование литературы, решение тестовых заданий.

Содержание:

1. Конспектирование источников и доработка конспектов лекций по основным вопросам формирования персонала, эффективности работы персонала, материального и морального стимулирования труда.
2. Работа над ключевыми понятиями: трудоспособная часть населения, промышленно-производственный персонал, непромышленный персонал, штатное расписание, планирование трудовых ресурсов, работоспособность, обустройство рабочего места, организация и нормирование труда, производительность труда, мотивация, заработная плата, формы оплаты труда, материальное поощрение, оклад, премия.
3. Решение тестовых заданий:
 1. Конкретные конечные результаты, которые хотела бы достичь организация - это:
 - а) цели
 - б) миссия
 - в) стратегия
 - г) тактика деятельности организации
 2. Миссия фирмы – это:
 - а) максимизация прибыли
 - б) внешнее предназначение фирмы
 - в) цель, связанная со снижением издержек
 - г) мотивация ее персонала
 3. Производительность труда на предприятии отражает эффективность использования
 - а) Живого труда при производстве продукции.
 - б) Производственной мощности предприятия.
 - в) Основного и оборотного капитала.
 - г) Экономического потенциала предприятия.
 4. Для чего осуществляется делегирование полномочий подчинённым:
 - а) для оптимального решения комплексной задачи
 - б) для сохранения "группового" стиля работы
 - в) для проверки квалификации подчиненных
 - г) для разгрузки самого руководителя

5. Повышению эффективности использования кадровых ресурсов способствует:

- а) поведенческий подход в управлении персоналом
- б) использование плоских организационных структур управления
- в) использование организационных интеграций типа «стратегический альянс»
- г) снижение издержек на оплату труда персонала

6. Показатель, характеризующий эффективность использования трудовых ресурсов на предприятии, называется

- а) производительность труда.
- б) фондорентабельность.
- в) рентабельность ресурсов.
- г) фондовооруженность труда.

7. Аутсорсинг – это:

- а) выполнение всех функций, необходимых для производственной деятельности компании
- б) вывод за пределы компании непрофильных функций и видов деятельности
- в) вывод сотрудников из штата компании-заказчика в штат компании-подрядчика
- г) передача всех функций сторонним организациям

8. Является ли управление производительным трудом:

- а) да, т. к. управление создает новую стоимость
- б) нет, это всего лишь надзор и контроль
- в) да, поскольку этот вид деятельности неизбежен при высоком уровне специализации производства и призван обеспечить целостность трудового организма
- г) нет, это всего лишь результат противоречия между наемным трудом и собственником средств производства

9. Наемный профессиональный управляющий - это:

- а) собственник
- б) предприниматель
- в) менеджер
- г) консультант

10. Вновь образованное предприятие направляет свои ресурсы на разработку и вывод на рынок нового товара. Какая конкурентная стратегия применяется в этом случае:

- а) стратегия первопроходца
- б) стратегия низких издержек
- в) стратегия дифференциации продукции
- г) стратегия фокусирования

11. Какой из подходов характеризуется учётом способностей и мотивацией людей к труду:
- а) структурный
 - б) поведенческий
 - в) линейный
 - г) матричный
12. Линейная организация управления позволяет сформулировать управленческую структуру, которая является:
- а) гибкой
 - б) саморегулируемой
 - в) стабильной и прочной
 - г) все перечисленное
13. Какой из неформальных методов прогнозирования позволяет получать наиболее ценную информацию?
- а) наглядная информация
 - б) промышленный шпионаж
 - в) письменная информация
 - г) информация в глобальных сетях
14. В теории управленческих решений под термином «проблема» понимается...
- а) расхождение между желаемым и фактическим состоянием объекта организационного управления
 - б) совокупность взаимосвязанных характеристик, принятых для описания объекта организационного управления и их установленные нормативные значения
 - в) количественная или качественная величина, характеризующая объект управления
 - г) формализованное описание желаемого состояния объекта организационного управления
15. За что лучше всего, с точки зрения компании, платить сотруднику премию:
- а) за достижение плановых показателей;
 - б) за перевыполнение плана;
 - в) за выдающиеся заслуги;
 - г) не за что-то, а пропорционально чему-то, например зарплате;
 - д) ответы а) и в).
16. Завышение размеров вознаграждения сотрудника обычно приводит к:
- а) постоянному увеличению эффективности его работы;
 - б) временному увеличению эффективности его работы;
 - в) постоянному уменьшению эффективности его работы;

- г) временному уменьшению эффективности его работы;
- д) снижению мотивации работника.

17. Основными формами оплаты труда являются:

- а) повременная и сдельная;
- б) заработная плата и прибыль;
- в) тарификация и индексация;
- г) фиксированная и плавающая;
- д) окладная и тарифная.

18. Какая из перечисленных теорий мотивации не относится к содержательным теориям:

- а) теория Абрахама Маслоу
- б) модель Портера Лоулера
- в) теория Фредерика Герцберга
- г) теория Макклеланда

19. Ступени мотивации по Маслоу - это

- а) потребность развития и признания
- б) потребность развития и признания, социальная потребность и потребность в защищенности, основные потребности
- в) социальная потребность и потребность в защищенности
- г) основные потребности

20. В чем суть классической теории мотивации?

- а) деньги – единственный мотивационный фактор;
- б) человека заставляют действовать внутренние потребности;
- в) поведение человека определяется его ожиданиями;
- г) самоутверждение – единственный мотивирующий фактор в работе;
- д) жажда власти – основной мотивирующий фактор в работе.

21. В чем заключается цель стимулирования персонала?

- а) побудить человека избегать конфликтов;
- б) побудить человека делать больше и лучше того, что обусловлено трудовыми отношениями;
- в) побудить человека не превышать своих полномочий;
- г) внушить человеку чувство собственного достоинства;
- д) обеспечить человеку достойный уровень жизни.

Тема 9. Профессиональное обучение и переобучение кадров

Цель задания – изучение студентами основных вопросов темы, работа с различными источниками, конспектирование литературы, решение тестовых заданий.

Содержание:

1. Конспектирование источников и доработка конспектов лекций по основным вопросам обучения и переподготовки кадров.
2. Работа над ключевыми понятиями: профессиональная подготовка, повышение квалификации, концепция специализированного обучения, концепция многопрофильного обучения.
3. Решение тестовых заданий:
 1. Что имеет первостепенное значение при назначении нового сотрудника на должность, где определяющим фактором являются технические знания:
 - а) образование и предшествующая деятельность
 - б) личные качества
 - в) психологическая совместимость кандидата с руководителем
 - г) умение руководить
 2. Процесс побуждения сотрудника к целенаправленным действиям:
 - а) планирование
 - б) организация
 - в) мотивация
 - г) результаты анализа, аудита
 3. Что является первоочередной необходимостью успешной работы сотрудника на новом месте:
 - а) перспектива карьерного роста
 - б) соответствие специализации
 - в) справедливое вознаграждение
 - г) профессиональная и социальная адаптация
 4. Что требует от менеджера иметь креативное мышление:
 - а) гарантирует более устойчивое управление
 - б) дает возможность генерировать нестандартные решения
 - в) сокращает время на принятие решения
 - г) снижает затраты на управление
 5. Основная причина создания команды в организации:
 - а) экономия времени
 - б) экономия человеческих ресурсов
 - в) мода
 - г) возможность синергии

Тема 10. Информационно-документальное обеспечение управления персоналом

Цель задания – изучение студентами основных вопросов темы, работа с различными источниками, конспектирование литературы, решение тестовых заданий.

Содержание:

1. Конспектирование источников и доработка конспектов лекций по основным вопросам информационно-документального обеспечения процесса управления.
2. Работа над ключевыми понятиями: информационное обеспечение, автоматизированные системы управления кадровой информацией, организационные документы, распорядительные документы, справочно-информационные документы.
3. Решение тестовых заданий:
 1. В чем заключаются особенности кибернетизации относительно автоматизации?
 - а) включение в алгоритм этапа использования интеллекта, т.е. способность решать неформализованные задачи и находить выход в непредвиденных ситуациях
 - б) придание машине способности мыслить
 - в) использование электронно-вычислительной техники в сочетании с этапами «мозгового штурма» и экспертных оценок
 - г) качественно новый уровень техники и технологии
 2. В каких случаях обращаются к качественным методам прогнозирования?
 - а) отсутствие возможности получить информацию другими методами
 - б) нехватка информации, получаемой количественными методами прогнозирования
 - в) сроки, отведенные на решение проблемы, очень ограничены
 - г) при отсутствии достаточных средств на проведение прогнозов
 3. Использование символов для описания свойств и характеристик исследуемого объекта или события представляет сущность применения _____ модели выработки управленческого решения.
 - а) математической
 - б) физической
 - в) аналоговой
 - г) эмпирической

4. Процедура – это

- а) последовательность действий, которые следует предпринимать в конкретной ситуации, имеющей тенденцию к повторению
- б) последовательность конкретных действий, которые следует выполнять в единичной специфической ситуации
- в) использование опыта прошлого
- г) гарантированное выполнение конкретных действий

Основная литература

1. Горленко, О. А. Управление персоналом [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата / О. А. Горленко, Д. В. Ерохин, Т. П. Можаяева. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 249 с.

2. Управление персоналом [Электронный ресурс]: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / А. А. Литвинюк [и др.] ; под ред. А. А. Литвинюка. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 498 с.

3. 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>

Дополнительная литература

1. Тайм-менеджмент. Полный курс / Архангельский Г.А., Бехтерев С.В., Лукашенко М. - Москва :Альпина Пабли., 2016. - 311 с.: ISBN 978-5-9614-1881-1 - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/925383>

2. Управление персоналом [Электронный ресурс]: Учебник и практикум / Максимцев И.А. - Отв. ред., Горелов Н.А. - Отв. ред. - 2-е изд. ; пер. и доп. - М. : Издательство Юрайт, 2016. – 526с. - ЭБС «Юрайт».

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»

ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ИНЖЕНЕРНАЯ ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ»



Рязань 2020

Методические указания составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного 28 февраля 2018 года учебного плана подготовки бакалавров по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника профиль «Электрические станции и подстанции»

Разработчики:

Доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка,



Олейник Д.О.
(И.О.Ф.)

Методические указания одобрены учебно-методической комиссией инженерного факультета 31 августа 2020 протокол №1

1. Самостоятельная работа как важнейшая форма учебного процесса.

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Государственным стандартом предусматривается, как правило, 50% часов из общей трудоемкости дисциплины на самостоятельную работу студентов (далее СРС). В связи с этим, обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРС должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования – «подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности».

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание творческой активности и инициативы.

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Формы самостоятельной работы студентов разнообразны. Они включают в себя:

- изучение и систематизацию официальных государственных документов - законов, постановлений, указов, нормативно-инструкционных и справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем "Консультант-плюс", "Гарант", глобальной сети "Интернет";
- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, статистической, периодической и научной информации;
- подготовку докладов и рефератов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ;
- участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.

Самостоятельная работа приобщает студентов к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

2. Цели и основные задачи СРС

Ведущая цель организации и осуществления СРС должна совпадать с целью обучения студента – подготовкой бакалавра с высшим образованием. При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

3. Виды самостоятельной работы

В образовательном процессе высшего образовательного учреждения выделяется два вида самостоятельной работы – аудиторная, под руководством преподавателя, и внеаудиторная. Тесная взаимосвязь этих видов работ предусматривает дифференциацию и эффективность результатов ее выполнения и зависит от организации, содержания, логики учебного процесса (межпредметных связей, перспективных знаний и др.):

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основными видами самостоятельной работы студентов без участия преподавателей являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- написание рефератов;
- подготовка к семинарам и лабораторным работам, их оформление;
- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний (педагогических, психологических, методических и др.);
- подготовка рецензий на статью, пособие;
- выполнение микроисследований;
- подготовка практических разработок;
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;
- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов.

(В зависимости от особенностей факультета перечисленные виды работ могут быть расширены, заменены на специфические).

Основными видами самостоятельной работы студентов с участием преподавателей являются:

- текущие консультации;
- коллоквиум как форма контроля освоения теоретического содержания дисциплин: (в часы консультаций, предусмотренных учебным планом);
- прием и разбор домашних заданий (в часы практических занятий);
- прием и защита лабораторных работ (во время проведения л/р);
- выполнение курсовых работ (проектов) в рамках дисциплин (руководство, консультирование и защита курсовых работ (в часы, предусмотренные учебным планом);
- прохождение и оформление результатов практик (руководство и оценка уровня сформированности профессиональных умений и навыков);
- выполнение выпускной квалификационной работы (руководство, консультирование и защита выпускных квалификационных работ) и др.

4. Организация СРС

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей изучаемой дисциплины, объема часов на ее изучение, вида заданий для самостоятельной работы студентов, индивидуальных качеств студентов и условий учебной деятельности.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);
- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

Организацию самостоятельной работы студентов обеспечивают: факультет, кафедра, учебный и методический отделы, преподаватель, библиотека, ТСО, ИВТ, издательство и др.

Деятельность студентов по формированию и развитию навыков учебной самостоятельной работы.

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

Выполняя самостоятельную работу под контролем преподавателя студент должен:

– освоить минимум содержания, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный преподавателем в соответствии с образовательными стандартами высшего образования по данной дисциплине.

– планировать самостоятельную работу в соответствии с графиком самостоятельной работы, предложенным преподавателем.

– самостоятельную работу студент должен осуществлять в организационных формах, предусмотренных учебным планом и рабочей программой преподавателя.

– выполнять самостоятельную работу и отчитываться по ее результатам в соответствии с графиком представления результатов, видами и сроками отчетности по самостоятельной работе студентов.

студент может:

сверх предложенного преподавателем (при обосновании и согласовании с ним) и минимума обязательного содержания, определяемого ФГОС ВО по данной дисциплине:

– самостоятельно определять уровень (глубину) проработки содержания материала;

– предлагать дополнительные темы и вопросы для самостоятельной проработки;

– в рамках общего графика выполнения самостоятельной работы предлагать обоснованный индивидуальный график выполнения и отчетности по результатам самостоятельной работы;

– предлагать свои варианты организационных форм самостоятельной работы;

– использовать для самостоятельной работы методические пособия, учебные пособия, разработки сверх предложенного преподавателем перечня;

– использовать не только контроль, но и самоконтроль результатов самостоятельной работы в соответствии с методами самоконтроля, предложенными преподавателем или выбранными самостоятельно.

Самостоятельная работа студентов должна оказывать важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется студентом самостоятельно. Каждый студент самостоятельно определяет режим своей работы и меру

труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием по каждой дисциплине. Он выполняет внеаудиторную работу по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

5. Общие рекомендации по организации самостоятельной работы

Основной формой самостоятельной работы студента является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и семинарских занятиях. Но для успешной учебной деятельности, ее интенсификации, необходимо учитывать следующие субъективные факторы:

1. Знание школьного программного материала, наличие прочной системы знаний, необходимой для усвоения основных вузовских курсов. Это особенно важно для математических дисциплин. Необходимо отличать пробелы в знаниях, затрудняющие усвоение нового материала, от малых способностей. Затратив силы на преодоление этих пробелов, студент обеспечит себе нормальную успеваемость и поверит в свои способности.

2. Наличие умений, навыков умственного труда:

- а) умение конспектировать на лекции и при работе с книгой;
- б) владение логическими операциями: сравнение, анализ, синтез, обобщение, определение понятий, правила систематизации и классификации.

3. Специфика познавательных психических процессов: внимание, память, речь, наблюдательность, интеллект и мышление. Слабое развитие каждого из них становится серьезным препятствием в учебе.

4. Хорошая работоспособность, которая обеспечивается нормальным физическим состоянием. Ведь серьезное учение - это большой многосторонний и разнообразный труд. Результат обучения оценивается не количеством сообщаемой информации, а качеством ее усвоения, умением ее использовать и развитием у себя способности к дальнейшему самостоятельному образованию.

5. Соответствие избранной деятельности, профессии индивидуальным способностям. Необходимо выработать у себя умение саморегулировать свое эмоциональное состояние и устранять обстоятельства, нарушающие деловой настрой, мешающие намеченной работе.

6. Овладение оптимальным стилем работы, обеспечивающим успех в деятельности. Чередование труда и пауз в работе, периоды отдыха, индивидуально обоснованная норма продолжительности сна, предпочтение вечерних или утренних занятий, стрессоустойчивость на экзаменах и особенности подготовки к ним,

7. Уровень требований к себе, определяемый сложившейся самооценкой.

Адекватная оценка знаний, достоинств, недостатков - важная составляющая самоорганизации человека, без нее невозможна успешная работа по управлению своим поведением, деятельностью.

Одна из основных особенностей обучения в высшей школе заключается в том, что постоянный внешний контроль заменяется самоконтролем, активная роль в обучении принадлежит уже не столько преподавателю, сколько студенту.

Зная основные методы научной организации умственного труда, можно при наименьших затратах времени, средств и трудовых усилий достичь наилучших результатов.

Эффективность усвоения поступающей информации зависит от работоспособности человека в тот или иной момент его деятельности.

Работоспособность - способность человека к труду с высокой степенью напряженности в течение определенного времени. Различают внутренние и внешние факторы работоспособности.

К внутренним факторам работоспособности относятся интеллектуальные особенности, воля, состояние здоровья.

К внешним:

- организация рабочего места, режим труда и отдыха;
- уровень организации труда - умение получить справку и пользоваться информацией;
- величина умственной нагрузки.

Выдающийся русский физиолог Н. Е. Введенский выделил следующие условия продуктивности умственной деятельности:

- во всякий труд нужно входить постепенно;
- мерность и ритм работы. Разным людям присущ более или менее разный темп работы;
- привычная последовательность и систематичность деятельности;
- правильное чередование труда и отдыха.

Отдых не предполагает обязательного полного бездействия со стороны человека, он может быть достигнут простой переменной дела. В течение дня работоспособность изменяется. Наиболее плодотворным является *утреннее время (с 8 до 14 часов)*, причем максимальная работоспособность приходится на период с 10 до 13 часов, затем *послеобеденное* - (с 16 до 19 часов) и *вечернее* (с 20 до 24 часов). Очень трудный для понимания материал лучше изучать в начале каждого отрезка времени (лучше всего

утреннего) после хорошего отдыха. Через 1-1,5 часа нужны перерывы по 10 - 15 мин, через 3 - 4 часа работы отдых должен быть продолжительным - около часа.

Составной частью научной организации умственного труда является овладение техникой умственного труда.

Физически здоровый молодой человек, обладающий хорошей подготовкой и нормальными способностями, должен, будучи студентом, отдавать *учению 9-10 часов в день* (из них 6 часов в вузе и 3 - 4 часа дома). Любой предмет нельзя изучить за несколько дней перед экзаменом. Если студент в году работает систематически, то он быстро все вспомнит, восстановит забытое. Если же подготовка шла аврально, то у студента не будет даже общего представления о предмете, он забудет все сданное.

Следует взять за правило: *учиться ежедневно, начиная с первого дня семестра.*

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них - это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая - внеаудиторная самостоятельная работа. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 3-5 часов ежедневно. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра, пропущенные дни будут потеряны безвозвратно, компенсировать их позднее усиленными занятиями без снижения качества работы и ее производительности невозможно. Первые дни семестра очень важны для того, чтобы включиться в работу, установить определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр. Ритм в работе - это ежедневные самостоятельные занятия, желательно в одни и те же часы, при целесообразном чередовании занятий с перерывами для отдыха. Вначале для того, чтобы организовать ритмичную работу, требуется сознательное напряжение воли. Как только человек втянулся в работу, принуждение снижается, возникает привычка, работа становится потребностью.

Если порядок в работе и ее ритм установлены правильно, то студент изо дня в день может работать, не снижая своей производительности и не перегружая себя. Правильная смена одного вида работы другим позволяет отдыхать, не прекращая работы.

Таким образом, первая задача организации внеаудиторной самостоятельной работы - это составление расписания, которое должно отражать время занятий, их характер (теоретический курс, практические занятия, графические работы, чтение), перерывы на

обед, ужин, отдых, сон, проезд и т.д. Расписание не предопределяет содержания работы, ее содержание неизбежно будет изменяться в течение семестра. Порядок же следует закрепить на весь семестр и приложить все усилия, чтобы поддерживать его неизменным (кроме исправления ошибок в планировании, которые могут возникнуть из-за недооценки объема работы или переоценки своих сил).

При однообразной работе человек утомляется больше, чем при работе разного характера. Однако не всегда целесообразно заниматься многими учебными дисциплинами в один и тот же день, так как при каждом переходе нужно вновь сосредоточить внимание, что может привести к потере времени. Наиболее целесообразно ежедневно работать не более чем над двумя-тремя дисциплинами.

Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий (черчение, построение графиков и т.п.).

Самостоятельные занятия потребуют интенсивного умственного труда, который необходимо не только правильно организовать, но и стимулировать. При этом очень важно уметь поддерживать устойчивое внимание к изучаемому материалу. Выработка внимания требует значительных волевых усилий. Именно поэтому, если студент замечает, что он часто отвлекается во время самостоятельных занятий, ему надо заставить себя сосредоточиться. Подобную процедуру необходимо проделывать постоянно, так как это является тренировкой внимания. Устойчивое внимание появляется тогда, когда человек относится к делу с интересом.

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут - работа, 5-10 минут - перерыв; после 3 часов работы перерыв - 20-25 минут. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспособности, являются систематические занятия физической культурой. Организация активного отдыха предусматривает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность человека.

б. Самостоятельная работа студента - необходимое звено становления исследователя и специалиста

Прогресс науки и техники, информационных технологий приводит к значительному увеличению научной информации, что предъявляет более высокие требования не только к моральным, нравственным свойствам человека, но и в

особенности, постоянно возрастающие требования в области образования – обновление, модернизация общих и профессиональных знаний, умений специалиста.

Всякое образование должно выступать как динамический процесс, присущий человеку и продолжающийся всю его жизнь. Овладение научной мыслью и языком науки является необходимой составляющей в самоорганизации будущего специалиста исследователя. Под этим понимается не столько накопление знаний, сколько овладение научно обоснованными способами их приобретения. В этом, вообще говоря, состоит основная задача вуза.

Специфика вузовского учебного процесса, в организации которого самостоятельной работе студента отводятся все больше места, состоит в том, что он является как будто бы последним и самым адекватным звеном для реализации этой задачи. Ибо во время учебы в вузе происходит выработка стиля, навыков учебной (познавательной) деятельности, рациональный характер которых будет способствовать постоянному обновлению знаний высококвалифицированного выпускника вуза.

Однако до этого пути существуют определенные трудности, в частности, переход студента от синтетического процесса обучения в средней школе, к аналитическому в высшей. Это связано как с новым содержанием обучения (расширение общего образования и углубление профессиональной подготовки), так и с новыми, неизвестными до сих пор формами: обучения (лекции, семинары, лабораторные занятия и т.д.). Студент получает не только знания, предусмотренные программой и учебными пособиями, но он также должен познакомиться со способами приобретения знаний так, чтобы суметь оценить, что мы знаем, откуда мы это знаем и как этого знания мы достигли. Ко всему этому приходят через собственную самостоятельную работу.

Это и потому, что самостоятельно приобретенные знания являются более оперативными, они становятся личной собственностью, а также мотивом поведения, развивают интеллектуальные черты, внимание, наблюдательность, критичность, умение оценивать. Роль преподавателя в основном заключается в руководстве накопления знаний (по отношению к первокурсникам), а в последующие годы учебы, на старших курсах, в совместном установлении проблем и заботе о самостоятельных поисках студента, а также контроллинга за их деятельностью. Отметим, что нельзя ограничиваться только приобретением знаний предусмотренных программой изучаемой дисциплины, надо постоянно углублять полученные знания, сосредотачивая их на какой-нибудь узкой определенной области, соответствующей интересам студента. Углубленное изучение всех предметов, предусмотренных программой, на практике является возможным, и хорошая организация работы позволяет экономить время, что создает условия для глубокого,

систематического, заинтересованного изучения самостоятельно выбранной студентом темы.

Конечно, все советы, примеры, рекомендации в этой области, даваемые преподавателем, или определенными публикациями, или другими источниками, не гарантируют никакого успеха без проявления собственной активности в этом деле, т.е. они не дают готовых рецептов, а должны способствовать анализу собственной работы, ее целей, организации в соответствии с индивидуальными особенностями. Учитывая личные возможности, существующие условия жизни и работы, навыки, на основе этих рекомендаций, возможно, выработать индивидуально обоснованную совокупность методов, способов, найти свой стиль или усовершенствовать его, чтобы изучив определенный материал, иметь время оценить его значимость, пригодность и возможности его применения, чтобы, в конечном счете, обеспечить успешность своей учебы с будущей профессиональной деятельности

7. Методические рекомендации для студентов по отдельным формам самостоятельной работы

С первых же сентябрьских дней на студента обрушивается громадный объем информации, которую необходимо усвоить. Нужный материал содержится не только в лекциях (запомнить его – это только малая часть задачи), но и в учебниках, книгах, статьях. Порой возникает необходимость привлекать информационные ресурсы Интернет.

Система вузовского обучения подразумевает значительно большую самостоятельность студентов в планировании и организации своей деятельности. Вчерашнему школьнику сделать это бывает весьма непросто: если в школе ежедневный контроль со стороны учителя заставлял постоянно и систематически готовиться к занятиям, то в вузе вопрос об уровне знаний вплотную встает перед студентом только в период сессии. Такая ситуация оборачивается для некоторых соблазном весь семестр посвятить свободному времяпрепровождению («когда будет нужно – выучу!»), а когда приходит пора экзаменов, материала, подлежащего усвоению, оказывается так много, что никакая память не способна с ним справиться в оставшийся промежуток времени.

Работа с книгой

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил.

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа.

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Опыт показывает, что многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые формулы и понятия. Такой лист помогает запомнить формулы, основные положения лекции, а также может служить постоянным справочником для студента.

Различают два вида чтения; первичное и вторичное. *Первичное* - это внимательное, неторопливое чтение, при котором можно остановиться на трудных местах. После него не должно остаться ни одного непонятого олова. Содержание не всегда может быть понятно после первичного чтения.

Задача *вторичного* чтения - полное усвоение смысла целого (по счету это чтение может быть и не вторым, а третьим или четвертым).

Правила самостоятельной работы с литературой. Как уже отмечалось, самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования у себя научного способа познания. Основные советы здесь можно свести к следующим:

- Составить перечень книг, с которыми Вам следует познакомиться; «не старайтесь запомнить все, что вам в ближайшее время не понадобится, – советует студенту и

молодому ученому Г. Селье, – запомните только, где это можно отыскать» (Селье, 1987. С. 325).

- Сам такой перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и дипломных работ, а что Вас интересует за рамками официальной учебной деятельности, то есть что может расширить Вашу общую культуру...).

- Обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и дипломных работ это позволит очень сэкономить время).

- Разобраться для себя, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть.

- При составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и научными руководителями (или даже с более подготовленными и эрудированными сокурсниками), которые помогут Вам лучше сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время...

- Естественно, все прочитанные книги, учебники и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц).

- Если книга – Ваша собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные для Вас мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора (это очень хороший совет, позволяющий экономить время и быстро находить «избранные» места в самых разных книгах).

- Если Вы раньше мало работали с научной литературой, то следует выработать в себе способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда Вам понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать), и это может занять немалое время (у кого-то – до нескольких недель и даже месяцев); опыт показывает, что после этого студент каким-то «чудом» начинает буквально заглатывать книги и чуть ли не видеть «сквозь обложку», стоящая это работа или нет...

- «Либо читайте, либо перелистывайте материал, но не пытайтесь читать быстро... Если текст меня интересует, то чтение, размышление и даже фантазирование по этому поводу сливаются в единый процесс, в то время как вынужденное скорочтение не только

не способствует качеству чтения, но и не приносит чувства удовлетворения, которое мы получаем, размышляя о прочитанном», – советует Г. Селье (Селье, 1987. – С. 325-326).

- Есть еще один эффективный способ оптимизировать знакомство с научной литературой – следует увлечься какой-то идеей и все книги просматривать с точки зрения данной идеи. В этом случае студент (или молодой ученый) будет как бы искать аргументы «за» или «против» интересующей его идеи, и одновременно он будет как бы общаться с авторами этих книг по поводу своих идей и размышлений... Проблема лишь в том, как найти «свою» идею...

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того насколько осознанно читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют *четыре основные установки в чтении научного текста*:

1. информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)
2. усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)
3. аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)
4. творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к научному тексту связано существование и нескольких *видов чтения*:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
2. просмотрное – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером

информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач. Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным текстом.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;

2. Выделите главное, составьте план;

3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;

4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

Практические занятия

Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

Самопроверка

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, используя лист опорных сигналов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

Консультации

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Подготовка к экзаменам и зачетам

Изучение многих общепрофессиональных и специальных дисциплин завершается экзаменом. Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по конкретной учебной дисциплине.

Экзаменационная сессия - это серия экзаменов, установленных учебным планом. Между экзаменами интервал 3-4 дня. Не следует думать, что 3-4 дня достаточно для успешной подготовки к экзаменам.

В эти 3-4 дня нужно систематизировать уже имеющиеся знания. На консультации перед экзаменом студентов познакомят с основными требованиями, ответят на возникшие у них вопросы. Поэтому посещение консультаций обязательно.

Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. Во-первых, очень важно соблюдение режима дня; сон не менее 8 часов в сутки, занятия заканчиваются не позднее, чем за 2-3 часа до сна. Оптимальное время занятий, особенно по математике - утренние и дневные часы. В перерывах между занятиями рекомендуются прогулки на свежем воздухе, утомительные занятия спортом. Во-вторых, наличие хороших собственных конспектов лекций. Даже в том случае, если была пропущена какая-либо лекция, необходимо во время ее восстановить (переписать ее на кафедре), обдумать, снять возникшие вопросы для того, чтобы запоминание материала было осознанным. В-третьих, при подготовке к экзаменам у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Здесь можно эффективно использовать листы опорных сигналов.

Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом листы опорных сигналов.

Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

Правила подготовки к зачетам и экзаменам:

- Лучше сразу сориентироваться во всем материале и обязательно расположить весь материал согласно экзаменационным вопросам (или вопросам, обсуждаемым на семинарах), эта работа может занять много времени, но все остальное – это уже технические детали (главное – это ориентировка в материале!).
- Сама подготовка связана не только с «запоминанием». Подготовка также предполагает и переосмысление материала, и даже рассмотрение альтернативных идей.
- Готовить «шпаргалки» полезно, но пользоваться ими рискованно. Главный смысл подготовки «шпаргалок» – это систематизация и оптимизация знаний по данному предмету, что само по себе прекрасно – это очень сложная и важная для студента работа,

более сложная и важная, чем простое поглощение массы учебной информации. Если студент самостоятельно подготовил такие «шпаргалки», то, скорее всего, он и экзамены сдавать будет более уверенно, так как у него уже сформирована общая ориентировка в сложном материале.

- Как это ни парадоксально, но использование «шпаргалок» часто позволяет отвечающему студенту лучше демонстрировать свои познания (точнее – ориентировку в знаниях, что намного важнее знания «запомненного» и «тут же забытого» после сдачи экзамена).

- Сначала студент должен продемонстрировать, что он «усвоил» все, что требуется по программе обучения (или по программе данного преподавателя), и лишь после этого он вправе высказать иные, желательно аргументированные точки зрения.

Правила написания научных текстов (рефератов, курсовых и дипломных работ):

- Важно разобраться сначала, какова истинная цель Вашего научного текста - это поможет Вам разумно распределить свои силы, время и.

- Важно разобраться, кто будет «читателем» Вашей работы.

- Писать серьезные работы следует тогда, когда есть о чем писать и когда есть настроение поделиться своими рассуждениями.

- Как создать у себя подходящее творческое настроение для работы над научным текстом (как найти «вдохновение»)? Во-первых, должна быть идея, а для этого нужно научиться либо относиться к разным явлениям и фактам несколько критически (своя идея – как иная точка зрения), либо научиться увлекаться какими-то известными идеями, которые нуждаются в доработке (идея – как оптимистическая позиция и направленность на дальнейшее совершенствование уже известного). Во-вторых, важно уметь отвлекаться от окружающей суеты (многие талантливые люди просто «пропадают» в этой суете), для чего важно уметь выделять важнейшие приоритеты в своей учебно-исследовательской деятельности. В-третьих, научиться организовывать свое время, ведь, как известно, свободное (от всяких глупостей) время – важнейшее условие настоящего творчества, для него наконец-то появляется время. Иногда именно на организацию такого времени уходит немалая часть сил и талантов.

- Писать следует ясно и понятно, стараясь основные положения формулировать четко и недвусмысленно (чтобы и самому понятно было), а также стремиться структурировать свой текст. Каждый раз надо представлять, что ваш текст будет кто-то читать и ему захочется сориентироваться в нем, быстро находить ответы на интересующие вопросы (заодно представьте себя на месте такого человека). Понятно, что работа, написанная «сплошным текстом» (без заголовков, без выделения крупным

шрифтом наиболее важным мест и т. п.), у культурного читателя должна вызывать брезгливость и даже жалость к автору (исключения составляют некоторые древние тексты, когда и жанр был иной и к текстам относились иначе, да и самих текстов было гораздо меньше – не то, что в эпоху «информационного взрыва» и соответствующего «информационного мусора»).

- Объем текста и различные оформительские требования во многом зависят от принятых в конкретном учебном заведении порядков.

Содержание основных этапов подготовки курсовой работы

Курсовая работа - это самостоятельное исследование студентом определенной проблемы, комплекса взаимосвязанных вопросов, касающихся конкретной финансовой ситуации.

Курсовая работа не должна состояться из фрагментов статей, монографий, пособий. Кроме простого изложения фактов и цитат, в курсовой работе должно проявляться авторское видение проблемы и ее решения.

Рассмотрим основные этапы подготовки курсовой работы студентом.

Выполнение курсовой работы начинается с выбора темы.

Затем студент приходит на первую консультацию к руководителю, которая предусматривает:

- обсуждение цели и задач работы, основных моментов избранной темы;
- консультирование по вопросам подбора литературы;
- составление предварительного плана;
- составление графика выполнения курсовой работы.

Следующим этапом является работа с литературой. Необходимая литература подбирается студентом самостоятельно.

После подбора литературы целесообразно сделать рабочий вариант плана работы. В нем нужно выделить основные вопросы темы и параграфы, раскрывающие их содержание.

Составленный список литературы и предварительный вариант плана уточняются, согласуются на очередной консультации с руководителем.

Затем начинается следующий этап работы - изучение литературы. Только внимательно читая и конспектируя литературу, можно разобраться в основных вопросах темы и подготовиться к самостоятельному (авторскому) изложению содержания курсовой работы. Конспектируя первоисточники, необходимо отразить основную идею автора и его позицию по исследуемому вопросу, выявить проблемы и наметить задачи для дальнейшего изучения данных проблем.

Систематизация и анализ изученной литературы по проблеме исследования позволяют студенту написать первую (теоретическую) главу.

Выполнение курсовой работы предполагает проведение определенного исследования. На основе разработанного плана студент осуществляет сбор фактического материала, необходимых цифровых данных. Затем полученные результаты подвергаются анализу, статистической, математической обработке и представляются в виде текстового описания, таблиц, графиков, диаграмм. Программа исследования и анализ полученных результатов составляют содержание второй (аналитической) главы.

В третьей (рекомендательной) части должны быть отражены мероприятия, рекомендации по рассматриваемым проблемам.

Рабочий вариант текста курсовой работы предоставляется руководителю на проверку. На основе рабочего варианта текста руководитель вместе со студентом обсуждает возможности доработки текста, его оформление. После доработки курсовая работа сдается на кафедру для ее оценивания руководителем.

Защита курсовой работы студентов проходит в сроки, установленные графиком учебного процесса.

Рекомендации по подготовке к защите курсовой работы

При подготовке к защите курсовой работы студент должен знать основные положения работы, выявленные проблемы и мероприятия по их устранению, перспективы развития рассматриваемой экономической ситуации.

Защита курсовой работы проводится в университете при наличии у студента курсовой работы, рецензии и зачетной книжки. Оценка - дифференцирована. Преподаватель оценивает защиту курсовой работы и заполняет графу "оценка" в ведомости и в зачетной книжке.

Не допускаются к защите варианты курсовых работ, найденные в Интернет, сканированные варианты учебников и учебных пособий, а также копии ранее написанных студенческих работ.

8. Самостоятельная работа студентов в условиях балльно-рейтинговой системы обучения

Рейтинговая система обучения предполагает многобалльное оценивание студентов, но это не простой переход от пятибалльной шкалы, а возможность объективно отразить в баллах расширение диапазона оценивания индивидуальных способностей студентов, их усилий, потраченных на выполнение того или иного вида самостоятельной работы. Существует большой простор для создания блока дифференцированных индивидуальных заданий, каждое из которых имеет свою «цену». Правильно организованная технология

рейтингового обучения позволяет с самого начала уйти от пятибалльной системы оценивания и прийти к ней лишь при подведении итогов, когда заработанные студентами баллы переводятся в привычные оценки (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно). Кроме того, в систему рейтинговой оценки включаются дополнительные поощрительные баллы за оригинальность, новизну подходов к выполнению заданий для самостоятельной работы или разрешению научных проблем. У студента имеется возможность повысить учебный рейтинг путем участия во внеучебной работе (участие в олимпиадах, конференциях; выполнение индивидуальных творческих заданий, рефератов; участие в работе научного кружка и т.д.). При этом студенты, не спешащие сдавать работу вовремя, могут получить и отрицательные баллы. Вместе с тем, поощряется более быстрое прохождение программы отдельными студентами. Например, если учащийся готов сдавать зачет или писать самостоятельную работу раньше группы, можно добавить ему дополнительные баллы.

Рейтинговая система – это регулярное отслеживание качества усвоения знаний и умений в учебном процессе, выполнения планового объема самостоятельной работы. Ведение многобалльной системы оценки позволяет, с одной стороны, отразить в балльном диапазоне индивидуальные особенности студентов, а с другой – объективно оценить в баллах усилия студентов, затраченные на выполнение отдельных видов работ. Так каждый вид учебной деятельности приобретает свою «цену». Получается, что «стоимость» работы, выполненной студентом безусловно, является количественной мерой качества его обученности по той совокупности изученного им учебного материала, которая была необходима для успешного выполнения задания. Разработанная шкала перевода рейтинга по дисциплине в итоговую пятибалльную оценку доступна, легко подсчитывается как преподавателем, так и студентом: 85%-100% максимальной суммы баллов – оценка «отлично», 70%-85% – оценка «хорошо», 50%-70% – «удовлетворительно», 50% и менее от максимальной суммы – «неудовлетворительно».

При использовании рейтинговой системы:

- основной акцент делается на организацию активных видов учебной деятельности, активность студентов выходит на творческое осмысление предложенных задач;
- во взаимоотношениях преподавателя со студентами есть сотрудничество и сотворчество, существует психологическая и практическая готовность преподавателя к факту индивидуального своеобразия «Я-концепции» каждого студента;
- предполагается разнообразие стимулирующих, эмоционально-регулирующих, направляющих и организующих приемов вмешательства (при необходимости) преподавателя в самостоятельную работу студентов;

- преподаватель выступает в роли педагога-менеджера и режиссера обучения, готового предложить студентам минимально необходимый комплект средств обучения, а не только передает учебную информацию; обучаемый выступает в качестве субъекта деятельности наряду с преподавателем, а развитие его индивидуальности выступает как одна из главных образовательных целей;
- учебная информация используется как средство организации учебной деятельности, а не как цель обучения.

Рейтинговая система обучения обеспечивает наибольшую информационную, процессуальную и творческую продуктивность самостоятельной познавательной деятельности студентов при условии ее реализации через технологии личностно-ориентированного обучения (проблемные, диалоговые, дискуссионные, эвристические, игровые и другие образовательные технологии).

Большинство студентов положительно относятся к такой системе отслеживания результатов их подготовки, отмечая, что рейтинговая система обучения способствует равномерному распределению их сил в течение семестра, улучшает усвоение учебной информации, обеспечивает систематическую работу без «авралов» во время сессии. Большое количество разнообразных заданий, предлагаемых для самостоятельной проработки, и разные шкалы их оценивания позволяют студенту следить за своими успехами, и при желании у него всегда имеется возможность улучшить свой рейтинг (за счет выполнения дополнительных видов самостоятельной работы), не дожидаясь экзамена. Организация процесса обучения в рамках рейтинговой системы обучения с использованием разнообразных видов самостоятельной работы позволяет получить более высокие результаты в обучении студентов по сравнению с традиционной вузовской системой обучения.

Использование рейтинговой системы позволяет добиться более ритмичной работы студента в течение семестра, а так же активизирует познавательную деятельность студентов путем стимулирования их творческой активности. Весьма эффективно использование тестов непосредственно в процессе обучения, при самостоятельной работе студентов. В этом случае студент сам проверяет свои знания. Не ответив сразу на тестовое задание, студент получает подсказку, разъясняющую логику задания и выполняет его второй раз.

Следует отметить и все шире проникающие в учебный процесс автоматизированные обучающие и обучающе-контролирующие системы, которые позволяют студенту самостоятельно изучать ту или иную дисциплину и одновременно контролировать уровень усвоения материала.

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

**КАФЕДРА «ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ
В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ»**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

К САМОСТОЯТЕЛЬНЫМ ЗАНЯТИЯМ

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ПАТЕНТОВЕДЕНИЕ И ЗАЩИТА ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ»**

**ПАТЕНТОВАНИЕ И ЗАЩИТА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
(БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ)**

для обучающихся по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Уровень профессионального образования: БАКАЛАВРИАТ
Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профили:
«Электрические станции и подстанции»

Форма обучения: очная и заочная

Рязань, 2020

Составители: д.т.н., доцент Г.К. Рембалович; к.т.н.; Р.В. Безносюк, к.т.н., В.Д. Липин

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) И.Ю. Богданчиков

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 самостоятельных работ по курсу «Патентование и защита интеллектуальной собственности (базовый уровень)» для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Методические указания составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) третьего поколения по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, и предназначены для студентов очной и заочной формы обучения, обучающихся по профилям «Электрические станции и подстанции». Предназначены для методического обеспечения выполнения практических занятий по дисциплине «Патентование и защита интеллектуальной собственности (базовый уровень)».

Методические рекомендации обсуждены и одобрены на заседании кафедры технологии металлов и ремонта машин «31» августа 2020 г., протокол № 1 .

Зав. кафедрой «Технология металлов и ремонт машин» _____ Г.К. Рембалович

(кафедра)

(подпись)

(ФИО)

Методические указания одобрены учебно-методической комиссией инженерного факультета «31» августа 2020 г., протокол № 1 .

Председатель учебно-методической комиссии
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника



(подпи

А.Н. Бачурин
(ФИО)

Содержание

1. Состав заявки
2. Документы, прилагаемые к заявке
3. Требования к объектам изобретения
4. Требование единства изобретения
5. Требования к заявлению о выдаче патента на изобретение
6. Требования к описанию изобретения
7. Требования к формуле изобретения
8. Требования к материалам, поясняющим сущность изобретения
9. Требования к реферату
10. Требования к оформлению заявки
11. Заявки на изобретения представляются
12. Использование машиночитаемых носителей

Порядок оформления заявки на изобретение

Заявка на изобретение составляется в соответствии с [Гражданским кодексом РФ \(часть четвертая\) Глава 72](#) и [Административным регламентом по организации приема заявок на изобретение и их рассмотрения, экспертизы и выдачи патентов на изобретение п.10](#)

Рекомендуем вам обратить внимание на [10.7.2.](#) где указано, что заявка должна содержать индекс рубрики в соответствии с [Международной патентной классификацией](#).

[Административный регламент](#) по организации приема заявок на изобретение и их рассмотрения, экспертизы и выдачи патентов на изобретение п.10 (выдержка)

10.2. Состав заявки

В соответствии с пунктом 2 [статьи 1375](#) Кодекса заявка должна содержать:

заявление о выдаче патента на изобретение с указанием автора изобретения и лица, на имя которого испрашивается патент (заявителя), а также их места жительства или места нахождения;

описание изобретения, раскрывающее его с полнотой, достаточной для осуществления;

формулу изобретения, выражающую его сущность и полностью основанную на его описании;

чертежи и иные *материалы*, если они необходимы для понимания сущности изобретения;

реферат.

10.3. Документы, прилагаемые к заявке

(1) В соответствии с пунктом 5 [статьи 1374](#) Кодекса к заявке прилагается документ, подтверждающий уплату патентной пошлины в установленном размере, или документ, подтверждающий основания освобождения от уплаты патентной пошлины, либо уменьшения ее размера, либо отсрочки ее уплаты;

(2) В соответствии с пунктом 3 [статьи 1382](#) Кодекса заявитель, желающий воспользоваться правом конвенционного приоритета в отношении заявки, должен представить в Роспатент заверенную копию первой заявки в течение шестнадцати месяцев со дня ее подачи в патентное ведомство государства - участника Парижской конвенции по охране промышленной собственности.

Если первых заявок несколько, прилагаются копии всех этих заявок, которые представляются в течение 16 месяцев с наиболее ранней даты подачи этих заявок.

Представление заверенной копии приоритетной заявки может быть заменено указанием цифровой библиотеки ведомства, в котором размещена электронная копия приоритетной заявки, если упомянутое ведомство обеспечивает доступ к ней Роспатента.

При испрашивании конвенционного приоритета по заявке, поступившей по истечении 12 месяцев с даты подачи первой заявки, но не позднее двух месяцев по истечении 12-месячного срока, к заявке прилагается документ с указанием не зависящих от заявителя обстоятельств, воспрепятствовавших подаче заявки в указанный 12-месячный срок, и подтверждением наличия этих обстоятельств, если нет оснований предполагать, что они известны Роспатенту.

Просьба об установлении конвенционного приоритета может быть представлена при подаче заявки (приводится в соответствующей графе заявления о выдаче патента на изобретение) или не позднее 16 месяцев с даты подачи первой заявки.

(3) К заявке на изобретение, относящееся к штамму микроорганизма, линии клеток растений или животных либо к средству с использованием неизвестных штамма микроорганизма или линии клеток, содержащей указание на их депонирование в уполномоченной на это коллекции микроорганизмов, прилагается документ о депонировании.

(4) К заявке, содержащей перечень последовательностей нуклеотидов и/или аминокислот, прилагается машиночитаемый носитель информации с записью копии того же перечня последовательностей, удовлетворяющей требованиям подпункта (13) пункта 10.11 настоящего Регламента, и подписанное заявителем заявление относительно того, что информация, представляемая в машиночитаемой форме, идентична перечню последовательностей, представляемому в печатной форме.

(5) В соответствии с пунктом 1 [статьи 1366](#) Кодекса заявитель, являющийся автором изобретения, при подаче заявки на выдачу патента на изобретение может приложить к документам заявки заявление о том, что в случае выдачи патента он обязуется заключить

договор об отчуждении патента на условиях, соответствующих установившейся практике, с любым гражданином Российской Федерации или российским юридическим лицом, кто первым изъявил такое желание и уведомил об этом патентообладателя и Роспатент. При наличии такого заявления установленные патентные пошлины не взимаются.

10.4. Требования к объектам изобретения

В качестве изобретения охраняется техническое решение в любой области, относящееся к продукту или способу.

10.4.1. Объект изобретения - продукт

Продуктом как объектом изобретения является, в частности, устройство, вещество, штамм микроорганизма, культура (линия) клеток растений или животных, генетическая конструкция.

К *устройствам* относятся конструкции и изделия.

К *веществам* относятся, в частности: химические соединения, в том числе нуклеиновые кислоты и белки; композиции (составы, смеси); продукты ядерного превращения.

К *штаммам микроорганизмов* относятся, в частности, штаммы бактерий, вирусов, бактериофагов, микроводорослей, микроскопических грибов, консорциумы микроорганизмов.

К *линиям клеток растений или животных* относятся линии клеток тканей, органов растений или животных, консорциумы соответствующих клеток.

К *генетическим конструкциям* относятся, в частности, плазмиды, векторы, стабильно трансформированные клетки микроорганизмов, растений и животных, трансгенные растения и животные.

10.4.2. Объект изобретения - способ

Способом как объектом изобретения является процесс осуществления действий над материальным объектом с помощью материальных средств.

10.4.3. Предложения, которым не предоставляется правовая охрана согласно Кодексу

10.4.3.1. Предложения, которые не могут быть объектами патентных прав согласно пункту 4 [статьи 1349](#) Кодекса:

способы клонирования человека;

способы модификации генетической целостности клеток зародышевой линии человека;

использование человеческих эмбрионов в промышленных и коммерческих целях;

иные решения, противоречащие общественным интересам, принципам гуманности и морали.

10.4.3.2. Предложения, которые не являются изобретениями согласно пункту 5 [статьи 1350](#) Кодекса:

открытия;

научные теории и математические методы;

решения, касающиеся только внешнего вида изделий и направленные на удовлетворение эстетических потребностей;

правила и методы игр, интеллектуальной или хозяйственной деятельности;

программы для ЭВМ;

решения, заключающиеся только в представлении информации.

В соответствии с настоящим пунктом исключается возможность отнесения указанных объектов к изобретениям только в случае, когда заявка на выдачу патента на изобретение касается этих объектов как таковых.

10.4.3.3. Предложения, которым не предоставляется правовая охрана в качестве изобретения согласно пункту 6 [статьи 1350](#) Кодекса:

сортам растений, породам животных и биологическим способам их получения, за исключением микробиологических способов и продуктов, полученных такими способами;

топологиям интегральных микросхем.

10.5. Требование единства изобретения

В соответствии с пунктом 1 [статьи 1375](#) Кодекса заявка должна относиться к одному изобретению или группе изобретений, связанных между собой настолько, что они образуют единый изобретательский замысел (требование единства изобретения).

Единство изобретения признается соблюденным, если:

в формуле изобретения охарактеризовано одно изобретение;

в формуле изобретения охарактеризована группа изобретений:

одно из которых предназначено для получения (изготовления) другого (например, устройство или вещество и способ получения (изготовления) устройства или вещества в целом или их части);

одно из которых предназначено для осуществления другого (например, способ и устройство для осуществления способа в целом или одного из его действий);

одно из которых предназначено для использования другого (в другом) (например, способ и вещество, предназначенное для использования в способе; способ или устройство и его часть;

относящихся к объектам одного вида (несколько устройств, несколько веществ и т.д.), одинакового назначения, обеспечивающим получение одного и того же технического результата (варианты).

10.6. Требования к заявлению о выдаче патента на изобретение

(1) Заявление о выдаче патента на изобретение (далее - заявление) представляется на типографском бланке или в виде компьютерной распечатки по образцу, приведенному в [Приложении № 2](#) к настоящему Регламенту.

Если какие-либо сведения нельзя разместить полностью в соответствующих графах, их приводят по той же форме на дополнительном листе с указанием в соответствующей графе заявления: "см. продолжение на дополнительном листе".

(2) Графы заявления, расположенные в его верхней части, предназначены для внесения реквизитов после поступления в Роспатент, и заявителем не заполняются.

(3) Графы под кодами (86) и (87), расположенные над словом "Заявление", заполняются заявителем в случае перевода на национальную фазу в Российской Федерации международной заявки, поданной в соответствии с Договором о патентной кооперации (далее - РСТ) и содержащей указание Российской Федерации. В этом случае в соответствующих клетках проставляется знак "X".

В графе под кодом (86) приводятся регистрационный номер международной заявки и дата международной подачи, установленные получающим ведомством.

В графе под кодом (87) приводятся номер и дата международной публикации международной заявки.

(4) В графе "Адрес для переписки" приводятся полный почтовый адрес на территории Российской Федерации и имя или наименование адресата, которые должны удовлетворять обычным требованиям быстрой почтовой доставки корреспонденции адресату.

В качестве адреса для переписки могут быть указаны, в частности, адрес места жительства заявителя (одного из заявителей) - гражданина, проживающего в Российской Федерации, или адрес места нахождения в Российской Федерации заявителя - юридического лица, либо адрес места нахождения патентного поверенного, зарегистрированного в Роспатенте, или иного представителя.

При отсутствии в заявлении адреса для переписки таковым считается адрес места нахождения патентного поверенного или иного представителя, если они назначены, а в противном случае - при наличии адреса на территории Российской Федерации в графах заявления, относящихся к сведениям о заявителе, - адрес места жительства (места нахождения) заявителя (если заявителей несколько - первый из таких адресов).

В этой графе в случае подачи заявки на секретное изобретение приводится адрес для секретной переписки.

В этой же графе дополнительно указывается номер телефона, факса и адрес электронной почты (e-mail) (если они имеются).

(5) В графе под кодом (54) приводится название заявляемого изобретения (группы изобретений), которое должно совпадать с названием, приводимым в описании изобретения.

(6) В графе под кодом (71) приводятся сведения о заявителе: фамилия, имя и отчество (если оно имеется) гражданина, причем фамилия указывается перед именем, или полное официальное наименование юридического лица (согласно учредительному документу), а также сведения об их соответственно месте жительства, месте нахождения, включая официальное наименование страны, полный почтовый адрес и код страны по [стандарту ST.3](#) Всемирной организации интеллектуальной собственности (далее - ВОИС).

Для российского юридического лица указывается основной государственный регистрационный номер (ОГРН).

Если заявителей несколько, указанные сведения приводятся для каждого из них.

Сведения о месте жительства заявителей, являющихся авторами изобретения, в данной графе не приводятся, а излагаются в графе под кодом (72) на второй странице заявления.

Если право на получение патента на изобретение принадлежит Российской Федерации, субъекту Российской Федерации или муниципальному образованию в соответствии с пунктом 1 [статьи 1373](#) Кодекса, сведения о заявителе указываются следующим образом: "Российская Федерация (или наименование субъекта Российской Федерации, или наименование муниципального образования), от имени которой выступает... (приводится официальное наименование юридического лица согласно учредительному документу, являющегося государственным или муниципальным заказчиком)".

В случае, если право на получение патента на изобретение принадлежит совместно организации, выполняющей государственный или муниципальный контракт (исполнителю), и соответственно Российской Федерации, субъекту Российской Федерации или муниципальному образованию, в графе под кодом (71) одновременно с указанными сведениями приводится официальное наименование исполнителя.

В этой же графе дополнительно простановкой знака "X" в соответствующей клетке отмечается, является ли указанное в этой графе лицо государственным заказчиком, муниципальным заказчиком либо исполнителем работ по государственному или муниципальному контракту для государственных нужд или муниципальных нужд; приводится источник бюджетного финансирования, например, номер государственного или муниципального контракта и дата его заключения.

(7) В графе под кодом (74) приводятся сведения о лице, назначенном заявителем для ведения от его имени дел с Роспатентом: фамилия, имя и отчество (если оно имеется), адрес места жительства (места нахождения) в Российской Федерации, номер телефона, факса и адрес электронной почты (e-mail) (если они имеются), срок представительства, который не может превышать трех лет. Срок представительства указывается в случае назначения представителя без представления отдельной доверенности.

Если указанное лицо является патентным поверенным, дополнительно указывается его регистрационный номер в Роспатенте.

Если заявителей несколько и заявка подается не через патентного поверенного, может быть указан общий представитель заявителей, назначенный из их числа.

Возможно также указание представителя, не являющегося патентным поверенным или одним из заявителей.

(8) В графе под кодом (72) приводятся сведения об авторе изобретения: фамилия, имя и отчество (если оно имеется), полный почтовый адрес места жительства, включающий официальное наименование страны и ее код по [стандарту ST.3](#) ВОИС.

(9) Графа, расположенная непосредственно под графой, имеющей код (72), заполняется только тогда, когда автор просит не упоминать его в качестве такового при публикации сведений о заявке и/или о выдаче патента. В этом случае приводятся фамилия, имя и отчество (если оно имеется) автора, не пожелавшего быть упомянутым при публикации, и его подпись.

(10) Графа "Перечень прилагаемых документов" на второй странице заявления заполняется путем простановки знака "X" в соответствующих клетках и указания количества экземпляров и листов в каждом экземпляре прилагаемых документов. При наличии в описании изобретения раздела "Перечень последовательностей" в соответствующей графе указывается количество листов описания и листов перечня отдельно. Для прилагаемых документов, вид которых не предусмотрен формой заявления ("другой документ"), указывается конкретно их назначение. При наличии в заявке машиночитаемого носителя информации с записью копии перечня последовательностей нуклеотидов и/или аминокислот и заявления, предусмотренного подпунктом (4) пункта 10.3 настоящего Регламента, в графе "другой документ" указывается "Заявление с .. ." (указывается вид машиночитаемого носителя)".

Если прилагаемые документы заявки содержат чертежи, после перечня документов приводится указание номера фигуры чертежей, предназначенной для публикации с рефератом.

(11) Графа, содержащая просьбу об установлении приоритета, заполняется только тогда, когда испрашивается приоритет более ранний, чем дата подачи заявки в Роспатент. В этом случае простановкой знака "X" в соответствующих клетках отмечаются основания для испрашивания приоритета и указываются: номер более ранней, первой или первоначальной заявки, на основании которой испрашивается приоритет (пункт 3 [статьи 1381](#) Кодекса, пункт 1 [статьи 1382](#) Кодекса и пункт 4 статьи 1381 Кодекса соответственно), или номер более ранней заявки, на основании дополнительных материалов к которой испрашивается приоритет (пункт 2 статьи 1381 Кодекса), и дата испрашиваемого приоритета (дата подачи более ранней заявки или дополнительных материалов к ней, дата подачи первой заявки либо дата приоритета первоначальной заявки).

Если приоритет испрашивается на основании нескольких заявок, указываются номера всех заявок и, в соответствующих случаях, несколько дат испрашиваемого приоритета.

При испрашивании конвенционного приоритета указывается код страны подачи первой заявки по [стандарту ST.3](#) ВОИС.

(12) Графа, содержащая ходатайство заявителя, заполняется в случае необходимости, если заявитель при подаче заявки просит осуществить публикацию сведений о заявке ранее установленного срока либо начать рассмотрение международной заявки ранее установленного срока или провести экспертизу заявки по существу.

Ходатайство заявителя обозначается знаком "X", проставляемым в соответствующей клетке.

(13) Заполнение последней графы заявления "Подпись" с указанием даты подписания обязательно во всех случаях. Заявление подписывается заявителем. От имени юридического лица заявление подписывается руководителем организации или иным лицом, уполномоченным на это учредительными документами юридического лица, с указанием его должности; подпись скрепляется печатью юридического лица.

При подаче заявки через представителя заявителя заявление подписывается заявителем или его представителем.

В случае если заявление подписано представителем заявителя, не являющимся патентным поверенным, к заявлению прилагается доверенность, выданная ему заявителем.

Если дата подписания заявления не указана, то таковой считается дата, на которую заявление получено Роспатентом.

(14) Подписи в графах заявления, указанных в подпунктах (9) и (13) настоящего пункта, расшифровываются указанием фамилий и инициалов подписывающего лица.

(15) Наличие подписи заявителя или его представителя обязательно на каждом дополнительном листе.

(16) Заявление о выдаче патента может быть представлено на бланке заявления в соответствии с РСТ, если к этому бланку прилагается или в нем содержится указание на то, что заявитель желает, чтобы заявка рассматривалась как национальная.

В этом случае, если изобретение создано при выполнении работ по государственному контракту или муниципальному контракту соответственно для государственных нужд или муниципальных нужд, дополнительно представляются сведения о том, является ли лицо, указанное в графе "Заявитель", государственным заказчиком, выступающим от имени Российской Федерации (субъекта Российской Федерации), или муниципальным заказчиком, или исполнителем таких работ.

10.7. Требования к описанию изобретения

10.7.1. Назначение описания

Описание должно раскрывать изобретение с полнотой, достаточной для его осуществления.

10.7.2. Структура описания

Описание начинается с названия изобретения. В случае установления рубрики действующей редакции Международной патентной классификации (далее - МПК), к которой относится заявляемое изобретение, индекс этой рубрики приводится перед названием.

Описание содержит следующие разделы:

область техники, к которой относится изобретение;

уровень техники;

раскрытие изобретения;

краткое описание чертежей (если они содержатся в заявке);

осуществление изобретения;

перечень последовательностей (если последовательности нуклеотидов и/или аминокислот использованы для характеристики изобретения).

Не допускается замена раздела описания отсылкой к источнику, в котором содержатся необходимые сведения (литературному источнику, описанию в ранее поданной заявке, описанию к охранному документу и т.п.).

Порядок изложения описания может отличаться от приведенного выше, если, с учетом особенностей изобретения, иной порядок способствует лучшему пониманию и более краткому изложению.

При составлении описания секретного изобретения запрещается указывать сведения, для которых установлена степень секретности выше, чем степень секретности заявленного изобретения.

10.7.3. Название изобретения

(1) Название изобретения должно быть кратким и точным. Название изобретения, как правило, характеризует его назначение и излагается в единственном числе. Исключение составляют:

названия, которые не употребляются в единственном числе;

названия изобретений, относящихся к химическим соединениям, охватываемым общей структурной формулой.

(2) В название изобретения, относящегося к химическому соединению, включается его наименование по одной из принятых в химии номенклатур или наименование группы (класса), к которой оно относится; может быть включено также конкретное назначение соединения, а для биологически активных соединений - вид биологической активности.

(3) В название изобретения, относящегося к нуклеиновой кислоте или полипептиду, выделяемым из природного источника или получаемым иным путем с той же или направленно измененной биологической функцией, включаются наименование вещества, а также определяющая назначение биологическая функция (вид активности, биологическое свойство), если она не следует с очевидностью из наименования.

(4) В название изобретения, относящегося к химическому соединению с неустановленной структурой, смеси неустановленного состава, в том числе полученной биотехнологическим путем, или к способу их получения, включается назначение или вид биологической активности вещества.

(5) В название изобретения, относящегося к штамму микроорганизма, включаются родовое и видовое (в соответствии с требованиями международной номенклатуры) название биологического объекта на латинском языке и назначение штамма.

(6) В название изобретения, относящегося к линии клеток растений или животных, включаются название линии клеток и назначение.

(7) В название изобретения, относящегося к генетической конструкции, включается ее наименование с указанием назначения или определяющей назначение биологической функции.

(8) В названии группы изобретений, в зависимости от ее особенностей, приводится, как правило, следующее:

для группы изобретений, относящихся к объектам, один из которых предназначен для получения (изготовления), осуществления или использования другого, - полное название одного изобретения и сокращенное - другого;

для группы изобретений, относящихся к объектам, один из которых предназначен для использования в другом, - полные названия изобретений, входящих в группу;

для группы изобретений, относящихся к вариантам, название одного изобретения группы, дополненное указываемым в скобках словом "варианты".

(9) В названии изобретения не рекомендуется использовать личные имена, фамильярные наименования, аббревиатуры, товарные знаки и знаки обслуживания, рекламные, фирменные и иные специальные наименования, наименования мест происхождения товаров, слова "и т.д." и аналогичные, которые не служат целям идентификации изобретения.

10.7.4. Содержание разделов описания

10.7.4.1. Область техники, к которой относится изобретение

В разделе описания "Область техники, к которой относится изобретение" указывается область применения изобретения. Если таких областей несколько, указываются преимущественные.

10.7.4.2. Уровень техники

В разделе "Уровень техники" приводятся сведения об известных заявителю аналогах изобретения с выделением из них аналога, наиболее близкого к изобретению (прототипа).

В качестве аналога изобретения указывается средство того же назначения, известное из сведений, ставших общедоступными до даты приоритета изобретения.

При описании каждого из аналогов непосредственно в тексте приводятся библиографические данные источника информации, в котором он раскрыт, признаки аналога с указанием тех из них, которые совпадают с существенными признаками заявляемого изобретения, а также указываются известные заявителю причины, препятствующие получению технического результата, который обеспечивается изобретением.

Если изобретение относится к способу получения смеси неустановленного состава с определенным назначением или биологической активностью, в качестве аналога указывается способ получения смеси с таким же назначением или с такой же биологической активностью.

Если изобретение относится к способу получения нового химического соединения, в том числе высокомолекулярного, приводятся сведения о способе получения его известного структурного аналога или аналога по назначению.

В качестве аналога изобретения, относящегося к штамму микроорганизма, линии клеток растений или животных, генетической конструкции, указываются известный штамм микроорганизма, линия клеток растений или животных, генетическая конструкция с таким же назначением.

В случае группы изобретений сведения об аналогах приводятся для каждого изобретения.

После описания аналогов в качестве наиболее близкого к изобретению указывается тот, которому присуща совокупность признаков, наиболее близкая к совокупности существенных признаков изобретения.

10.7.4.3. Раскрытие изобретения

(1) Сведения, раскрывающие сущность изобретения.

(1.1) *Сущность изобретения как технического решения* выражается в совокупности существенных признаков, достаточной для достижения обеспечиваемого изобретением технического результата.

Признаки относятся к существенным, если они влияют на возможность получения технического результата, т.е. находятся в причинно-следственной связи с указанным результатом.

Технический результат представляет собой характеристику технического эффекта, явления, свойства и т.п., объективно проявляющихся при осуществлении способа или при изготовлении либо использовании продукта, в том числе при использовании продукта, полученного непосредственно способом, воплощающим изобретение.

Технический результат может выражаться, в частности, в снижении (повышении) коэффициента трения; в предотвращении заклинивания; снижении вибрации; в улучшении кровоснабжения органа; локализации действия лекарственного препарата, снижении его токсичности; в устранении дефектов структуры литья; в улучшении контакта рабочего органа со средой; в уменьшении искажения формы сигнала; в снижении просачивания жидкости; в улучшении смачиваемости; в предотвращении растрескивания; повышении иммуногенности вакцины; повышении устойчивости растения к фитопатогенам; получении антител с определенной направленностью; повышении быстродействия или уменьшении требуемого объема оперативной памяти компьютера.

Технический результат выражается таким образом, чтобы обеспечить возможность понимания специалистом на основании уровня техники его смыслового содержания.

Получаемый результат не считается имеющим технический характер, в частности, если он:

достигается лишь благодаря соблюдению определенного порядка при осуществлении тех или иных видов деятельности на основе договоренности между ее участниками или установленных правил;

заключается только в получении той или иной информации и достигается только благодаря применению математического метода, программы для электронной вычислительной машины или используемого в ней алгоритма;

обусловлен только особенностями смыслового содержания информации, представленной в той или иной форме на каком-либо носителе;

заключается в занимательности и/или зрелищности.

(1.2) В данном разделе подробно раскрывается задача, на решение которой направлено заявляемое изобретение, с указанием обеспечиваемого им технического результата.

Если при создании изобретения решается задача только расширения арсенала технических средств определенного назначения или получения таких средств впервые, технический результат заключается в реализации этого назначения.

Если изобретение обеспечивает получение нескольких технических результатов (в том числе в конкретных формах его выполнения или при особых условиях использования), рекомендуется указать все технические результаты.

Приводятся все существенные признаки, характеризующие изобретение; выделяются признаки, отличительные от наиболее близкого аналога, при этом указываются совокупность признаков, обеспечивающая получение технического результата во всех случаях, на которые распространяется испрашиваемый объем правовой охраны, и признаки, характеризующие изобретение лишь в частных случаях, в конкретных формах выполнения или при особых условиях его использования.

Не допускается замена характеристики признака ссылкой к источнику информации, в котором раскрыт этот признак.

Для изобретений, относящихся к штамму микроорганизма, линии клеток растений или животных, если данные объекты депонированы и на это имеется указание в заявке, кроме их признаков дополнительно приводятся название или аббревиатура коллекции-депозитария, уполномоченной на депонирование таких объектов, и регистрационный номер, присвоенный им коллекцией.

Последовательность нуклеотидов или аминокислот в случае использования ее для характеристики изобретения представляется путем указания номера последовательности в перечне последовательностей в виде "SEQ ID NO ..." с приведением соответствующего свободного текста, если характеристика последовательности в перечне последовательностей дана с использованием такого текста.

Для группы изобретений сведения, раскрывающие сущность изобретения, в том числе и о техническом результате, приводятся для каждого изобретения.

(2) Признаки, используемые для характеристики устройств.

Для характеристики устройств используются, в частности следующие признаки:

наличие конструктивного (конструктивных) элемента (элементов);

наличие связи между элементами;

взаимное расположение элементов;

форма выполнения элемента (элементов) или устройства в целом, в частности геометрическая форма;

форма выполнения связи между элементами;

параметры и другие характеристики элемента (элементов) и их взаимосвязь;

материал, из которого выполнен элемент (элементы) или устройство в целом;

среда, выполняющая функцию элемента.

Не следует использовать для характеристики устройства признаки, выражающие наличие на устройстве в целом или его элементе обозначений (словесных, изобразительных или комбинированных), не влияющих на функционирование устройства и реализацию его назначения.

(3) Признаки, используемые для характеристики химических соединений.

Для характеристики химических соединений используются, в частности следующие признаки:

для низкомолекулярных соединений с установленной структурой - качественный состав (атомы определенных элементов), количественный состав (число атомов каждого элемента), связь между атомами и взаимное их расположение в молекуле, выраженное химической структурной формулой;

для высокомолекулярных соединений с установленной структурой - структурная формула элементарного звена макромолекулы, структура макромолекулы в целом (линейная, разветвленная), количество элементарных звеньев или молекулярная масса, молекулярно-массовое распределение, геометрия и стереометрия макромолекулы, ее концевые и боковые группы, для сополимеров - дополнительно соотношение сомономерных звеньев и их периодичность; для нуклеиновых кислот - последовательность нуклеотидов или эквивалентный ей признак (последовательность, комплементарная известной по всей длине; последовательность, связанная с известной вырожденностью генетического кода); для белков - последовательность аминокислот или эквивалентный ей признак (кодирующая последовательность нуклеотидов);

для соединений с неустановленной структурой - физико-химические и иные характеристики (в том числе признаки способа получения), позволяющие отличить данное соединение от других.

(4) Признаки, используемые для характеристики композиций.

Для характеристики композиций используются, в частности, следующие признаки:

качественный состав (ингредиенты);

количественный состав (содержание ингредиентов);

структура композиции;

структура ингредиентов.

Для характеристики композиций неустановленного состава могут использоваться их физико-химические, физические и иные характеристики, а также признаки способа получения.

(5) Признаки, используемые для характеристики веществ, полученных путем ядерного превращения.

Для характеристики веществ, полученных путем ядерного превращения, используются, в частности, следующие признаки:

качественный состав (изотоп (изотопы) элемента);

количественный состав (число протонов и нейтронов);

основные ядерные характеристики: период полураспада, тип и энергия излучения (для радиоактивных изотопов).

(6) Признаки, используемые для характеристики штаммов микроорганизмов, линий клеток растений или животных, консорциумов микроорганизмов, клеток.

Для характеристики штаммов микроорганизмов используются, в частности, следующие признаки:

родовое и видовое название штамма (на латинском языке);

происхождение (источник выделения, родословная);

гено- и хемотаксономическая характеристики;

морфологическая, физиологическая (в том числе культуральная) характеристики;

биотехнологическая характеристика (условия культивирования; название и свойства полезного вещества, продуцируемого штаммом; уровень активности (продуктивности));

вирулентность, антигенная структура, серологические свойства (для штаммов микроорганизмов медицинского и ветеринарного назначения);

принцип гибридизации (для штаммов гибридных микроорганизмов).

Для характеристики линий клеток растений или животных дополнительно используются, в частности, следующие признаки:

число пассажиров;

кариологическая характеристика;

ростовые (кинетические) характеристики;

характеристика культивирования в организме животного (для гибридов);

способность к морфогенезу (для клеток растений).

Для характеристики консорциумов микроорганизмов, клеток растений или животных дополнительно к перечисленным выше признакам используются, в частности, следующие признаки: фактор и условия адаптации и селекции, таксономический состав, число и доминирующие компоненты, заменяемость, тип и физиологические особенности консорциума в целом.

(7) Признаки, используемые для характеристики генетических конструкций.

Для характеристики генетических конструкций соответствующим образом используются признаки, предусмотренные подпунктом (2) настоящего пункта (при этом конструктивными элементами могут являться энхансер, промотор, терминатор, иницирующий кодон, линкер, фрагмент чужеродного гена, маркер, фланкирующие области).

Для характеристики трансформированной клетки используются, в частности следующие признаки:

трансформирующий элемент;

приобретаемые клеткой признаки (свойства);

указание происхождения клетки (для прокариотической клетки - род, семейство и/или вид);

таксономические признаки;

мутация природного генома;

условия культивирования клетки и иные характеристики, достаточные для того, чтобы отличить данную клетку от другой.

Для трансгенного растения используются, в частности, следующие признаки:

наличие модифицированного элемента в геноме;

приобретаемые растением признаки (свойства);

происхождение растения;

таксономическая принадлежность и иные характеристики, достаточные для того, чтобы отличить данное растение от другого.

Для трансгенного животного используются, в частности, следующие признаки:

ген и/или ДНК, трансформированный в геном животного и кодирующий или экспрессирующий целевой продукт;

приобретаемые животным признаки (свойства);

продуцируемый животным модифицированный продукт;

таксономическая принадлежность и иные характеристики, достаточные для того, чтобы отличить данное животное от другого.

(8) Признаки, используемые для характеристики способов.

Для характеристики способов используются, в частности следующие признаки:

наличие действия или совокупности действий;

порядок выполнения действий во времени (последовательно, одновременно, в различных сочетаниях и т.п.);

условия осуществления действий; режим; использование веществ (исходного сырья, реагентов, катализаторов и т.д.), устройств (приспособлений, инструментов, оборудования и т.д.), штаммов микроорганизмов, линий клеток растений или животных.

10.7.4.4. Краткое описание чертежей

В этом разделе описания приводится перечень фигур с краткими пояснениями того, что изображено на каждой из них.

Если представлены иные графические материалы, поясняющие сущность изобретения, они также указываются в перечне и приводится краткое пояснение их содержания.

10.7.4.5. Осуществление изобретения

В этом разделе показывается, как может быть осуществлено изобретение с реализацией указанного заявителем назначения, предпочтительно, путем приведения примеров, и со ссылками на чертежи или иные графические материалы, если они имеются.

Для изобретения, сущность которого характеризуется с использованием признака, выраженного общим понятием, в частности представленного на уровне функционального обобщения, описывается средство для реализации такого признака или методы его получения, либо указывается на известность такого средства или методов его получения.

Для изобретения, характеризующегося использованием неизвестного из уровня техники средства (устройства, вещества, штамма микроорганизма и т.д.), приводятся сведения, достаточные для получения этого средства.

В данном разделе приводятся также сведения, подтверждающие возможность получения при осуществлении изобретения того технического результата, который указан в разделе описания "Раскрытие изобретения". В качестве таких сведений приводятся объективные данные, например, полученные в результате проведения эксперимента,

испытаний или оценок, принятых в той области техники, к которой относится заявленное изобретение или теоретические обоснования, основанные на научных знаниях. При использовании для характеристики изобретения количественных признаков, выраженных в виде интервала значений, показывается возможность получения технического результата во всем этом интервале. Если несколько признаков изобретения выражены в виде альтернативы, показывается возможность получения технического результата при различных сочетаниях характеристик таких признаков.

(1) Изобретение, относящееся к устройству.

Для изобретения, относящегося к устройству, приводится описание его конструкции (в статическом состоянии) и действие устройства (работа) или способ использования со ссылками на фигуры чертежей (цифровые обозначения конструктивных элементов в описании должны соответствовать цифровым обозначениям их на фигуре чертежа), а при необходимости - на иные поясняющие материалы (эпюры, временные диаграммы и т.д.).

Если устройство содержит элемент, охарактеризованный на функциональном уровне, и описываемая форма реализации предполагает использование программируемого (настраиваемого) многофункционального средства, то представляются сведения, подтверждающие возможность выполнения таким средством конкретной предписываемой ему в составе данного устройства функции. В случае, если в числе таких сведений приводится алгоритм, в частности вычислительный, его предпочтительно представляют в виде блок-схемы, или, если это возможно, соответствующего математического выражения.

(2) Изобретение, относящееся к веществу.

Для изобретения, относящегося к химическому соединению с установленной структурой, приводятся структурная формула, доказанная известными методами, физико-химические константы, описывается способ, которым соединение получено, и показывается возможность использования изобретения по указанному назначению.

Если химическое соединение получено с использованием штамма микроорганизма, линии клеток растений или животных, описывается способ его получения с участием этого штамма, линии, данные о них, а при необходимости сведения о депонировании.

Для биологически активного соединения приводится количественная характеристика активности, а в случае необходимости - сведения об избирательности действия и другие показатели.

Если изобретение относится к лекарственному средству, приводятся достоверные данные (в том числе, полученные в эксперименте на адекватных моделях), подтверждающие его пригодность для реализации назначения, в частности, сведения о влиянии этого средства на определенные звенья физиологических или патологических процессов или о связи с ними.

Для изобретения, относящегося к лекарственному препарату, приводятся сведения о препаративной форме его выполнения и дозировке.

Если изобретение относится к группе (ряду) химических соединений с установленной структурой, описываемых общей структурной формулой, подтверждается возможность получения всех соединений группы (ряда) путем приведения общей схемы способа получения, а также примера получения конкретного соединения группы (ряда), а если группа (ряд) включает соединения с разными по химической природе радикалами - примеров,

достаточных для подтверждения возможности получения соединений с этими разными радикалами.

Для полученных соединений приводятся также их структурные формулы, подтвержденные известными методами, физико-химические константы, доказательства возможности реализации указанного назначения с подтверждением такой возможности в отношении некоторых соединений с разными по химической природе радикалами.

Если соединения являются биологически активными, приводятся показатели активности этих соединений, а в случае необходимости - избирательности действия и другие показатели.

Если изобретение относится к промежуточному соединению, показывается также возможность его переработки в известный конечный продукт, либо возможность получения из него нового конечного продукта с конкретным назначением или биологической активностью.

Если изобретение относится к нуклеиновой кислоте или полипептиду, выделяемым из природного источника или получаемым иным путем с той же или направленно измененной биологической функцией, приводятся номер последовательности в перечне последовательностей, определяющая назначение биологическая функция (вид активности, биологическое свойство), а также физико-химические и иные характеристики. Описывается способ, которым получено вещество, и показывается возможность его использования по определенному назначению.

Последовательность нуклеотидов или аминокислот представляется путем указания ее номера в перечне последовательностей в виде "SEQ ID NO ..." с приведением соответствующего свободного текста, если характеристика последовательности в перечне последовательностей дана с использованием такого текста.

Если изобретение относится к композиции (смеси, раствору, сплаву, стеклу и т.п.), приводятся примеры, в которых указываются ингредиенты, входящие в состав композиции, их характеристика и количественное содержание. Описывается способ получения композиции, а если она содержит в качестве ингредиента новое вещество, описывается способ его получения.

Если ингредиент композиции выражен в виде группы химических соединений, описываемых общей структурной формулой, то приводятся примеры композиций, содержащих химические соединения с разными по химической природе радикалами с подтверждением возможности реализации указанного назначения.

В приводимых примерах содержание каждого ингредиента указывается в таком единичном значении, которое находится в пределах указанного в формуле изобретения интервала значений (при выражении количественного содержания ингредиентов в формуле изобретения в процентах (по массе или по объему) суммарное содержание всех ингредиентов, указанных в примере, равняется 100%).

(3) Изобретение, относящееся к штамму микроорганизма, линии клеток растений или животных, генетической конструкции.

Для изобретения, относящегося к штамму микроорганизма, линии клеток растений или животных, либо к консорциумам штаммов, приводится описание способа получения штамма,

линии клеток, консорциума. Если описание способа получения недостаточно для осуществления изобретения, представляются сведения о депонировании штамма, линии клеток, консорциума или штаммов, входящих в консорциум (название или аббревиатура коллекции-депозитария, ее адрес, регистрационный номер, присвоенный коллекцией депонированному объекту), дата которого не должна быть более поздней, чем дата подачи заявки или дата приоритета, если он испрашивался.

Описание способа получения штамма, без представления сведений о его депонировании, может быть признано достаточным для осуществления изобретения лишь в отношении штаммов, полученных с помощью генноинженерных методик, т.е. рекомбинантных штаммов, которые могут быть сконструированы и осуществлены на основании сведений, приведенных в описании. В иных случаях депонирование штамма является обязательным.

Депонирование для целей патентной процедуры считается осуществленным, если штамм, линия клеток или консорциум помещены в международный орган по депонированию, предусмотренный Будапештским договором о международном признании депонирования для целей патентной процедуры, или в уполномоченную на их депонирование российскую коллекцию, гарантирующую поддержание жизнеспособности объекта в течение, по меньшей мере, срока действия патента и удовлетворяющую другим установленным требованиям к коллекциям, осуществляющим депонирование для целей патентной процедуры. Описывается пример использования штамма, линии или консорциума по заявленному назначению (с указанием условий культивирования, выделения и очистки целевого продукта, выхода продукта, уровня активности (продуктивности) продукта или продуцента и способах ее определения (тестирования) и т.д.).

Для изобретения, относящегося к генетической конструкции, приводятся сведения о ее конструктивном выполнении, способе получения и данные, подтверждающие возможность реализации указанного назначения или биологической функции, определяющей назначение. Если признак генетической конструкции в формуле изобретения охарактеризован с использованием общего понятия, подтверждается возможность получения ряда генетических конструкций с реализацией указанного назначения или биологической функции, определяющей назначение.

(4) Изобретение, относящееся к способу.

Для изобретения, относящегося к способу, в примерах его реализации указываются последовательность действий (приемов, операций) над материальным объектом, а также условия проведения действий, конкретные режимы (температура, давление и т.п.), используемые при этом материальные средства (устройства, вещества, штаммы и т.п.), если это необходимо. Если способ характеризуется использованием средств, известных до даты приоритета изобретения, достаточно эти средства раскрыть таким образом, чтобы можно было осуществить изобретение. При использовании неизвестных средств приводится их характеристика, позволяющая их осуществить, и, в случае необходимости, прилагается графическое изображение.

При использовании в способе неизвестных веществ раскрывается способ их получения, а при использовании неизвестных штаммов микроорганизмов или линий клеток приводятся сведения об их депонировании или описание способа получения штамма или линии клеток, достаточное для осуществления изобретения с учетом подпункта (3) настоящего пункта.

Для изобретения, относящегося к способу получения группы (ряда) химических соединений, описываемых общей структурной формулой, приводится пример получения этим способом соединения группы (ряда), а если группа (ряд) включает соединения с разными по химической природе радикалами, приводится такое количество примеров, которое достаточно для подтверждения возможности получения соединений с этими разными радикалами. Для полученных соединений, входящих в группу (ряд), приводятся структурные формулы, подтвержденные известными методами, и физико-химические характеристики, а для неизвестных соединений и для известных соединений, назначение которых ранее не было установлено, - также сведения о назначении или биологической активности.

Для изобретений, относящихся к способам получения химических соединений с неустановленной структурой или смесей неустановленного состава, приводятся характеристики, позволяющие отличить данные соединения от других, сведения об исходных реагентах для получения соединений или смесей, а также данные, подтверждающие возможность реализации указанного заявителем назначения этих соединений или смесей, в частности сведения о свойствах, обуславливающих такое назначение.

Для изобретения, относящегося к способу профилактики и/или лечения заболеваний людей или животных, приводятся данные, свидетельствующие о влиянии способа на этиопатогенез заболевания или на состояние организма, а для изобретения, относящегося к способу диагностики состояния или заболевания, - сведения о связи с ними диагностического фактора. Могут быть также приведены другие достоверные данные, подтверждающие пригодность способа для лечения, профилактики или диагностики указанного заболевания или состояния (полученные, в частности, в эксперименте на адекватных моделях или иным путем). При использовании в способе биологически активного вещества или физического фактора приводятся сведения об их дозах и режимах.

10.7.4.6. Перечень последовательностей

В этом разделе описания приводится детальное раскрытие последовательностей нуклеотидов и/или аминокислот, если они являются неразветвленными последовательностями из четырех и более аминокислот или неразветвленными последовательностями из десяти или более нуклеотидов.

Каждой последовательности должен быть присвоен отдельный номер. Номера последовательностей должны начинаться с единицы и увеличиваться последовательно на целое число.

Номер каждой последовательности в перечне должен соответствовать ее номеру, указанному в описании, формуле изобретения или на графических изображениях.

Последовательности нуклеотидов и аминокислот должны представляться, по крайней мере, с помощью одной из следующих возможностей:

только последовательностью нуклеотидов;

только последовательностью аминокислот;

последовательностью нуклеотидов совместно с соответствующей последовательностью аминокислот.

В последнем случае последовательность аминокислот должна быть представлена как отдельная последовательность аминокислот, имеющая отдельный номер.

Перечень последовательностей нуклеотидов и аминокислот представляет собой неотъемлемую часть описания, поэтому нет необходимости детально описывать эти последовательности еще где-либо в описании.

В том случае, когда упомянутый перечень в своей описательной части содержит свободный текст - формулировки, описывающие характеристики последовательности, в которых не используется нейтральная языковая лексика, этот свободный текст должен быть повторен в других разделах описания, содержащих указание номера последовательности в перечне последовательностей, в том же самом виде.

10.8. Требования к формуле изобретения

(1) Формула изобретения предназначена для определения объема правовой охраны, предоставляемой патентом.

(2) Формула изобретения должна быть полностью основана на описании, т.е. характеризуемое ею изобретение должно быть раскрыто в описании, а определяемый формулой изобретения объем правовой охраны должен быть подтвержден описанием.

(3) Формула изобретения должна выражать сущность изобретения, т.е. содержать совокупность его существенных признаков, достаточную для достижения указанного заявителем технического результата.

(4) Формула должна быть ясной.

Признаки изобретения должны быть выражены в формуле изобретения таким образом, чтобы обеспечить возможность понимания специалистом на основании уровня техники их смыслового содержания. Не допускается для выражения признаков в формуле изобретения использовать понятия, отнесенные в научно-технической литературе к ненаучным.

(5) Характеристика признака в формуле изобретения не может быть заменена ссылкой к источнику информации, в котором этот признак раскрыт.

Замена характеристики признака в формуле изобретения ссылкой к описанию или чертежам, содержащимся в заявке, допускается лишь в том случае, когда без такой ссылки признак невозможно охарактеризовать, не нарушая требования подпункта (4) настоящего пункта.

Последовательность нуклеотидов или аминокислот в случае использования ее для характеристики признака в формуле изобретения представляется путем указания ее номера в перечне последовательностей в виде "SEQ ID NO ...".

(6) Признак может быть охарактеризован в формуле изобретения общим понятием (выражающим функцию, свойство и т.п.), охватывающим разные частные формы его реализации, если в описании приведены сведения, подтверждающие, что именно характеристики, содержащиеся в общем понятии, обеспечивают в совокупности с другими признаками получение указанного заявителем технического результата.

(7) Признак может быть выражен в виде альтернативы при условии, что при любом допуске указанной альтернативой выборе в совокупности с другими признаками, включенными в формулу изобретения, обеспечивается получение одного и того же технического результата.

(8) Чертежи в формуле изобретения не приводятся.

10.8.1. Структура формулы изобретения

Формула может быть однозвенной и многозвенной и включать, соответственно, один или несколько пунктов.

10.8.1.1. Однозвенная формула изобретения

Однозвенная формула изобретения применяется для характеристики одного изобретения совокупностью признаков, не имеющей развития или уточнения применительно к частным случаям его выполнения или использования.

10.8.1.2. Многозвенная формула изобретения

Многозвенная формула применяется для характеристики одного изобретения с развитием и/или уточнением совокупности его признаков применительно к частным случаям выполнения или использования изобретения или для характеристики группы изобретений.

Многозвенная формула, характеризующая одно изобретение, имеет один независимый пункт и следующий (следующие) за ним зависимый (зависимые) пункт (пункты).

Многозвенная формула, характеризующая группу изобретений, имеет несколько независимых пунктов, каждый из которых характеризует одно из изобретений группы. При этом каждое изобретение группы может быть охарактеризовано с привлечением зависимых пунктов, подчиненных соответствующему независимому.

Пункты многозвенной формулы нумеруются арабскими цифрами последовательно, начиная с 1, в порядке их изложения.

При изложении формулы, характеризующей группу изобретений, соблюдаются следующие правила:

независимые пункты, характеризующие отдельные изобретения, как правило, не содержат ссылок на другие пункты формулы (наличие такой ссылки, т.е. изложение независимого пункта в форме зависимого, допустимо лишь в случае, когда это позволяет изложить данный независимый пункт без полного повторения в нем содержания имеющего большой объем пункта, относящегося к другому изобретению заявляемой группы);

все зависимые пункты формулы группируются вместе с тем независимым пунктом, которому они подчинены, включая случаи, когда для характеристики разных изобретений группы привлекаются зависимые пункты одного и того же содержания.

10.8.1.3. Пункт формулы

(1) Пункт формулы включает признаки изобретения, в том числе родовое понятие, отражающее назначение, с которого начинается изложение формулы, и состоит, как правило,

из ограничительной части, включающей признаки изобретения, совпадающие с признаками наиболее близкого аналога, и отличительной части, включающей признаки, которые отличают изобретение от наиболее близкого аналога.

При составлении пункта формулы с разделением на ограничительную и отличительную части после родового понятия, отражающего назначение, вводится выражение "включающий", "содержащий" или "состоящий из", после которого излагается ограничительная часть, затем вводится словосочетание "отличающийся тем, что", непосредственно после которого излагается отличительная часть.

Формула изобретения составляется без разделения пункта на ограничительную и отличительную части, в частности, если она характеризует:

- индивидуальное химическое соединение;
- штамм микроорганизма, линию клеток растений или животных;
- изобретение, не имеющее аналогов.

При составлении пункта формулы без указанного разделения после родового понятия, отражающего назначение, вводится выражение "характеризующееся", "состоящая из", "включающий" и т.п., после которого приводится совокупность остальных признаков, которыми характеризуется изобретение.

(2) Пункт формулы излагается в виде одного предложения.

10.8.1.4. Независимый пункт формулы

(1) Независимый пункт формулы изобретения характеризует изобретение совокупностью его признаков, определяющей объем испрашиваемой правовой охраны, и излагается в виде логического определения объекта изобретения.

(2) Независимый пункт формулы изобретения должен относиться только к одному изобретению.

Независимый пункт формулы не признается относящимся к одному изобретению, если он включает альтернативные признаки, в отношении которых не выполнено условие подпункта (7) пункта 10.8 настоящего Регламента, либо содержащаяся в нем совокупность признаков включает характеристику изобретений, относящихся к объектам разного вида или к совокупности средств, каждое из которых имеет собственное назначение, без реализации указанной совокупностью средств общего назначения.

Заявленным изобретением, выраженным формулой, предложенной заявителем, в смысле пункта 1 [статьи 1387](#) Кодекса, считается изобретение, охарактеризованное признаками изобретения в независимом пункте этой формулы, без учета признаков, характеризующих иное решение, не являющееся изобретением в соответствии с пунктом 5 [статьи 1350](#) Кодекса, если таковые признаки содержатся в формуле.

10.8.1.5. Зависимый пункт формулы

(1) Зависимый пункт формулы изобретения содержит развитие и/или уточнение совокупности признаков изобретения, приведенных в независимом пункте, признаками,

характеризующими изобретение лишь в частных случаях его выполнения или использования.

(2) Изложение зависимого пункта начинается с указания родового понятия, изложенного, как правило, сокращенно по сравнению с приведенным в независимом пункте, и ссылки на независимый пункт и/или зависимый пункт, к которому относится данный зависимый пункт, после чего приводятся признаки, характеризующие изобретение в частных случаях его выполнения или использования.

Если для характеристики изобретения в частном случае его выполнения или использования наряду с признаками зависимого пункта необходимы лишь признаки независимого пункта, используется подчиненность этого зависимого пункта непосредственно независимому пункту. Если же для указанной характеристики необходимы и признаки одного или нескольких других зависимых пунктов формулы, используется подчиненность данного зависимого пункта независимому через соответствующий зависимый пункт. При этом в данном зависимом пункте приводится ссылка только на тот зависимый пункт, которому он подчинен непосредственно.

(3) Не следует излагать зависимый пункт формулы изобретения таким образом, что при этом происходит замена или исключение признаков изобретения, охарактеризованного в том пункте формулы, которому он подчинен.

Если зависимый пункт формулы изобретения сформулирован так, что имеют место замена или исключение признаков независимого пункта, не может быть признано, что данный зависимый пункт совместно с независимым, которому он подчинен, характеризует одно изобретение.

(4) Для выражения непосредственной подчиненности зависимого пункта нескольким пунктам формулы (множественная зависимость) ссылка на них приводится с использованием альтернативы. Пункт формулы с множественной зависимостью не должен служить основанием для других пунктов формулы с множественной зависимостью.

10.8.2. Особенности формулы изобретения, относящегося к устройству

Признаки устройства излагаются в формуле так, чтобы характеризовать его в статическом состоянии. При характеристике выполнения конструктивного элемента устройства допускается указание на его подвижность, на возможность реализации им определенной функции (например, с возможностью торможения, с возможностью фиксации) и т.п.

10.8.3. Особенности формулы изобретения, относящегося к веществу

В формулу изобретения, характеризующую химическое соединение с установленной структурой любого происхождения, включаются наименование соединения по одной из принятых в химии номенклатур или обозначение соединения и его структурная формула (назначение соединения может не указываться).

В случае химического соединения с неустановленной структурой в формуле изобретения приводятся наименование, содержащее характеристику назначения соединения, физико-химические и иные характеристики, позволяющие отличить данное соединение от других, в частности признаки способа его получения.

В случае нуклеиновых кислот и полипептидов, выделяемых из природного источника или получаемых иным путем с той же или направленно измененной биологической функцией, в формулу изобретения включаются наименование вещества, определяющая назначение биологическая функция (вид активности, биологическое свойство), если она не следует с очевидностью из наименования, номер соответствующей последовательности нуклеотидов или аминокислот (если она установлена) или физико-химические и иные характеристики, позволяющие отличить данное соединение от других. Для последовательности нуклеотидов, кодирующей аминокислотную последовательность полипептида, дополнительно указывается биологическая функция полипептида (вид активности, биологическое свойство), если она не следует с очевидностью из его наименования.

В формуле изобретения, относящегося к композиции, приводятся ее наименование с указанием назначения, входящие в композицию ингредиенты и, при необходимости, количественное содержание ингредиентов.

Если в формуле изобретения, относящегося к композиции, приводится количественное содержание ингредиентов, они выражаются в любых однозначных единицах, как правило, двумя значениями, характеризующими минимальный и максимальный пределы содержания.

Допускается указание содержания одного из ингредиентов композиции одним значением, а содержания остальных ингредиентов - в виде интервала значений по отношению к этому единичному значению (например, содержание ингредиентов приводится на 100 мас.ч. основного ингредиента композиции или на 1 л раствора).

Допускается указание количественного содержания антибиотиков, ферментов, анатоксинов и т.п. в составе композиции в иных единицах, чем единицы остальных ингредиентов композиции (например, тыс.ед. по отношению к массовому количеству остальных ингредиентов композиции).

Для композиций, назначение которых определяется только активным началом, а другие компоненты являются нейтральными носителями из круга традиционно применяющихся в композициях этого назначения, допускается указание в формуле только этого активного начала и его количественного содержания в составе композиции, в том числе в форме "эффективное количество".

Другим вариантом характеристики такой композиции может быть указание в ней, кроме активного начала, других компонентов (нейтральных носителей) в форме обобщенного понятия "целевая добавка". В этом случае указывается количественное содержание активного начала и целевой добавки.

Если в качестве признака изобретения указано известное вещество сложного состава, допускается использование его специального названия с указанием функции или свойства этого вещества и его основы. В этом случае в описании изобретения приводится источник информации, в котором это вещество описано.

10.8.4. Особенности формулы изобретения, относящегося к штамму микроорганизма, линии клеток растений или животных, генетической конструкции

В формулу, характеризующую штамм микроорганизма, включаются его родовое и видовое название на латинском языке, назначение штамма.

В формулу, характеризующую линию клеток растений или животных, включаются название клеток и их назначение.

Если штамм или линия клеток депонированы, приводятся название или аббревиатура уполномоченной на депонирование коллекции-депозитария и регистрационный номер, присвоенный коллекцией депонированному объекту.

В случаях, когда депонирование штамма или линии не осуществлено, формула составляется с соблюдением требования подпункта (1) пункта 10.8.1.4 настоящего Регламента.

В формулу, характеризующую генетическую конструкцию, включаются ее наименование с указанием назначения или определяющей назначение биологической функции и признаки, характеризующие конструктивное выполнение (подпункт (7) пункта 10.7.4.3 настоящего Регламента).

10.8.5. Особенности формулы изобретения, относящегося к способу

При использовании глаголов для характеристики действия (приема, операции) как признака способа их излагают в действительном залоге в изъявительном наклонении в третьем лице во множественном числе (нагревают, увлажняют, прокаливают и т.п.).

10.9. Требования к материалам, поясняющим сущность изобретения

Материалы, поясняющие сущность изобретения, могут быть оформлены в виде графических изображений (чертежей, схем, рисунков, графиков, эюр, осциллограмм и т.д.), фотографий и таблиц.

Рисунки представляются в том случае, когда невозможно проиллюстрировать изобретение чертежами или схемами.

Фотографии представляются как дополнение к графическим изображениям. В исключительных случаях, например, для иллюстрации этапов выполнения хирургической операции, фотографии могут быть представлены как основной вид поясняющих материалов.

Чертежи, схемы и рисунки представляются на отдельном листе, в правом верхнем углу которого рекомендуется приводить название изобретения.

10.10. Требования к реферату

Реферат служит для целей информации об изобретении и представляет собой сокращенное изложение содержания описания изобретения, включающее название изобретения, характеристику области техники, к которой относится изобретение, и/или области применения, если это не ясно из названия, характеристику сущности изобретения с указанием достигаемого технического результата. Сущность изобретения излагается в свободной форме с указанием всех существенных признаков изобретения, нашедших отражение в независимом пункте формулы изобретения. При необходимости в реферате приводятся ссылки на позиции фигуры чертежей, выбранной для опубликования вместе с рефератом и указанной в графе "Перечень прилагаемых документов" заявления о выдаче патента.

Реферат может содержать дополнительные сведения, в частности, указание на наличие и количество зависимых пунктов формулы, графических изображений, таблиц.

Рекомендуемый объем текста реферата - до 1000 печатных знаков.

10.11. Требования к оформлению заявки

(1) Заявление о выдаче патента представляется на русском языке. Рекомендуется дополнительно к указанию имен, наименований и адресов на кириллице приведение их также на латинице для последующего использования при публикации сведений в изданиях Роспатента на английском языке. Прочие документы заявки представляются на русском или другом языке.

В соответствии с пунктом 2 [статьи 1374](#) Кодекса, если документы заявки представлены на другом языке, к заявке прилагается их перевод на русский язык.

Перевод надписей на чертежах на русский язык представляется в виде копии оригинала чертежа с переводом надписей, наклеенных на оригинал надписей, либо в виде вновь выполненного чертежа, содержащего соответствующие надписи на русском языке.

Документы заявки на секретное изобретение представляются на русском языке.

(2) Документы заявки, указанные в пункте 10.2 настоящего Регламента, составленные на русском языке, представляются в двух экземплярах. Оба экземпляра должны быть пригодны для репродуцирования. Те же документы, если они составлены на другом языке, представляются в одном экземпляре, а перевод их на русский язык, включая перевод надписей на чертежах, - в двух экземплярах. К переводу на русский язык документов заявки прилагаются копии чертежей, если они содержались в заявке, в двух экземплярах.

Остальные документы и перевод их на русский язык, если они составлены на другом языке, представляются в одном экземпляре.

Все документы заявки на секретное изобретение представляются в одном экземпляре.

(3) Заявка не должна содержать выражений, чертежей, рисунков, фотографий и иных материалов, противоречащих морали и общественному порядку; пренебрежительных высказываний по отношению к продукции или технологическим процессам, а также заявкам или охраняемым документам других лиц; высказываний или сведений, явно не относящихся к изобретению, либо не являющихся необходимыми для признания документов заявки соответствующими требованиям настоящего Регламента. Простое указание недостатков известных изобретений, приведенных в разделе "Уровень техники", не считается недопустимым элементом.

(4) В формуле изобретения, описании и поясняющих его материалах, а также в реферате используются стандартизованные термины и сокращения, а при их отсутствии - общепринятые в научной и технической литературе.

При использовании терминов и обозначений, не имеющих широкого применения в научно-технической литературе, их значение поясняется в тексте при первом употреблении.

Не допускается использовать термины, характеризующие понятия, отнесенные в научно-технической литературе к ненаучным.

Все условные обозначения расшифровываются. В описании и в формуле изобретения соблюдается единство терминологии, т.е. одни и те же признаки в тексте описания и в формуле изобретения называются одинаково. Требование единства терминологии относится также к размерностям физических величин и к используемым условным обозначениям.

Название изобретения при необходимости может содержать символы латинского алфавита и арабские цифры. Употребление символов иных алфавитов, специальных знаков в названии изобретения не допускается.

Физические величины выражаются предпочтительно в единицах действующей Международной системы единиц.

(5) Все экземпляры документов оформляются таким образом, чтобы было возможно получить неограниченное количество читабельных копий при непосредственном репродуцировании документов с использованием стандартных средств копирования или сканирования.

Каждый лист используется только с одной стороны с расположением строк параллельно меньшей стороне листа.

(6) Документы заявки выполняются на прочной белой гладкой неблестящей бумаге.

Каждый документ заявки и перечень последовательностей нуклеотидов и/или аминокислот начинаются на отдельном листе. Листы имеют формат 210 x 297 мм. Минимальный размер полей на листах, содержащих описание, формулу изобретения и реферат, составляет, мм:

верхнее - 20;

нижнее - 20;

правое - 20;

левое - 25.

На листах, содержащих чертежи, размер используемой площади не превышает 262 x 170 мм. Минимальный размер полей составляет, мм:

верхнее - 25;

нижнее - 10;

правое - 15;

левое - 25.

Формат фотографий выбирается таким, чтобы он не превышал установленные размеры листов документов заявки. Фотографии малого формата представляются наклеенными на листы бумаги с соблюдением установленных требований к формату и качеству листа.

(7) Нумерация листов осуществляется арабскими цифрами, последовательно, начиная с единицы, с использованием отдельных серий нумерации. К первой серии нумерации

относится заявление, ко второй - описание, формула изобретения и реферат. Если заявка содержит чертежи или иные материалы, они нумеруются в виде отдельной серии. Так же нумеруется и перечень последовательностей нуклеотидов и/или аминокислот.

(8) Документы печатаются шрифтом черного цвета с обеспечением возможности ознакомления с ними заинтересованных лиц и непосредственного репродуцирования. Тексты описания, формулы изобретения и реферата печатаются через 1,5 интервала с высотой заглавных букв не менее 2,1 мм (без разделения на колонки).

Графические символы, латинские наименования, латинские и греческие буквы, математические и химические формулы или символы могут быть вписаны чернилами, пастой или тушью черного цвета. Не допускается смешанное написание формул в печатном виде и от руки.

(9) В описании, в формуле изобретения и в реферате могут быть использованы химические формулы.

При написании структурных химических формул следует применять общепринятые символы элементов и четко указывать связи между элементами и радикалами.

Перечень последовательностей нуклеотидов и/или аминокислот, представляемый в печатной форме, должен быть оформлен в соответствии со [стандартом ST.25](#) ВОИС.

(10) В описании, в формуле изобретения и в реферате могут быть использованы математические выражения (формулы) и символы.

Форма представления математического выражения не регламентируется.

Все буквенные обозначения, имеющиеся в математических формулах, расшифровываются. Разъяснения к формуле следует писать столбиком и после каждой строки ставить точку с запятой. При этом расшифровка буквенных обозначений дается по порядку их применения в формуле.

Математические знаки: $>$, $<$, $=$, $+$, $-$ и другие используются только в математических формулах, а в тексте их следует писать словами (больше, меньше, равно и т.п.).

Для обозначения интервалов между положительными величинами допускается применение знака " " (от и до). В других случаях следует писать словами: "от" и "до".

При процентном выражении величин знак процента (%) ставится после числа. Если величин несколько, то знак процента ставится перед их перечислением и отделяется от них двоеточием.

Перенос в математических формулах допускается только по знаку.

(11) Графические изображения (чертежи, схемы, графики, рисунки и т.п.) выполняются черными нестираемыми четкими линиями одинаковой толщины по всей длине, без растушевки и раскрашивания.

Масштаб и четкость изображения выбираются такими, чтобы при фотографическом репродуцировании с линейным уменьшением размеров до $2/3$ можно было различить все детали.

Цифры и буквы не следует помещать в скобки, кружки и кавычки. Высота цифр и букв выбирается не менее 3,2 мм. Цифровые и буквенные обозначения выполняются четкими, толщина их линий соответствует толщине линий изображения.

Каждое графическое изображение, независимо от его вида, нумеруется арабскими цифрами как фигура (фиг.1, фиг.2 и т.д.) в порядке единой нумерации, в соответствии с очередностью упоминания их в тексте описания. Если описание поясняется одной фигурой, то она не нумеруется.

На одном листе может быть расположено несколько фигур, при этом они четко отграничиваются друг от друга. Если фигуры, расположенные на двух и более листах, представляют части единой фигуры, они размещаются так, чтобы эта фигура могла быть скомпонована без пропуска какой-либо части любой из фигур, изображенных на разных листах.

Отдельные фигуры располагаются на листе или листах так, чтобы они были четко отделены друг от друга и листы были максимально насыщенными. Желательно располагать фигуры так, чтобы их можно было читать при вертикальном расположении длинных сторон листа. Если пропорции фигур таковы, что их удобнее расположить при повернутом на 90° положении листа, то верх фигур должен приходиться на левую сторону листа.

Предпочтительным является использование на чертеже прямоугольных (ортогональных) проекций (в различных видах, разрезах и сечениях); допускается также использование аксонометрической проекции.

Разрезы выполняются наклонной штриховкой, которая не препятствует ясному чтению ссылочных обозначений и основных линий.

Каждый элемент на чертеже выполняется пропорционально всем другим элементам за исключением случаев, когда для четкого изображения элемента необходимо различие пропорций.

Чертежи выполняются без каких-либо надписей, за исключением необходимых слов, таких как "вода", "пар", "открыто", "закрыто", "А - А" (для обозначения разреза) и т.п.

Размеры на чертеже не указываются. При необходимости они приводятся в описании.

Изображенные на чертеже элементы обозначаются арабскими цифрами в соответствии с описанием изобретения.

Одни и те же элементы, представленные на нескольких фигурах, обозначаются одной и той же цифрой. Не следует обозначать различные элементы, представленные на различных фигурах, одинаковой цифрой. Обозначения, не упомянутые в описании, не проставляются в чертежах.

Если графическое изображение представляется в виде схемы, то при ее выполнении применяются стандартизованные условные графические обозначения.

Допускается на схеме одного вида изображать отдельные элементы схем другого вида (например, на электрической схеме - элементы кинематических и гидравлических схем).

Если схема представлена в виде прямоугольников в качестве графических обозначений элементов, то, кроме цифрового обозначения, непосредственно в прямоугольник вписывается и наименование элемента. Если размеры графического изображения элемента не позволяют этого сделать, наименование элемента допускается указывать на выносной линии (при необходимости, в виде подрисовочной надписи, помещенной в поле схемы).

Рисунок выполняется настолько четким, чтобы его можно было непосредственно репродуцировать.

Чертежи, схемы, рисунки не приводятся в описании и формуле изобретения.

(12) Библиографические данные источников информации указываются таким образом, чтобы источник информации мог быть по ним обнаружен.

(13) Копия перечня последовательностей нуклеотидов и/или аминокислот, представляемая в машиночитаемой форме (на дискете), должна быть идентична перечню, представленному в печатной форме.

Копия перечня последовательностей в машиночитаемой форме, позволяющая осуществить ее распечатку, должна размещаться в одном файле, предпочтительно на одной дискете. Данные, записанные на дискете, подготавливаются с использованием кодовых страниц 1251 для Windows или 866 для MS DOS (предпочтительно с помощью текстового редактора версии не ниже Word 6 для Windows).

Сжатие файла допустимо при условии, что сжатый файл представлен в виде самораспаковывающегося архива.

Дискета должна иметь прикрепленный к ней постоянным образом ярлык, на котором напечатаны или написаны от руки печатными буквами имя заявителя, название изобретения, дата, на которую произведена запись, названия операционной системы и текстового редактора, с помощью которого создан файл.

(14) Документы заявки, подаваемой в электронном виде на машиночитаемом носителе (с одновременным представлением на бумажном носителе) или с использованием электронно-цифровой подписи, оформляются в соответствии с подпунктами (6) - (12) настоящего пункта.

(15) Документы заявки на секретное изобретение составляются и учитываются в соответствии с требованиями законодательства о государственной тайне.

10.12. Заявки на изобретение представляются в Роспатент непосредственно, по факсу (с последующим представлением их оригинала), в электронном виде на машиночитаемом носителе (с одновременным представлением на бумажном носителе) или с использованием электронно-цифровой подписи либо направляются почтой по адресу, указанному в пункте 7.3 настоящего Регламента.

Прием заявок может осуществляться в региональных пунктах приема заявок по адресам, указанным на Интернет-сайте Роспатента.

10.13. Использование машиночитаемых носителей

Документы заявки, подаваемой в электронном виде на машиночитаемом носителе (с одновременным представлением на бумажном носителе) или с использованием электронно-цифровой подписи, оформляются в соответствии с требованиями настоящего Регламента.

Требования к электронной подаче заявки с использованием электронно-цифровой подписи устанавливаются Роспатентом.

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

ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА «ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ
В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К САМОСТОЯТЕЛЬНЫМ ЗАНЯТИЯМ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ПАТЕНТОВЕДЕНИЕ И ЗАЩИТА ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ»
РАЗДЕЛ
«ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ ЗАЯВКИ НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ»

Уровень профессионального образования МАГИСТРАТУРА

Направления подготовки (специальность) 35.04.06 АГРОИНЖЕНЕРИЯ

Направленность программы (профили) "Эксплуатация и сервис технических систем", "Проектирование и испытания технических систем", "Электроснабжение, электротехнологии в сельскохозяйственных и промышленных предприятиях"

Квалификация выпускника МАГИСТР

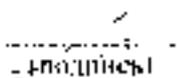
Рязань 2016

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Методические указания для самостоятельного изучения дисциплины «Патентование и защита технической информации» составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 35.04.06. Агроинженерия, утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации 23 сентября 2015 года приказом № 1047,

дата утверждения ФФ СОУ ВСО

Разработчик доцент «Технические системы в агропромышленном комплексе»
(должность, кафедра)



(подпись)

Лилия В.В.
(Ф.И.О.)

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры « ТТ » августа 2016 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой «Технические системы и АИК»
(кафедра)



(подпись)

Ульянов В.А.
(Ф.И.О.)

Содержание

1. Состав заявки.....	1
2. Документы, прилагаемые к заявке.....	1
3. Требования к объектам полезной модели.....	2
4. Требование единства полезной модели.....	4
5. Требования к заявлению о выдаче патента на полезную модель.....	4
6. Требования к описанию полезной модели.....	7
7. Требования к формуле полезной модели	12
8. Требования к материалам, поясняющим сущность полезной модели ...	16
9. Требования к реферату	16
10. Требования к оформлению заявки	16
11. Заявки на полезную модель представляются	21
12. Использование машиночитаемых носителей	21

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

КАФЕДРА ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНИКО-
ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ
РЕШЕНИЙ»**

для студентов очной и заочной формам обучения
по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика_и электротехника

г. Рязань 2020 год

Методические указания для проведения самостоятельной работы по дисциплине «Технико-экономическое обоснование инженерно-технических решений» для студентов очной и заочной формы обучения направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика_и электротехника бакалавров подготовлено кандидатом технических наук, доцентом Бучуриным А.Н.

Рецензенты:

к.э.н., доцент, кафедра экономики и менеджмента

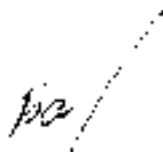
Лозовая О.В.

к.э.н., доцент, кафедра экономики и менеджмента

Барсукова Н.В.

Рассмотрено и утверждено на заседании кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка «31» августа 2020 г., протокол №1

Зав. кафедрой эксплуатации
машинно-тракторного парка



Бачурин А.Н.

СОДЕРЖАНИЕ

Тема 1. Предмет, методы и задачи дисциплины «Технико-экономическое обоснование инженерно-технических решений».

Тема 2. Земельные ресурсы предприятия.

Тема 3. Трудовые ресурсы предприятия.

Тема 4. Основные производственные фонды предприятия.

Тема 5.оборотные средства предприятия.

Тема 6. Издержки производства и себестоимость сельскохозяйственной продукции.

Тема 7. Экономика материально-технического обеспечения

Тема 8. Экономика технического сервиса

Введение

Преподавание учебной дисциплины «Технико-экономическое обоснование инженерно-технических решений» для обучающихся по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника профиль «Электрические станции и подстанции» преследует следующие цели:

1. Освоение студентами основных положений экономики как науки, овладение ими инструментарием, реализующим эти положения на уровне предприятия.

2. Формирование у студентов современного типа экономического мышления, навыков принятия самостоятельных управленческих решений на основе анализа и оценки текущей и перспективной экономической ситуации.

Цели курса реализуются через следующие задачи, стоящие перед студентами:

1. Изучить законодательные и нормативные правовые акты, регламентирующие деятельность предприятия, теоретические основы экономики предприятия, механизм рыночного функционирования и экономического поведения производителей.

2. Разобраться в прикладных аспектах развития фирм и методов экономического управления предприятием.

3. Рассмотреть отечественный и зарубежный опыт в области экономики предприятия.

4. Детально познакомиться с основными вопросами организации эффективной деятельности предприятия с учетом макро- и микроэкономических факторов.

Результатом изучения дисциплины является реализация требований, установленных в квалификационной характеристике при подготовке бакалавров и формирование у них соответствующих компетенций.

Данное методическое пособие предназначено для самостоятельной работы по курсу «Технико-экономическое обоснование инженерно-технических решений».

Цель данного пособия - сориентировать студентов на глубокую и вдумчивую подготовку к занятиям и экзамену по данной дисциплине.

Тема 1. Предмет, методы и задачи дисциплины «Технико-экономическое обоснование инженерно-технических решений».

Цель задания – изучение студентами основных вопросов темы, работа с различными источниками, конспектирование литературы, решение тестовых заданий.

Содержание:

1. Конспектирование источников и доработка конспектов лекций по основным вопросам экономики как науки.

2. Работа над ключевыми понятиями: экономика, функции и методы науки, место предприятия в экономике государства.

3. Задачи и упражнения:

А. Место Рязанской области в экономике ЦФО.

Б. Значение вступления в ВТО для отдельных отраслей народного хозяйства (по выбору какая-либо отрасль).

4. Решение тестовых заданий:

1. Экономика изучает проблему использования ограниченных ресурсов в целях

1) создания условий для роста спроса на них

2) удовлетворения общественных потребностей

3) достижения стабильного развития экономики

4) снижения загрязнения окружающей среды

2. В обществе с рыночной экономикой государство воздействует на экономическую жизнь через

- 1) систему налогообложения
- 2) централизованное установление цен
- 3) директивное планирование производства
- 4) снабжение населения товарами

3. Спрос потребителя непосредственно определяется

- 1) уровнем его индивидуальных доходов
- 2) ограниченностью природных ресурсов
- 3) затратами на производство товаров
- 4) качеством трудовых ресурсов

4. Государство воздействует на рыночную экономику

- 1) контролируя цены
- 2) централизованно распределяя ресурсы
- 3) директивно планируя производство
- 4) применяя антимонопольное законодательство

5. Действие рыночного механизма проявляется в том, что

- 1) рекламируются товары и услуги
- 2) доходы производителей постоянно растут
- 3) государство поддерживает убыточные предприятия
- 4) цены зависят от спроса и предложения

6. Основу традиционной экономической системы составляет

- 1) свободное распределение ресурсов
- 2) директивное ценообразование
- 3) распределение ресурсов государством
- 4) использование ресурсов в соответствии с обычаями

7. Верны ли следующие суждения об экономике?

А. Экономика – это наука о хозяйстве, способах его ведения людьми, отношениях между ними в процессе производства и обмена товаров.

Б. Экономика – это хозяйство, используемое людьми для обеспечения жизни, удовлетворения потребностей путем создания необходимых благ, условий и средств существования.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

8. Экономика – это

1. наука о первоначальном производстве;
2. наука, изучающая действие экономических законов и формы их проявлений;
3. методы и способы познания элементов производственного процесса;
4. все ответы верные

Тема 2. Земельные ресурсы предприятия.

Цель задания – изучение студентами основных вопросов темы, работа с различными источниками, конспектирование литературы, решение практических и тестовых заданий.

Содержание:

1. Конспектирование источников и доработка конспектов лекций по основным вопросам эффективности землепользования.

2. Работа над ключевыми понятиями: земельные ресурсы,

сельскохозяйственные угодья, бонитировка, земельный кадастр, землеотдача, урожайность.

3. Задачи и упражнения:

А. Проблема неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения.

Б. Способы повышения плодородия на примере Рязанской области (или отдельных районов или регионов РФ).

В. Определить показатели уровня использования земельных угодий, если общая площадь 10642 га, в том числе площадь с.-х. угодий 9145 га, площадь приусадебных участков 350 га, площадь пашни – 4869 га, количество органических удобрений, внесенных под зерновые культуры – 5698т, площадь посева зерновых – 1933 га

4. Решение тестовых заданий:

1. Результат воздействия человека на почву путём ее обработки, внесения удобрений, осуществление мелиоративных мероприятий:

1. естественное плодородие;
2. искусственное плодородие;
3. эффективное плодородие;
4. все ответы верные.

2. Плодородие, возникающее в результате использования природных ресурсов почвы, улучшение ее физических и других свойств человеком:

1. естественное плодородие;
2. искусственное плодородие;
3. эффективное плодородие;
4. все ответы верные.

3. В процессе производства земля выступает как:

1. предмет труда;

2. средство труда;
3. продукт природы;
4. все ответы верные.

4. Какая из специфических особенностей земли имеет наибольшее значение для повышения продуктивности сельского хозяйства:

1. площадь земли ограничена и незаменима;
2. земля при правильном использовании не изнашивается, а улучшает свои качества;
3. земля постоянна;
4. земля неоднородна по качеству своих участков.

5. Земли систематически обрабатываемые и используемые под посевы сельскохозяйственных культур включая многолетние травы и чистые пары:

1. земли во владении предприятиями;
2. сельскохозяйственные угодья;
3. пашня;
4. пастбища.

6. Земельный кадастр – это:

1. информация о физическом и химическом составе почв;
2. информация по плодородию земель;
3. совокупность данных о земле;
4. все ответы верные.

Тема 3. Трудовые ресурсы предприятия

Цель задания – изучение студентами основных вопросов темы, работа с различными источниками, конспектирование литературы, решение практических и тестовых заданий.

Содержание:

1. Конспектирование источников и доработка конспектов лекций по основным вопросам использования трудового потенциала предприятия.

2. Работа над ключевыми понятиями: трудовые ресурсы, производительность труда, трудоемкость, нормы труда, безработица, оплата труда.

3. Задачи и упражнения:

А. Трудовой потенциал РФ (отдельно ЦФО и Рязанской области).

Б. Роль иммиграции в развитии экономики РФ (отдельно ЦФО и Рязанской области).

В. Проблемы безработицы и низкого уровня МРОТ.

Г. Способы привлечения молодежи на село.

Д. Определите коэффициент выбытия, коэффициент текучести кадров.

Известно: среднесписочная численность работников предприятия за год составила 600 чел., в течение года уволилось по собственному желанию 37 чел., уволено за нарушение трудовой дисциплины 5 чел., ушли на пенсию 11 чел., поступили в учебные заведения и призваны в Вооруженные силы 13 чел., переведены на другие должности и в другие подразделения предприятия 30 чел.

4. Решение тестовых заданий:

1. Трудовые процессы

происходят под воздействием сил природы.

происходят без участия человека.

являются целесообразной деятельностью природы.

являются целесообразной деятельностью человека.

2. Прямой (тарифный) фонд оплаты труда сельщиков напрямую зависит от

количества рабочих дней в периоде.

количества выработанных нормо-часов.

количества отработанных человеко-дней.

численности рабочих.

3. Работник предприятия, предлагающий качественно новые идеи по решению задач, выполняет роль

модератора идей.

организатора.

аниматора идей.

генератора идей.

4. Какая из перечисленных видов трудоемкости включает в себя все затраты труда основных средств и вспомогательных рабочих

полная.

управления производством.

технологическая.

производственная.

5. Система оплаты труда, при которой выработка рабочего в пределах установленной нормы оплачивается по обычным расценкам (т.е. по прямым сдельным), а сверх этой нормы – по повышенным, называется

сдельно-премиальная.

индивидуально сдельная.

аккордная.

сдельно-прогрессивная.

6. Основным направлениями для повышения показателя сменности работы оборудования НЕ являются

механизация и автоматизация труда основных и вспомогательных рабочих.

снижение простоев, связанных с неадекватным поведением рабочего персонала.

улучшение организации ремонтного дела.

повышение уровня специализации рабочих мест.

7. Показатель, характеризующий эффективность использования трудовых ресурсов на предприятии, называется

производительность труда.

фондорентабельность.

рентабельность ресурсов.

фондовооруженность труда.

8. Сдельная расценка – это

месячная тарифная ставка.

оплата труда за единицу продукции.

оплата труда за единицу рабочего времени.

показатель, отражающий затраты времени работника.

9. Основной целью государственной политики в области занятости является

социальное страхование безработных.

изучение и регулирование рынка труда.

обеспечение полной, эффективной и свободно избранной занятости.
достижение международных стандартов в области качества жизни.

10. Система оплаты труда, повышающая материальную заинтересованность вспомогательных рабочих-сдельщиков в улучшении обслуживания рабочих мест и машин, называется

Аккордная.

Коллективная сдельная.

Сдельно-прогрессивная.

Косвенно-сдельная.

Тема 4. Основные производственные фонды предприятия.

Цель задания – изучение студентами основных вопросов темы, работа с различными источниками, конспектирование литературы, решение практических и тестовых заданий.

Содержание:

1. Конспектирование источников и доработка конспектов лекций по основным вопросам использования основных средств на предприятии.

2. Работа над ключевыми понятиями: основные фонды, амортизация, износ, балансовая стоимость, фондоотдача, фондорентабельность.

3. Задачи и упражнения:

А. Плюсы и минусы отечественной и импортной техники.

Б. Важность обучения и переподготовки кадров.

В. Определите величину фондоотдачи, фондоемкости оборудования и коэффициент интенсивного использования оборудования. Известно, что стоимость оборудования цеха составляет 15000 тыс. руб. С 1 марта введено в

эксплуатацию оборудование стоимостью 204 тыс. руб. Объем выпуска продукции 800 т, цена 1т – 30000 руб. Производственная мощность – 1000 т.

4. Решение тестовых заданий:

1. Коэффициент, который характеризует уровень использования машин и оборудования, как по времени, так и по мощности:

загрузки оборудования.

внутрисменного простоя оборудования.

интегрального использования оборудования.

интенсивного использования оборудования.

2. Коэффициент физического износа определяется по формуле:

$$\frac{\text{сумма}_\text{ износа}}{\text{первоначальная}_\text{ стоимость}_\text{ объекта}} * 100$$

$$\frac{\text{первоначальная}_\text{ стоимость}_\text{ объекта} - \text{Сумма}_\text{ износа}}{\text{первоначальная}_\text{ стоимость}_\text{ объекта}}$$

$$\frac{\text{первоначальная}_\text{ стоимость}_\text{ объекта} - \text{Сумма}_\text{ износа}}{\text{первоначальная}_\text{ стоимость}_\text{ объекта}} * 100$$

$$\frac{\text{сумма}_\text{ износа}}{\text{нормативный}_\text{ срок}_\text{ использования}_\text{ объекта}}$$

3. К причинам выбытия основных средств не относятся:

не соответствие интерьеру помещения.

продажа.

безвозмездная передача при вкладе в уставной капитал.

физический или моральный износ.

4. Показатель, выявляющий излишнее или недостающее оборудование:

коэффициент интегрального использования основных средств.

коэффициент сменности работы оборудования.

коэффициент интенсивного использования оборудования.

коэффициент загрузки оборудования.

5. Восстановительная стоимость основных средств определяется:
суммой затрат на ремонт и модернизацию.
затратами на воспроизводство основных фондов в современных условиях.
разницей между первоначальной и остаточной стоимостью.
разницей между первоначальной стоимостью и накопленной суммой износа.

6. Показатель, рассчитываемый отношением стоимости основных производственных фондов к количеству рабочих, называется:
фондовооруженностью.
технической вооруженностью труда.
фондоемкостью.
фондоотдачей.

7. Сумма годовых амортизационных отчислений рассчитывается на основе:
стоимости основных и оборотных средств предприятия и норм амортизации.
стоимости основных средств и норм амортизации.
стоимости основных средств с учетом их морального износа.
остаточной стоимости основных средств и норм амортизации.

8. Затраты на капитальный ремонт оборудования не _____ этого оборудования:
уменьшают коэффициент годности.
увеличивают восстановительную стоимость.
увеличивают первоначальную стоимость.
уменьшают коэффициент износа.

9. На коэффициент годности оборудования влияет:

появление новых, более экономичных видов.

переоценка основных средств.

проведение ремонта.

использование специальных коэффициентов амортизации (ускоренной амортизации).

10. На степень физического износа влияет (-ют):

Метод начисления амортизации.

Последствия научно-технического прогресса.

Загрузка оборудования по мощности.

Использование ускоренной (увеличенной) амортизации.

11. Показатель, рассчитываемый отношением товарной продукции к стоимости основных средств, называется:

Фондоотдачей.

Фондоемкостью.

Ликвидностью.

Рентабельностью.

Тема 5. Оборотные средства предприятия.

Цель задания – изучение студентами основных вопросов темы, работа с различными источниками, конспектирование литературы, решение практических и тестовых заданий.

Содержание:

1. Конспектирование источников и доработка конспектов лекций по основным вопросам использования оборотных средств на предприятии.

2. Работа над ключевыми понятиями: оборотные фонды, фонды обращения, нормирование, запасы, оборачиваемость оборотных средств.

3. Задачи и упражнения:

А. Качество продукции и экономия оборотных средств: хорошо или плохо?

Б. Нормирование как залог успешного функционирования предприятия.

В. Определите величину производственного запаса и коэффициент использования материала, если известно, что чистый вес деталей изделия, изготовленного из стали - 96кг, норма расхода стали - 108кг. Выпускается 3000 изделий в год. Поставки стали осуществляются один раз в квартал. Транспортный запас – два дня.

4. Решение тестовых заданий:

1. Изменение остатков готовой продукции на складах предприятия участвует в расчете объема какой продукции?

Чистой.

Товарной.

Реализованной.

Валовой.

2. Предметы труда, которые полностью потребляются в каждом цикле производства, изменяют свою натуральную форму и целиком переносят свою стоимость на готовую продукцию – это

оборотные производственные фонды.

основные фонды.

финансовые средства.

продовольственные запасы.

3. Средства предприятия, вложенные в товары отгруженные, но не оплаченные, средства в расчетах и денежные средства в кассе и на счетах это

основные средства.

фонды обращения.

оборотные фонды.

стратегические запасы.

4. Кругооборот оборотных средств завершается

Отгрузкой продукции потребителю.

Зачислением выручки на счет предприятия.

Приемкой готовой продукции ОТК.

Продукцией на складе предприятия.

5. Коэффициент загрузки средств в обороте характеризует отношение средних остатков оборотных средств к объему _____ продукции

Товарной.

Реализованной.

Произведенной.

Чистой.

Тема 6. Издержки производства и себестоимость сельскохозяйственной продукции.

Цель задания – изучение студентами основных вопросов темы, работа с различными источниками, конспектирование литературы, эссе, решение практических и тестовых заданий.

Содержание:

1. Конспектирование источников и доработка конспектов лекций по основным вопросам издержек и себестоимости продукции на предприятии.

2. Работа над ключевыми понятиями: издержки, себестоимость, постоянные и переменные затраты, прямые и косвенные расходы, предельные издержки, калькуляция, элементы и статьи затрат.

3. Задачи и упражнения:

А. Анализ диспаритета цен на ресурсы и производимую продукцию и его влияния на себестоимость продукции.

Б. Оптимальное соотношение «затраты - прибыль».

В. Эссе: влияние курса валют на деятельность предприятий (напрямую связанных с импортом и экспортом, работающих только на внутреннем рынке и не использующих импортные товары).

Г. Определите себестоимость продукции в плановом периоде при неизменных постоянных затратах, если известно, что в отчетном периоде цена единицы продукции 62 руб., себестоимость единицы продукции 51 руб., выпуск продукции 4800 шт., доля условно-постоянных расходов в себестоимости 0,4. В плановом периоде цена единицы продукции составит 63 руб., выпуск продукции 5500 шт.

4. Решение тестовых заданий:

1. Сумма материально-денежных ценностей, полученная работником за определенный период времени за выполненную работу в соответствии с качеством и количеством затраченного им труда, называется

Номинальной заработной платой.

Реальной заработной платой.

Тарифной ставкой.

Сдельной расценкой.

2. При росте объемов производства условно-постоянные затраты на единицу продукции

не изменяются.

уменьшаются.

постоянно изменяются.

увеличиваются.

3. Верным является утверждение, что

«все косвенные затраты являются переменными».

«все накладные расходы являются косвенными».

«все косвенные затраты являются постоянными».

«состав косвенных затрат зависит от формы специализации предприятия».

4. Цеховая себестоимость продукции – это затраты

цеха на выполнение технологических операций.

цеха на выполнение технологических операций и управление цехом.

предприятия на производство данного вида продукции.

цеха на управление производством.

5. Группировка затрат по статьям сырье и материалы, топливо и энергия на технологические цели является частью

переменных издержек.

сметы.

предельных издержек.

калькуляции.

6. Исключить: к эксплуатационным расходам относятся следующие статьи затрат?

затраты на оплату труда;

отчисления на социальные нужды;

взаиморасчеты с другими предприятиями связи;

налог на прибыль предприятий связи.

7. Исчисление затрат по отдельным...затрат называется калькуляцией себестоимости

единицам;

статьям;

доходам.

8. Производственная себестоимость образуется сложением Цеховой себестоимости и общепроизводственных расходов.

Только прямых затрат.

Всех статей калькуляции.

Прямых затрат и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.

9. Метод, суть которого состоит в суммировании совокупных издержек и прибыли, которую предприятие рассчитывает получить

Предельных затрат.

Структурной аналогии.

Затратный.

Прямых затрат.

10. Структура себестоимости представляет собой:

список всех статей затрат;

процентное соотношение отдельных статей затрат по отношению друг к другу;

удельный вес каждой статьи затрат в общей сумме расходов.

11. Если эксплуатационные расходы равны 100 тыс. руб. а доходы – 200 тыс. руб., то себестоимость единицы доходов равна

50 тыс. руб.

50 руб.

50 %.

12. К группировке затрат по экономическим элементам относятся затраты на:

топливо и энергию на технологические цели.

основную заработную плату производственных рабочих.

амортизацию основных фондов.

расходы на подготовку и освоение производства.

дополнительную заработную плату производственных рабочих.

Тема 7. Экономика материально-технического обеспечения

Цель задания – изучение студентами основных вопросов темы, работа с различными источниками, конспектирование литературы, решение практических и тестовых заданий.

Содержание:

1. Конспектирование источников и доработка конспектов лекций по основным вопросам контроля, анализа и планирования деятельности предприятия.

2. Работа над ключевыми понятиями: маржинальный анализ, точка безубыточности, запас прочности, порог рентабельности, план и прогноз, технологии планирования.

3. Задачи и упражнения:

А. Точка безубыточности, как отправная «точка» развития бизнеса.

Б. Значение планирования в экономике: зарубежный и отечественный опыт.

В. На предприятии удельные переменные затраты составляют 40 р. При цене 100 р. спрос составит 8.000 ед., а постоянные затраты – 420.000 р. Если снизить цену до 90 р., то спрос возрастет до 12.000 ед., однако постоянные затраты увеличатся до 48.000 ед. рассчитать прибыль при каждой продажной цене, точку безубыточности при каждой продажной цене, а также объем реализации, необходимый для получения плановой прибыли 30.000 р.

4. Решение тестовых заданий:

1. Бесприбыльный оборот представляет собой определенный объем реализации товара, при котором величина прибыли равна нулю.

такую сумму переменных затрат, при которой прибыль предприятия равна нулю.

объем продаж, обеспечивающий фирме максимальную прибыль.

такую сумму постоянных затрат, при которой прибыль предприятия равна нулю.

2. Метод проектирования производства, основанный на создании индивидуальных проектов, максимально учитывающих особенности конкретного предприятия, называется

Автоматизированный.

Оригинальный.

Типовой.

Внедренческий.

3. Основной целью какого плана является отражение планируемого объема выручки, стоимости продаж, чистой прибыли и движения финансовых потоков

стратегического.

маркетингового.

тактического.

финансового.

4. Согласованный общий план действий из совокупности наиболее важных решений, благодаря которым политика цен реализуется на практике – это

тактика ценообразования.

методология.

стратегия ценообразования.

политика цен.

5. Точка безубыточности производства и реализации продукции показывает такой объем продаж, при котором фирма

покрывает все постоянные и переменные затраты, не имея прибыли.

обеспечивает максимальную прибыль.

получает минимальную прибыль.

имеет минимальные затраты по производству и реализации продукции.

6. Директивное планирование в отличие от индикативного предполагает следующее утверждение

Обязательное выполнение плановых заданий.

Доведение плановых заданий до исполнителей.

Участие исполнителей в разработке планов.

Допустимость корректировки плановых заданий.

2. Экономический смысл внутренней нормы доходности заключается в том, что это

индекс инфляции.

индекс доходности.

максимальная готовая ставка дохода на вложенный капитал.

реальная ставка банковского проекта.

8. Сведения о применяемой технологии производства содержатся в _____ плане

Финансовом.

Маркетинговом.

Организационном.

Производственном.

Тема 8. Экономика технического сервиса

Цель задания – изучение студентами основных вопросов темы, работа с различными источниками, конспектирование литературы, решение тестовых заданий.

Содержание:

1. Конспектирование источников и доработка конспектов лекций по основным вопросам внедрения достижений НТП на предприятии.

2. Работа над ключевыми понятиями: научно-технический прогресс, научно-техническая революция, научно-технический потенциал, инновация, инвестирование, технологическая подготовка.

3. Задачи и упражнения:

А. Сельское хозяйство и НТП.

Б. Есть ли у российских сельскохозяйственных предприятий возможности по внедрению достижений НТП?

4. Решение тестовых заданий:

1. Под производственной мощностью предприятия понимается

Плановый объем производства продукции на период.

Максимально возможный выпуск продукции в натуральном выражении по номенклатуре и ассортименту.

Ресурсы оборудования и сырья на предприятии.

Объем товаров, предназначенных к продаже.

2. К особенностям наукоемкой и сложной научно-технической продукции не относится:

уникальность продукции, свойства которой необходимо разъяснять потребителям;

техническая сложность, что требует особо квалифицированного научного и производственного труда;

обязательность документального подтверждения ее новизны в форме патента или лицензии;

высокая стоимость, как правило, превосходящая стоимость заменяемых аналогов, но более низкая на единицу полезности.

3. Объединение всех или части разнохарактерных процессов по изготовлению определенных видов продукции в пределах одного подразделения является содержанием принципа

Гибкости.

Комбинирования.

Дифференциации.

Оптимальности.

4. Регулировочно-настроечная стадия производства включает

Получение необходимых технических параметров готового изделия или отдельных сборочных единиц.

Механическую и термическую обработку заготовок до состояния основных деталей.

Обработку сырья и материалов до состояния заготовок.

Сборку деталей и комплектующих в сборочные узлы вплоть до готового изделия.

5. Изменение технологии производства выпускаемой продукции не ведет к изменению

профессионального и квалифицированного состава охраны предприятия.

видов сырья, материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий.
технологического оборудования.
транспортных средств.

6. Научно-техническая революция — это:
качественный скачок в развитии науки и техники;
исторически сложившаяся совокупность национальных хозяйств;
переворот в производительных силах, основанный на превращении науки
в непосредственную производительную силу общества;
все перечисленное.

7. НТР характеризуется четырьмя главными чертами. Какая из них названа
неправильно?

универсальность;
чрезвычайное ускорение научно-технических преобразований;
повышение требований к уровню квалификации трудовых ресурсов;
широкое участие деятелей науки в работе правительственных
организаций;
тесная связь с военно-технической революцией.

8. Научно-технический потенциал предприятия характеризуется
следующими показателями:

организационно-управленческие;
качественные;
материально-технические;
инновационные;
инвестиционные;
кадровые;
обобщающие.

9. Что не входит в состав основных принципов инновационной деятельности:

- эффективность инновационного производства;
- адаптивность инновационного производства;
- независимость от традиционного производства;
- приоритетность инновационного производства;
- отрицание традиционного производства.

10. Технологическая подготовка производства не включает в себя:

- конструкторскую подготовку;
- кадровую подготовку;
- технологическую подготовку.

11. Научно-технический профиль предприятия - это:

- области науки и техники, в которых работает предприятие;
- совокупность видов продукции, определяющих направленность деятельности предприятия;
- графическое отображение результатов анализа научно-технического потенциала предприятия.

12. Исследование, направленное на определение возможности использования новых научных знаний:

- фундаментальное;
- поисковое;
- прикладное.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексейчева Е. Ю. Экономика организации (предприятия) [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки "Экономика" и "Менеджмент" (квалификация "бакалавр"). - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Дашков и К', 2014. - 292 с.

2. Баскакова, О. В. Экономика предприятия (организации) [Текст] : учебник для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению подготовки "Экономика" по профилям "Экономика предприятий и организаций", "Мировая экономика", "Бухгалтерский учет, анализ и аудит", "Финансы и кредит", "Налоги и налогообложение". - М. : Дашков и К', 2012. - 372 с.

3. Коршунов, В. В. Экономика организации (предприятия) [Электронный ресурс]: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Коршунов, Владимир Владимирович. - 3-е изд.; перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2015. – 407 с. - ЭБС «Юрайт»

4. Растова, Ю.И. Экономика организации (предприятия) [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 080502 "Экономика и управление на предприятии (по отраслям)". - М. : КНОРУС, 2013. - 280 с.

5. Сергеев, И. В. Экономика организации (предприятия) [Текст] : учебное пособие для бакалавров. - 5-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2013. - 671 с.

6. Чалдаева, Л. А. Экономика предприятия [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата. - 4-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2015. – 410 с. – ЭБС «Юрайт».

7. Чалдаева, Л. А. Экономика предприятия [Текст]: учебник для

бакалавров. - М. : Юрайт, 2011. - 348 с.

8. Экономика предприятия (фирмы) [Текст] : учебник для бакалавров / под ред. проф. В.Я. Горфинкеля. - Москва : Проспект, 2013. - 640 с.

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П. А. Костычева»

НЕТРАДИЦИОННАЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Методические указания для самостоятельной работы

для бакалавров очной и заочной формы обучения, обучающихся
по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Составитель: д. т. н, профессор Юдаев Ю. А.

Рязань 2020

Методические указания для самостоятельной работе по курсу «Нетрадиционная электроэнергетика» для студентов очной и заочной форм обучения, обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность программы «Электрические станции и подстанции».

Составитель: д. т. н, профессор Юдаев Ю. А.

Приведены сведения о нетрадиционной электроэнергетике.

Учебное пособие обсуждено на заседании кафедры «Электроснабжение».
31 августа 2020 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой  _____ Каширин Д.Е.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ.	5
2. ГЕОТЕРМАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ. ВИДЫ ГеоТЭС ПО ПРИНЦИПУ РАБОТЫ.	10
3. РАЗВИТИЕ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ.	14
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	15
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ	17
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	40

Введение

В отличие от ископаемых топлив, нетрадиционные виды энергии не ограничены геологически накопленными запасами. Это означает, что их использование и потребление не ведет к необратимому истощению ресурсов. Основным фактором при оценке целесообразности использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ) - стоимость производимой энергии в сравнении со стоимостью энергии, получаемой обычными методами. Особое значение приобретают нетрадиционные источники для удовлетворения локальных потребителей энергии.

Одним из самых распространенных, развитым в технологическом плане, востребованным и, что важно, дешевым, является геотермальная энергия. Благодаря этим качествам, уже с начала XX века она получила широкое распространение даже относительно других альтернативных источников энергии, что дает право надеяться, что она займет достойное место в развитии альтернативной энергетики нынешнего, а возможно и последующих столетий.

1. Геотермальная энергия.

Геотермальная энергия - это энергия, получаемая из природного тепла Земли, образующаяся за счет расщепления радионуклидов в результате физико-химических процессов в земных недрах.

Источники геотермальной энергии по классификации Международного энергетического агентства делятся на 5 типов:

- месторождения геотермального сухого пара - сравнительно легко разрабатываются, но довольно редки; тем не менее, половина всех действующих в мире ГеоТЭС использует тепло этих источников;

- источники влажного пара (смеси горячей воды и пара) - встречаются чаще, но при их освоении приходится решать вопросы предотвращения коррозии оборудования ГеоТЭС и загрязнения окружающей среды (удаление конденсата из-за высокой степени его засоленности);

- месторождения геотермальной воды (содержат горячую воду или пар и воду) - представляют собой, так называемые геотермальные резервуары, которые образуются в результате наполнения подземных полостей водой атмосферных осадков, нагреваемой близко лежащей магмой;

- сухие горячие скальные породы, разогретые магмой (на глубине 2 км и более) - их запасы энергии наиболее велики;

- магма, представляющая собой нагретые до 1300 °С расплавленные горные породы. Тепло возникает там, прежде всего, за счет распада природных радиоактивных элементов, таких как уран и калий.

Однако тепло Земли очень «рассеянно», и в большинстве районов мира человеком может использоваться с выгодой только очень небольшая часть такой энергии. Из них пригодные для использования геотермальные ресурсы составляют всего 1% общей теплоемкости верхней 10-километровой толщи земной коры, или 137 трлн. т.у.т (тонн условного топлива). Но и это количество геотермальной энергии может обеспечить нужды человечества на долгое время. Области повышенной сейсмической активности, вокруг краев континентальных плит являются наилучшими местами для строительства геотермальных электростанций, потому что кора в таких зонах намного тоньше. Именно поэтому наиболее перспективные

геотермальные ресурсы находятся в зонах вулканической активности. К сожалению, человечество еще не научилось использовать энергию вулканов в мирных целях. А вот рассматриваемые далее скрытые, на первый взгляд незаметные, проявления энергии земных недр, уже давно эффективно используются людьми для получения тепловой, а в течение последних почти 100 лет и электрической энергии.

При значениях температур геотермальных вод превышающих 140 – 150 °С, когда вода вблизи от поверхности земли нагревается до температуры кипения, в результате чего в виде водяного пара вырывается на поверхность, экономически, наиболее выгодно использовать геотермальную энергию для выработки электричества.

В настоящее время геотермальная электроэнергетика развивается ускоренными темпами, не в последнюю очередь из-за галопирующего увеличения стоимости нефти и газа. Этому развитию во многом способствуют принятые во многих странах мира правительственные программы, поддерживающие это направление развития геотермальной энергетики.

Отметим, что геотермальные ресурсы разведаны в 80 странах мира и в 58 из них активно используются. Крупнейшим производителем геотермальной электроэнергии являются США, где геотермальная электроэнергетика, как один из альтернативных источников энергии, имеет особую правительственную поддержку. В США в 2010 году на ГеоТЭС было выработано около 18 млрд. кВтч электроэнергии в таких основных промышленных зонах, как зона Больших гейзеров, расположенная в 100 км к северу от Сан-Франциско (1750 МВт установленной мощности), северная часть Соленого моря в центральной Калифорнии (930 МВт установленной мощности), Невада (685 МВт установленной мощности) и др. Геотермальная электроэнергетика бурно развивается также в ряде других стран, в том числе: на Филиппинах, где на ГеоТЭС на начало 2010 года было установлено 2870 МВт электрической мощности, что позволило обеспечить около 27% потребностей страны в электроэнергии; в Италии, где в 2005 году действовали геотермальные энергоустановки общей мощностью в 1050 МВт; в Исландии, где действуют пять теплофикационных ГеоТЭС общей электрической мощностью 740

МВт, вырабатывающие 26,5 % всей электроэнергии в стране; в Кении, где в 2005 году действовали три ГеоТЭС общей электрической мощностью в 260 МВт и были разработаны планы по доведению этих мощностей до 776 МВт.

Таблица 1- Топ-15 стран, использующих геотермальную энергию(данные на 2009 г.)

Страна	Мощность (МВт)
США	2987
Филиппины	1969,7
Индонезия	992
Мексика	953
Италия	810,5
Япония	535,2
Новая Зеландия	471,6
Исландия	421,2
Сальвадор	204,2
Коста-Рика	162,5
Кения	128,8
Никарагуа	87,4
Россия	79
Папуа-Новая Гвинея	56
Гватемала	53

Россия не входит даже в первую десятку производителей электрической и тепловой энергии из геотермальных источников, в то время как запасы геотермальной энергии в России по оценкам в 10-15 раз превышают запасы органического топлива в стране.

Характеризуя развитие мировой геотермальной электроэнергетики как неотъемлемой составной части возобновляемой энергетики на более отдаленную перспективу, отметим следующее. Согласно прогнозным расчетам в 2030 году ожидается некоторое снижение доли возобновляемых источников энергии в

общемировом объеме производства энергии. При этом энергия солнца, ветра и геотермальных вод будет развиваться ускоренными темпами, ежегодно увеличиваясь в среднем на 4,1 %, однако вследствие «низкого» старта их доля в структуре возобновляемых источников и в 2030 году будет оставаться наименьшей.

Геотермальная энергетика, и геотермальные электростанции в том числе, является одним из самых перспективных видов получения альтернативных источников энергии. Современная востребованность геотермальной энергии как одного из видов возобновляемой энергии обусловлена, прежде всего, истощением запасов органического топлива и зависимостью большинства развитых стран от его импорта (в основном импорта нефти и газа), а также с существенным отрицательным влиянием традиционной энергетики на окружающую среду.

Все же, применяя геотермальную энергию, следует в полной мере учитывать ее достоинства и недостатки. Главными достоинствами геотермальной энергии являются;

- возможность ее использования в виде геотермальной воды или смеси воды и пара (в зависимости от их температуры) для нужд горячего водо- и теплоснабжения, а так же для выработки электроэнергии либо одновременно для того и другого;

- практически полная безопасность для окружающей среды. Количество CO_2 , выделяемого при производстве 1 кВт электроэнергии из высокотемпературных геотермальных источников, составляет от 13 до 380 г (например, для угля он равен 1042 г на 1 кВт·ч);

- экономическая эффективность в несколько раз превосходит традиционные виды получения электроэнергии, а также и другие виды НВИЭ;

- ее практическая неиссякаемость;

- полная независимость в работе от условий окружающей среды, времени суток и года;

- коэффициент использования превышает 90%;

Указанные преимущества приводят к тому, что геотермальная энергетика, несмотря на свою молодость (у нее всего 100-летняя история) развивается сейчас во всем

мире;

Основными недостатками геотермальной энергии являются:

– необходимость обратной закачки отработанной воды в подземный водоносный горизонт;

– высокая минерализация термальных вод большинства месторождений, наличие в воде токсичных соединений и металлов, что в большинстве случаев исключает возможность сброса этих вод в расположенные на поверхности природные водные системы;

– ограниченные районы источников такой энергии;

– низкий температурный потенциал теплоносителя;

– ограниченность промышленного опыта эксплуатации станций;

Также развитие геотермальной энергетики останавливает высокая цена установок, а также более низкий выход энергии в сравнении с газовыми или нефтяными скважинами. С другой стороны - их можно использовать гораздо дольше, чем месторождения традиционных источников.

Отмеченные выше недостатки геотермальной энергии приводят к тому, что для практического использования теплоты геотермальных вод необходимы значительные капитальные затраты на бурение скважин, обратную закачку отработанной геотермальной воды, а также на создание коррозионно-стойкого теплотехнического оборудования.

2. Геотермальные электростанции.

Виды ГеоТЭС по принципу работы

Геотермальная электростанция (ГеоТЭС) - вид электростанций, которые вырабатывают электрическую энергию из тепловой энергии подземных источников.

Схема работы геотермальной электростанции достаточно проста. Вода, через специально пробуренные отверстия, закачивается глубоко под землю, в те слои земной коры, которые естественным образом довольно сильно нагреты. Просачиваясь в трещины и полости горячего гранита, вода нагревается, вплоть до образования водяного пара, и по другой, параллельной скважине поднимается обратно. После этого горячая вода поступает непосредственно на электростанцию, в теплообменник, и её энергия преобразуется в электрическую. Это происходит посредством турбины и генератора, как и во многих других типах электростанций. В другом варианте геотермальной электростанции, используются природные гидротермальные ресурсы, т.е. вода, нагретая до высокой температуры в результате естественных природных процессов. Однако область использования подобных ресурсов значительно ограничена наличием особых геологических районов. В этом случае в теплообменник поступает уже нагретая вода, выкачанная из земных недр. В другом случае - вода в результате высокого геологического давления, поднимается самостоятельно, через специально пробуренные отверстия. Это, так скажем, общий принцип работы геотермальной электростанции, который подходит для всех их типов. По своему техническому устройству, геотермальные электростанции подразделяются на несколько видов:

- геотермальные электростанции на парогидротермах - это электростанции, в которых используется уже нагретая природой вода;

- двухконтурная геотермальная электростанция на водяном паре. В таких электростанциях имеется специальный двухконтурный парогенератор, позволяющий генерировать «добавочный» пар. Иными словами на «горячей» стороне парогенератора используется геотермальный пар, а на «холодной» его стороне генерируется вторичный пар, полученный из подведенной воды;

- двухконтурная геотермальная электростанция на низкокипящих рабочих веществах. Область применения таких электростанций - использование очень

горячих (до 200 градусов) термальных вод, а также использование дополнительно воды на месторождениях парогидротерм, о которых было сказано выше;

В настоящее время существует три схемы производства электроэнергии с использованием геотермальных ресурсов:

- прямая с использованием сухого пара
- непрямая с использованием водяного пара
- смешанная схема производства (бинарный цикл)

Тип преобразования зависит от состояния среды (пар или вода) и ее температуры.

Первыми были освоены электростанции на сухом пару с прямым типом производства электроэнергии. Для производства электроэнергии на таких ГеоТЭС, пар, поступающий по трубам из скважины, пропускается непосредственно через турбину, которая вращает генератор, вырабатывающий электроэнергию. (Рисунок 1)

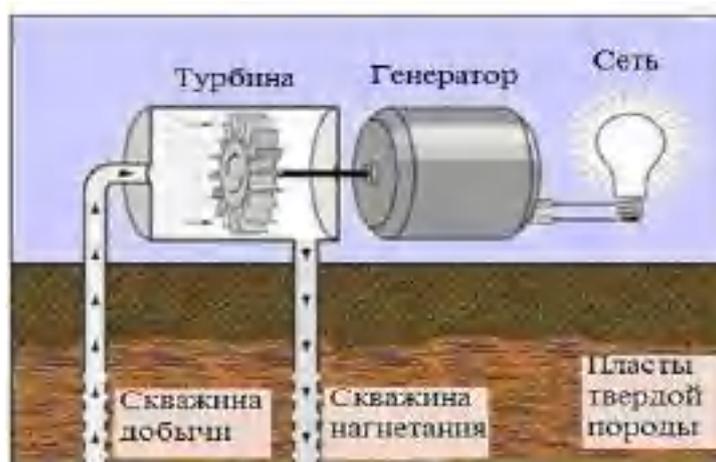


Рисунок 1 - Принцип работы геотермальной электростанции, работающей на сухом пару

Дальнейшим развитием ГеоТЭС стали электростанции с непрямым типом производства электроэнергии, на сегодняшний день являющиеся самыми распространенными. Они используют горячие подземные воды (температурой до 182 °С) которые закачиваются при высоком давлении в установки на поверхности. Гидротермальный раствор нагнетается в испаритель для снижения давления, из-за этого часть раствора очень быстро выпаривается. Полученный пар приводит в

действие турбину. Если в резервуаре остается жидкость, то ее можно выпарить в следующем испарителе для получения еще большей мощности. (Рисунок 2)

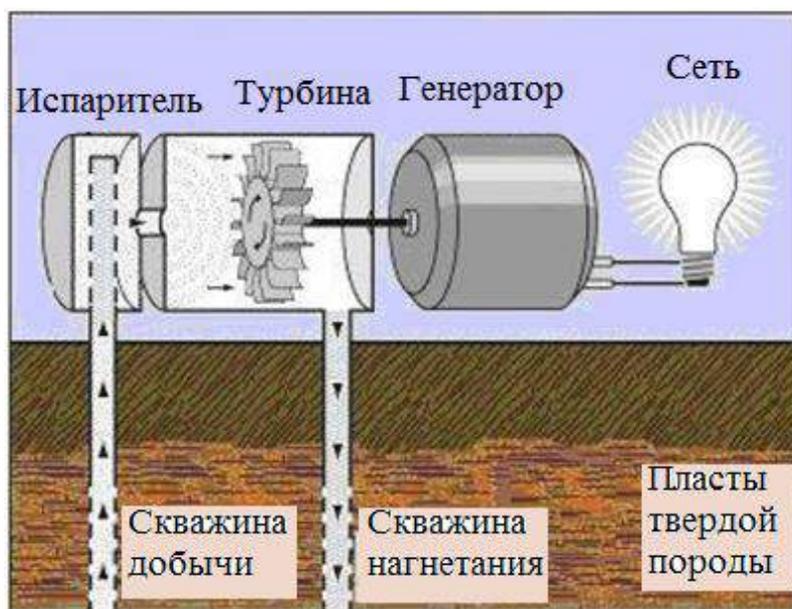


Рисунок 2 - Принцип работы геотермальной электростанции с непрямом типом производства энергии

На данный момент, все большее распространение получают ГеоТЭС со смешанным циклом работы. Появившаяся несколько лет назад новая, разработанная австралийской компанией Geodynamics Ltd., революционная технология строительства ГеоТЭС - технология Hot-Dry-Rock, существенно повышает эффективность преобразования энергии геотермальных вод в электроэнергию. Суть этой технологии заключается в следующем. До самого последнего времени в термоэнергетике неизменно считался главным принцип работы всех геотермальных станций, заключающийся в использовании естественного выхода пара. Австралийцы отступили от этого принципа и решили сами создать подходящий «гейзер». Для этого они отыскали в пустыне на юго-востоке Австралии точку, где тектоника и изолированность скальных пород создают аномалию, которая круглогодично поддерживает в округе очень высокую температуру. Поэтому если на такую глубину через скважину закачать воду, то она, повсеместно проникая в трещины горячего гранита, будет их расширять, одновременно нагреваясь, а затем по другой пробуренной скважине будет подниматься на поверхность. После этого нагретую воду можно будет без особого

труда собирать в теплообменнике, а полученную от нее энергию использовать для испарения другой жидкости с более низкой температурой кипения, пар которой и приведет в действие паровые турбины. Вода, отдавшая геотермальное тепло, вновь будет направлена через скважину на глубину, и цикл, таким образом, повторится. (Смотри рисунок 3)

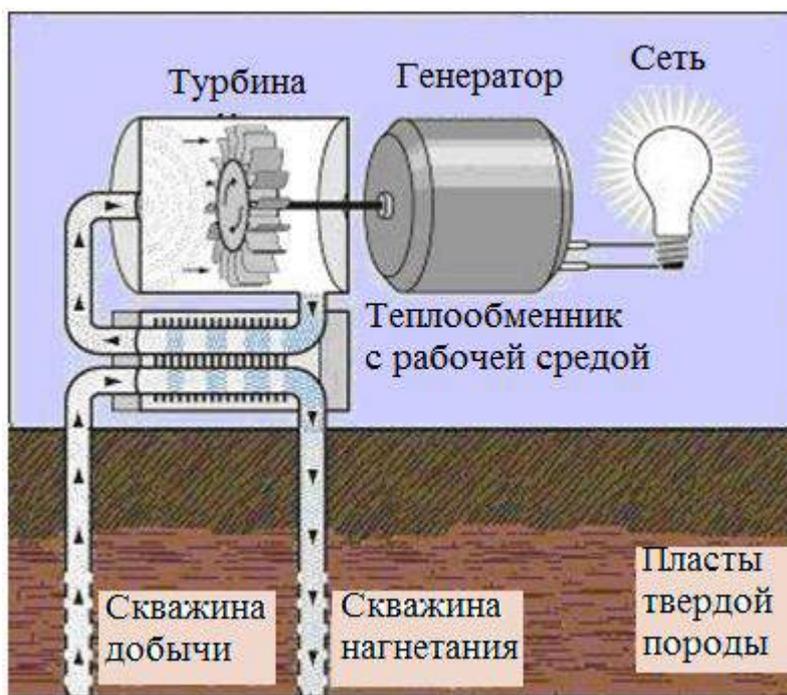


Рисунок 3 - Принцип работы геотермальной электростанции с бинарным циклом

3. Развитие геотермальной энергетики в России.

По данным института вулканологии Дальневосточного Отделения Российской Академии наук, только геотермальные ресурсы Камчатки оцениваются в 5000 МВт, что позволит обеспечивать регион электроэнергией и теплом в течение 100 лет. Поэтому особое внимание уделяется развитию геотермальной энергетики в данном регионе.

По данным АО "Геотерм - М", геотермальные ресурсы России распределены следующим образом: три российские геотермальные электростанции расположены на территории Камчатки, суммарный энергопотенциал пароводяных терм которой оценивается в 1.2 ГВт рабочей электрической мощности, однако реализован только в размере 81.2 МВт установленной мощности (2010 год) и около 420 млн. кВт/час годовой выработки (2010 год). Электростанция Мутновская, самая большая в регионе, находится в 120 километрах от города Петропавловск-Камчатский на высоте 1 км над уровнем моря, у подножья одноименного вулкана. Мутновское месторождение состоит из Верхне-Мутоновской ГеоТЭС, установленной мощностью 12 МВт (2010) и выработкой 63млн. кВт·ч/год (2010) и Мутоновской ГеоТЭС мощностью 50 МВт (2010) и выработкой 360,7 млн. кВт·ч/год (2010). Также на островах южной группы Большой гряды Курильских островов, таких как Итуруп -Океанская ГеоТЭС установленной мощностью 3,6 МВт (2010), Кунашир Менделеевская установленной мощностью 3,6 МВт (2010).

Развитие геотермальной энергетики в России поможет во многом разрешить проблему электрификации малообжитых территорий и повышения надёжности электроснабжения той части потребителей, для которых централизованное энергообеспечение экономически неприемлемо. Без использования возобновляемых источников нельзя удовлетворительно решить энергоснабжение районов Крайнего Севера; районов, не связанных сетями общего пользования; повысить до цивилизованного уровня надёжность и качество электроснабжения регионов, дефицитных по электрической энергии и органическим ресурсам; улучшить экологическую обстановку по стране, обеспечения аварийного энергоснабжения, специальных объектов, а также объектов сферы образования, культуры, услуг.

Заключение

Тепло Земли очень «рассеянно», и в большинстве районов мира человеком может использоваться с выгодой только очень небольшая часть такой энергии. Из них пригодные для использования геотермальные ресурсы составляют всего 1% общей теплоемкости верхней 10-километровой толщи земной коры, или 137 трлн. тонн условного топлива. Но и это количество геотермальной энергии может обеспечить нужды человечества на долгое время. Области повышенной сейсмической активности, вокруг краев континентальных плит являются наилучшими местами для строительства геотермальных электростанций, потому что кора в таких зонах намного тоньше. Именно поэтому наиболее перспективные геотермальные ресурсы находятся в зонах вулканической активности.

Отметим, что геотермальные ресурсы разведаны в 80 странах мира и в 58 из них активно используются. Крупнейшим производителем геотермальной электроэнергии являются США, где геотермальная электроэнергетика, как один из альтернативных источников энергии, имеет особую правительственную поддержку. Опыт, накопленный различными странами (в том числе и Россией), относится в основном к использованию природного пара и термальных вод, которые остаются пока наиболее реальной базой геотермальной энергетики. Однако ее крупномасштабное развитие в будущем возможно лишь при освоении петрогеотермальных ресурсов, т. е. тепловой энергии горячих горных пород, температура которых на глубине 3 - 5 км обычно превышает 100 °С.

Геотермальная энергетика, и геотермальные электростанции в том числе, является одним из самых перспективных видов получения альтернативных источников энергии. Современная востребованность геотермальной энергии как одного из видов возобновляемой энергии обусловлена, прежде всего, истощением запасов органического топлива и зависимостью большинства развитых стран от его импорта (в основном импорта нефти и газа), а также с существенным отрицательным влиянием традиционной энергетики на окружающую среду.

Сегодня ГеоТЭС в мире производят около 64613 ГВт·ч энергии в год. Суммарная мощность существующих геотермальных систем теплоснабжения оценивается в 85900 ГВтч. Россия, к сожалению, не входит даже в первую десятку производителей

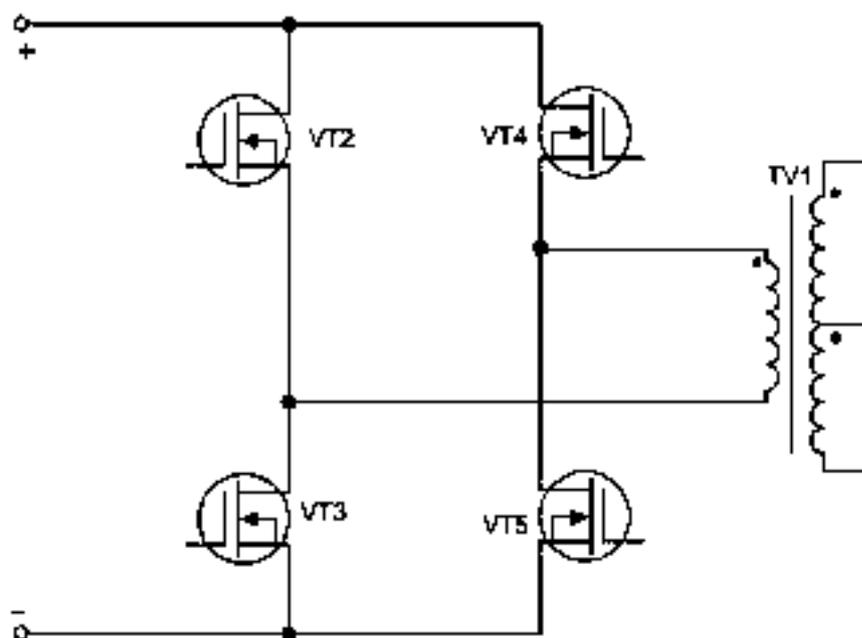
электрической и тепловой энергии из геотермальных источников, в то время как запасы геотермальной энергии по оценкам в 10-15 раз превышают запасы органического топлива.

Сейчас, в связи с внедрением новых, менее затратных, технологий бурения скважин, применением эффективных способов очистки воды от токсичных соединений и металлов капитальные затраты на отбор тепла от геотермальных вод непрерывно снижаются. К тому же, следует иметь в виду, что геотермальная энергетика в последнее время существенно продвинулась в своем развитии. Так, последние разработки показали возможность выработки электроэнергии при температуре пароводяной смеси ниже 80 °С, что позволяет гораздо шире применять ГеоТЭС для выработки электроэнергии. В связи с этим ожидается, что в странах со значительным геотермальным потенциалом и первую очередь в США мощность ГеоТЭС в самое ближайшее время удвоится.

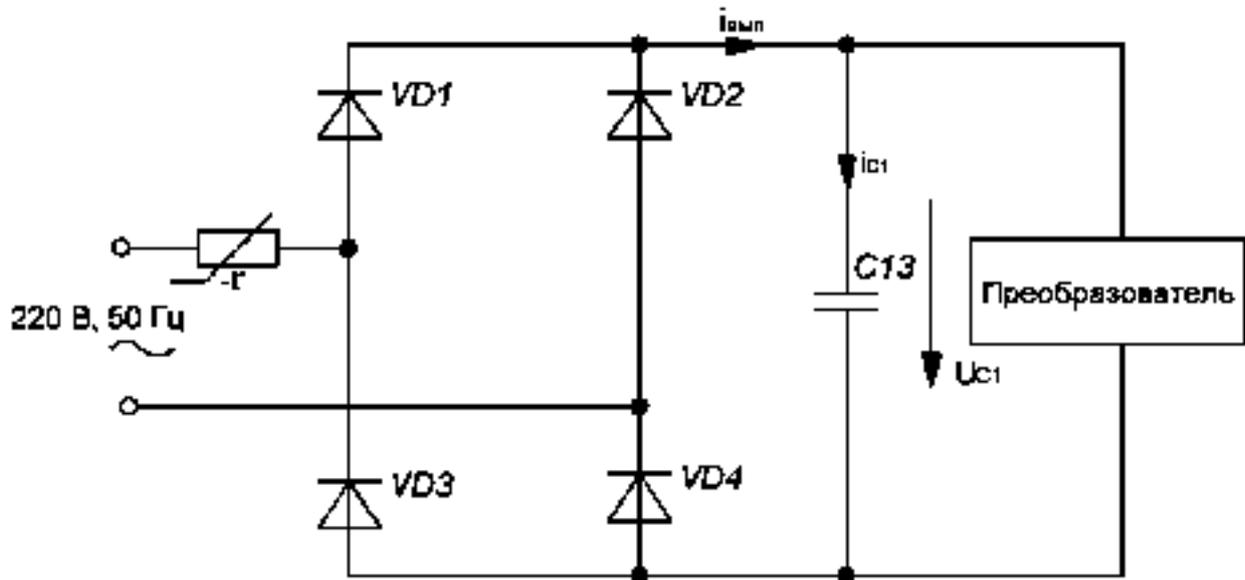
Преобразователи электрической энергии.

Рассмотрим на примере мостового двухтактного преобразователя.

Двухтактные преобразователи (в иностранных источниках «Push-pull») образуют класс устройств, технические показатели которых: размеры трансформатора, сглаживающего фильтра, а также КПД — значительно лучше, чем у однотактных схем. Добавим к этому еще и меньшую установленную мощность ключей в двухтактных схемах. Чем выше мощность в нагрузке, тем более явным становится преимущество двухтактных преобразователей; недостатком последних по сравнению с однотактными преобразователями следует считать повышенную сложность, как силовой части, так и управления. Двухтактные преобразователи позволяют добиться большей симметрии режимов работы трансформатора и поэтому используются для преобразования и стабилизации электрической энергии большей мощности, чем однотактные. В двухтактных преобразователях, в течение каждого из двух полупериодов электрические процессы идентичны и это позволяет добиться симметричного режима работы трансформатора, при котором подмагничивание (т. е. постоянная составляющая) практически отсутствует. Особенностью многих двухтактных схем преобразователей является синхронное переключение ключей («плеч» преобразователя). Допустимый размах индукции ΔB в два раза больше чем в однотактных схемах, т.к. перемагничивание происходит по симметричному циклу. Одновременное нахождение обоих транзисторов обоих транзисторов, например VT2 и VT3, недопустимо, так как при этом возникает режим КЗ первичной обмотки трансформатора, а следовательно неограниченный ток через транзистор. Для исключения этого явления между окончанием одного импульса управления и началом другого, вводят гарантированное время, которое называется гарантированной паузой.



1. Расчет однофазного двухполупериодного мостового выпрямителя с емкостным фильтром



$$U_{BX} = 220V \begin{matrix} +10 \\ -15 \end{matrix} \% = 170 \div 265 \text{ В}$$

$$f = 50 \text{ Гц}$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0.02 \text{ с} = 20 \text{ мс}$$

$$U_{ВЫХ} = 24 \text{ В} \pm 3\%$$

$$I_H = 0 \div 50 \text{ А}$$

Определим мощность преобразователя:

Задаёмся $\eta = 0.87$

$$P_{ВЫХ} = U_{ВЫХ} \cdot I_{H \max} = 24 \cdot 50 = 1200 \text{ Вт}$$

$$P_{ПРЕОБП} = \frac{P_{ВЫХ}}{\eta} = \frac{1200}{0.87} = 1380 \text{ Вт}$$

При первых приближенных расчетах преобразователь можно заменить эквивалентным источником тока нагрузки I_H .

Загрузка по току в диодах входного выпрямителя и в емкости фильтра $C1$ наибольшая при минимальном U_{BX} . В то же время выбор этих элементов по напряжению нужно проводить при максимальном U_{BX} .

При минимальном U_{BX} , определим минимальную амплитуду вх. напряжения Um_{min} :

$$Um_{\min} = U_{BX \min} \cdot \sqrt{2} = 170 \cdot \sqrt{2} = 240 \text{ В}$$

Зададимся величиной пульсаций напряжения ΔU_c .

Рекомендуемые значения $\Delta U_c = (20 \div 40) \text{ В}$.

Задаем $\Delta U_{c1} = 30 \text{ В}$.

Рассчитаем максимальный ток нагрузки $I_{H_{\max}}$.

$$I_{H_{\max}} = \frac{P_{\text{ПРЕОБР}}}{U_{\text{BX min}}} = \frac{P_{\text{ПРЕОБР}}}{U_{m_{\min}} - \Delta U_{c1}} = \frac{1380}{240 - 30} = 6.8 \text{ A}$$

$$I_{c1} = I_{H_{\max}} = C1 \cdot \frac{\Delta U_{c1}}{\Delta t_{\text{разр}}} \Rightarrow$$

$$C13 = \frac{I_{H_{\max}} \cdot \Delta t_{\text{разр}}}{\Delta U_{c1}}$$

Считаем, что разряд происходит за $\Delta t_{\text{разр}} = 10 \text{ мс}$.

$$C13 = \frac{I_{H_{\max}} \cdot \Delta t_{\text{разр}}}{\Delta U_{c1}} = \frac{6.8 \cdot 0.01}{30} = 2267 \text{ мкФ}$$

Из ряда $E6$ выбираем ближайшую к расчетной величину емкости конденсатора $C13=2700 \text{ мкФ}$.

Для момента времени $t1$:

$$|ic1| = I_H$$

$$ic1(t) = C13 \cdot \frac{du_{c1}(t)}{dt}$$

$$u_{c1}(t) = U_{\text{BX min}} \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega \cdot t) = U_{m_{\min}} \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

$$ic1(t) = C13 \cdot \omega \cdot U_{m_{\min}} \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

$$ic1(t) + I_H = 0$$

$$C13 \cdot \omega \cdot U_{m_{\min}} \cdot \cos(\omega \cdot t1) = -I_H$$

$$\cos(\omega \cdot t1) = -\frac{I_H}{C13 \cdot \omega \cdot U_{m_{\min}}}$$

$$t1 = \frac{1}{\omega} \cdot \arccos\left(-\frac{I_H}{C13 \cdot \omega \cdot U_{m_{\min}}}\right) = \frac{1}{314} \cdot \arccos\left(-\frac{6.8}{314 \cdot 2700 \cdot 10^{-6} \cdot 240}\right) = 5.11 \text{ мс}$$

$$t1 = 5.11 \text{ мс}$$

$$\frac{\Delta U_{c1}}{\Delta t} = \frac{du_{c1}(t)}{dt} = \frac{I_H}{C13}$$

$$U_{c1}(t1) = U_{m_{\min}} \cdot \sin(\omega \cdot t1) = 240 \cdot \sin(314 \cdot 5.11 \cdot 10^{-3}) = 239.9 \approx 240 \text{ В}$$

Для момента времени t_2 :

$$u_{C1}(t) = -\frac{I_H}{C13} \cdot t + b$$

$$U_{C1}(t_1) = -\frac{I_H}{C13} \cdot t_1 + b \Rightarrow$$

$$b = U_{C1}(t_1) + \frac{I_H}{C13} \cdot t_1 = 240 + \frac{6.8 \cdot 5.11 \cdot 10^{-3}}{2700 \cdot 10^{-6}} \approx 253 \text{ В}$$

$$u_{C1}(t) = -2519 \cdot t + 253$$

$$U_{C1}(t_2) = -U_{m_{\min}} \cdot \sin(\omega \cdot t_2)$$

$$-2519 \cdot t_2 + 253 = -240 \cdot \sin(314 \cdot t_2)$$

Решая данное уравнение, получаем:

$$t_2 = 14 \text{ мс}$$

$$U_{C1}(t_2) = -240 \cdot \sin(\omega \cdot t_2) = -240 \cdot \sin(314 \cdot 14 \cdot 10^{-3}) \approx 228 \text{ В}$$

Найдем размах пульсаций:

$$\Delta U_{C1} = U_{C1}(t_1) - U_{C1}(t_2) = 240 - 228 = 12 \text{ В}$$

Рассчитаем действующее значение напряжения на конденсаторе $C1$ при минимальном входном напряжении $U_{BX} = 170 \text{ В}$.

$$\begin{aligned} U_{C1_{\min}} &= \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \left(\int_{t_1}^{t_2} (-2519 \cdot t + 253)^2 dt + \int_{t_2}^{t_1+T} (U_{m_{\min}} \cdot \sin(\omega \cdot t))^2 dt \right)} = \\ &= \sqrt{\frac{1}{0.01} \cdot \left(\int_{5.1 \cdot 10^{-3}}^{14 \cdot 10^{-3}} (-2519 \cdot t + 253)^2 dt + \int_{14 \cdot 10^{-3}}^{15.1 \cdot 10^{-3}} (240 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(314 \cdot t))^2 dt \right)} = 230 \text{ В} \end{aligned}$$

Рассчитаем значение действующего тока I_{C1} .

$$\begin{aligned} I_{C1} &= \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_{t_1}^{t_1+T} (i_{C1}(t))^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \left(\int_{t_1}^{t_2} (-I_H)^2 dt + \int_{t_2}^{t_1+T} (-U_{m_{\min}} \cdot \omega \cdot C13 \cdot \cos(\omega \cdot t))^2 dt \right)} = \\ &= \sqrt{\frac{1}{0.01} \cdot \left(\int_{5.1 \cdot 10^{-3}}^{14 \cdot 10^{-3}} (-6.8)^2 dt + \int_{14 \cdot 10^{-3}}^{15.1 \cdot 10^{-3}} (-240 \cdot 314 \cdot 2700 \cdot 10^{-6} \cdot \cos(314 \cdot t))^2 dt \right)} = 13.33 \text{ А} \end{aligned}$$

Определим действующее значение напряжения на конденсаторе C13 при максимальном входном напряжении $U_{BX} = 265 \text{ В}$.

$$I_{H_{\min}} = \frac{P_{\text{ПРЕОБР}}}{U_{m_{\max}} - \Delta U_{C1}} = \frac{1380}{265 \cdot \sqrt{2} - 30} = 4 \text{ А}$$

$$t1 = \frac{1}{\omega} \cdot \arccos\left(-\frac{I_H}{C13 \cdot \omega \cdot U_{m_{\max}}}\right) = \frac{1}{314} \cdot \arccos\left(-\frac{4}{2700 \cdot 10^{-6} \cdot 314 \cdot 375}\right) = 5.04 \text{ мс}$$

$$U_{C1}(t1) = U_{m_{\min}} \cdot \sin(\omega \cdot t1) = 375 \cdot \sin(314 \cdot 5.04 \cdot 10^{-3}) \approx 375 \text{ В}$$

$$U_{C1}(t1) = -\frac{I_H}{C13} \cdot t1 + b \Rightarrow$$

$$b = U_{C1}(t1) + \frac{I_H}{C13} \cdot t1 = 375 + \frac{4 \cdot 5.04 \cdot 10^{-3}}{2700 \cdot 10^{-6}} \approx 385 \text{ В}$$

$$u_{C1}(t) = -1481 \cdot t + 385$$

$$-1481 \cdot t2 + 385 = -375 \cdot \sin(314 \cdot t2)$$

Решая данное уравнение, получим:

$$t2 = 14.2 \text{ мс}$$

$$U_{C1}(t2) = -375 \cdot \sin(\omega \cdot t2) = -375 \cdot \sin(314 \cdot 14.2 \cdot 10^{-3}) \approx 363 \text{ В}$$

Найдем размах пульсаций:

$$\Delta U_{C1} = U_{C1}(t1) - U_{C1}(t2) = 375 - 363 = 12 \text{ В}$$

Определим действующее значение напряжения на конденсаторе C1:

$$U_{C1_{\max}} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \left(\int_{t1}^{t2} (-1481 \cdot t + 385)^2 dt + \int_{t2}^{t1+T} (U_{m_{\max}} \cdot \sin(\omega \cdot t))^2 dt \right)} =$$

$$= \sqrt{\frac{1}{0.01} \cdot \left(\int_{5.04 \times 10^{-3}}^{14.2 \times 10^{-3}} (-1481 \cdot t + 385)^2 dt + \int_{14.2 \times 10^{-3}}^{15.04 \times 10^{-3}} (265 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(314 \cdot t))^2 dt \right)} = 371 \text{ В}$$

По полученным данным в качестве фильтра для входного выпрямителя выбираем конденсатор В41554 фирмы Ерсos, емкостью 2700мкФ на напряжение 400В.

Выберем диоды для входного выпрямителя:

$$1) I_{cp_выпр} = I_n = 6.8 \text{ A}$$

$$2) U_{обр} > 2 \cdot U_{m\max} = 2 \cdot 375 = 750 \text{ В}$$

Максимальное обратное напряжение выбираем как двойное входное максимальное напряжение.

Из полученных данных в качестве входного выпрямителя выбираем диодный мост VS1B15A80 фирмы Vishay.

$$U_{обр} = 800 \text{ В}$$

$$I_{cp_выпр} = 15 \text{ А}$$

$$U_{прям} = 1 \text{ В}$$

$$I^2 t = 166 \text{ А}^2 \text{ с}$$

$$I_{FSM} = 200 \text{ А}$$

Выберем NTC термистор для ограничения бросков тока:

NTC термисторы (Negative Temperature Coefficient) – уменьшают свое сопротивление с увеличением температуры.

Выбрали NTC термистор фирмы EPCOS B57236 (S 236)

Диапазон рабочих температур, °C = -55...+170

Номинальное сопротивление, Ом ,при темп. 2.1 °C = 2.5 - 80

Точность, % = 1.6 - 5.5

Коэф-т темп. чувств. 25/100, К = 2700 - 3300

Диаграммы токов и напряжений:

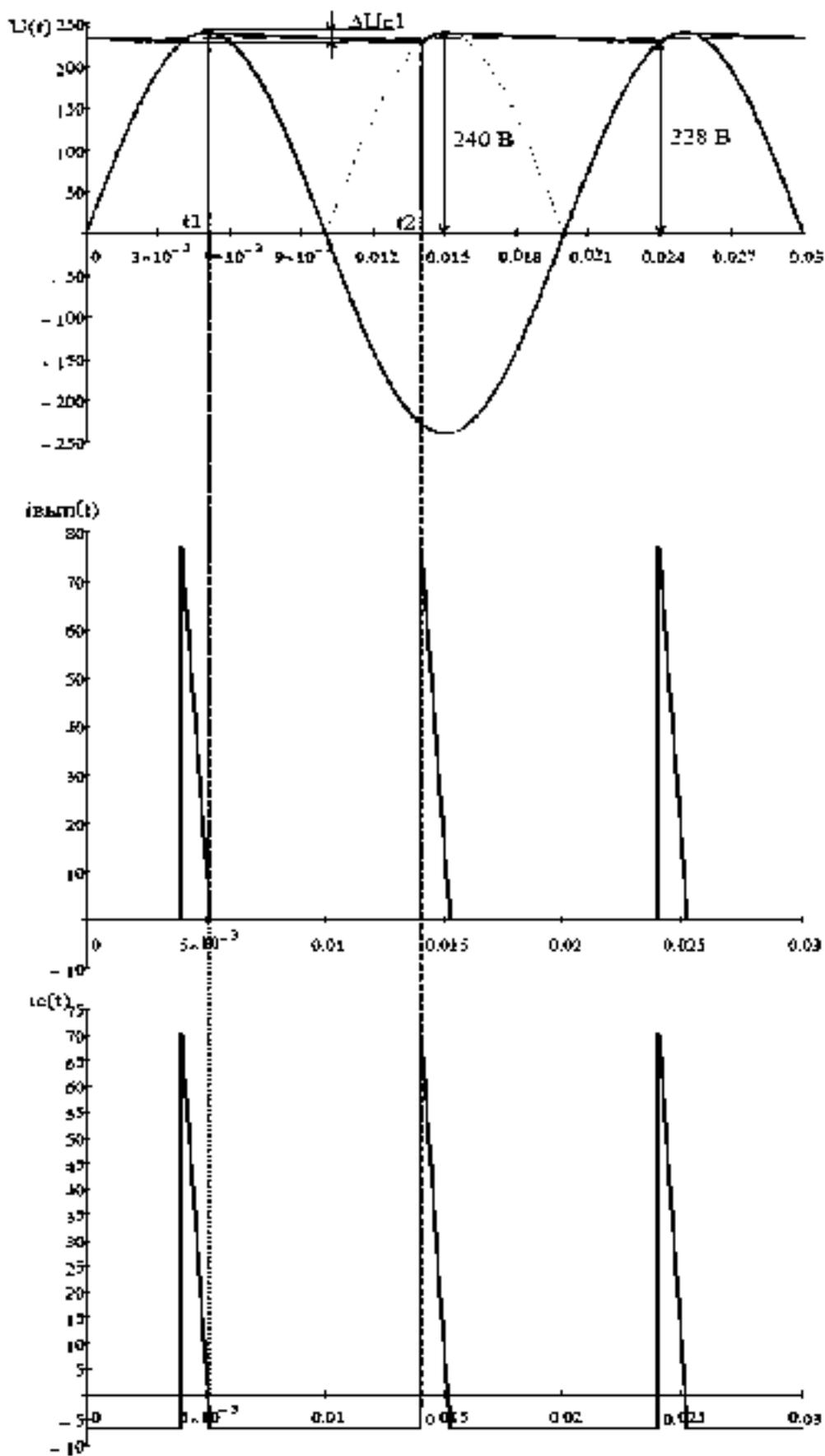
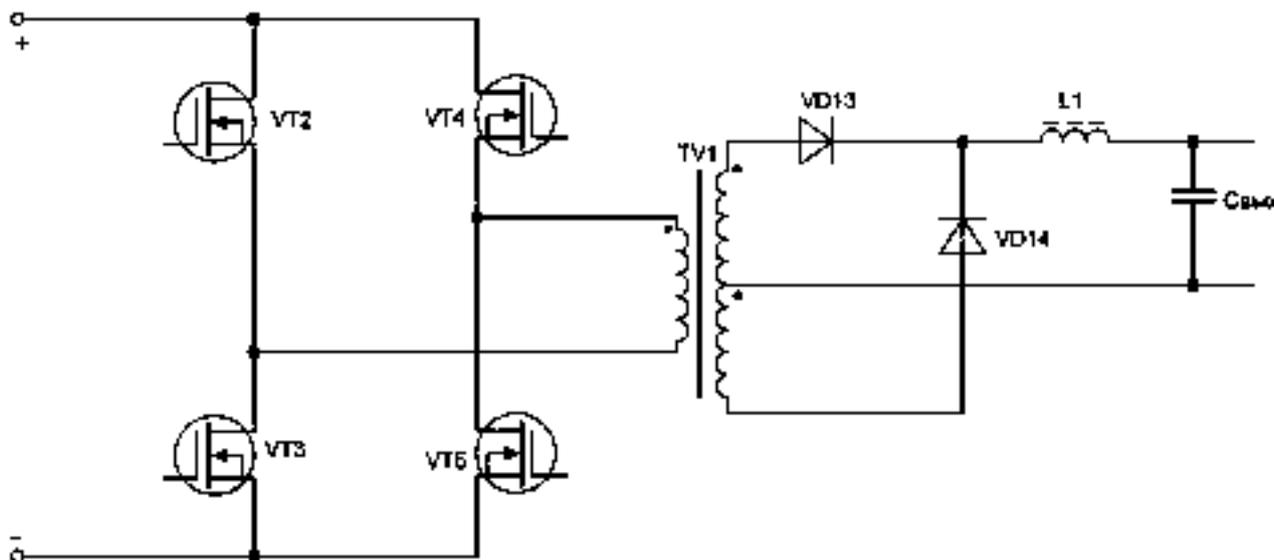


Рисунок 4 - Диаграммы токов и напряжений

2. Расчет мостового преобразователя



$$U_{БВХ} = 24В \pm 3\%$$

$$I_H = 0 \div 50 А$$

$$\Delta U_{БВХ} = 200 мВ$$

$$f_s = 100 \text{ кГц}$$

$$U_{ВХ \min} = 170 \cdot \sqrt{2} - \Delta U_{C1} = 240 - 12 = 228 В$$

$$U_{ВХ \max} = 265 \cdot \sqrt{2} = 375 В$$

$$U_{ВХ} = U_{ВХ \min} \div U_{ВХ \max} = 228 \div 375 В$$

$$T = \frac{1}{f_s} = \frac{1}{0.1 \cdot 10^6} = 10 \text{ мкс}$$

$$\gamma_{\max} = 0.9$$

Определим максимальное время импульса:

$$\gamma = \frac{t_u}{T} \Rightarrow t_{u \max} = \gamma_{\max} \cdot T = 0.9 \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 9 \text{ мкс}$$

Рассчитаем коэффициент трансформации.

1. Во время импульса управления:

Открываются транзисторы VT2 и VT5, первичная обмотка (1 2) подключается к источнику входного напряжения таким образом, что полярность напряжения на обмотке отрицательна, что обеспечивает открытое состояние выходного диода VD14. На этом этапе обеспечивается передача энергии от входного источника на выход преобразователя.

$$U_{BX} \cdot \frac{W_{34}}{W_{12}}$$

$$U_{34} = U_{BX} \cdot \frac{W_{34}}{W_{12}}$$

$$n = \frac{W_{12}}{W_{34}} - \text{коэффициент трансформации.}$$

$$U_1 = U_{34} - Unp_{VD} = \frac{U_{BX}}{n} - Unp_{VD}$$

$$U_{L1} = U_1 - U_H = U_{34} - Unp_{VD} - U_H = \frac{U_{BX}}{n} - Unp_{VD} - U_H$$

2. Во время паузы:

Во время паузы между импульсами управления все транзисторы закрыты, а оба выходных диода VD13 и VD14 открыты, что обеспечивает закороченное состояние вторичной обмотки трансформатора.

$$U_{L1} = -U_H$$

Из равенства вольт-секундных площадей напряжения на индуктивности $L1$ внутри одного периода следует, что:

$$\left(\frac{U_{BX}}{n} - Unp_{VD} - U_H \right) \cdot t_u = (U_H + Unp_{VD}) \cdot (T - t_u)$$

При открывании транзисторов VT3 и VT4 меняется полярность на первичной обмотке, что приводит к открыванию диода VD13 и закрытому состоянию VD14.

Расчет коэффициента трансформации проводится при минимальном входном напряжении $U_{BX \min} = 228 \text{ В}$, а значит при максимальном коэффициенте заполнения $\gamma_{\max} = 0.9$.

$$\left(\frac{U_{BX \min}}{n} - Unp_{VD} - U_H \right) \cdot \gamma_{\max} = U_H \cdot (1 - \gamma_{\max})$$

$$\frac{U_{BX \min}}{n} \cdot \gamma_{\max} - Unp_{VD} \cdot \gamma_{\max} - U_H \cdot \gamma_{\max} = U_H - U_H \cdot \gamma_{\max}$$

$$n = \frac{U_{BX \min}}{\frac{U_H}{\gamma_{\max}} + Unp_{VD}} = \frac{228}{26.6 + 1} = 8.2$$

Максимальная величина пульсаций тока i_{L1} не должны превышать $(0.2 \div 0.3) \cdot I_{H \max}$.

$$\Delta I_{L1} = I_{L1 \max} - I_{L1 \min} = 0.3 \cdot I_{H \max} = 0.2 \cdot 50 = 10 \text{ А}$$

$$\Delta I_L = \frac{U_H}{L_1} \cdot (1 - \gamma) \cdot T$$

$$L1 = \frac{U_H}{\Delta I_L} \cdot (1 - \gamma) \cdot T$$

Определим минимальный коэффициент заполнения γ_{\min} , при $U_{BX \max}$.

$$\gamma_{\min} = \frac{U_H}{\frac{U_{ex \max}}{n} - Unp_{VD}} = \frac{24}{\frac{375}{8.2} - 1} = 0.54$$

$$\gamma = (0.54 \div 0.9)$$

Рассчитаем минимальное время импульса $t_{u \min}$.

$$t_{u \min} = \gamma_{\min} \cdot T = 0.54 \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 5.4 \text{ мкс}$$

$$\text{Т.о. } t_u = (5.4 \div 9) \text{ мкс}$$

$$I_{L1 \max} = 45 \text{ А}$$

$$I_{L1 \min} = 55 \text{ А}$$

$$L1 = \frac{U_H}{\Delta L} \cdot (1 - \gamma_{\min}) \cdot T = \frac{24}{10} \cdot (1 - 0.54) = 11 \text{ мкГн}$$

Определим минимальную величину пульсаций тока i_{L1} . Пульсации минимальны при

$$U_{BX \min} = 228 \text{ В и } \gamma_{\max} = 0.9.$$

$$\Delta L_{L \min} = \frac{U_H}{L_1} \cdot (1 - \gamma_{\max}) \cdot T = \frac{24}{11 \cdot 10^{-6}} \cdot (1 - 0.9) \cdot 10^{-5} = 2.2 \text{ А}$$

$$I_{L1 \max} = 48.9 \text{ А}$$

$$I_{L1 \min} = 51.1 \text{ А}$$

Расчет токов 1-ой и 2-ой обмоток трансформатора TV1.

$$i_{34}(t) = i_{L1}(t),$$

$$i_{12}(t) \approx \frac{i_{L1}(t)}{n} \Rightarrow$$

$$i_{12 \min} = \frac{48.9}{8.2} = 6 \text{ А}$$

$$i_{12 \max} = \frac{51.1}{8.2} = 6.23 \text{ А}$$

$$Kз = \frac{S_{\text{меди}}}{S_{\text{окна}}} = 0.2 \text{ — допустимый коэффициент заполнения медью}$$

$$S_{\text{меди}} = Kз \cdot S_{\text{окна}} = 0.2 \cdot S_{\text{окна}}$$

$$S_{\text{меди}} = S_{12} + S_{34} = S_1 \cdot W_{12} + S_2 \cdot W_{34}$$

$$S_1 = \frac{I_1}{j} \text{ — сечение провода 1-ой обмотки}$$

$$S_2 = \frac{I_2}{j} \text{ — сечение провода 2-ой обмотки}$$

$$j = 5 \text{ А/мм}^2 \text{ — допустимая плотность тока}$$

Рассчитаем действующие значения токов 1-ой и 2-ой обмотки трансформатора:

$$I_{34} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^{t_u} (i_{34}(t))^2 \cdot dt} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^{t_{u \max}=0.9T} \left(I_{34 \max} + \frac{(I_{34 \max} - I_{34 \min})}{t_{u \max}} \cdot t \right)^2 \cdot dt} = 49.5 A$$

$$I_1 = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^{t_u} i_{12}(t)^2 \cdot dt} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^{t_{u \max}=0.9T} \left(I_{12 \max} + \frac{(I_{12 \max} - I_{12 \min})}{t_{u \max}} \cdot t \right)^2 \cdot dt} = 6 A$$

$$S_1 = \frac{I_1}{j} = \frac{6}{5} = 1.2 \text{ мм}^2$$

$$S_2 = \frac{I_2}{j} = \frac{49.5}{5} = 9.9 \text{ мм}^2$$

$$n = \frac{W_{12}}{W_{34}} = 8.2 \text{ – коэффициент трансформации}$$

$$S_{\text{меду}} = S_1 \cdot W_{12} + 2 \cdot S_2 \cdot W_{34} = W_{12} \cdot \left(S_1 + \frac{2 \cdot S_2}{n} \right)$$

$$S_{\text{окна}} = \frac{S_{\text{меду}}}{K_3} = \frac{W_{12}}{K_3} \cdot \left(S_1 + \frac{2 \cdot S_2}{n} \right)$$

Для двухтактной схемы до 100 кГц $B_{\max} = 0.2 \text{ Тл}$, $\Delta B = B_{\max} = 0.4 \text{ Тл}$

$$U_{12} = L_{12} \cdot \frac{di_{\mu_{12}}}{dt} = \frac{d\psi_{12}}{dt} = \frac{W_{12} \cdot d\Phi_{\mu_{12}}}{dt} = W_{12} \cdot S_C \cdot \frac{dB}{dt}$$

S_C – площадь поперечного сечения сердечника

На интервале времени $0 \leq t < t_u$

$$U_{BX} = U_{12} = W_{12} \cdot S_C \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t = t_u}$$

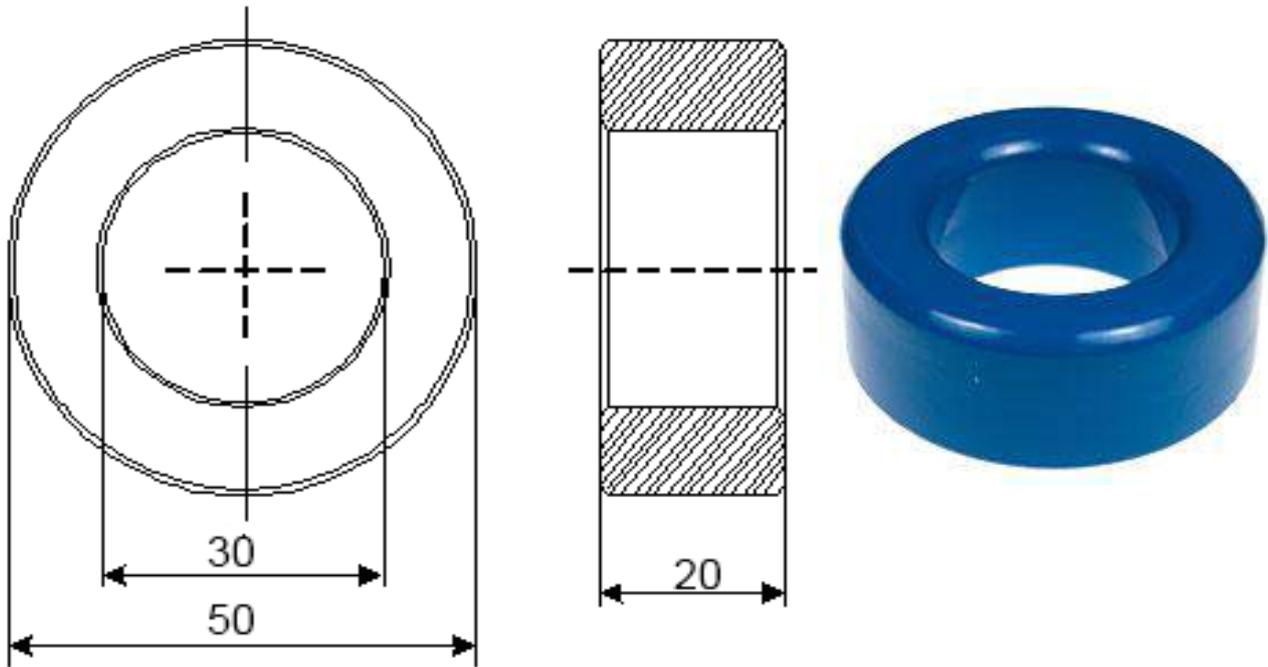
$$W_{12} = \frac{U_{BX \max} \cdot t_{u \max}}{S_C \cdot \Delta B} = \frac{U_{BX \max} \cdot 0.9 \cdot T}{S_C \cdot \Delta B}$$

$$S_{\text{окна}} = \frac{W_{12}}{K_3} \cdot \left(S_1 + \frac{2 \cdot S_2}{n} \right) = \frac{U_{BX \max} \cdot T}{S_C \cdot \Delta B \cdot K_3} \cdot \left(S_1 + \frac{2 \cdot S_2}{n} \right)$$

Сердечник выбираем по произведению $S_{\text{окна}} \cdot S_C$.

$$S_{\text{окна}} \cdot S_C = \frac{U_{BX \max} \cdot T}{\Delta B \cdot K_3} \cdot \left(S_1 + \frac{2 \cdot S_2}{n} \right) = \frac{375 \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{0.4 \cdot 0.2} \cdot \left(1.2 \cdot 10^{-6} + \frac{9.9 \cdot 10^{-6}}{8.2} \right) = 113251 \text{ мм}^4$$

По данному произведению из каталога фирмы *Ercos* выбираем кольцевой сердечник $R50 \times 30 \times 20$ с площадью поперечного сечения $S_C = 195.7 \text{ мм}^2$.



$$S_{\text{окна}} = \pi \cdot \left(\frac{d_{\text{внутр}}}{2} \right)^2 = \pi \cdot \frac{30^2}{4} = 706.5 \text{ мм}^2$$

$$S_{\text{окна}} \cdot S_C = 195.7 \cdot 706.5 = 138262 \text{ мм}^4$$

Рассчитаем число витков первичной и вторичной обмоток:

$$t_{u \text{ max}} = \gamma_{\text{max}} \cdot T$$

$$W_{12} = \frac{U_{\text{BX max}} \cdot t_{u \text{ max}}}{S_C \cdot \Delta B} = \frac{375 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \cdot 0.9}{195.7 \cdot 10^{-6} \cdot 0.4} = 43 \text{ витка}$$

$$W_{34} = \frac{W_{12}}{n} = \frac{43}{8.2} = 6 \text{ ВИТКОВ}$$

$$\delta = \sqrt{\frac{2 \cdot \rho}{\omega \cdot \mu_0}} = \sqrt{\frac{\rho}{\pi \cdot f_s \cdot \mu_0}} = \sqrt{\frac{0.022}{\pi \cdot 10^5 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}}} = 0.23 \text{ мм- глубина скин-слоя для меди на частоте } 100 \text{ кГц.}$$

$$d_{\text{пров}} = 2 \cdot \delta = 2 \cdot 0.23 = 0.46 \text{ мм}$$

Из стандартных значений для ПЭВ-2 выбираем медный проводник диаметром

$$d_m = 0.46 \text{ мм}$$

$$S_{\text{пров}} = \pi \cdot \frac{d_m^2}{4} = \pi \cdot \frac{0.46^2}{4} = 0.166 \text{ мм}^2$$

$$N_1 = \frac{S_1}{S_{\text{пров}}} = \frac{1.2}{0.166} = 8 \text{ – число проводников 1-ой обмотки}$$

$$N_2 = \frac{S_2}{S_{\text{пров}}} = \frac{9.9}{0.166} = 60 \text{ – число проводников 2-ой обмотки}$$

В качестве силовых транзисторов VT2 (VT3,VT4,VT5) используем N – канальные полевые транзистор SPP17N80C3 фирмы Infineon Technologies, которые имеют следующие характеристики:

Максимальное напряжение сток-исток $U_{си} = 800\text{В}$

Максимальный ток сток-исток при 25 С $I_{си \text{ макс.}} = 17\text{А}$

Сопротивление канала в открытом состоянии $R_{си \text{ вкл.}} = 290 \text{ мОм}$

В качестве выходных диодов VD13 и VD14 используем диоды 80EBU02 фирмы Vishay со следующими параметрами:

Максимальное постоянное обратное напряжение = 200 В

Максимальное импульсное обратное напряжение = 400 В

Максимальный прямой (выпрямленный за полупериод) ток = 80 А

Максимально допустимый прямой импульсный ток = 800 А

3. Выбор сердечника и расчёт числа витков дросселя L1:

$$Kз = \frac{S_{\text{меди}}}{S_{\text{окна}}} = 0.4 \text{ – допустимый коэффициент заполнения медью}$$

$$S_1 = \frac{I_L}{j} = \frac{50}{5} = 10 \text{ мм}^2 \text{ – сечение провода}$$

$$S_{\text{меди}} = Kз \cdot S_{\text{окна}} = 0.4 \cdot S_{\text{окна}} = S_1 \cdot W = \frac{I_L}{j} \cdot W \text{ – площадь меди}$$

$$L = 11 \text{ мкГн}$$

$$L = \frac{\psi}{I_L} = \frac{B_m \cdot W \cdot S_C}{I_L}$$

S_C – площадь поперечного сечения сердечника

$$W = \frac{L \cdot I_L}{B_m \cdot S_C} \text{ – число витков}$$

Зададимся $B_m = 0.3 \text{ Тл}$

$$S_{\text{меди}} = \frac{I_L}{j} \cdot W = \frac{L \cdot I_L^2}{j \cdot B_m \cdot S_C}$$

$$S_{\text{окна}} = \frac{S_{\text{меди}}}{Kз} = \frac{L \cdot I_L^2}{j \cdot B_m \cdot S_C \cdot Kз}$$

$$S_{\text{окна}} \cdot S_C = \frac{L \cdot I_L^2}{j \cdot B_m \cdot Kз} = \frac{11 \cdot 50^2}{5 \cdot 0.3 \cdot 0.4} = 39286 \text{ мм}^4$$

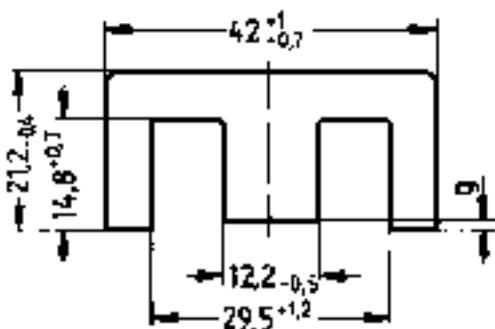
По данному произведению из каталога фирмы *Epcos* выберем Ш-образный ферритовый сердечник *E42/21/20* с готовым зазором:

$$\mu = 1690$$

$l_C = 94 \text{ мм}$ – средняя длина магнитного пути;

$S_C = 234 \text{ мм}^2$ – площадь поперечного сечения сердечника;

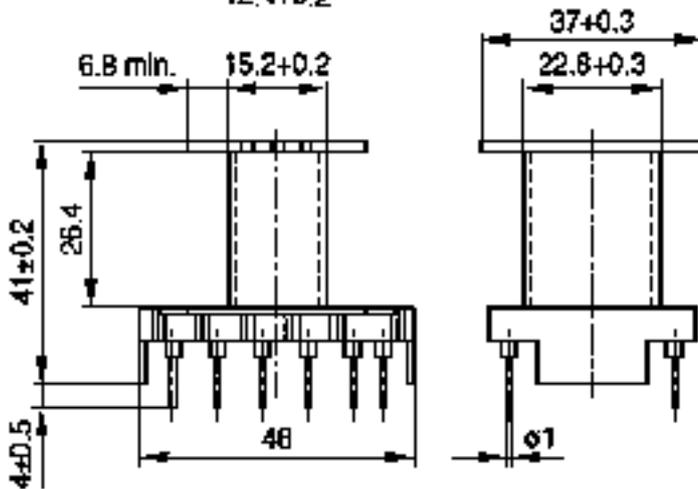
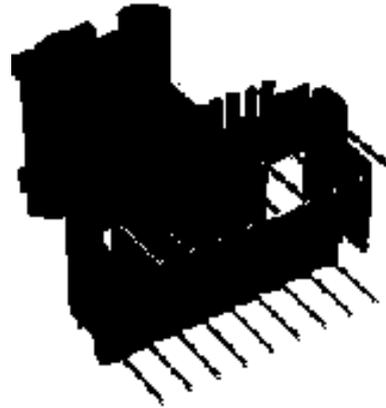
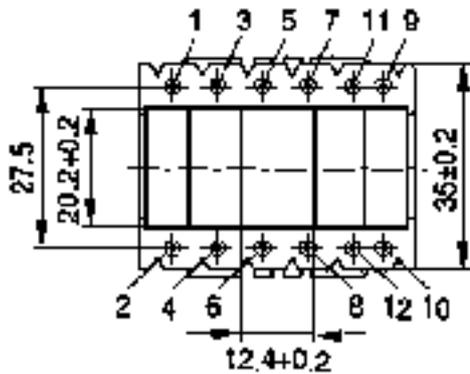
$S_{\text{окна}} = 256 \text{ мм}^2$ – площадь окна;



Из каталога фирмы *Ercos* выберем каркас для данного сердечника- В66243:

$$S_{\text{окна}} = 187 \text{ мм}^2 - \text{площадь окна};$$

$$S_{\text{окна}} \cdot S_C = 187 \cdot 256 = 47872 \text{ мм}^4$$



Данное значение удовлетворяет расчетному: $39286 \text{ мм}^4 < 47872 \text{ мм}^4$

Определим число витков W и рассчитаем необходимую величину зазора δ :

$$W = \frac{I_L \cdot L}{B_m \cdot S_C} = \frac{50 \cdot 11 \cdot 10^{-6}}{0.3 \cdot 234 \cdot 10^{-6}} = 8 \text{ ВИТКОВ}$$

$$I \cdot W = H_C \cdot l_C + H_\delta \cdot \delta = \frac{B_m}{\mu \cdot \mu_0} \cdot l_C + \frac{B_m}{\mu_0} \cdot \delta$$

$$\delta = \left(I \cdot W - \frac{B_m}{\mu \cdot \mu_0} \cdot l_C \right) \cdot \frac{\mu_0}{B_m} = \left(50 \cdot 8 - \frac{0.3}{1690 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} \cdot 94 \cdot 10^{-3} \right) \cdot \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}}{0.3} = 1.01 \approx 1 \text{ мм}$$

Для данного типа сердечника из каталога выбираем величину зазора, ближайшую к расчетному значению из каталога:

$$\delta = 1 \text{ мм}$$

$$S_1 = \frac{I_L}{j} = \frac{50}{5} = 10 \text{ мм}^2 - \text{площадь сечения провода}$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot S_1}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10}{\pi}} = 3.55 \text{ мм} - \text{диаметр провода}$$

Из стандартных значений для ПСДК выбираем медный проводник диаметром:

$$d_m = 3.55 \text{ мм}$$

4. Расчет емкости выходного конденсатора $C_{ВЫХ}$

Рассчитаем максимально допустимое эквивалентное последовательное сопротивление для заданного размаха пульсаций выходного напряжения. Расчет величины емкости выходного конденсатора проводится при максимальных пульсациях тока $\Delta I_L = 10$ А.

$\Delta U_{c1} = 200$ мВ- размах пульсаций

$$ESR_{max} = \frac{\Delta U_{c1}}{\Delta I_L} = \frac{200 \cdot 10^{-3}}{10} = 0.02 \text{ Ом}$$

Минимальное значение емкости выходного конденсатора:

$$C_{ВЫХ} = \frac{\Delta I_L}{8 \cdot \Delta U_{ВЫХ} \cdot 0.1 \cdot f_s} = \frac{10}{8 \cdot 200 \cdot 10^{-3} \cdot 0.1 \cdot 100 \cdot 10^3} \approx 62.5 \text{ мкФ}$$

Исходя из полученных расчетов, для фильтрации выходного напряжения на высокой частоте из каталога фирмы Panasonic выбираем 3 алюминиевых электролитических конденсатора на 50В со следующими параметрами:

$$C_{18} = C_{19} = C_{20} = 220 \text{ мкФ}$$

$$ESR_{max} = 0.049 \text{ Ом}$$

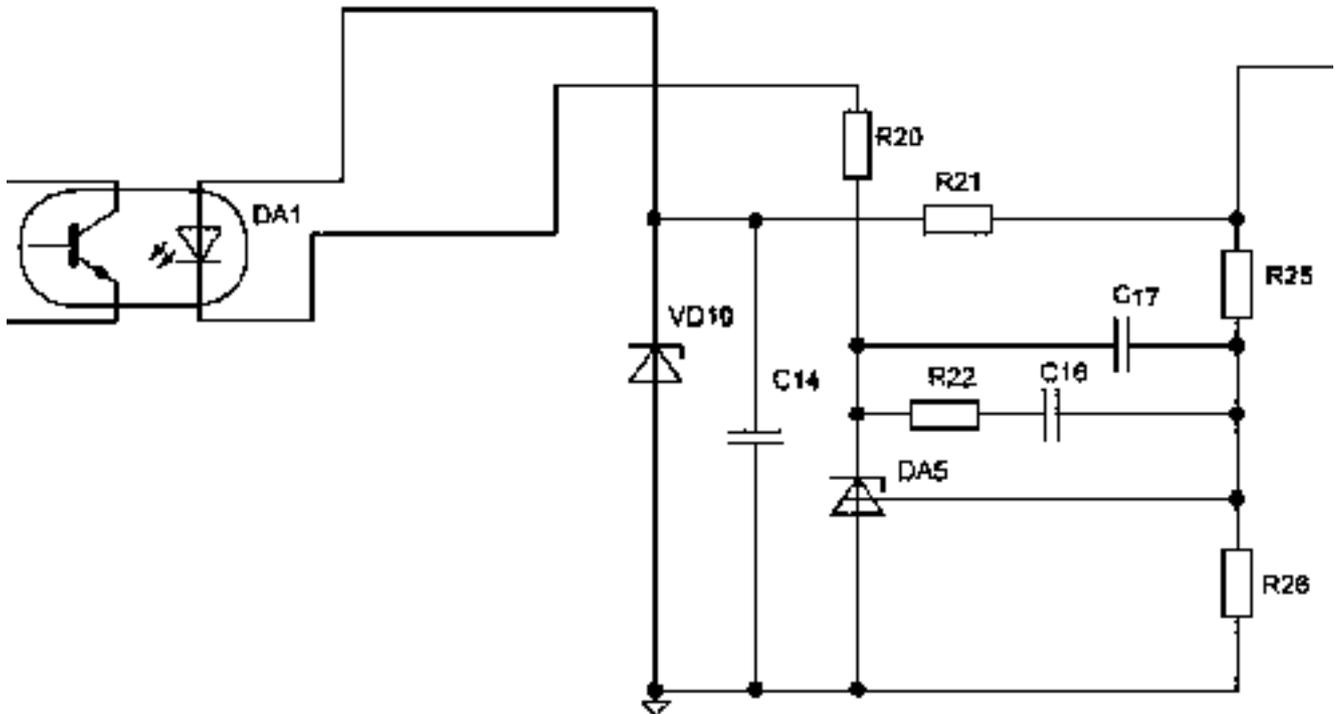
$$I_{RMS} = 1.35 \text{ А}$$

Включив три таких конденсатора параллельно, получим требуемое значение ESR:

$$ESR = \frac{0.049}{3} = 0.0163 \text{ Ом} < 0.02 \text{ Ом}$$

$$C_{ВЫХ} = C_{18} + C_{19} + C_{20} = 660 \text{ мкФ} > 62.5 \text{ мкФ}$$

5. Расчет схемы стабилизации выходного напряжения



DA4-оптрон CNY17-2SM

$$I_F = 10 \text{ mA}$$

$$U_F = 1.5 \text{ V}$$

DA5-управляемый стабилитрон

$$U_{REF} = 2.5 \text{ V}$$

Зададимся током $I_{R26} = 20.8 \text{ mA}$

$$R26 = \frac{U_{REF}}{I_{R26}} = \frac{2.5}{20.8 \cdot 10^{-3}} = 1.2 \text{ k}\Omega$$

$$U_{BЫX} = U_{REF} \cdot \left(\frac{R25 + R26}{R26} \right)$$

$$R25 = \left(\frac{U_{BЫX} - U_{REF}}{U_{REF}} \right) \cdot R26 = \left(\frac{24 - 2.5}{2.5} \right) \cdot 1.2 \cdot 10^3 = 10.3 \text{ k}\Omega$$

$$I_{R21} = I_{VD10} + I_{FDA4} = 5 + 10 = 15 \text{ mA}$$

$$R21 = \frac{U_{BЫX} - U_{VD10}}{I_{R21}} = \frac{15.8}{15 \cdot 10^{-3}} = 1053 \approx 1.1 \text{ k}\Omega$$

$$U_{R20} = U_{VD10} - U_{FDA4} - U_{DA5} = 8.2 - 1.5 - 2 = 4.7 \text{ V}$$

$$R20 = \frac{U_{R20}}{I_{FDA4}} = \frac{4.7}{10 \cdot 10^{-3}} = 470 \Omega$$

6. Расчет мощности потерь в транзисторах и диодах.

1) Рассчитаем мощности потерь диодов VD13, VD14.

Для диода VD14 мощность потерь максимальна при максимальном рабочем цикле $\gamma_{\max} = 0.9$.

$$I_{VD14\max} = 50 \text{ A.}$$

$$P_{VD14} = I_{VD14} \cdot U_{IP} = I_{VD14\max} \cdot \gamma_{\max} \cdot U_{IP} = 50 \cdot 0.9 \cdot 1 = 45 \text{ Вт}$$

Для диода VD13 мощность потерь максимальна при минимальном рабочем цикле $\gamma_{\min} = 0.5$.

$$I_{VD13\max} = 50 \text{ A.}$$

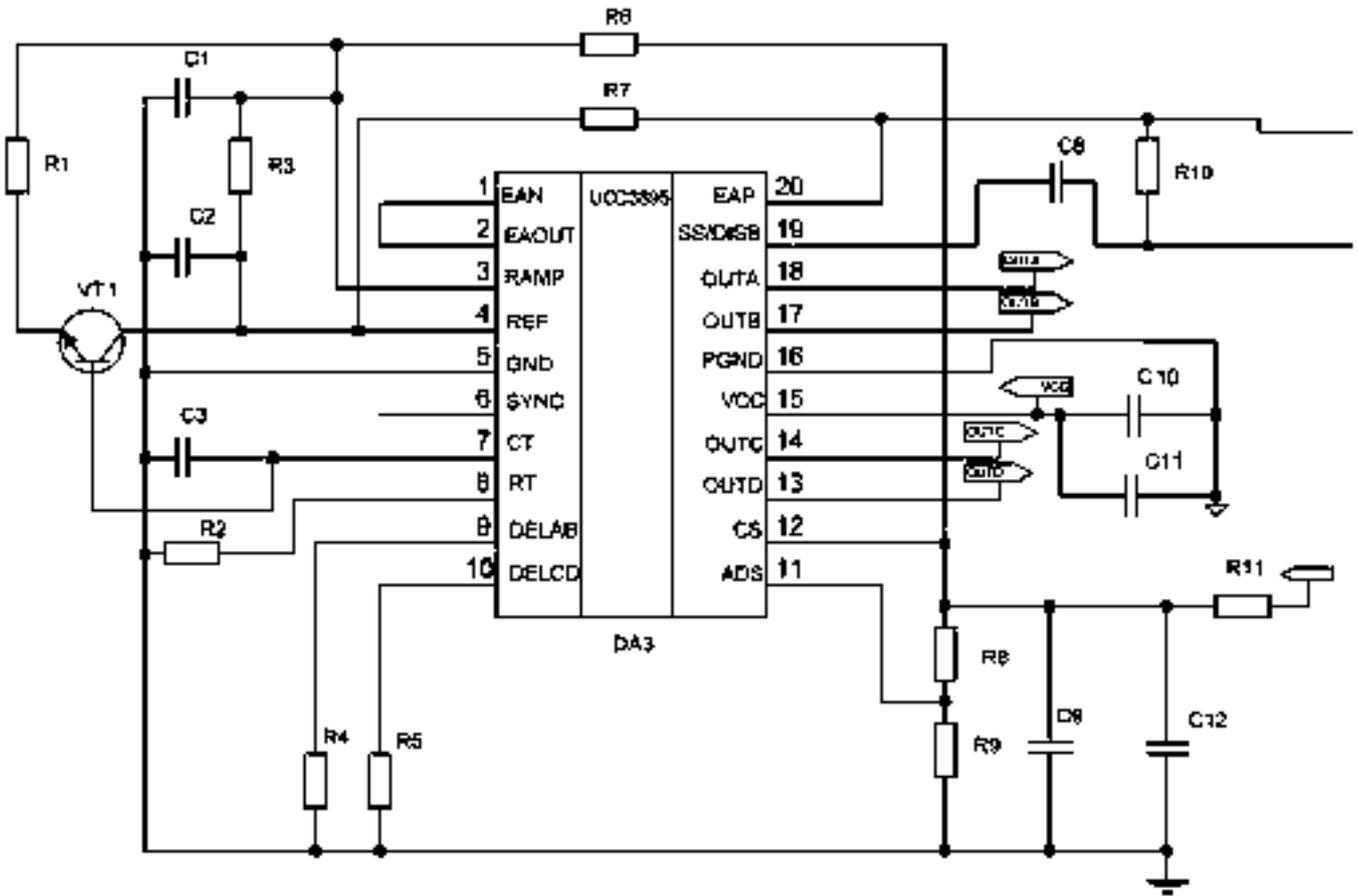
$$P_{VD13} = I_{VD13} \cdot U_{IP} = I_{VD13\max} \cdot (1 - \gamma_{\min}) \cdot U_{IP} = 50 \cdot (1 - 0.5) \cdot 1 = 25 \text{ Вт}$$

2) Расчет мощности потерь транзисторов VT2 (VT3, VT4, VT5).

$$I_{C\max} = 6.7 \text{ A, } R_{CI(on)} = 290 \text{ мОм}$$

$$P_{Rcu} = I_C^2 \cdot \gamma_{\max} \cdot R_{CI(on)} = 6.7^2 \cdot 0.9 \cdot 290 \cdot 10^{-3} = 11.72 \text{ Вт}$$

7. Микроконтроллер UCC3895



1. Расчет аппроксимированного периода генератора:

Подбираем конденсатор C_T (C3) и резистор R_T (R2) таким образом, чтобы при расчете получилась нужная нам частота. Напряжение на C_T имеет пилообразную форму с максимумом, равным 2,35 В.

$C_T = 330$ пФ- времязадающий конденсатор.

$R_T = 287$ кОм- времязадающий резистор генератора.

Приблизительно период колебаний генератора можно рассчитать по формуле:

$$t_{osc} = \frac{5 \cdot R_T \cdot C_T}{48} + 120 \text{ нс} = \frac{5 \cdot 287 \cdot 10^3 \cdot 330 \cdot 10^{-12}}{48} + 120 \cdot 10^{-9} = 9.986 \cdot 10^{-6} \text{ с}$$

$$f_s = \frac{1}{t_{osc}} = \frac{1}{9.986 \cdot 10^{-6}} = 100144 \text{ Гц} \approx 100 \text{ кГц}$$

2. Расчет Adaptive Delay Set (ADS)

ADS — адаптивная установка задержки. Эта функция задает отношение между максимальным и минимальным временем паузы программируемой задержки

$$V_{DEL} = (0.75 \cdot (V_{CS} - V_{ADS})) + 0.5 = 0.5 \text{ В}$$

3. Расчет задержки(t_{DELAY})

DELAB задает мертвое время между переключением OUTA и OUTB, а DELCD — между выходами OUTC и OUTD. Задержка в каждом каскаде устанавливается в соответствии с формулой:

R_{DEL} ($R4, R5$) выбираем равными 10 кОм.

$$t_{DELAYAB} = t_{DELAYCD} = \frac{(25 \cdot 10^{-12}) \cdot R_{DEL}}{V_{DEL}} + 25\text{нс} = \frac{(25 \cdot 10^{-12}) \cdot 10000}{0.5} + 25 \cdot 10^{-9} = 0.525 \text{ мкс}$$

4. Расчет фиксированного тока запрограммированного R_T :

Работа генератора в UCC3895 основана на заряде внешнего времязадающего конденсатора СТ током, программируемым с помощью резистора R_T . Ток через R_T рассчитывается следующим образом:

$$I_{RT} = \frac{3}{R_T} = \frac{3}{287000} = 10.5 \text{ мкА}$$

Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
Транзисторы			
VT1	Биполярный, NPN, 80 В, 600 мА, SOT23	1	
VT2 VT3, VT4,VT5	MOSFET N-CH 800В 17А TO-220AB	4	
Микросхемы			
DA1,DA2	UCC27200	2	
DA3	UCC3895	1	
DA4	Opto coupler, 6-pin DIP, modified, CNY17-2SM	1	
DA5	Adjustable precision shunt regulator, SOT-89, TL431CPKR	1	
Диоды			
VD1, VD2,VD3,VD4	Диодный мост VS1B15A80	1	
VD7,VD8,VD9,D12	Диод ,2.5 А, 25 нс, 100 В, powermite, 75 x 148	4	
VD10	Диод, Зенера, 8.2 В, 25 мА, 225 мВт, SOT23	1	
VD11	Диод, Шоттки, 200 мА, 30 В, SOD123	1	
VD13,VD14	Диод,80 А, 200 В, 80ЕВU02	2	
Резисторы			
R1	Резистор, чип, 2 кОм, 1/10 Вт, 1%, 0805	1	
R2	Резистор ,287 кОм,1/10 Вт ,5%	1	
R3	Резистор, чип, 10 кОм,1/16 Вт, 0.1%, 0603	1	
R4, R5,R21	Резистор, чип,10 кОм, 1/10 Вт, 1%, 0805	3	
R8, R9	Резистор, чип, 10 Ом, 1/10 Вт, 1%, 0805	2	
R10	Резистор, чип, 4.99 кОм, 1/10 Вт,1%,0805	1	
R11	Резистор, чип, 21 Ом, 1/10 Вт, 1%, 0805	1	
R16	Резистор, чип, 470 Ом , 1/10 Вт , 5%, 0805	1	
R18	Резистор, чип, 1.1 кОм, 1/10 Вт, 5% , 0805	1	
R19	Резистор, чип, 2.74 кОм, 1/10 Вт, 1%, 0805	1	
R20	Резистор, чип, 51.1 Ом, 1/10 Вт, 1%, 0805	1	
R22	Резистор, чип, 1.2 кОм, 1/10 Вт, 5% , 0805	1	

					Источник стабилизированного напряжения			
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата				
Разраб.					Перечень элементов	Лит	Лист	Листов
Проверил							2	2
Н. контр								
Утв.								

Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
Конденсаторы			
C1	Конденсатор, керамический, 560пФ,50В,Х5R,10%,0805	1	
C2	Конденсатор, керамический, 0.1мкФ,10В,Х5R,10%,0402	1	
C3	Конденсатор, керамический, 330пФ,50В,Х7R,10%,0805	1	
C8	Конденсатор, керамический, 0.022мкФ,50В,Х7R,10%,0805	1	
C9	Конденсатор, керамический, 1000пФ,50В,Х7R,10%,0805	1	
C10	Конденсатор, керамический, 0.1 мкФ,50В,Х7R,10%,0603	1	
C11	Конденсатор, керамический, 1мкФ,25В,Х5R,10%,0603	1	
C12	Конденсатор, керамический,0805	1	
C13	Конденсатор,алюминиевый электролитический ,2700мФ,400В,В41554	1	
C14	Конденсатор, керамический, 0.1 мкФ,50В,Х7R,10%,0805	1	
C15	Конденсатор, керамический,820пФ,50В,Х7R,10%,0805	1	
C16	Конденсатор, керамический,18 пФ,50В,NPO,10%,0805	1	
C17	Конденсатор, керамический, 0.33мкФ,16В,Х7R,10%,0805	1	
C18,C19,C20	Конденсатор,алюминиевый электролитический,220мФ,50В,20%	3	
Трансформаторы			
TV1	Трансформатор,43:6	1	
T1	Трансформатор тока,20А,1:70,0.284x0.330inch	1	

					Источник стабилизированного напряжения			
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата				
Разраб.					Перечень элементов	Лит	Лист	Листов
Проверил							2	2
Н. контр								
Утв.								

Список использованной литературы:

1. Попов, М.С. Геотермальная энергетика в России [Текст] / М.С. Попов - М.: «Энергоатомиздат», 1988. - 294 с.
2. Максимов, И.Г. Альтернативные источники энергии [Текст] / И.Г. Максимов - М.: «Эко-Тренд», 2009. - 387 с.
3. Феофанов, Ю.А. Геотермальные электростанции [Текст] / Ю.А. Феофанов - М.: «Эко-Тренд», 2009 - 217 с.
4. Алхасов, А.Б. Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии [Текст] / А.Б. Алхасов - М.: «Физматлит», 2009. - 376 с.
5. В. И. Мелешин Транзисторная преобразовательная техника.
6. Texas Instruments, UCC3895, sluu109b, slua107a, slvr189, slvr190.
7. Браун М. Источники питания, расчет и конструирование.
8. Гейтенко Е.Н. -Источники вторичного электропитания схемотехника и расчет.
9. Справочник фирмы Ерcos по алюминиевым электролитическим конденсаторам.
10. Сайты в Интернете: <http://www.ti.com/>; www.obmotka.ru; www.epcos.com; www.vishay.com; www.advancedpower.com; <http://industrial.panasonic.com>; <http://www.chipdip.ru>; <http://www.insynet.ru>; <http://ferrite.ru>; <http://www.ferrite.com.ua>; <http://samsvar.narod.ru>; <http://www.electrospb.ru>; <http://www.fairchildsemi.com>; http://www.ecotoc.ru/alternative_energy/geothermal_energy/; http://www.manbw.ru/analytics/geothermal_power_stations_plant.html; <http://renerg.ru/21-geotermalnye-yelektrostancii.html>.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П. А. КОСТЫЧЕВА»

ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Методические указания

для самостоятельной работы по дисциплине

Организация ремонта в электроэнергетической отрасли

Для студентов специальности:

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Составители:

к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение» Гобелев С.Н.



Одобрено учебно-методической комиссией инженерного факультета
ФГБОУ ВО РГАТУ имени П.А.Костычева Протокол № 1 от 31 августа
2020г.

Председатель учебно-методической комиссии по направлению
13.03.02

Электроэнергетика и электротехника



А.С. Морозов

1. Основные формы самостоятельной учебной работы:

1. Практические занятия проводятся с использованием методических рекомендаций, подготовленных преподавателями кафедры, поэтому требуют специальной теоретической подготовки для выполнения практических заданий.
2. Подготовка к контрольным работам, по изучаемым темам, проводится по специальным вопросам, которые студенты получают заранее. Эта работа требует от студентов достаточно больших затрат времени.
3. Ряд обязательных тем вынесены на самостоятельное изучение. Перечень этих тем и рекомендуемая литература (обязательная и дополнительная) приведены в методических указаниях по данной дисциплине.

2. Темы, вынесенные на самостоятельное изучение:

1. Общие вопросы эксплуатации электрооборудования. Задачи курса. Основные понятия и определения. Выбор стратегии ремонтов
 - 1.1. Задачи курса, рекомендуемая литература. Основные понятия и определения теории эксплуатации электрооборудования.
 - 1.2. Условия рациональной эксплуатации электрооборудования основных видов.
 - 1.3. Причины и закономерности появления отказов в работе электрооборудования.
 - 1.4. Основы технической диагностики и эксплуатации электрооборудования. Стратегии технического обслуживания и ремонта электрооборудования.
2. Особенности эксплуатации электрооборудования в условиях сельского хозяйства
 - 2.1. Особенности технологического и электротехнического оборудования используемого в животноводстве, растениеводстве, в мастерских и перерабатывающих предприятиях.
 - 2.2. Особенности окружающей среды в с/х предприятиях.
 - 2.3. Особенности электроснабжения с/х предприятий.
 - 2.4. Особенности технической эксплуатации эл. оборудования в с/хозяйстве.
3. Зависимость периодичности Т.О. и ТР от условий эксплуатации. Система допусков к работе в электроустановках. Структура ремонтного цикла.

3. Подготовка к зачету является одним из самых ответственных видов самостоятельной работы. Одно из главных правил - представлять себе общую логику предмета, что достигается проработкой планов лекций, составлением опорных конспектов. Фактически

основной вид подготовки к зачету – «свертывание» большого объема информации в компактный вид, а также тренировка в ее «развертывании». Владение этими технологиями обеспечивает более половины успеха. Студенту необходимо правильно распределить силы, не только готовясь к самому зачету, но и позаботившись о допуске к нему (это хорошее посещение занятий, выполнение в назначенные сроки практических заданий, активность на занятиях). Перед зачетом проводится консультация преподавателем. Студент получает информацию о количестве и характере вопросов, форме проведения зачета, возможности использования при подготовке различных материалов и пособия (таблиц, методических указаний).

Получить консультации по сложным или непонятным вопросам студент может во время занятий. Если для объяснения от преподавателя требуется достаточно большое количество времени, а остальным студентам эти вопросы понятны, то преподаватель назначает индивидуально студенту дополнительное время для консультации.

4. Вопросы для подготовки к зачету

1. Проектирование как форма инженерной деятельности. Основные понятия и определения.
2. Расчеты в проектах сетей. Проектные расчеты нагрузок.
3. Расчет показателей надежности.
4. Процесс проектирования. Предмет проектирования
5. Учет требований по надежности электроснабжения. Меры повышения надежности электроснабжения.
6. Выбор типа, количества и мощности трансформаторов.
7. Задачи, решаемые на различных этапах проектирования.
8. Основные принципы построения схем электроснабжения потребителей в сельской местности.
9. Выбор трансформатора на двутрансформаторной подстанции методом заданной мощности.
10. Системы автоматизации проектных работ. Системы автоматизированной подготовки производства.

11. Основные виды работ при реконструкции сетей. Схемы электроснабжения.
12. Выбор трансформатора на двутрансформаторной подстанции методом графиков нагрузки.
13. Системы автоматизированного инженерного анализа. Программное обеспечение САПР.
14. Задачи и виды проектных работ по перспективному развитию электроснабжения потребителей в сельской местности.
15. Подготовка трансформаторов к вводу в эксплуатацию.
16. Лингвистическое обеспечение САПР.
17. Содержание схем развития электрических сетей 10-35-110 кВ в сельской местности.
18. Подготовка трансформаторов к работе при первом включении и после ремонта.
19. Классификация САПР.
20. Определение расчетных электрических нагрузок элементов сетей. Коэффициенты сезонности нагрузок. Коэффициенты мощности нагрузок.
21. Внешний осмотр трансформатора.
22. Техничко-экономическое обоснование.
23. Учет требований по надежности электроснабжения сельскохозяйственных потребителей.
24. Подготовка трансформаторов к работе в процессе текущей эксплуатации.
25. Рабочий проект. Договор. Задание на проектирование.
26. Категорийность токоприемников промышленных сельскохозяйственных потребителей
27. Включение трансформаторов в работу.
28. Конкурс (тендер). Государственная экспертиза. Утверждение проектов.
29. Основные положения технико-экономических расчетов. Приведенные затраты. Годовые издержки на эксплуатацию электрических сетей.
30. Приемка воздушных линий в эксплуатацию. Паспорт воздушной линии.

31. Общая пояснительная записка. Генеральный план.
32. Порядок выполнения технико-экономических расчетов при проектировании сетей.
33. Приемка кабельных линий в эксплуатацию. Паспорт кабельной линии.
34. Системы автоматизированного инженерного анализа.
35. Укрупненные стоимостные показатели электрических сетей. Укрупненные стоимостные показатели воздушных линий.
36. Планово-предупредительный ремонт.
37. Системы автоматизированной подготовки производства.
38. Укрупненные стоимостные показатели кабельных линий.
39. Межремонтное обслуживание.
40. Состав и содержание проектной документации на строительство электроустановок.
41. Укрупненные стоимостные показатели строительства подстанций.
42. Текущий ремонт.
42. Предмет проектирования. Процесс проектирования.
43. Задание на проектирование. Задание на проектирование линий электропередачи 6-110 кВ.
44. Средний ремонт.
45. Рабочий проект. Договор. Задание на проектирование.
46. Нормы отвода земель для строительства линий электропередачи и трансформаторных подстанций.
47. Капитальный ремонт.
48. Технико-экономическое обоснование.
49. Энергоэкономические обследования потребителей в сельской местности.
50. Планирование капитального ремонта.
51. Состав и содержание проектной документации на строительство электроустановок.

52. Энергоэкономическое обследование потребителей при разработке проектов электрических сетей.
53. Подготовка к капитальному ремонту.
54. Классификация САПР.
55. Состав и объем проектной документации.
56. Производство ремонтных работ.
57. Общая пояснительная записка. Генеральный план.
58. Содержание схем развития электрических сетей крупного населенного пункта напряжением 10(6) и 35 кВ.
59. Ремонт трансформаторов.
60. Конкурс (тендер). Государственная экспертиза. Утверждение проектов.
61. Техно-рабочие проекты сетей ВЛ 10(6) кВ, сетей 0,38/0,22 кВ.
62. Капитальный ремонт трансформатора без разборки его активной части.
63. Проектирование как форма инженерной деятельности. Основные понятия и определения.
64. Условия выбора трансформаторов подстанций в крупных и крупнейших населенных пунктах.
65. Производство ремонтных работ.
66. Задачи, решаемые на различных этапах проектирования.
67. Показатели надежности электроснабжения потребителей
68. Сводные сметы.
69. Классификация САПР.
70. Показатели надежности электрических сетей. Параметр потока отказов. Время восстановления.
71. Локальные ресурсные сметные расчеты.
72. Лингвистическое обеспечение САПР.

73. Частота и длительность капитального и текущего ремонтов. Причины нарушения электроснабжения.

74. Сметная прибыль.

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1 Электроснабжение сельского хозяйства/ Лещинская Т.Б., Козлов А.В. -М: Колос, 2008. - 538 с.

5.2 Дополнительная литература

1. Правила технической эксплуатации и сетей Российской Федерации. Министерство энергетики РФ. - М.: ЗАО «Энергосервис», 2008. - 368 с

2.Правила устройства электроустановок. - По состоянию на 1 февраля 2008 г. - М.: КНОРУС, 2009. - 488 с.

3.Тищенко Л.П. Введение в электрификацию и автоматизацию сельского хозяйства. М.: Колос, 1982 - 122с.

4. Будзко, Игорь Александрович.

Электроснабжение сельского хозяйства : Учебник / Будзко, Игорь Александрович, Лещинская, Тамара Борисовна, Сукманов, Валентин Иванович. - М. : Колос, 2000. - 536 с

5.3 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, 2015 - . - Ежекварт. – ISSN : 2077 - 2084

2. Новости электротехники : отраслевое информационно-справочное издание / учредитель и изд. : Закрытое акционерное общество "Новости Электротехники". – 2000- . – М., 2015- . – Двухмесяч.

5.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Интернет - портал <http://www.forca.ru> Энергетика. Оборудование, документация.
2. <http://www.energyland.info/> Интернет портал сообщества ТЭК.
3. <http://www.holding-mrsk.ru/> Официальный сайт Открытого акционерного общества «Холдинг МРСК».

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

ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Методические указания

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Накопители энергии

Уровень основной образовательной программы:	бакалавриат
Направление подготовки:	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Профиль:	<u>Электрические станции и подстанции</u>
Форма обучения:	очная/заочная
Курс 3	Семестр 6

Рязань 2020

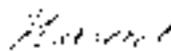
Составители:

д.т.н., заведующий кафедрой «Электроснабжение»



Каширин Д.Е.

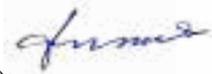
к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение»



Нагаев Н.Б.

Рецензент:

к.т.н., заведующий кафедрой «ЭиФ»



Фатьянов С.О.

Одобрено учебно-методической комиссией инженерного факультета

ФГБОУ ВО РГАТУ имени П.А.Костычева Протокол № 1 от 30 августа 2020 г.

Председатель учебно-методической комиссии

по направлению

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника



А.С. Морозов

Согласно рабочей программе и учебного плана дисциплины «Накопители энергии» каждый студент очной и заочной форм обучения обязан самостоятельно изучить ряд вопросов тем, по содержанию которых, ввиду ограниченного времени, могут быть расширены представления в области компетенций, заявленных в программе ПК-5.

СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ ДЛЯ САМООБРАЗОВАНИЯ И СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ИМ КОМПЕТЕНЦИИ

Тема №1

Гидроаккумулирующие, магнетогидродинамические электростанции. Газотурбинные установки (4 часов). Раздел рабочей программы: «Накопители энергии в электроэнергетических установках». Формируемая компетенция у студента ПК-5 (готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности).

При изучении данной темы студенту целесообразно уделить внимание назначению и классификации гидроаккумулирующих, магнетогидродинамических электростанций, газотурбинных установок.

Тема № 2

Процессы накопления и разрядки емкостных накопителей энергии. Генераторы импульсных токов на основе емкостных накопителей энергии (6 часов). Раздел рабочей программы: «Емкостные накопители электрической энергии». Формируемая компетенция у студента ПК-5 (готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности).

При изучении данной темы студенту необходимо уделить внимание расчету электрических параметров в цепи с накопителем энергии.

Тема № 3

Оценка технико-экономического эффекта при использовании накопителей энергии: экономия топлива, снижение потерь электроэнергии, повышение надежности (6 часов). Раздел рабочей

программы: «Элементы емкостных накопителей электрической энергии». Формируемая компетенция у студента ПК-5 (готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности).

В основе изучения данной темы лежит умение производить выбор и технико-экономическое обоснование выбранного типа накопителя энергии.

Тема № 4

Процессы в сверхпроводящих индуктивных накопителях энергии. Технические решения в электроэнергетических установках с индуктивными накопителями (6 часов). Раздел рабочей программы: «Индуктивные накопители электрической энергии». Формируемая компетенция у студента ПК-5 (готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности).

При изучении данной темы студенту целесообразно уделить внимание процессу расчета электрических параметров в цепи с индуктивным накопителем энергии.

Тема № 5

Основные типы электрохимических систем. Ключевые энергетические характеристики электрохимических накопителей энергии. Структурная схема электрохимического накопителя энергии. Расчет емкости электрохимического накопителя энергии (6 часов). Раздел рабочей программы: «Электрохимические накопители энергии». Формируемая компетенция у студента ПК-5 (готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности).

Изучение данной темы необходимо вести с повторения типов электрохимических систем, затем перейти к расчету емкости и времени заряда химического источника энергии.

Тема № 6

Проблемы в использовании топливных элементов в электроэнергетике (6 часов). Раздел рабочей программы: «Топливные элементы». Формируемая компетенция у студента ПК-5 (готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности).

Освоение данной темы целесообразно вести методом сравнения сходных и отличительных особенностей топливных элементов с традиционными химическими источниками энергии.

Тема № 7

Схемы использования тепловых накопителей энергии. Расчет аккумулятора теплоты емкостного галечного типа (6 часов). Раздел рабочей программы: «Тепловые накопители энергии». Формируемая компетенция у студента ПК-5 (готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности).

При рассмотрении данной темы необходимо выделить умение студента проводить расчет аккумулятора теплоты емкостного галечного типа.

Тема № 8

Расчет параметров схемы энергоснабжения сельского дома с использованием накопителей энергии (6 часов). Раздел рабочей программы: «Накопители энергии от нетрадиционных источников энергии». Формируемая компетенция у студента ПК-5 (готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности).

При рассмотрении данной темы необходимо изучить проекты схем энергоснабжения сельского дома с использованием накопителей энергии.

Тема № 9

Схемы использования пневматических и механических накопителей энергии. Сравнение основных энергетических показателей накопителей

энергии (4 часов). Раздел рабочей программы: «Механические и пневматические накопители энергии». Формируемая компетенция у студента *ПК-5* (готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности).

При рассмотрении данной темы необходимо выделить умение студента классифицировать пневматические и механические накопители энергии, проводить расчет электрических параметров цепи с данным накопителем энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Игнатов, А. Н. Микросхемотехника и наноэлектроника: Учебное пособие для бакалавров – СПб.: Лань, 2015.
2. Трофимова Т.П. Курс физики: учебное пособие / Трофимова, Таисия Ивановна. 19-е издание.; стер.- М.:Академия, 2015.— 151 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/345667>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

Дополнительная литература

1. Кукис В.С. Тепловые накопители энергии в силовых установках и теплогенерирующих установках транспортной энергетики [Электронный ресурс]: монография/ Кукис В.С., Савиновских А.Г., Новикова Д.А.— Электрон. текстовые данные.— Челябинск: Южно-Уральский институт управления и экономики, 2018.— 268 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/81301.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Ушаков, В. Я. Электроэнергетические системы и сети : учебное пособие для вузов / В. Я. Ушаков. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 446 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00649-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451327>
3. сайт Открытого акционерного общества «Холдинг МРСК».

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

ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра

“Электроснабжение”

Методические указания

для самостоятельной работы

по дисциплине «Тарификация электроэнергии»

для обучающихся очной и заочной формы обучения

направления подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

профиль подготовки

«Электрические станции и подстанции»

Рязань – 2020 г.

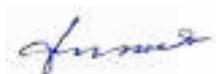
Методические указания по выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Тарификация электроэнергетики» предназначены для студентов очной формы обучения направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль подготовки «Электрические станции и подстанции», и содержат перечень вопросов для самостоятельной работы с указанием литературы и номеров страниц по каждому рассматриваемому разделу. Данное пособие призвано помочь студентам заочной формы обучения, обучающихся по данному направлению подготовки повысить уровень своих теоретических и практических знаний, тем самым успешно сдать отчет по лабораторной работе, быстрее сдать зачет.

Авторы: доктор технических наук,
зав. кафедрой «Электроснабжение»



Д.Е. Каширин

Рецензент: Зав. кафедрой «Электротехника и физика»
кандидат технических наук



С.О. Фатьянов

Одобрено учебно-методической комиссией инженерного факультета

Одобрено на заседании кафедры электроснабжения ФГБОУ ВО РГАТУ имени П.А.Костычева

Протокол № 1 от 28 августа 2020 г.

Заведующий кафедрой «Электроснабжение»

(кафедра)



Д.Е. Каширин

(подпись)

(Ф.И.О.)

Председатель учебно-методической комиссии
по направлению 35.03.06 Агроинженерия



А.Н. Бачурин

1 Учебная работа – это:

- 1.1 конспекты лекций;
- 1.2 подготовка к лабораторно - практическим занятиям;
- 1.3 подготовка к контрольным работам по темам;
- 1.4 самостоятельное изучение отдельных тем, без чтения лектором;
- 1.5 подготовка к зачету;
- 1.6 получение консультаций по сложным, не понятным вопросам.

2 Научная работа. В процессе обучения ряд студентов проявляют особый интерес к научным исследованиям. Это позволяет студентам проявить свою самостоятельность и индивидуальность. С такими студентами преподаватели занимаются дополнительно. Им даются темы научных исследований, определяется проблема и гипотеза исследования, представляется список дополнительной литературы для самостоятельного изучения. Следующий очень важный шаг – это правильно спроектировать и осуществить экспериментальную часть, которая должна быть не сложной и практически реализуемой. Один из самых сложных этапов, обобщение результатов эксперимента, который сопровождается обработкой и описанием исследования. Последнее - формулировка выводов, содержащих данные о решении проблемы. После этого формируется сообщение в форме доклада или по любой другой форме, которая иллюстрируется наглядными материалами, а также позволяет студентам участвовать в издании научных статей по результатам исследований.

1. 1 Основные формы самостоятельной учебной работы:

- Работа над конспектом лекций: лекции - основной источник информации. Они представляют возможность интерактивного обучения студентов. Во время чтения лекций студенты могут задавать преподавателям вопросы и получать на них ответы.
2. Практические занятия проводятся с использованием методических рекомендаций, подготовленных преподавателями кафедры, поэтому требуют специальной теоретической подготовки для выполнения практических заданий.
 3. Подготовка к контрольным работам, по изучаемым темам, проводится по специальным вопросам, которые студенты получают заранее. Эта работа требует от студентов достаточно больших затрат времени.
 4. Ряд обязательных тем, которые не читаются в лекционном курсе, вынесены на самостоятельное изучение. Перечень этих тем и рекомендуемая литература (обязательная и дополнительная) приведены в методических указаниях по данной дисциплине.

1.1.1 Темы, вынесенные на самостоятельное изучение:

- 1.ТЭК и его роль в экономике страны.Энергетические ресурсы.
- 2.Экономика энергетических предприятий.
3. Цены и тарифы на энергетическую продукцию.
- 4.Реализация, прибыль и рентабельность в энергетике.
5. Методы экономических оценок производства и инвестиций в энергетике.
6. Современные методы экономических оценок.
7. Себестоимость производства электроэнергии на различных типах электростанций.
8. Учет электроэнергии. Способы и различные средства учета электроэнергии.
9. Потери электроэнергии. Расчеты потери электроэнергии.
10. Способы хищения электроэнергии и административно-уголовная ответственность за хищение электроэнергии.

1.1.2.На кафедре имеются методические указания для выполнения расчетно-графической работы по теме: Современные методы экономических оценок производства и инвестиций в энергетике. Выбор оптимального варианта электроснабжения.

На кафедре имеются методические указания для выполнения практических занятий.

1.1.3 Вопросы для подготовки

Контрольные вопросы по теме: ТЭК и его роль в экономике страны. Энергетические ресурсы.

1. Состав ТЭК.
2. Структура ТЭК.
3. Роль ТЭК в экономике страны.
4. Состав электроэнергетических систем.
5. Основы экономики формирования энергосистем
6. Электроэнергетическая отрасль.
7. Классификация энергетических ресурсов.
8. Вторичные энергетические ресурсы.
9. ВЭР первого рода.
10. ВЭР второго рода.
11. Потребление энергетических ресурсов.

Контрольные вопросы по теме: Экономика энергетических предприятий.

- . Основы образования и функционирования Федеративного общероссийского рынка энергии и мощности (ФОРЭМ).
- . Принципы формирования ФОРЭМ
- . Общие законы рыночной экономики.
- . Закон стоимости.
- . Закон максимальной прибыли.
- . Закон планомерного и пропорционального развития экономики.
- . Закон роста благосостояния народа.
- 8. Основы структурной реформы электроэнергетики. Основные ее направления.
- 9. Предпосылки реформирования ФОРЭМ.

Контрольные вопросы по теме: Цены и тарифы на энергетическую продукцию

1. Понятие цены и тарифа.
2. Рынок в современных условиях.
3. Конкурентные и неконкурентные области в энергетике.
4. Основы ценообразования в условиях рынка.
5. Тарифы на энергоносители.
 - одноставочные тарифы
 - двуставочные тарифы
 - многоставочные тарифы
 - штрафные тарифы
 - льготные тарифы
 - поправки к тарифам.
6. Требования к тарифам в условиях рынка.

Контрольные вопросы по теме: Реализация, прибыль и рентабельность в энергетике.

1. Сумма реализации продукции в энергетике.
2. Прибыль и рентабельность в энергетике.
3. Общая и чистая прибыль.
4. Финансирование развития энергетике.
5. Источники финансирования развития энергетике.
6. Внутренние и внешние источники финансирования.
7. Эмиссия акций.
8. Внутреннее и внешнее кредитование.
9. АДР.
10. Анализ доходности вложения в акции открытых акционерных обществ

Контрольные вопросы по теме: Методы экономических оценок производства и инвестиций в энергетике.

1. Классификация методов экономических оценок
2. Традиционные методы экономических оценок.
3. Сравнительный срок окупаемости.
4. Коэффициент экономической эффективности.
5. Приведенные затраты
6. Условия сопоставимости вариантов инвестирования.
7. Общий срок окупаемости.
8. Рентабельность капиталовложений.
9. Показатели фондоотдачи, фондоемкости, фондовооруженности.
10. Ущерб от замораживания капиталовложений.
11. Учет изменения во времени приведенных затрат.

Контрольные вопросы по теме: Современные методы экономических оценок.

1. Особенности расчетов при современных оценках.
2. Оценка по показателю текущих затрат.
3. Оценка по показателю прибыли.
4. Прибыльный порог.
5. Учет фактора времени (дисконтирование) в современных оценках.
6. Метод капитализированной ренты.
7. Оценка по конечному финансовому состоянию
8. Динамический срок окупаемости.
2. Оценка по внутренней процентной ставке.

Контрольные вопросы по теме: Себестоимость производства электроэнергии на различных типах электростанций.

1. Показатели затрат производства электрической энергии.
2. Себестоимость производства ээ на ТЭС.
3. Себестоимость производства ээ на ГЭС.
4. Себестоимость производства ээ на ГАЭС.

Контрольные вопросы по теме: Учет электроэнергии. Способы и различные средства учета электроэнергии.

1. Производство, передача, распределение и потребление электрической энергии. Потери при передаче электрической энергии.
2. Контроль и учет электроэнергии.
3. Электрические счетчики.
4. Индукционные счетчики, принцип работы.
5. Электронные счетчики, принцип работы.
6. Современные способы учета электроэнергии.
7. АСКУЭ.

Контрольные вопросы по теме: Потери электроэнергии. Расчеты потери электроэнергии.

1. Виды потерь электроэнергии.
2. Технические потери.
3. Коммерческие потери.
4. Расчеты потери электроэнергии. Выбор мероприятий по снижению потерь энергии.
5. Принципы нормирования потерь.
6. Нормативные характеристики потерь.
7. Нагрузочные потери в линиях и трансформаторах.
8. Нагрузочные потери в оборудовании станций.

9. Климатические потери.

Контрольные вопросы по теме: Способы хищения электроэнергии и административно-уголовная ответственность за хищение электроэнергии.

1. Законы в энергетике.
2. Способы хищения электроэнергии.
3. Административно-уголовная ответственность за хищение электроэнергии.

1.1.4 Подготовка к зачету является одним из самых ответственных видов самостоятельной работы. Одно из главных правил - представлять себе общую логику предмета, что достигается проработкой планов лекций, составлением опорных конспектов. Фактически основной вид подготовки к зачету – «свертывание» большого объема информации в компактный вид, а также тренировка в ее «развертывании». Владение этими технологиями обеспечивает более половины успеха. Студенту необходимо правильно распределить силы, не только готовясь к самому зачету, но и позаботившись о допуске к нему (это хорошее посещение занятий, выполнение в назначенные сроки практических заданий, активность на занятиях). Перед зачетом проводится консультация преподавателем, читающим лекционный курс. Студент получает информацию о количестве и характере вопросов, форме проведения зачета, возможности использования при подготовке различных материалов и пособия (таблиц, методических указаний).

Получить консультации по сложным или непонятным вопросам студент может во время занятий. Если для объяснения от преподавателя требуется достаточно большое количество времени, а остальным студентам эти вопросы понятны, то преподаватель назначает индивидуально студенту дополнительное время для консультации.

Вопросы для подготовки к зачету

1. Роль и значение дисциплины для инженера-электрика.
2. Роль электроэнергетики в системе народного хозяйства.
3. Виды и формы предприятий.
4. Краткий очерк развития электроэнергетики.
5. ТЭК, отрасли, системы и предприятия.
6. ФОРЭМ, основные принципы формирования.
7. Электроэнергетическая отрасль, особенности отрасли.
8. Электрические станции.
9. Состав электроэнергетических систем.
10. Основы экономики формирования энергосистем, основная задача.
11. Техничко-экономические преимущества развития энергетики.
12. Классификация энергосистем, этапы развития.
13. Виды системного резерва генерирующих мощностей в энергетике.
14. Классификация энергетических ресурсов.
15. Вторичные энергетические ресурсы ВЭР
16. Потребление энергетических ресурсов.
17. Законы рыночной экономики, закон стоимости.
18. Законы рыночной экономики, закон максимальной прибыли.
19. Законы рыночной экономики, закон планомерного развития экономики.
20. Законы рыночной экономики, закон роста благосостояния народа.
21. Основы реформы электроэнергетики.
22. Основные направления развития ФОРЭМ..
23. Предпосылки реформирования ФОРЭМ.
24. Понятие цены и тарифа, одноставочные тарифы.
25. Понятие цены и тарифа, двуставочные тарифы.
26. Понятие цены и тарифа, многоставочные тарифы.
27. Понятие цены и тарифа, штрафные тарифы.
28. Понятие цены и тарифа, льготные тарифы.

29. Основы ценообразования в условиях рынка.
30. Тарифы на энергоносители как стимуляторы потребителей к выравниванию графиков нагрузки и рациональному использованию энергоресурсов.
31. Сумма реализации продукции в энергетике.
32. Прибыль в энергетике.
33. Налоги и обязательные платежи в энергетике.
34. Рентабельность в энергетике.
35. Финансирование развития энергетики.
36. Источники финансирования развития энергетики, амортизационный фонд, прибыль.
37. Внешние источники финансирования развития энергетики, эмиссия акций.
38. Внешние источники финансирования развития энергетики, АДР.
39. Внутренние кредиты.
40. Внешние кредиты.
41. Выпуск облигаций, эмиссия еврооблигаций.
42. Анализ доходности вложений в акции ОАО.
43. Традиционные методы сравнительной эффективности капиталовложений без учета фактора времени.
44. Традиционные методы общей или абсолютной эффективности без учета фактора времени.
45. Современные методы экономической оценки эффективности инвестиций без учета фактора времени.
46. Современные методы экономической оценки эффективности инвестиций с учетом фактора времени.
47. Сравнительный срок окупаемости.
48. Нормативный срок окупаемости.
49. Коэффициент экономической эффективности.
50. Приведенные затраты.
51. Экономическая сущность приведенных затрат как моделирование цены производства.
52. Экономический эффект.
53. Условия сопоставимости вариантов инвестирования, условие 1.
54. Условия сопоставимости вариантов инвестирования, условие 2.
55. Условия сопоставимости вариантов инвестирования, условие 3.
56. Условия сопоставимости вариантов инвестирования, условие 4.
57. Условия сопоставимости вариантов инвестирования, условие 5.
58. Условия сопоставимости вариантов инвестирования, условие 6.
59. Условия сопоставимости вариантов инвестирования, условие 7.
60. Общий (абсолютный) срок окупаемости.
61. Рентабельность капиталовложений.
62. Рентабельность производства.
63. Показатели фондоотдачи.
64. Показатели фондоемкости.
65. Показатели фондовооруженности.
66. Ущерб от замораживания капиталовложений.
67. Учет изменения во времени приведенных затрат.
68. Современные методы экономических оценок, особенности расчетов.
69. Оценка по показателю текущих затрат.
70. Оценка по показателю прибыли.
71. Прибыльный порог (график безубыточности).
72. Учет фактора времени (дисконтирование) в современных экономических оценках.
73. Учет фактора времени (дисконтирование) в современных экономических оценках (варианты анализа эффективности инвестиций, методы оценки инвестиций).
74. Метод капитализированной ренты.
75. Оценка по конечному финансовому состоянию, формула расчета, экономический смысл.
76. Оценка по конечному финансовому состоянию, ситуации, возможные при расчетах.

77. Динамический срок окупаемости.
78. Оценка по внутренней процентной ставке.
79. Состав электроэнергетических систем.
80. Вторичные энергетические ресурсы в энергетике.
81. Предпосылки формирования ФОРЭМ.
82. Законы и принципы управления энергетикой.
83. Автоматизация оперативно-диспетчерского управления в энергетике.
84. Назовите предприятия и подразделения, входящие в энергосистему.
85. Какие энергоресурсы относятся к невозобновляемым?
86. Назовите основные виды природного топлива.
87. Что такое точка рыночного равновесия?
88. Перечислите объемные показатели промышленного производства и их аналоги в энергетике.
89. Перечислите факторы, оказывающие влияние на стоимость акций предприятия.
90. Что такое «замораживание капиталовложений»? Какова его экономическая сущность?
91. Охарактеризуйте отличия в расчетах экономических показателей без учета фактора времени и с учетом фактора времени. В каких случаях пользуются теми и другими?
92. Дайте определение учета фактора времени при использовании показателя приведенных затрат.
93. Чем отличаются расчеты при использовании приведенных затрат от вычислений ущерба от замораживания капитала?
94. Расскажите о группировке и составе текущих затрат при использовании современных методов экономических оценок.
95. Каково сходство современных методов экономических оценок с традиционными методами оценок сравнительной и абсолютной эффективности?
96. Дайте определение понятиям поток наличности, член потока наличности.
97. Дайте определение понятиям инвестиционный период, дисконтирование.
98. Область применения метода оценки инвестиций по капитализированной ренте.
99. Чем отличается метод оценки конечного финансового состояния от всех остальных?
100. Что такое «привлекательная» банковская ставка?

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Герасименко, Алексей Алексеевич.

Передача и распределение электрической энергии [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Электроэнергетика" / Герасименко, Алексей Алексеевич, Федин, Виктор Тимофеевич. - 3-е изд. ; перераб. - Москва : КНОРУС, 2012. - 648 с

Дополнительная литература

1. **Теплоэнергетические установки и системы сельского хозяйства** : Учебник / Р. А. Амерханов [и др.]. - М. : Колос-Пресс, 2002. - 424 с

2. Правила устройства электроустановок. - 7-е изд. - Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2007. - 512 с

3. Ю.Н. Балаков, М.Ш. Мисриханов, А.В. Шунтов «Проектирование схем электроустановок», Москва, Издательский дом МЭИ, 2006г.

1 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, 2015 - . - Ежекварт. – ISSN : 2077 - 2084

2. Новости электротехники : отраслевое информационно-справочное издание / учредитель и изд. : Закрытое акционерное общество "Новости Электротехники". – 2000- . – М., 2015- . – Двухмесяч.

2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

ЭБС «Лань» – Режим доступа: . <http://e.lanbook.com/>

ЭБС «Рукопт» - Режим доступа: <http://rucont.ru/>

ЭБС «znanium» - Режим доступа: <http://www.znaniium.com/>

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

ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Методические указания

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методы поиска новых инженерных решений в энергетике

Уровень основной образовательной программы:	бакалавриат
Направление подготовки:	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Профиль:	Электроснабжение
Форма обучения:	очная
Курс 2	семестр 3

Рязань 2020

Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине «Электроснабжение» составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника утвержденного 03.09.2015 г. №955
(дата утверждения ФГОС ВО)

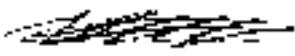
Авторы:

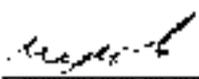
Доцент кафедры «Электроснабжение»
Доцент кафедры «Электроснабжение»

Каширин Д.Е.
Гобелев С.Н.

Рассмотрено и утверждено на заседании кафедры «_30_» августа 2020 г.,
протокол № 1

Заведующий кафедрой «Электроснабжение»
(кафедра)

 Каширин Д.Е.

Председатель учебно-методической комиссии  А.С.Морозов

1. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина методы поиска новых инженерных решений в энергетике ФТД.01 входит в факультативы.

2. Цель и задачи дисциплины

усвоение студентами современных методов решения научно-технических задач;

– подготовка студентов к оптимальному выбору стратегии и тактики поиска нестандартных решений научных и производственных задач;

– привитие студентам навыков и культуры творческого инженерного труда.

Задачами изучения дисциплины также являются:

– изучение методов инженерного творчества и методов его интенсификации;

– освоение навыков постановки и решения задач поиска новых, более эффективных конструкторско-технологических решений в области электроснабжения и использования электрической энергии в сельском хозяйстве.

При изучении курса «Методы поиска новых инженерных решений в энергетике» обучающимися 2 курса по направлению подготовки «Электроэнергетика и электротехника» особо следует остановиться на принципах их сознательности и активности. Следует учитывать индивидуальный стиль работы каждого, трудоемкость учебной дисциплины и на основе этого проводить оптимальное планирование. Центральное место в курсе занимает учебная самостоятельная деятельность. Всего в рабочей программе по данной дисциплине на самостоятельную работу отводится 36 часов - на изучение тем, не вошедших в лекционный и лабораторный курс.

1 Учебная работа – это:

1.1 конспекты лекций;

1.2 подготовка к лабораторно - практическим занятиям;

1.3 самостоятельное изучение отдельных тем, без чтения лектором;

1.4 подготовка к зачету;

1.5 получение консультаций по сложным, непонятным вопросам.

1. 1 Основные формы самостоятельной учебной работы:

1. Работа над конспектом лекций: лекции - основной источник информации по курсу светотехники. Они представляют возможность интерактивного обучения студентов. Во время чтения лекций студенты могут задавать преподавателям вопросы и получать на них ответы.

2. Практические занятия проводятся с использованием методических рекомендаций, подготовленных преподавателями кафедры. Они требуют специальной теоретической подготовки для выполнения заданий.

3. Ряд обязательных тем, которые не читаются в лекционном курсе, вынесены на самостоятельное изучение. Перечень этих тем и рекомендуемая литература (обязательная и дополнительная) приведены в методических указаниях по данной дисциплине.

1.1.1 Темы, вынесенные на самостоятельное изучение:

1. Классификация методов решения инженерных задач. Методы активации поиска. Алгоритм решения изобретательских задач.

2. Законы развития технических систем

3. Принципы вепольного анализа. Приемы творческого мышления.

4. Пути снижения потерь электроэнергии

1.1.4 Подготовка к зачету является одним из самых ответственных видов самостоятельной работы. Одно из главных правил - представлять себе общую логику предмета, что достигается проработкой планов лекций, составлением опорных конспектов. Фактически основной вид подготовки к зачету – «свертывание» большого объема информации в компактный вид, а также тренировка в ее «развертывании». Владение этими технологиями обеспечивает более половины успеха. Студенту необходимо правильно распределить силы, не только готовясь к самому зачету, но и позаботившись о допуске к нему - это хорошее посещение занятий, выполнение в назначенные сроки практических заданий, активность на занятиях.

Получить консультации по сложным или непонятным вопросам студент может во время занятий. Если для объяснения от преподавателя требуется достаточно большое количество времени, а остальным студентам эти вопросы понятны, то преподаватель назначает индивидуально студенту дополнительное время для консультации.

Вопросы для подготовки к зачету

1. Задачи электроснабжения
2. Какие факторы влияют на потери мощности в электрических сетях?
3. Закон Ленца-Джоуля.
4. Что такое коэффициент реактивной мощности?
5. Мероприятия по повышении коэффициента мощности.
6. Чем отличаются технические мероприятия от организационных?
7. Какие технические мероприятия могут уменьшить потери электроэнергии?
8. Какие организационные мероприятия можно предложить для уменьшения потерь?
9. Какие практические трудности могут возникнуть на пути внедрения предложенных мероприятий по уменьшению потерь электроэнергии?
10. Как изменяются потери мощности и напряжения в линии при увеличении (уменьшении) тока?
11. Дайте определение линии электропередач.
12. Что происходит с электроэнергией, теряемой в линии электропередач?
13. Какие факторы влияют на потери мощности в электрических сетях?
14. Назовите возобновляемые источники энергии, которые можно применить при эксплуатации энергоэкономичных домов.
15. Объясните принцип работы вышеперечисленных источников энергии.
16. Фотоэлектричество, его применение.
17. Солнечный коллектор, принцип работы и устройство.
18. Принцип действия теплового насоса.
19. Какие еще нетрадиционные источники энергии можно предложить?
20. Преимущества инфракрасного обогрева. Где применяются инфракрасные обогреватели?
21. Как используются на практике различные виды излучения?
22. Какие устройства применяются для управления освещением?
23. Какие меры по сохранению тепла в доме можно предложить?
24. Какие меры по экономии энергозатрат можно предложить?
25. Какую роль в энергосбережении играет учет и контроль энергозатрат?

26. Понятие технической системы.
27. Что такое техническое противоречие?
28. Что такое физическое противоречие?
29. Что такое АРИЗ?
30. Понятие веполя. Применение веполя для решения изобретательских или инженерных задач.
31. Понятие ТРИЗ, ее назначение.
32. Таблица физических эффектов, ее назначение.

4. Рекомендуемая литература

4.1 Основная литература:

1. Фролов Ю.М. Основы электроснабжения [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / Фролов, Юрий Михайлович, Шелякин, Валерий Петрович. - СПб. : Лань, 2012. - 480 с.

1. Фролов Ю. М., Шелякин В. П. Основы электроснабжения. Режим доступа:<http://e.lanbook.com> (ЭБС «Лань»).

4.2 Дополнительная литература

1. Трофимова Т.П. Курс физики: учебное пособие / Трофимова, Таисия Ивановна. 19-е издание.; стер.- М.:Академия, 2012.-560с.

4.3 Программное Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Издательство «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>.

2. Электронная библиотека «Рукопт» – Режим доступа: <http://www.rucont.ru>

3. Электронная библиотека eLibrary – Режим доступа: <http://elibrary.ru>.

4. Электронная библиотека РГАТУ – Режим доступа: [http:// bibl.rgatu.ru/web](http://bibl.rgatu.ru/web).

5. Электронная библиотека ЮРАЙТ – Режим доступа: [http:// www biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)

6. Электронная библиотека Агрилиб – Режим доступа: [http:// ebs. rgazu.ru](http://ebs.rgazu.ru)

7. Электронная библиотека Знаниум – Режим доступа: [http:// znanium.com](http://znanium.com)

1. Основы работоспособности технических систем ЭБС «Академия»

2. Основы работоспособности технических систем [Электронный ресурс] : Учебник для вузов / В. А. Зорин. - М.: ООО «Магистр-Пресс», 2005. - 536 с. ЭБС «Znanium.com»

3. Методы инженерного творчества [электронный ресурс] : учеб.пособие / В. И. Аверченков, Ю. А. Малахов. – 3-е изд., стереотип. – М. : ФЛИНТА, 2011. – 78 с.- ЭБС «Znanium.com»

4. Управление знаниями. Теория и практика: учебник для бакалавриата и магистратуры [Электронный ресурс] / под ред. А. И. Уринцова. — М. : Издательство Юрайт, 2015. — 255 с. -

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



ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра

“Электротехника и физика”

Методические указания

Для самостоятельной работы по дисциплине

«УВЧ-технологии на службе человека»

для студентов

очной и заочной формы обучения

направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

профиль подготовки

«Электрические станции и подстанции»

Рязань – 2020 г.

Методические указания по выполнению самостоятельной работы по дисциплине «УВЧ-технологии на службе человека» предназначены для студентов очной и заочной формы обучения направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника и содержат перечень вопросов для самостоятельной работы с указанием литературы и номеров страниц по каждому рассматриваемому разделу.

Данное пособие призвано помочь студентам, обучающимся по данному направлению подготовки повысить уровень своих теоретических и практических знаний, тем самым качественнее подготовить отчет по практической работе и быстрее сдать зачет .

Авторы:

кандидат технических наук, доцент С.О. Фатьянов,

кандидат технических наук А.С. Морозов

Рецензент:

зав. кафедрой «Электроснабжение» РГАТУ д.т.н., профессор Д.Е.Каширин

Одобрено учебно-методической комиссией инженерного факультета

ФГБОУ ВО РГАТУ имени П.А.Костычева

Протокол № 1 от 31 августа 2020г.



Самостоятельная работа по дисциплине

«УВЧ-технологии на службе человека»

УВЧ – терапия – это физиотерапевтическая процедура воздействия ультравысокочастотным электромагнитным полем на ткани и органы животного или человека.

Виды воздействия высокочастотных колебаний на организм животных: 1. тепловой эффект, 2. осцилляторный эффект. Устройство аппаратов УВЧ – терапии. Методы высокочастотной терапии: воздействие на организм электрическим полем УВЧ в импульсном режиме и электромагнитными волнами сантиметрового диапазона.

Если в медицинской практике УВЧ – терапия нашла широкое применение, то в ветеринарии она используется в единичных случаях, в основном, в условиях клиник институтов, где применяются аппараты медицинского назначения УВЧ – 4, УВЧ – 62, УВЧ – 66, УВЧ – 30, УВЧ – 300, Экран – 1, Экран – 2, которые в условиях животноводческих ферм использовать невозможно.

Одной из важнейших проблем в животноводстве является борьба с заболеваемостью скота. Такие болезни, как мастит и эндометрит у коров и свиноматок, а также бурситы у быков, наносят огромный ущерб промышленному животноводству не только в нашей стране, но и за рубежом.

Для лечения этих наиболее распространенных заболеваний применяют антибиотики и химиотерапевтические средства. В ряде случаев, все эти средства, длительно применяющиеся в ветеринарии, не дают желаемого результата. Основным следствием лечебного использования лекарственных средств является загрязнение продуктов животноводства их остаточными количествами. Отрицательным последствием является также учащение случаев аллергических реакций у животных и человека.

Перспективы использования средств, методов и приемов физиотерапии, особенно в условиях промышленного животноводства, общепризнанны. Однако физические методы лечения, несмотря на их высокую эффективность, требуют значительных затрат труда. Воздействие высокочастотных колебаний на организм животных проявляется в виде двух основных эффектов – теплового эффекта и специфического, так называемого осцилляторного эффекта. Под осцилляторным действием понимают биологические реакции организма с изменениями в клеточной и молекулярной структуре тканей, происходящими под действием УВЧ поля. Чем меньше энергии аккумулируется в тканях, тем меньше тепловой эффект и тем больше проявляет свое действие нетепловой, осцилляторный фактор, проявляющийся в возбуждении нервных окончаний и воздействующий на центральную нервную систему, которая в свою очередь вызывает повышение сопротивляемости организма к заболеванию. Особенно сильно организм животного реагирует в том случае, когда УВЧ поле воздействует на тазовую область, где сосредоточена большая группа нервных окончаний и биологически активных точек. Так как проводимость биологически активных точек намного превышает проводимость соседних участков, то наведенный высокочастотный ток будет превышать величину тока соседних участков тела животного. Таким образом, происходит своего рода возбуждение

биологически активных точек, что в свою очередь вызывает резкую реакцию организма животного.

Основной частью аппаратов, применяемых для УВЧ терапии животных, является генератор электрических ВЧ колебаний и электроды, обуславливающие то или иное воздействие на организм животного.

В нашей стране используются аппараты, дающие ультравысокочастотные колебания в диапазоне 40,68 МГц. Аппараты разработаны на базе ламповых генераторов УВЧ. В медицине эти аппараты оказались высокоэффективными и получили широкое применение на практике.

В последнее время развитие техники высокочастотных колебаний позволило разработать два новых метода высокочастотной терапии: воздействие на организм электрическим полем УВЧ в импульсном режиме, а также электромагнитными волнами сантиметрового диапазона (микроволновая терапия).

Однако, использовать эти аппараты в ветеринарных целях затруднено в силу их специфических особенностей. Прежде всего, в условиях животноводческих ферм и комплексов трудно создать подобную аппаратуру, отвечающую технике безопасности в условиях повышенной влажности. Это связано с тем, что все ламповые УВЧ аппараты требуют высоких уровней питающих напряжений (порядка киловатт), что крайне опасно для животных и обслуживающего персонала. С этой точки зрения наиболее целесообразно использовать УВЧ аппараты, выполненные на полупроводниковой элементной базе.

Применение современной полупроводниковой базы позволяет создать малогабаритную надежную и безопасную УВЧ аппаратуру, которая может работать полностью в автоматическом режиме без какого-либо вмешательства операторов в процесс лечения. [7](25-58 с.)

АНАЛИЗ ПОСТРОЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ СХЕМ ГЕНЕРАТОРОВ ДЛЯ УВЧ ТЕРАПИИ ЖИВОТНЫХ.

1. Структурная схема лампового генератора, ее недостатки.
2. Структурная схема аппарата для терапии импульсным электрическим полем.
3. Отличие этого метода от действия схемы лампового генератора.

В большинстве случаев для построения мощных генераторов используют структурную схему, представленную на рис.1.

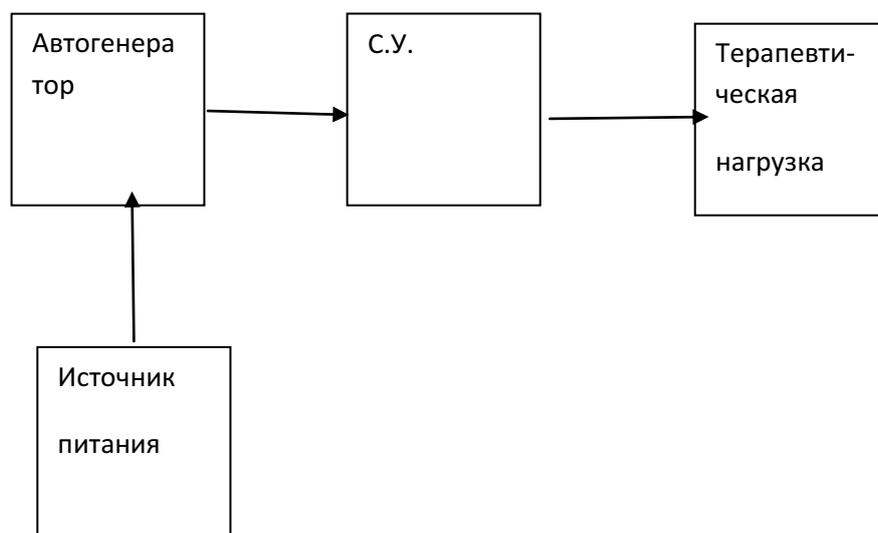


Рис.1. Структурная схема лампового генератора.

Схема содержит мощный автогенератор, согласующий контур, подключенный к нагрузке и источник питания. Выходная мощность в генераторах УВЧ, выполненных по такой схеме, регулируется напряжением питания. По такой схеме выполнены аппараты УВЧ-66, УВЧ – 4, УВЧ – 2М, УВЧ – 62. К недостаткам этих аппаратов следует отнести: большие габаритные размеры и вес, низкую стабильность частоты, высокое напряжение питания, низкую надежность, так, например, аппарат ЛПДА -1УВЧ, выполненный на базе УВЧ - 66, имеет КПД равный 14 %, срок службы генераторных ламп не превышает 500 часов. Время работы аппарата ограничено (30 минут работы, 5 минут перерыва, 5 минут прогрева после перерыва). Все эти недостатки снижают производительность установки. Вес аппарата – 80 кг, нестабильность частоты 2 %, что по современным нормам не подходит под международный стандарт МККР.

Структурная схема аппарата для терапии импульсным электрическим полем УВЧ «Импульс-2» представлена на Рис.2. Схема отличается от предыдущей наличием формирующего - модулирующего устройства, которое вырабатывает импульсы прямоугольной формы с длительностью

8 мкс и скважностью 1000, частота следования импульсов 500 и 125 Гц. Максимальная выходная мощность в импульсе 15 ± 2 кВт. Мощность, потребляемая от сети, равна 600 Вт.

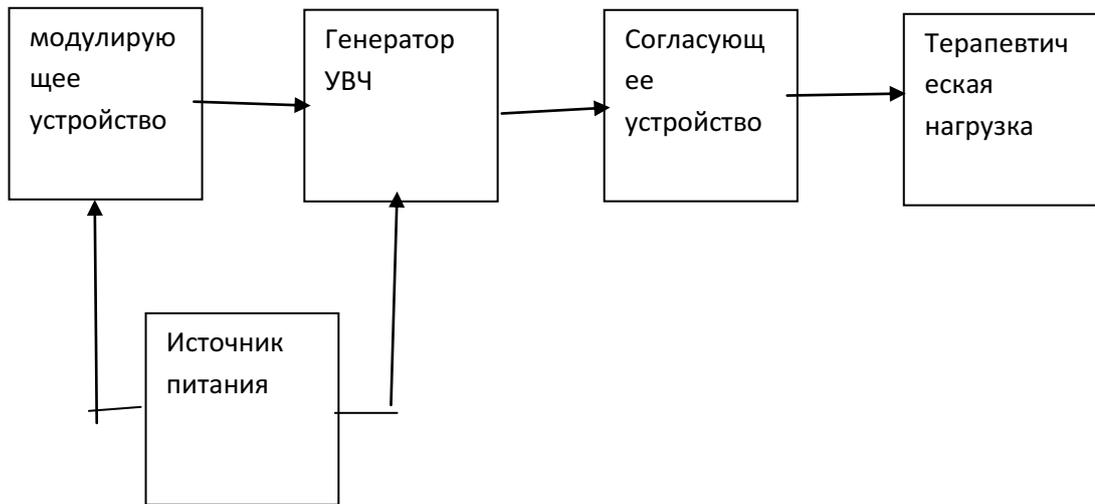


Рис. 2. Структурная схема аппарата для терапии
импульсным электрическим полем УВЧ.

При данном методе воздействия поле образуется и действует на ткани отдельными импульсами. При этом, напряженность поля в импульсе достигает значений в десятки раз более высокого, чем при непрерывном режиме, в остальных условиях воздействия (устройство электродов и т.д.)

сохраняются, как и при непрерывном режиме.

При импульсном воздействии эффективное значение напряженности поля невысокое, а значит и мал тепловой эффект. Максимальное же значение напряженности поля значительно, и оно обуславливает осцилляторное действие. При этом происходит изменение структуры сложных белковых молекул, имеет место сдвиг концентрированных ионов у пограничных клеточных мембран. Эти явления изменяют функциональное состояние клетки и, при действии полем УВЧ на образования центральной или вегетативной нервной систем, могут вызвать значительные функциональные сдвиги в организме.

Лечебный УВЧ аппарат должен обладать высокой надежностью, механической прочностью, сохранять работоспособность в условиях 100% влажности и широком диапазоне температур окружающей среды. [6] (59-87 с.)

ЛЕЧЕБНЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ УВЧ АППАРАТЫ.

1. 1-ая группа – для прогрева локальных участков организма животных.
2. 2-ая группа – воздействие на участки тела животного значительных размеров по сравнению с размерами излучающих электродов.
3. 3-ья группа – УВЧ аппараты для одновременного воздействия на нескольких животных

По своим технологическим возможностям лечебные полупроводниковые УВЧ аппараты целесообразно разбить на три группы. К первой группе следует отнести аппараты для прогрева локальных участков организма животных. Мощность таких аппаратов не превышает 5-6 Вт. Такие аппараты имеют малые габариты и могут быть конструктивно совмещены с облучающей системой (генератор может быть совмещен с доильным стаканом). Эти аппараты могут быть выполнены по структурной схеме Рис.1.

Ко второй группе относятся УВЧ для воздействия на участки тела животного, которые имеют значительные размеры по сравнению с размерами излучающих электродов. В этом случае мощность таких аппаратов должна составлять величину 20-30 Вт. Структурная схема аппаратов этой группы представлена на Рис.3.

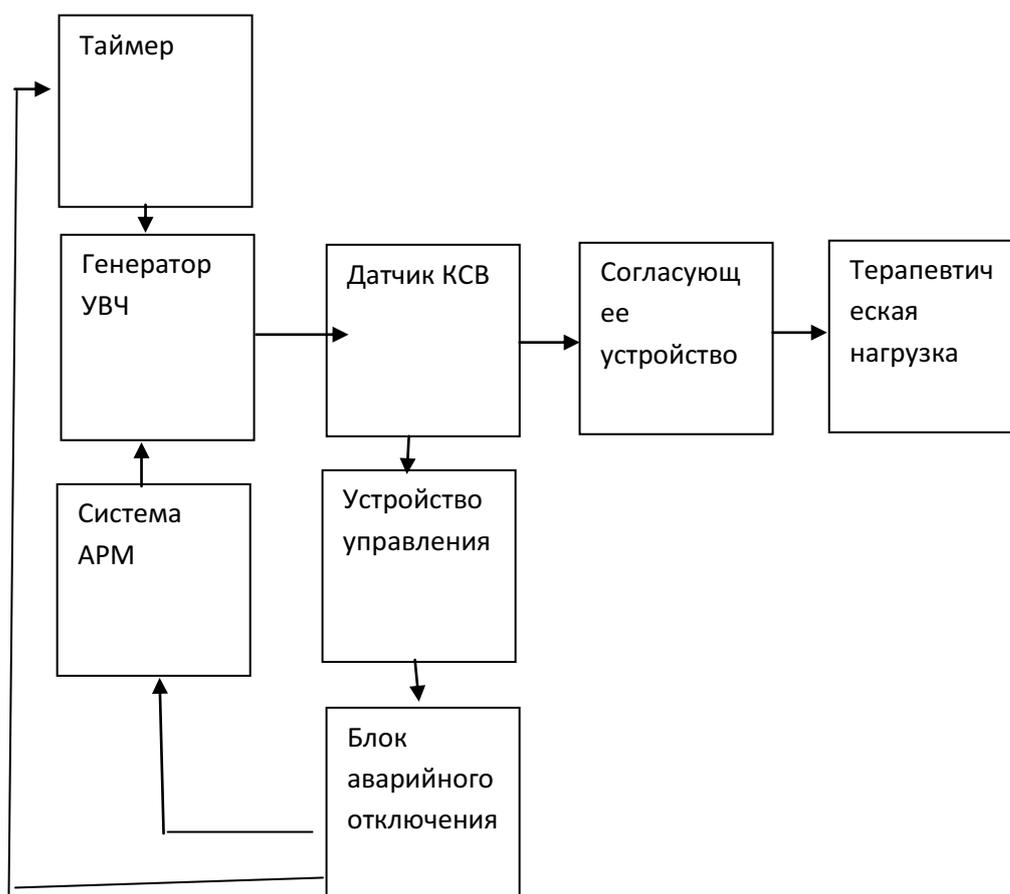


Рис. 3. Структурная схема ЛПДА – 2 УВЧ

Схема выполнена на основе усилителя мощности и содержит генератор УВЧ, датчик уровня рассогласования, согласующее устройство, систему АРМ, блок аварийного отключения, таймер. УВЧ аппарат, выполненный по данной структурной схеме, работает в полуавтоматическом режиме. Перед его включением оператор, по указанию ветврача, устанавливает требуемую дозу и продолжительность сеанса лечения для каждого отдельного животного и включает питание аппарата УВЧ. Дальнейшая работа аппарата УВЧ проходит без участия оператора. Высокочастотная энергия, вырабатываемая генератором УВЧ через датчик уровня рассогласования, фидерную линию и согласующее устройство поступает в тело животного, охваченное межэлектродным пространством, и вызывает его прогрев. Датчик уровня рассогласования фиксирует степень рассогласования генератора УВЧ с нагрузкой и выдает об этом информацию в устройство управления, сюда же поступает информация напряженности режима работы генератора УВЧ. Если степень рассогласования и режим работы генератора не выходит за рамки предельно допустимых значений, то система АРМ удерживает требуемый уровень лечебной мощности, поступающей в тело животного. По окончании сеанса лечения таймер выключает генератор, если степень рассогласования превышает допустимый уровень или режим работы генератора становится опасным для транзисторов выходного усилителя, устройство управления выдает сигнал для блока аварийного отключения, который прекращает работу генератора УВЧ. Такая ситуация может возникнуть, например, при включении генератора УВЧ без нагрузки, в случае падения доильных стаканов со встроенными в них электродами, обрыве фидера и т.д. Для повторного включения необходимо устранить аварийную ситуацию, предварительно отключить питание генератора УВЧ, а потом сделать повторное включение.

Опыт использования аппаратов ЛПДА – 2УВЧ показал, что аппараты обеспечивают эффективнее лечение, и их дальнейшее совершенствование экономически оправдано.

В третью группу объединяются лечебные УВЧ аппараты, предназначенные для одновременного воздействия сразу на нескольких животных, а это требует разработки и создания промышленных генераторных установок большой мощности. Аппараты этой группы схематически более сложные, имеют большие массогабаритные показатели, а поэтому менее удобны при практическом использовании на малых фермах и индивидуальных фермерских хозяйствах. [5](123-145 с.)

УСЛОВИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ПЕРЕДАЧИ ВЧ ЭНЕРГИИ ОТ ГЕНЕРАТОРА К ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ.

1. Условия максимальной передачи ВЧ энергии от генератора к терапевтической нагрузке.
2. Назначение согласующего устройства.
3. Структурная схема аппарата УВЧ с использованием широкополосного согласующего устройства (ШСУ).
4. Использование ШСУ при отсутствии фидера.

Для нормальной работы УВЧ аппарата следует иметь хорошее согласование его выхода с нагрузкой, при которой обеспечивается КСВ (коэффициент стоячей волны) не хуже 1,4...1,6. При большом значении КСВ в фидере генератора УВЧ транзисторы окончного каскада генератора могут выйти из строя в результате следующих причин:

Во-первых, при рассогласовании уменьшается величина выходной

мощности и может возрасти потребляемая мощность, что приведет к резкому увеличению мощности рассеяния на коллекторе.

В точках, соответствующих максимуму $I_{ко}$ (постоянная составляющая коллекторного тока), может произойти пробой транзистора.

Вторым следствием рассогласования является появление отраженной волны. При этом транзистор может оказаться включенным в точке линии, соответствующей пучности напряжения:

$$U = U_{пад} + U_{отр} = U_{пад}(1 + K_{отр}) = U_{пад} \frac{2КСВ}{1 + КСВ} \quad (1)$$

где $U_{пад}$ – напряжение падающей волны;

$U_{отр}$ – напряжение отраженной волны;

$K_{отр}$ – коэффициент отражения.

При значении $U_{пучн}$, превышающем величину допустимого обратного напряжения коллектор – эмиттер, происходит пробой р-п перехода транзистора.

В – третьих, рассогласование связано с внесением определенной реактивности в электрическую цепь выходного каскада, что может вызвать самовозбуждение выходного усилителя, что также приводит к выходу из строя транзисторов. Чтобы этого не происходило, в высокочастотный тракт между излучающими электродами и высокочастотным кабелем включается четырехполюсник с автоматически перестраиваемыми элементами или полосовой фильтр, который обеспечивает согласование генератора с нагрузкой.

Следует отметить также сочетание этих обоих методов, т.е. включение между излучателями и фидером широкополосного фильтра и одновременного введения устройства с автоматически перестраиваемыми элементами, что резко снижает жесткость требований, накладываемых на диапазон изменения параметров регулируемых элементов.

При идеальном согласовании $\dot{Z}_{вх.сч} = \rho$ во всем диапазоне изменения $\dot{Z}_н$. При этом во всех точках диапазона коэффициент отражения в фидере $\Gamma=0$, а коэффициент бегущей волны КБВ=1

В принципе ШСУ может быть использовано и при отсутствии фидера. В этом случае $\dot{Z}_{вх.сч}$ должно быть постоянно и равно оптимальному сопротивлению

нагрузки генератора УВЧ $R_{\text{опт}}$. Возможен также вариант включения ШСУ непосредственно у генератора УВЧ. Однако, этот вариант нежелателен, так как при этом в фидере КБВ может быть много меньше 1, что связано с дополнительными потерями мощности в фидере.

необходимо отметить, что реализуемые значения КБВ и Γ существенно зависят от поведения полного сопротивления нагрузки в диапазоне согласования.

для расчета необходимо знать зависимость поведения \dot{Z}_n во всем диапазоне согласования, где

$$\dot{Z}_n = R_n + jX_n, [4] (78-95 \text{ с.})$$

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ШСУ.

1. Построение эквивалентных нагрузок.
2. Эквивалент первого вида.
3. Эквивалент второго вида.
4. Порядок расчета согласующего устройства с эквивалентами первого рода.

Рассмотрим подробнее особенности расчета ШСУ.

Построение эквивалентных нагрузок.

Следует иметь в виду, что, как правило, характер изменения R_n и X_n в диапазоне изменения импедансов весьма сложен, так что сколь-нибудь удовлетворительно аппроксимировать нагрузку одним единственным эквивалентом невозможно.

Таким образом, приходится весь диапазон нагрузок разбивать на ряд поддиапазонов, число которых и ширина определяются возможностью точной аппроксимации хода R_n и X_n в поддиапазоне при простой структуре эквивалента, содержащего не более двух реактивных элементов. Ограничение числа реактивных элементов связано с непреодолимыми вычислительными трудностями в расчете ШСУ при большом числе реактивных элементов эквивалента.

По виду хода R_n и X_n в рассматриваемом диапазоне разброса нагрузок (соответствующие зависимости, как правило, представляют собой поле разброса) подбирают эквивалент первого или второго вида, отличающиеся характером включения реактивных элементов относительно активного сопротивления эквивалента.

Можно видеть, что эквивалент первого вида представляет собой последовательный или параллельный колебательные контуры, эквивалент второго вида соответствует более сложным схемам соединения.

Расчет получается наиболее простым в случае эквивалентов первого вида, которые соответствуют участкам диапазона, в которых $R_c(Z_n) = \text{const}$.

Задача выбора центрального эквивалента нагрузки из полного поля разброса является весьма ответственной, так как определяет, в случае удачного выбора, точность аппроксимации и соответственно точность согласования. При определении величин элементов эквивалентов может использоваться интерполирование по 2, 3 – м точкам по методу наименьших квадратов или методу равномерного Чебышевского приближения. При расчете согласующего устройства с эквивалентами первого рода порядок расчета следующий:

- из заданного поля разброса нагрузок выбирается среднестатистический эквивалент нагрузки;
- исходя из заданного коэффициента отражения $\Gamma_{\text{макс}}$, определяется число элементов прототипа согласующего фильтра;
- определяются реальные значения элементов согласующего фильтра и параметры дополнительного трансформатора, введение которого определяется тем, что, как правило $R_n \neq \rho$

Вместе с тем, сведения о конструктивных решениях фильтров, их типовом режиме, габаритах, весе, перенапряжениях на элементах, влиянии потерь и погрешностей настройки на степень согласования, ошибок аппроксимации в литературе отсутствуют, что делает актуальным теоретическую и экспериментальную проработку указанных вопросов. [7](89-108 с.)

СПОСОБЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ УВЧ ПОЛЕЙ НА ЖИВОТНЫХ.

- 1.Термоселективное действие электрического поля УВЧ.
- 2.Расположение электродов на теле животного: продольное и поперечное.
- 3.Индуктотерапия и УВЧ терапия.

При воздействии на ткани животного электрическим полем УВЧ образование теплоты в различных тканях будет различным в зависимости от величины удельной электропроводности тканей, тангенса угла, диэлектрических потерь и диэлектрической постоянной. Это явление получило название – термоселективного действия электрического поля УВЧ. Воздействие осуществляется при помощи конденсаторных электродов, которые накладываются на поверхность тела животного или непосредственно, или на некотором расстоянии (с зазором) при этом подлежащая УВЧ воздействию область должна находиться между электродами. В зависимости от расположения и размеров электродов, распределение напряженности электрического поля в тканях животного будет различным. Обычно применяются два способа расположения электродов на теле животного, а именно, продольное и поперечное.

При продольном расположении электродов напряженность электрического поля имеет наибольшую величину в поверхностной зоне непосредственно под электродами.

Продольное расположение ВЧ электродов

Тоже происходит с распределением электрического поля и при поперечном расположении электродов без зазора. При поперечном расположении электродов с зазором происходит более равномерное распределение напряженности электрического поля в тканях животного, которое охватывает большую часть организма, подвергающегося облучению, однако при этом требуется существенное увеличение мощности генератора УВЧ, так как значительная часть энергии при таком расположении электродов излучается в пространство.

Анализируя различные методы высокочастотной терапии животных, можно вполне определенно сказать, что если при индуктотерапии тепло выделяется в более глубоко лежащих тканях, при диатермии в поверхностных тканях, то УВЧ терапии (с зазором), как в глубоко лежащих тканях так и в поверхностных, но при этом требуется большая энергоёмкость УВЧ аппаратов.

Наиболее целесообразным для лечения животных является совмещение двух методов высокочастотной терапии, а именно, индуктотерапии и УВЧ терапии. Это позволяет создавать в ограниченном ВЧ электродами участке тканей животного более интенсивное воздействие как в поверхностных так и в глубинных участках, а так как такое воздействие можно осуществлять при минимальных зазорах между электродами и тканями животного, то мощность требуемая от УВЧ генератора будет значительно меньше, что существенно улучшает массогабаритные показатели УВЧ аппарата.

В действии на ткани животного при терапевтической УВЧ терапии и индукторотерапии имеется много общего, так как ткани подвергаются действию ВЧ тока, который в первом случае подводится с помощью конденсаторных пластин, а во втором – с помощью индуктора, по которому протекает высокочастотный ток. Необходимый зазор между индуктором, конденсаторными пластинами и тканями животного обеспечивается самой конструкцией электрода, который непосредственно налагается на участок тела, подвергающийся ВЧ воздействию. Эквивалентная электрическая схема при УВЧ терапии для такого электрода представлена на Рис.8. Она содержит сопротивление для электрической составляющей поля УВЧ $R_э$ и емкости C самих тканей животного, соединяемых параллельно между собой и две емкости C_0 , включенных последовательно с электрическим эквивалентом, состоящим из $R_э$ и C . Емкости C_0 обусловлены зазорами между электродами и телом животного.

Вторая часть эквивалентной схемы содержит сопротивление для магнитной составляющей поля УВЧ $R_м$ и индуктивность L , которые также соединены параллельно. Индуктивности L_1 и L_2 образуют индуктор и имеют индуктивную связь с эквивалентом, состоящим из $R_м$ и L . [6](75- 98 с.)

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭКВИВАЛЕНТНАЯ СХЕМА ЭЛЕКТРОДА.

1. Индукционные составляющие магнитного поля вблизи электродов. 2. Способы воздействия высокочастотным полем на больные ткани животного.

Энергия от генератора УВЧ подводится к электродам (индуктору и конденсаторным пластинам) одновременно, которая при соответствующем выборе параметров электрода будет выделяться в тканях животного в равных пропорциях в виде электрической и магнитной составляющих поля УВЧ. Вблизи электродов электрическое и магнитное поля не совпадают между собой по фазе. Магнитное поле вблизи электродов находится в фазе с током индуктора, в то время как электрическое поле находится в фазе с зарядами, накопленными на пластинах электродов. Эти составляющие поля, которые преобладают вблизи электродов, называются индукционными составляющими, они содержат большой запас энергии, которая переходит попеременно из электрического поля в магнитное и обратно.

Индукционные составляющие электрического и магнитного полей ничтожно малы на расстояниях от электродов в несколько длин волн, так как они убывают обратно пропорционально квадрату радиуса расстояния. Как известно из литературных источников, на расстояниях, меньших $\lambda/r = 2\lambda$ (одной шестой длины волны) явления имеют преимущественно индукционный характер, а на больших расстояниях представляют собой результат излучения. Составляющая излучения представляет собой энергию, распространяющуюся в пространство, которая не возвращается в излучающую систему. Составляющие излучения электрического поля и магнитного находятся в фазе друг с другом, а составляющие индукции и излучения электрического поля находятся в противофазе, в то время как, магнитного в квадратуре. Это можно объяснить тем, что составляющая излучения возникает не непосредственно благодаря току и заряду облучателя, а вследствие изменения индукционных полей, создаваемых облучателем. В нашем случае составляющей излучения можно пренебречь, так как количественное значение его вблизи электродов не существенно. Существует несколько способов воздействия высокочастотным полем на больные ткани животного. Одним из таких является способ, где излучатель ВЧ поля в виде рамки устанавливают таким образом, чтобы вектор максимума напряженности поля был направлен к поверхности тела [1]. Недостатком такого способа воздействия является невозможность регулирования глубины нагрева ориентацией излучателя. Во втором случае воздействие осуществляется излучателями ВЧ поля противоположной полярности, которые находятся в фиксированном положении [2]. Этот способ также не позволяет регулировать глубину зоны нагрева, что снижает эффективность лечения, так как у различных животных воспалительные очаги располагаются на разной глубине, и наиболее глубоко расположенные недостаточно прогреваются.

Третьим способом воздействия ВЧ полей на организм животного является способ, при котором излучатели ВЧ поля противоположной полярности располагают таким

образом, чтобы необходимая зона нагрева была между электродами, а размер зоны и глубина нагрева регулируются изменением положения электродов. Само устройство выполнено в виде двух электродов, первый из которых содержит дугу, покрытую диэлектриком, а второй в виде многоэлементного электрода. Недостатком этого устройства является то, что в объеме вымени между сосками образуется зона пониженной напряженности электромагнитного поля. Это также приводит к снижению эффективности лечения [3,4].

Одним из наиболее эффективных способов воздействия ВЧ полей на организм животного является способ нагрева тканей животного при помощи трех электродов. Причем два из них располагают на вымени животного и возбуждают противофазно, а третий располагают на спине животного и возбуждают его со сдвигом фаз $\pm 90^\circ$ по отношению к первым двум электродам, а глубину и зону прогрева регулируют изменением амплитуды возбуждения третьего электрода. При этом мощность, возбуждаемая тремя электродами, поддерживается на постоянном уровне. Рассмотрим функциональную схему такого устройства, по данному способу воздействия.

В данной схеме 1-2 – электроды, которые запитываются от УВЧ аппарата в противофазе, а 3 – ВЧ электрод, который запитывается от УВЧ аппарата со сдвигом фаз $\pm 90^\circ$ по отношению к первым двум электродам. 4 – биообъект. Для того, чтобы не было большой концентрации ВЧ энергии в области третьего электрода, его площадь должна превышать суммарную площадь первых двух электродов, это условие необходимо для того, чтобы в случае перемещения зоны прогрева снизу вверх в самой верхней точке (под третьим электродом) не было ожога.

В последнее время, для лечения животных появился интерес к излучателям, которые вводятся ректально. Они показали высокую эффективность лечения животных, а в некоторых случаях и превосходят медикаментозные способы лечения.

Электрод вводится в прямую кишку животного (ректально). ВЧ поле воздействует на тазовую область животных. При этом органы эякуляции подвергаются воздействию электрической или магнитной составляющих поля УВЧ. Особенно эффективен этот способ при лечении подсосных свиноматок. У свиноматок, в отличие от других животных, процесс заболевания маститом протекает очень сложно. Если свиноматка заболела маститом, то значит в данный момент, у нее наблюдается эндометрит (заболевание половых органов) и агалактия (отсутствие молока после опороса). Такое заболевание носит название синдрома мастит-метрит – агалактия. Медикаментозными средствами такое заболевание лечить сложно. Как правило животные с таким заболеванием выбраковываются. Однако, реальный способ воздействия УВЧ полем показал очень высокую эффективность лечения.

Конструкция ректального электрода состоит из диэлектрической трубки и двух пластин, расположенных соосно или под углом друг к другу. Более подробно об этом будет сказано ниже. [5](134- 148 с.)

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ УВЧ ПРИ ПАТОЛОГИИ ПОЛОВЫХ ОРГАНОВ И МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ У СВИНОМАТОК.

Курс УВЧ – терапии при патологии половых органов и молочной железы у свиноматок

В свиноводческих хозяйствах распространены послеродовые заболевания свиноматок, которые причиняют большой экономический ущерб отрасли. Чаще регистрируют синдром метрит-мастит-агалактия. Ущерб от заболевания заключается не только в падеже свиноматок, их вынужденного убоя или бесплодия, но и в потерях поросят, которые достигают 80%.

Курс УВЧ – терапии при патологии половых органов и молочной железы у свиноматок может проводиться в период супоросности за 15 – 20 дней до опороса, либо после опороса на второй = третий день. Специальные электроды размещаются ректально. Курс лечения составляет 8 – 10 сеансов с интервалом 1 – 2 дня. Выходная мощность генератора УВЧ 20 – 30 Вт, экспозиция 10 – 15 минут.

Исследования по лечению и профилактике синдрома метрит – мастита – агалактия осуществляли на 20 свиноматках крупной белой породы 2 – 3 – летнего возраста были сформированы 2 (две) подопытные группы и одна контрольная. Первую подопытную группу составляли 6 (шесть) свиноматок с клиническими признаками воспаления молочной железы. У трех свиноматок локализация процесса была односторонней одного пакета, у других трех свиноматок – двух пакетов. Пораженные пакеты молочной железы увеличены, поверхность их бугристая, кожа бледная, соски вытянутые, кратерообразные. В толще тканей молочных желез прощупываются очаги уплотнения от голубиноного до куриного яйца. У двух свиноматок грудные пакеты молочной железы увеличены в два раза, отёчные, болезненные и горячие на ощупь, соски пораженных пакетов набухшие, напряженные, болезненные. Из сосков выдаивается секрет с примесью хлопьев сероватого цвета. Проведен курс УВЧ терапии в период супоросности за 15 – 20 дней до опороса с ректальным расположением электродов. За курс лечения проведения 8 – 10 сеансов с интервалом 2 дня при выходной мощности генератора УВЧ 20 – 30 Вт и экспозиции 10-15 минут.

Второй подопытной группе применяли УВЧ терапию после опороса на второй день с интервалом 1-2 дня. Курс состоял также из 8-10 сеансов и такой же дозой. У свиноматок контрольной группы использовалось медикаментозное лечение по схеме, применяемой в хозяйстве. Внутримышечно вводили антибиотики, сульфамиламидные препараты, окситоцин. В участки воспаленных пакетов молочных желез втираем димиксид (1:1 с водой). Наряду с общими клиническими методами исследования животных определяли дважды, в начале и конце опыта кровь свиноматок на общий белок рефлектотрически, альбумины, А-В – глобулины методом электрофореза на бумаге, белковый коэффициент, резервную щелочность, кальций фосфор, кетоновые тела по общепринятым методикам. Количество эритроцитов, лейкоцитов подсчитываем в камере Горяева, гемоглобин – на фотогемометре М – 057. Активность нейтрофилов определяли по отношению к

культуре золотистого стафилококка, активность лизоцима сыворотки крови – по Дорофейчуку (1968), бактерицидную активность сыворотки – по О.В. Смирновой и Т.А. Кузьминой (1966). Продуктивность свиноматок оценивали по многоплодию, молочности, массе гнезда и отъему и сохранности поросят по общепринятой методике. УВЧ – терапия положительно отразилась на сохранности приплода, которая в первой группе составила 93,2%, во второй группе – 91,8%. Сохранность поросят в контрольной группе составила 78,9 %.

После курса УВЧ – терапии происходят существенные изменения в крови животных. Достоверно увеличивается количество белка, эритроцитов, гемоглобина, заметно снижается количество лейкоцитов, наблюдается повышение ректальной, вагинальной и местной температуры в области поражения молочных желез на 0,4⁰ С. Обнаружено также корректирующее действие УВЧ – терапии на нормализацию работы сердечнососудистой и пищеварительной системы. Метод УВЧ – терапии является эффективным при лечении метрит-мастит-агалактии у свиноматок и его следует рекомендовать в практику ветеринарии.[3](156-179 с.)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ЛЕЧЕНИЮ ЭНДОМЕТРИТОВ У КОРОВ

После второй и третьей процедуры отмечали обильные слизисто-гнойные выделения. К исходу 4-5 сеансов УВЧ терапии при ректальном исследовании заметно активизировалась сократительная деятельность матки, объемы ее значительно уменьшились, но выделение слизисто-гнойного экссудата продолжалось. После 10 сеансов температура тела равнялась в среднем 38,9⁰С, пульс 74 удара в минуту, дыхание 26. Количество сокращений рубца за пять минут – 3. Установлено значительное уменьшение объемов матки, наблюдалась хорошая сократимость. Рога матки свисают в брюшную полость. Тело матки располагается в тазовой полости на лонных костях. Таким образом, после курса УВЧ – терапии у коров, больных гнойными послеродовыми эндометритами улучшалось общее состояние, аппетит, восстанавливалась моторная функция матки и рубца. Прекращались мышечная дрожь и беспокойство животного. Дыхание становилось ровным и глубоким.

Из проведенных исследований можно сделать вывод, что метод УВЧ – терапии с ректальным наложением электродов является эффективным при лечении коров, больных острым и хроническим гнойно - катаральным эндометритом, и его следует шире рекомендовать в практику ветеринарии.

Физические основы взаимодействия ВЧ энергии с биообъектами. Введение. Источники ВЧ энергии. Основные параметры энергии ВЧ колебаний. Несовершенные диэлектрики в переменном электрическом поле. Поляризация диэлектриков внешнего электрического поля. Дипольная поляризация. Распределение постоянного тока в плоском проводящем листе. Преломление линий электрического тока на границе раздела двух сред с различными удельными проводимостями. [4](67- 89 с.)

«УВЧ-терапия. Транзисторный ВЧ тракт для аппарата УВЧ терапии»

УВЧ-терапия, наиболее распространенный электролечебный метод, представляет собой воздействие на ткани тела больного электрическим полем ультравысокой частоты.

Электрическое поле создается с помощью двух конденсаторных электродов, соединенных проводами с генератором УВЧ колебаний. Подвергаемая воздействию часть тела помещается между электродами или при внутриполостных воздействиях один из электродов вводится в соответствующую полость организма, а второй - располагается около поверхности тела.

При частотах, используемых для УВЧ-терапии (25-50 МГц), наряду с потерями в тканях тела за счет ионной проводимости начинают сказываться диэлектрические потери за счет ориентационных колебаний дипольных белковых молекул. Изменения в клеточных и молекулярных структурах тканей под влиянием электрического поля УВЧ обуславливают, помимо теплового, «специфическое» действие поля. В связи с этим УВЧ-терапию проводят не только в тепловой (т.е. при выраженном ощущении тепла), но и слаботепловой и даже нетепловой дозировке.

Распределение тепла между поверхностными и глубоко расположенными тканями тела больного при УВЧ-терапии значительно более благоприятно чем при диатермии. В связи с увеличением в десятки раз частоты колебаний уменьшается емкостное сопротивление тканей и соответственно увеличивается реактивная (емкостная) часть проходящего через них высокочастотного тока.

Этим объясняется относительное уменьшение нагрева поверхностных слоев тканей, имеющих меньшую проводимость, чем глубоко расположенные. Увеличение доли емкостной составляющей тока, которая проходит через подкожный жировой слой, не нагревал его, приводит к уменьшению активной составляющей тока, вызывающей нагрев ткани.

Аналогично высокочастотный ток проходит в виде емкостного тока через слои жировой ткани, окружающие отдельные органы, а также через костную ткань в костный мозг. Таким образом, при УВЧ-терапии обеспечивается значительно более эффективное, чем при диатермии, воздействие на внутренние ткани и органы.

Наличие зазоров позволяет значительно уменьшить нежелательный нагрев поверхностных тканей, так как область около электродов, в которой имеется наибольшая концентрация силовых линий поля, располагается при этом вне тела больного. Весьма существенно также удобство проведения процедуры УВЧ-терапии, так как не требуется обеспечивать контакт между электродом и телом, необходимый при диатермии.

Нагрев тканей тела в электрическом поле УВЧ пропорционален квадрату напряженности поля. В неоднородном поле, имеющем место в реальных условиях, напряженность различна и характеризуется концентрацией силовых линий поля.

В отсутствии тела больного поле между электродами наиболее равномерно в центре, к периферии силовые линии за счет краевого эффекта искривляются .

Область равномерного поля тем больше, чем меньше отношение расстояния между электродами к их диаметру. При расположении больного между электродами линии поля в связи с неомогенной структурой нигде не идут равномерно, они искривляются и в

средней зоне так, что наибольшая напряженность поля имеется под электродами. В связи с этим при отсутствии или малых воздушных зазорах наибольшее выделение тепла имеет место на поверхности тела и резко падает с глубиной. Для обеспечения более равномерного распределения тепла между поверхностными и глубоко расположенными тканями увеличивают величину зазоров до нескольких сантиметров. При этом, как уже указывалось, наиболее неоднородная часть поля около электродов оказывается вне тела и равномерность воздействия по глубине значительно улучшается. Для того чтобы при значительных зазорах обеспечить достаточно эффективный нагрев тканей, аппарат для УВЧ-терапии должен обеспечить возможность увеличения напряжения на электродах, так как при увеличении зазоров увеличивается доля приходящегося на них напряжения.

Выбором величины электрода, величины зазора, а также наклона электрода по отношению к поверхности тела можно обеспечивать преимущественное воздействие на определенный участок тела. Если электроды одинаковые, то воздействие более интенсивно со стороны электрода, расположенного с меньшим зазором. То же самое имеет место и при использовании одного электрода меньшего размера. При установке электрода наклонно к поверхности тела происходит концентрация поля около края электрода, расположенного ближе к телу, в результате чего также имеет место избирательный нагрев. Такой способ применяется при нагреве складок тела, например, между щекой и носом.

При воздействии на неровные поверхности тела на его выступающих частях происходит концентрация поля и перегрев. В этом случае либо увеличивают зазор, либо применяют гибкие электроды, облегающие неровности тела.

Конденсаторные электроды, применяемые при УВЧ-терапии, представляют собой металлическую круглую или прямоугольную пластинку, цилиндр или проводник другой формы, изолированные со всех сторон для защиты от ожогов, которые могут иметь место при касании их.

Электроды обычно имеют жесткую конструкцию и укрепляются на концах электрододержателей аппарата. Наиболее часто применяются жесткие электроды с круглой пластиной различного диаметра.

Используются также жесткие конденсаторные электроды специального назначения - вагинальный, в виде металлического стержня, помещенного внутри пластмассового или стеклянного цилиндрического кожуха, подмышечный, имеющий изолирующий корпус в виде треугольной призмы, с вогнутой сферической поверхностью для воздействия на фурункулы и др.

Помимо жестких, находят применение гибкие электроды, изготовленные из запрессованной в резину металлической фольги или сетки. Для увеличения зазора между телом и гибким электродом под него подкладывается одна или несколько прокладок из перфорированного фетра. Гибкий электрод и прокладки либо фиксируются тяжестью тела больного, либо укрепляются на теле эластичным резиновым бинтом.

Дозировка при УВЧ-терапии основывается на ощущениях тепла пациентом. Для ориентировки медицинского персонала, особенно важной при нарушениях тепловой чувствительности, многие аппараты для УВЧ-терапии имеют прибор, измеряющий анодный ток генераторных ламп.

Прибор, показания которого могут использоваться только для суждения об относительной величине мощности и для воспроизведения одинаковых по условиям (электроды, зазоры и

др.) процедур, является также индикатором настройки в резонанс выходного контура аппарата.

Поскольку произвольные движения больного могут привести к расстройке выходного контура и существенному уменьшению выходной мощности, необходимо в процессе проведения процедуры периодически подстраивать его с помощью ручки, выведенной на панель управления аппарата. В некоторых передвижных аппаратах подстройка производится автоматически без участия обслуживающего персонала.

Контроль настройки может осуществляться также по максимальному свечению неоновой лампы, которая укрепляется на изоляционной ручке и подносится к электродам или их проводам. Следует следить за тем, чтобы не касаться при этом рукой проводов и электродов, в противном случае после отведения руки контур окажется расстроенным.

Металлические предметы в электрическом поле УВЧ не нагреваются, однако около них, особенно, при наличии острых краев и выступов происходит концентрация силовых линий поля и как следствие этого могут иметь место местные перегревы и даже ожоги., Особую осторожность следует соблюдать, если в теле имеются зубные протезы, а также металлические осколки, шрапнель, оставшиеся в теле в результате ранений, травм. Сырая одежда и ее складки также могут вызвать местные перегревы, поэтому желательно одежду перед процедурой снимать, а влажную кожу осушить.

Соединительные провода не должны касаться тела и друг друга. Фиксация положения проводов осуществляется с помощью изготовленных из высокочастотного диэлектрика фиксаторов, закрепленных на электрододержателях, и гребенок, вставляемых между проводами.

Для регулировки высокочастотной мощности следует пользоваться ступенчатым переключателем на панели аппарата. Совершенно недопустимо расстраивать для этой цели выходной контур, так как при случайном движении больного мощность может внезапно увеличиться к превысить допустимую для данной процедуры величину. [5](234-268 с.)

Импульсная УВЧ-терапия

За последние годы в практику физиотерапии входит метод воздействия на организм животного электрическим полем УВЧ в импульсном режиме, называемый импульсной УВЧ-терапией. При импульсной УВЧ-терапии электрическое поле имеет импульсный характер. Генерация высокочастотных колебаний происходит в течение нескольких микросекунд, после чего следует пауза, в тысячу раз превышающая длительность самого импульса. Напряженность поля между электродами за время действия импульса достигает нескольких тысяч вольт на метр, что в 6-7 раз больше, чем при непрерывном режиме. Поскольку мощность колебаний пропорциональна квадрату напряженности поля, то аппараты для импульсной УВЧ-терапии имеют мощность в импульсе до 15000 Вт, что в 40 раз больше мощности, которая может создаваться аппаратами для непрерывной УВЧ-терапии. Средняя мощность импульсных колебаний в тысячу раз меньше, чем мощность в импульсе и не превышает 15 Вт.

Тепловые эффекты, обусловленные средней мощностью, при импульсном режиме невелики. В то же время значительные величины напряженности поля в импульсе усиливают специфическое действие поля УВЧ: изменения структуры белковых молекул, концентрации ионов у клеточных мембран, гидратации ионов и молекул и др.

Все эти нетепловые эффекты изменяют деятельность клеток и при действии на образования центральной нервной или вегетативной систем могут вызвать значительные сдвиги в функциональном состоянии организма.

Таким образом, при импульсной УВЧ терапии обеспечивается возможность осуществить интенсивное специфическое действие электрического поля УВЧ без заметного теплового эффекта.

Конструкция электродов и условия проведения процедур при импульсной УВЧ-терапии не отличаются от применяемых при обычной УВЧ-терапии.

Транзисторный ВЧ тракт для аппарата УВЧ терапии

Диэлектрические потери. Токи проводимости. Токи смещения и проводимости. Закон Джоуля - Ленца для токов высокой частоты. Удельная мощность. Виды нагрева: избирательный, равномерный, сверх чистый, саморегулирующийся.

В настоящее время большинство аппаратов работает на частоте 27,12 МГц в непрерывном или импульсном режиме. Построение УВЧ аппаратов на основе транзисторных ВЧ трактов имеет определенные преимущества - надежность, использование малых питающих напряжений, обеспечение стабильности $f_{\text{нес}}$, создание отдельных модулей для увеличения выходной мощности, уменьшение электромагнитных помех. С учетом медицинской практики, емкость образованная телом и плоскостью конденсаторной пластины электрода, к которой подведена ВЧ энергия, изменяется в широких пределах - 0,5-27 пФ. Такой диапазон дает, например, использование по очереди электродов 35, 70, 105, 240 мм, конденсаторные пластины которых устанавливаются на расстоянии 5, 10, 20, 25, 30 мм от пациента.

Задача усложняется в виду того, что в силу особенностей применения УВЧ прибора (пациент не заземлен и находится на некотором расстоянии от аппарата) эквивалентная нагрузка носит симметричный характер и вынесена от корпуса на длину 0,7-1 м, что соизмеримо с длиной волны (≈ 11 м). В общем случае нагрузка ВЧ тракта представляет собой двухпроводную длинную линию с волновым сопротивлением 600 Ом и электрической длиной 35^0 , нагруженную комплексным сопротивлением (добротность $Q_{\text{max}} 100$), активная часть которой ничтожно мала, а реактивная может изменяться в широких пределах. Требуется решить задачу о передаче мощности от транзисторного генератора в активную часть комплексной нагрузки во всем диапазоне ее изменения.

Способы воздействия ВЧ полей на животных . Исследование постоянного и переменного магнитных полей с помощью датчика Холла. Исследование электрического поля с помощью зондов. Важным преимуществом УВЧ-терапии по сравнению с диатермией является возможность проводить процедуры с зазорами между электродом и поверхностью тела. Это объясняется тем, что емкостное сопротивление участка цепи, образованного воздушным зазором (емкость C_0), в диапазоне УВЧ соизмеримо с сопротивлением тела больного (параллельно включенное сопротивление R и емкость C). На частотах же, применяемых в диатермии, сопротивление воздушных зазоров настолько велико, что ток в цепи в этом случае практически не проходит.

Классификация технологических процессов ВЧ обработки. Механизм действия ВЧ поля на биообъекты. Тепловое и нетепловое действие УВЧ поля. Стимулирование процессов жизнедеятельности. Размораживание овощей, нагрев биообъекта. Сушка и удаление влаги. Удельная доза. Эффективная доза. Стимулирование, сушк. При разработке ВЧ

трактов возникают определенные трудности, связанные с одной стороны с малыми выходными сопротивлениями транзисторов, а с другой - с изменением в широком диапазоне эквивалентной нагрузки. Эта эквивалентная нагрузка имеет комплексный характер. Ее активная часть определена внутренним сопротивлением тканей животного и составляет 40-50 см, а реактивная носит емкостной характер.

УВЧ-терапия - метод лечения, при котором на определенный участок тела больного воздействуют непрерывным или импульсным электрическим полем ультравысокой частоты.

Под влиянием УВЧ происходит изменение ионного состава крови, лимфы, мышц, паренхиматозных органов, в результате чего образуется переменный ток УВЧ, в тканях - диэлектриках (соединительная ткань, жировая ткань, нервные стволы) имеет место поляризация образовавшегося тока действия [5](278-296 с.)

УЛЬТРАВЫСОКОЧАСТОТНАЯ ТЕРАПИЯ

Метод применения в лечебных целях электрического поля ультравысокой частоты (ЭП УВЧ), в котором электрическая составляющая преобладает над магнитной. Коэффициент поглощения тканями энергии ЭП УВЧ невысок, и поле проникает на всю глубину любой части тела. В основе механизма действия ЭП УВЧ лежит его влияние на электрически заряженные частицы (ионы, электроны, молекулы), из которых состоят ткани организма. Это действие складывается из нетеплового (осцилляторного) и теплового эффектов. Чем больше энергии поглощается тканями, тем сильнее проявляется тепловое действие. При отсутствии теплового эффекта, при малой интенсивности воздействия проявляется специфическое действие ЭП УВЧ.

Под влиянием адекватных доз УВЧ-терапии возникают существенные изменения в органах и системах целостного организма: усиливаются процессы возбуждения в коре головного мозга, изменяется возбудимость нервных рецепторов, ускоряется проведение возбуждения по нервному волокну, изменяется функция вегетативной нервной системы (понижается тонус симпатической нервной системы и усиливается ваготония), повышается трофическая и регулирующие функции нервной системы. Активируются многочисленные функции соединительной ткани, стимулируются пролиферативные процессы соединительнотканых элементов. За счет увеличения проницаемости стенок кровеносных капилляров усиливается поступление в очаг воспаления различных иммунных тел и других защитных клеток ретикулоэндотелиальной системы. Существенно усиливается местное крово - лимфообращение, появляется длительная гиперемия, увеличивается количество лейкоцитов в периферической крови, стимулируется образование коллатеральных сосудов. В целом ЭП УВЧ оказывает выраженное противовоспалительное, обезболивающее, спазмолитическое действие, стимулирующее защитные силы организма.

Наряду с непрерывным воздействием ЭП УВЧ определенное распространение получила методика импульсного воздействия. Специфичность импульсной УВЧ-терапии определяется высокой напряженностью электрического поля в каждом импульсе и длительной паузой между импульсами, вследствие чего значительно усиливается осцилляторный компонент действия и почти полностью отсутствует тепловой, так как за время длительной паузы между импульсами образовавшееся тепло уносится током крови.

Клинически воздействие импульсной УВЧ-терапией обеспечивается болеутоляющее, противовоспалительное, десенсибилизирующее, трофическое, гипотензивное действие на фоне стимуляции тормозных процессов и регулирующей роли центральной нервной системы, не предъявляя при этом повышенных требований к деятельности сердца и сосудов.

Лечение животных высокоэффективными методами УВЧ терапии, а также другие ветеринарные услуги

Ультравысокочастотной терапией (УВЧ-терапией) называют воздействие на организм с лечебно-профилактическими и реабилитационными целями электрического поля, а точнее, электрической составляющей переменного электромагнитного поля ультравысокой частоты

Такие воздействия способны стимулировать

- половые функции
- сперматогенез
- кору надпочечников
- кроветворение
- иммуногенез
- процессы неспецифической резистентности (сопротивляемости) организма

Весьма характерным является действие УВЧ на воспалительный очаг у животного, при этом достигается противовоспалительное, болеутоляющее, бактериостатическое, антиспастическое, противоотечное, сосудорасширяющее и трофико-регенераторное действие.

В связи с этим метод весьма успешно используется в лечении острых, в том числе гнойно-воспалительных процессов у животных

Электрическое поле УВЧ в терапевтических дозировках снижает сосудистый тонус, заметно расширяет капилляры, увеличивает кровоток, способствует образованию коллатералей, повышает сосудистую проницаемость и снижает артериальное давление, ускоряет регионарную лимфодинамику

Эти изменения приводят к усилению метаболизма, улучшению трофики тканей, повышению их неспецифической резистентности

Ему присуще антиспастическое действие на гладкую мускулатуру желудка, кишечника, желчного пузыря

Оно расслабляет мускулатуру бронхов и бронхиол, уменьшает секрецию бронхиальных желез

При УВЧ-терапии отмечаются нормализующе-стимулирующее влияние на большинство внутренних органов (желудок, печень, почки и др.), активация нейрогуморальных процессов

Электрическое поле УВЧ усиливает углеводный и белковый обмен, приводит к ускоренному потреблению тканями кислорода

Под его влиянием повышается тромбопластическая активность плазмы, отмечается гиперкоагуляция

УВЧ-терапия вызывает усиление кровообращения, дегидратацию воспаленных тканей, увеличение числа лейкоцитов и повышение их фагоцитарной активности, подавляет жизнедеятельность патогенных бактерий, замедляет всасывание токсических продуктов из очага воспаления, ускоряет образование защитного барьера (чем препятствует распространению воспаления), стимулирует пролиферативно-регенераторные процессы

Электрододержатели для аппарата УВЧ-60 выполняются в виде гибких шлангов.

Исследование электромагнитного поля в волноводе. Устройство генераторов УВЧ. Линии с распределенными параметрами. Виды облучательных электродов. Электромагнитное экранирование. Ламповые УВЧ аппараты, выполненные по автогенераторной схеме. УВЧ аппараты, работающие в импульсном режиме. Структурная схема ЛПДА- 2УВЧ.

1. Определение коэффициентов электростатической индукции, частичных емкостей и потенциальных коэффициентов. Взаимная индуктивность круглых и прямоугольных

катушек. Изучение вопросов максимальной передачи ВЧ энергии от генератора к терапевтической нагрузке. Понятие согласованного режима в линии на высокой частоте. Условия распространения ВЧ энергии в двухпроводной (коаксиальной) линии. Согласующие устройства. Широкополосные согласующие устройства. Коэффициент стоячей волны, коэффициент отражающей волны, коэффициент бегущей волны. Оптимальное сопротивление нагрузки. Эквиваленты нагрузок. Эквивалент первого вида. Эквивалент второго вида. [2](341-395 с.)

Список литературы

1. Основная литература

1. Атабеков, Григорий Иосифович.
Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи [Текст] : учебное пособие / Атабеков, Григорий Иосифович. - 7-е изд. ; стереотип. - СПб. : Лань, 2009. - 592 с.
2. Бессонов Л.А. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ 12-е изд., испр. и доп. Учебник для бакалавров 2014 Режим доступа:<http://www.biblio-online.ru> ЭБС «Юрайт»

2. Дополнительная литература

1. Новожилов О.П. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА 2-е изд., испр. и доп. Учебник для бакалавров 2014 ЭБС «Юрайт» -режим доступа: <http://www.urait.ru/>
2. К.С. Демирчян, Л.Р.Нейман, Н.В. Коровкин, В.Л. Чепурин. Теоретические основы электротехники в 3-х томах 2004 г. Санкт – Петербург.

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, 2015 - . - Ежекварт. – ISSN : 2077 - 2084
2. Новости электротехники : отраслевое информационно-справочное издание / учредитель и изд. : Закрытое акционерное общество "Новости Электротехники". – 2000- . – М., 2015- . – Двухмесяч.
3. Электрооборудование: эксплуатация и ремонт : науч.- практич. журн. / учредитель ИД «Панорама». – 2004 - . – М. : ООО Издательский дом «Панорама», 2015 - . – Ежемес.. – ISSN 2074-9635.

4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

ЭБС «Национальный цифровой ресурс «Руконт». - Режим доступа: <http://rucont.ru/>

ЭБС «Юрайт». Режим доступа:<http://www.biblio-online.ru>

ЭБС «IPRbooks». Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16402>

ЭБС «ZNANIUM.COM». - Режим доступа: <http://www.znanium.com/>

ЭБС «Библиороссика». Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>

ЭБС «Лань». – Режим доступа: . <http://e.lanbook.com/>

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

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

ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра: «Электроснабжение»

**Методические указания
для прохождения учебной практики
Ознакомительная практика**

Для студентов очной и заочной форм обучения

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки «Электрические станции и подстанции»

Квалификация выпускника - Бакалавр

Рязань, 2020 г

Задание для прохождения учебной ознакомительной практики предназначено для студентов очной и заочной формы обучения по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и содержит рекомендации по ее проведению, составлению отчета, дневника и защите отчета.

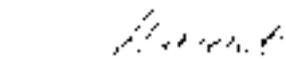
Разработчики Заведующий кафедрой «Электроснабжение» Каширин Д.Е., доцент Нагаев Н.Б.

(должность, кафедра)



(подпись)

Каширин Д.Е. _____
(Ф.И.О.)



(подпись)

Нагаев Н.Б. _____
(Ф.И.О.)

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «_23_» __сентября__ 2020 г., протокол №2

Заведующий кафедрой _____ Электроснабжение
_____ (кафедра)



Каширин Д.Е

Одобрено учебно-методической комиссией по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

ФГБОУ ВО РГАТУ имени П.А. Костычева

Протокол № 1 от 30 августа 2020 г.

Председатель учебно-методической комиссии



А.С. Морозов

1. Цель учебной практики

Закрепление теоретических и практических знаний, полученных в ходе изучения специальных дисциплин;

- изучение технологических процессов с применением электрической энергии в промышленности;
- приобретение профессиональных навыков обслуживания электрооборудования и средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве;
- участие в проектировании технических средств, систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры предприятий;
- умение применять современные технологии и методы технического обслуживания, хранения, ремонта и восстановления деталей электрических машин для обеспечения постоянной их работоспособности;
- овладение навыками монтажа, наладки и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, машин и установок, в том числе работающих непосредственно в контакте с биологическими объектами.

2. Задачи учебной практики

- приобретение навыков инженерной деятельности по проектированию электрооборудования;
 - изучение технической документации по электроустановкам и электротехнологиям;
 - изучение систем электроснабжения электроустановок;
 - изучение основных технологических процессов с применением электроэнергии на предприятии;
 - изучение электротехнических материалов, используемых при эксплуатации и ремонте электрооборудования и электроустановок;
 - приобретение навыков выполнения основных операций по монтажу электрооборудования и ведения текущей инженерной документации; -
 - изучение механизмов, инструментов и электротехнических материалов, применяемых при электромонтажных работах;
 - изучение защитных мер электробезопасности при электромонтажных работах;
- освоение технологии соединения, ответвления и оконцевания проводов и кабелей (пайки медных и алюминиевых жил проводов и кабелей, опрессовки жил, оконцевания жил проводов и кабелей при помощи пресс-клещей и изолированных наконечников).

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

В результате прохождения данной производственной практики у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции, установленные программой практики:

Наименование категории (группы) компетенций	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции (знать, уметь, владеть)
Универсальные компетенции			
Коммуникация	УК-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в	УК-4.1. Демонстрирует умение вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке.

		устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6.	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Эффективно планирует собственное время. УК-6.2. Планирует траекторию своего профессионального развития и предпринимает шаги по её реализации
Общепрофессиональные компетенции			
Фундаментальная подготовка	ОПК-2.	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-2.5. Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма.

Теоретическая и практическая профессиональная подготовка	ОПК-3.	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-3.4. Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств. ОПК-3.6. Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов.
--	--------	--	--

4. Порядок прохождения практики:

Практика студентов должна проходить на рабочих местах и в экскурсионной форме. Рабочий день студента устанавливается продолжительностью 6 часов. Студенты обязаны полностью подчиняться действующим на предприятии правилам внутреннего распорядка.

Продолжительность практики 4 недели или 20 рабочих дней, которые распределяются приблизительно следующим образом:

- 1) Инструктаж по технике безопасности, оформление пропусков (1 день);
- 2) Составление календарного плана практики, экскурсия по технологическим и электрическим установкам (1 день);
- 3) Изучение структуры предприятия и его электрослужбы (1 день);
- 4) Изучение технологических схем, объектов и технологического оборудования (3 дней);
- 5) Работа в лабораториях и подразделениях электрослужбы (9 дней);
- 6) Работа с производственной документацией, проектными, инструктивными и отчетными материалами электроцеха и отдела главного энергетика (4 дня);
- 7) Работа в библиотеке по субботам;
- 8) Оформление отчета (1 день).

Приведенный график распределения времени является ориентировочным и может изменяться по усмотрению руководителя практики от предприятия.

Для самоконтроля и контроля со стороны руководителя за ходом практики студент ведет дневник. В дневнике ежедневно записывает все виды выполняемой студентом работы и вся полученная им в течении дня информация. Форма ведения дневника произвольная, затем его материалы вносятся в соответствующий бланк. Дневник является основным документом, на основании которого оценивается степень выполнения программы практики.

Дневник подписывается руководителем практики от предприятия и прилагается к отчету студента о прохождении практики.

5. Программа практики и составление отчета

В процессе проведения производственной практики необходимо по проектной и технической документации предприятия, инструктивным материалам, через приобретение практических знаний и навыков работы с электрическими машинами, электроприводами, электрическими аппаратами и электроустановками, электрооборудованием и устройствами защиты проработать и изучить :

1. Задачи и функции отдела главного энергетика предприятия.
2. Группы по электробезопасности электротехнического персонала и условия их присвоения.
3. Порядок и проведение работ в электроустановках.
4. Требования к организации энергохозяйства.

5. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках.
6. Лица, ответственных за безопасное ведение работ в ЭУ, их права и обязанности.
7. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ со снятием напряжения.
8. Нормативно-техническая документация, действующая в организации.
9. Организация, планирование и управление электрохозяйством предприятия (организации)
10. Основные экономические показатели работы системы электроснабжения и предприятия энергетики.
11. Организация системы заработной платы на предприятиях энергетики, системы морального и материального стимулирования.
12. Планирование смет расходов и затрат на осуществление электроснабжения предприятия.
13. Виды и разновидности тарифов на оплату за электрическую энергию.
14. Использование ценовых категорий при оплате за потребленную электрическую энергию на предприятии.

При изучении технологии и технологического оборудования следует обратить внимание на требования к их характеристикам, исполнению, мощности, к регулированию скорости вращения электродвигателей к минимально допустимому перерыву электроснабжения, описать последствия перерывов электроснабжения на технологический процесс и возможный ущерб.

При анализе необходимо использовать не только техническую документацию и инструктивные материалы, но и учебную литературу, справочники, монографии и т. п.

Изучая технологию, электрические машины, электроприводы, электрооборудование и т. д., следует выявлять их недостатки, При описании технологических процессов, электродвигателей, графиков нагрузки, схем электроснабжения и т. д. необходимо приводить графический материал: план расположения технологического оборудования и электродвигателей, электрические схемы, графики нагрузок, выполненные в соответствии с требованиями ЕСКД.

Отчет составляется на основании ежедневных записей в дневнике, сопровождается рисунками, чертежами и графиками. Отчет оформляется во время практики и подписывается руководителем практики от предприятия. Оформление отчета должно отвечать требованиям ГОСТ 2.105 - 95 «Общие требования к текстовым конструкторским документам».

В отчете необходимо делать по тексту ссылки на использованную литературу. Отчет оформляется в соответствии с требованиями ЕСКД . Общий объем отчета по производственной практике должен составлять 20-25 страниц (без приложений: дневник, индивидуальное задание, характеристика, рабочий график (план), направление на практику).

Материалы, собранные при выполнении программы практики, являются основой для курсового проектирования по дисциплинам, а также для выпускной квалификационной (бакалаврской) работы, которая выполняется по завершению четвертого года обучения.

6. Формы промежуточной аттестации (по итогам учебной практики)

Формой итогового контроля является зачет с оценкой. Прием зачета проводится после окончания практики, в сроки установленные кафедрой и графиком учебного процесса. Для его получения студенты представляют отчет, дневник по практике и характеристику с подписью руководителя и печатью предприятия, рабочий график (план),

индивидуальное задание. Документы предоставляются на бумажном носителе и в электронном виде в Word. Листы с подписями и печатями сканируются и вставляются в единый документ Word поверх соответствующих листов в Word. Преподавателю сдаются все документы отчета **единым файлом**.

Вместе с дневником, заполненной путевкой (с отметкой предприятия о прохождении практики) и производственной характеристикой, заверенной печатью и др. документами отчет сдается руководителю практики от университета не позднее 10 дней с момента, когда студент приступил к занятиям.

Практика считается пройденной успешно и студенту ставится зачет с оценкой, если при защите отчета студент показал хорошие знания по всем разделам программы практики. Кроме того, при оценке итогов работы студента на практике принимается во внимание характеристика руководителя от предприятия, содержание и качество ведения дневника, а так же содержание и оформление отчета по практике.

7.1. Основная литература

а) печатные издания:

1. Онищенко, Г. Б.

Электрический привод [Текст] : учебник. - М. : ИНФРА-М, 2017. - 294 с. - (Высшее образование: Бакалавриат).

2. Проектирование электрических машин [Текст] : учебник для студентов электромеханических и электроэнергетических специальностей вузов / под ред. И.П. Копылова. - 4-е изд. ; перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2017. - 767 с. Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru> ЭБС «Юрайт

3. Соколова, Е. М.

Электрическое и механическое оборудование: Общепромышленные механизмы и бытовая техника [Текст] : учебник. - 9-е изд., испр. - М. : Академия, 2017. - 224 с.

7.2 Дополнительная литература:

1. Приборы и средства диагностики электрооборудования и измерений в системах электроснабжения [Текст] : справочное пособие / Под ред, В.И. Григорьева. - М. : Колос, 2016. - 272 с.

2. Электропривод и электрооборудование [Текст] : учебник для студентов вузов, / А.П. Коломиец, Н.П. Кондратьева, И.Р. Владыкин, С.И. Юран. - М. : КолосС, 2018. - 328 с. : ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

3 Баранов, Л.А. Светотехника и электротехнология [Текст] : учеб. пособие / Л.А. Баранов, В.А. Захаров. - М.: КолосС, 2016. - 344 с. –

4. Соколова, Е. М. Электрическое и механическое оборудование: Общепромышленные механизмы и бытовая техника [Текст] : учебник. - 9-е изд., испр. - М. : Академия, 2017. - 224 с.

7.3 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. ЭБ «Академия». - Режим доступа: <http://www.academia-moscow.ru/>

2. ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>

3. ЭБС «IPRbooks». Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16402>

4. ЭБС «Лань». – Режим доступа: . <http://e.lanbook.com/>

8 .Материально-техническое обеспечение производственной технологической практики :

Аудитория № 45, 33, 14

Электродвигатели, электроустановки, трансформаторы, технологическое электрооборудование различного назначения, аппаратура релейной защиты, высоковольтные и низковольтные аппараты и др. электрооборудование.

Лабораторные стенды с установленным в них оборудованием :

1. Измерительные приборы: амперметры постоянного, переменного тока и универсальные, ваттметры, фазометры, измерительные мосты емкости и индуктивности, осциллограф, цифровые мультиметры, измеритель параметров мощных транзисторов, электрический счетчик электромагнитной энергии;

2. Сопротивления, реостаты, катушки индуктивности, батареи конденсаторов и сопротивлений;

3. Трансформаторы, ЛАТРы;

4. Коммутационная аппаратура;

5. Нелинейные сопротивления (инфракрасные излучатели);

6. Источники постоянного, переменного и трехфазного тока;

7. Асинхронные электродвигатели; тахометр ТЦ-3М; вольтметр В7-16;

8. Электронные устройства:

1.Регулируемый источник тока;

2. Регулируемый источник напряжения;

3.Генератор пилообразного напряжения;

4.Тиристорный регулятор напряжения;

5.Выпрямительный мост;

6.Транзисторный усилитель;

7.Мультивибратор;

8.Триггер;

9. Высокочастотный генератор.

10. Генераторы сигналов синусоидальной и прямоугольной формы.

Средства обеспечения освоения теоретического материала практики

Мультимедийное оборудование: персональный компьютер (ноутбук) с набором необходимых приложений, портативный мультимедийный проектор, проекционный экран, наглядные учебные пособия, электромагнитное оборудование.

Примерный план отчета (ориентироваться также на индивидуальное задание)

1. Введение. Цели и задачи прохождения практики.
2. Основная часть.
 - 2.1 Описание хозяйства, предприятия;
 - 2.2 Организационная структура предприятия и его энергетического подразделения;
 - 2.3 Общая характеристика предприятия, описание технологических процессов, технологических установок по месту прохождения практики.
 - 2.4 Электродвигатели, их исполнение, техническая характеристика и режимы работы. Технология их ремонта, эксплуатации и обслуживания.
 - 2.5 Электроприводы и управляемые электромеханические системы; технология их ремонта, эксплуатации и обслуживания.
 - 2.6 Трансформаторы и высоковольтные аппараты. Технология их ремонта, эксплуатации и обслуживания;
 - 2.7 Низковольтные аппараты и их технические характеристики. Технология их ремонта, эксплуатации и обслуживания;
 - 2.8 Устройства защиты и автоматики, используемые в энергетическом и электротехническом оборудовании;
 - 2.9 Технологические средства разработки и ведения документации.
3. Индивидуальное задание
4. Заключение.
5. Список литературы.
6. Приложения (электрические схемы, планы с нанесенным технологическим оборудованием и др.)

Например:

Заключение

Какие компетенции освоены обучающимся, какие умения и навыки приобретены, а также какие проблемы имеются на предприятии и т.д.; какие интересные решения имеются, что предлагается.

Сделать несколько фотографий прохождения практики (2-3) и разместить их в приложении.

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

Инженерный факультет

ОТЧЕТ

по учебной практике

Ознакомительной практике

(название профильной организации)

Отчет сдан на проверку: «__» ____ 202__ г.

Отчет защищен «__» _____ 2020 __ г.

Оценка « _____ »

Отчет подготовил: студент

__ курса , группы _____

инженерного факультета

очной/заочной формы обучения

направления подготовки

Направление подготовки

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки

«Электрические станции и подстанции»

Иванов Иван Иванович

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 организации о выполнении обучающимся программы практики.

Руководитель практики от предприятия _____ / Ф.И.О. /

Дата, подпись

Печать

Рабочий график (план)
 проведения учебной практики
Ознакомительной 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.)

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

Инженерный факультет

ДНЕВНИК

Ознакомительной практики

обучающегося

_____ (фамилия, имя, отчество обучающегося)

Курс _____ Группа _____

Направление подготовки _____

Направленность (профиль) образовательной программы _____

Сроки практики _____

Место прохождения практики

_____ (Организация, район, область)

Руководитель практики от профильной организации

/ _____ /
(должность, подпись, Ф.И.О.)

МП

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

Факультет Инженерный Кафедра Электроснабжение

Направление подготовки: «Электроэнергетика и электротехника»

Направленность (профиль) образовательной программы: «Электрические станции и подстанции»

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ **на ознакомительную практику**

(фамилия, имя, отчество)

1. Место прохождения студентом практики

- наименование организации/предприятия: _____
- фактический адрес практики (республика/область/край, район/город, населенный пункт: село/деревня и т.д.): _____

2. Объекты профессиональной деятельности(в соответствии с ФГОС ВО)

3. Вид (виды) профессиональной деятельности, к которым готовится выпускник

4. Профессиональная(ые) задача(и) на решение которых в основном ориентирована научная работа (в соответствии с ФГОС ВО)

5. Основные профессиональные компетенции, на формирование которых направлена производственная практика

- описание объекта профессиональной деятельности;
- описание технологического процесса, в котором используется изучаемый объект, параметров и характеристик применяемого оборудования, режимов его работы;
- описание системы управления технологическим процессом и технических средств для измерения и контроля основных параметров технологического процесса;
- изучение схемы и параметров систем электроснабжения технологического процесса;
- изучение методик расчета режимов работы оборудования объектов профессиональной деятельности, применяемых в профильной организации;
- изучение правил технической эксплуатации объектов профессиональной деятельности, должностных инструкций и другой технической документации, применяемых в профильной организации;
- изучение правил техники безопасности, производственной санитарии и норм охраны труда, применения средств индивидуальной защиты при эксплуатации объектов профессиональной деятельности

6. Дата выдачи задания на практику _____

7. Дата представления отчета на проверку _____

Руководитель практики

_____/_____/

(подпись)

Задание принял к исполнению _____

/ _____/

(подпись студента)

ВЫПИСКА ИЗ ФГОС ВО 13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА:

Области профессиональной деятельности и сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие основные профессиональные образовательные программы высшего образования - программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (далее соответственно – выпускники, программа бакалавриата, направление подготовки), могут осуществлять профессиональную деятельность:

- 01 Образование и наука (в сфере научных исследований);
- 16 Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство (в сфере проектирования и эксплуатации объектов электроэнергетики);
- 17 Транспорт (в сфере проектирования и эксплуатации электротехнического оборудования электрического транспорта);
- 19 Добыча, переработка, транспортировка нефти и газа (в сфере эксплуатации газотранспортного оборудования и газораспределительных станций);
- 20 Электроэнергетика (в сферах электроэнергетики и электротехники,
- 24 Атомная промышленность (в сферах: проектирования и эксплуатации объектов электроэнергетики; технического обслуживания и ремонта электромеханического оборудования);
- 27 Metallургическое производство (в сфере эксплуатации электротехнического оборудования);
- 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сферах: производства волоконно-оптических кабелей; проектирования и эксплуатации электроэнергетических систем, электротехнических комплексов, систем электроснабжения, автоматизации и механизации производства).

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность в других областях профессиональной деятельности и (или) сферах

профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

Типы задач профессиональной деятельности выпускников:

- научно-исследовательский;
- проектный;
- конструкторский;
- технологический;
- эксплуатационный;
- организационно-управленческий;
- монтажный;
- наладочный.

Перечень основных объектов (или областей знания) профессиональной деятельности выпускников:

- электрические станции и подстанции;
- электроэнергетические системы и сети;
- системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объектов;
- установки высокого напряжения различного назначения, электроизоляционные материалы, конструкции и средства их диагностики, системы защиты от молнии и перенапряжений, средства обеспечения электромагнитной совместимости оборудования, высоковольтные электротехнологии;
- релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем;
- энергетические установки, электростанции и комплексы на базе возобновляемых источников энергии;
- электрические машины, трансформаторы, электромеханические комплексы и системы, включая их управление и регулирование, электроэнергетические и электротехнические установки высокого напряжения;

- электрические и электронные аппараты, комплексы и системы электромеханических и электронных аппаратов, автоматические устройства и системы преобразования и управления потоками энергии и информации;
- электрический привод механизмов и технологических комплексов, включая электрические машины, преобразователи электроэнергии, сопрягающие, управляющие и регулирующие устройства, во всех отраслях хозяйства;
- электротехнологические процессы и установки с системами питания и управления, установки и приборы бытового электронагрева;
- тяговый электропривод и электрооборудование железнодорожного и городского электрического транспорта, устройства и электрооборудование систем тягового электроснабжения;
- элементы и системы электрического оборудования автомобилей и тракторов;
- судовые автоматизированные электроэнергетические системы, преобразовательные устройства, электроприводы энергетических, технологических и вспомогательных установок, их систем автоматики, контроля и диагностики;
- электроэнергетические системы, преобразовательные устройства и электроприводы энергетических, технологических и вспомогательных установок, их системы автоматики, контроля и диагностики на летательных аппаратах;
- электрическое хозяйство промышленных предприятий, организаций и учреждений, электротехнические комплексы, системы внутреннего и внешнего электроснабжения предприятий и офисных зданий, низковольтное и высоковольтное электрооборудование, системы учета, контроля и распределения электроэнергии;
- электрическая изоляция электроэнергетических, электротехнических устройств и устройств радиоэлектроники, кабельные изделия и провода,

электрические конденсаторы, материалы, полуфабрикаты и системы электрической изоляции;

- потенциально опасные технологические процессы и производства в электроэнергетике и электротехнике, методы и средства защиты человека, электроэнергетических и электротехнических объектов и среды обитания от опасностей и вредного воздействия, методы и средства оценки опасностей, правила нормирования опасностей и антропогенного воздействия на среду обитания;

- организационные подразделения систем управления государственными, акционерными и частными фирмами, научно-производственными объединениями, научными, конструкторскими и проектными организациями, функционирующими в областях электротехники и электроэнергетики в целях рационального управления экономикой, производством и социальным развитием вышеперечисленных объектов, правовая, юридическая, организационно-финансовая документация.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

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

ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра: «Электроснабжение»

Методические указания

для прохождения производственной практики

Технологическая практика

Для студентов очной и заочной форм обучения

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки «Электрические станции и подстанции»

Квалификация выпускника - Бакалавр

Рязань, 2020 г

Задание для прохождения производственной технологической практики предназначено для студентов очной и заочной формы обучения по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и содержит рекомендации по ее проведению, составлению отчета, дневника и защите отчета.

Разработчики Заведующий кафедрой «Электроснабжение» Каширин Д.Е., доцент Нагаев Н.Б.

(должность, кафедра)



(подпись)

Каширин Д.Е. _____
(Ф.И.О.)



(подпись)

Нагаев Н.Б. _____
(Ф.И.О.)

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «_23_» ___ сентября___ 2020 г., протокол №2

Заведующий кафедрой _____ Электроснабжение
_____ (кафедра)



Каширин Д.Е

Одобрено учебно-методической комиссией по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

ФГБОУ ВО РГАТУ имени П.А. Костычева

Протокол № 2 от 23 сентября 2020 г.

Председатель учебно-методической комиссии



А.С. Морозов

1. Цель производственной практики

Закрепление теоретических и практических знаний, полученных в ходе изучения специальных дисциплин;

- изучение технологических процессов с применением электрической энергии в промышленности;

- приобретение профессиональных навыков обслуживания электрооборудования и средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве;

- участие в проектировании технических средств, систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры предприятий;

- умение применять современные технологии и методы технического обслуживания, хранения, ремонта и восстановления деталей электрических машин для обеспечения постоянной их работоспособности;

- овладение навыками монтажа, наладки и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, машин и установок, в том числе работающих непосредственно в контакте с биологическими объектами.

2. Задачи производственной практики

-приобретение навыков инженерной деятельности по проектированию электрооборудования;

- изучение технической документации по электроустановкам и электротехнологиям;

- изучение систем электроснабжения электроустановок;

- изучение основных технологических процессов с применением электроэнергии на предприятии;

- изучение электротехнических материалов, используемых при эксплуатации и ремонте электрооборудования и электроустановок;

- приобретение навыков выполнения основных операций по монтажу электрооборудования и ведения текущей инженерной документации; -

- изучение механизмов, инструментов и электротехнических материалов, применяемых при электромонтажных работах;

- изучение защитных мер электробезопасности при электромонтажных работах;

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

В результате прохождения данной производственной практики у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции, установленные программой практики:

Наименование категории (группы) компетенций	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции (знать, уметь, владеть)
Универсальные компетенции			
Коммуникация	УК-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на	УК-4.1. Демонстрирует умение вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке.

		государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	
Общепрофессиональные компетенции			
Теоретическая и практическая профессиональная подготовка	ОПК-3.	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-3.5. Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик. ОПК-3.6. Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов.
	ОПК-5.	Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	ОПК-5.1. Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность.
Профессиональные компетенции			
Тип задач профессиональной деятельности: проектный			
–Сбор и анализ данных для проектирования объектов профессиональной деятельности (ПД); – Составление конкурентно-	ПК-1	Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций	ПК-1.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений. ПК-1.2. Обосновывает выбор целесообразного решения ПК-1.3. Подготавливает разделыпредпроектной документации на

способных вариантов технических решений при проектировании объектов ПД; – Выбор целесообразных решений и подготовка разделов предпроектной документации на основе типовых технических решений для проектирования объектов ПД.			основе типовых технических решений.
---	--	--	-------------------------------------

4. Порядок прохождения практики:

Практика студентов должна проходить на рабочих местах и в экскурсионной форме. Рабочий день студента устанавливается продолжительностью 6 часов. Студенты обязаны полностью подчиняться действующим на предприятии правилам внутреннего распорядка.

Продолжительность практики 8 недель или 40 рабочих дней, которые распределяются приблизительно следующим образом:

- 1) Инструктаж по технике безопасности, оформление пропусков (1 день);
- 2) Составление календарного плана практики, экскурсия по технологическим и электрическим установкам (1 день);
- 3) Изучение структуры предприятия и его электрослужбы (1 день);
- 4) Изучение технологических схем, объектов и технологического оборудования (3 дней);
- 5) Работа в лабораториях и подразделениях электрослужбы (19 дней);
- 6) Работа с производственной документацией, проектными, инструктивными и отчетными материалами электроцеха и отдела главного энергетика (14 дней);
- 7) Работа в библиотеке по субботам;
- 8) Оформление отчета (1 день).

Приведенный график распределения времени является ориентировочным и может изменяться по усмотрению руководителя практики от предприятия.

Для самоконтроля и контроля со стороны руководителя за ходом практики студент ведет дневник. В дневнике ежедневно записывает все виды выполняемой студентом работы и вся полученная им в течении дня информация. Форма ведения дневника произвольная, затем его материалы вносятся в соответствующий бланк. Дневник является основным документом, на основании которого оценивается степень выполнения программы практики.

Дневник подписывается руководителем практики от предприятия и прилагается к отчету студента о прохождении практики.

5. Программа практики и составление отчета

В процессе проведения производственной практики необходимо по проектной и технической документации предприятия, инструктивным материалам, через приобретение

практических знаний и навыков работы с электрическими машинами, электроприводами, электрическими аппаратами и электроустановками, электрооборудованием и устройствами защиты проработать и изучить :

1. Практическое построение схем внешнего и внутреннего электроснабжения предприятия.
2. Классификация электроприемников и потребителей электрической энергии по категории надежности электроснабжения.
3. Выбор и техническое обоснование рационального варианта схемы электроснабжения.
4. Практические принципы построения схем распределительных сетей предприятия или организации.
5. Практические методы расчета токов короткого замыкания и оценка устойчивости системы электроснабжения предприятия.
6. Практическое применение устройств регулирования напряжения в системе электроснабжения предприятия и энергосистеме.
7. Мероприятия, обеспечивающие способы поддержания коэффициента мощности в энергосистеме.
8. Компенсация реактивной мощности в системе электроснабжения предприятия.
9. Применение силовых трансформаторов в системе электроснабжения предприятий и городов.
10. Требования к учету электрической энергии, практические схемы подключения счетчиков на подстанции.
11. Виды учета электрической энергии; автоматизированные системы учета электроэнергии и энергоресурсов (АСКУЭ)
12. Принципы функционирования устройств ПБВ и РПН в системах электроснабжения предприятия и энергосистеме

При изучении технологии и технологического оборудования следует обратить внимание на требования к их характеристикам, исполнению, мощности, к регулированию скорости вращения электродвигателей к минимально допустимому перерыву электроснабжения, описать последствия перерывов электроснабжения электроснабжения на технологический процесс и возможный ущерб.

При анализе необходимо использовать не только техническую документацию и инструктивные материалы, но и учебную литературу, справочники, монографии и т. п.

Изучая технологию, электрические машины, электроприводы, электрооборудование и т. д., следует выявлять их недостатки, При описании технологических процессов, электродвигателей, графиков нагрузки, схем электроснабжения и т. д. необходимо приводить графический материал: план расположения технологического оборудования и электродвигателей, электрические схемы, графики нагрузок, выполненные в соответствии с требованиями ЕСКД.

Отчет составляется на основании ежедневных записей в дневнике, сопровождается рисунками, чертежами и графиками. Отчет оформляется во время практики и подписывается руководителем практики от предприятия. Оформление отчета должно отвечать требованиям ГОСТ 2.105 - 95 «Общие требования к текстовым конструкторским документам».

В отчете необходимо делать по тексту ссылки на использованную литературу. Отчет оформляется в соответствии с требованиями ЕСКД . Общий объем отчета по производственной практике должен составлять 20-25 страниц (без приложений: дневник, индивидуальное задание, характеристика, рабочий график (план), направление на практику).

Материалы, собранные при выполнении программы практики, являются основой для курсового проектирования по дисциплинам, а также для выпускной квалификационной (бакалаврской) работы, которая выполняется по завершению четвертого года обучения.

6. Формы промежуточной аттестации (по итогам производственной практики)

Формой итогового контроля является зачет с оценкой. Прием зачета проводится после окончания практики, в сроки установленные кафедрой и графиком учебного процесса. Для его получения студенты представляют отчет, дневник по практике и характеристику с подписью руководителя и печатью предприятия, рабочий график (план), индивидуальное задание. Документы предоставляются на бумажном носителе и в электронном виде в Word. Листы с подписями и печатями сканируются и вставляются в единый документ Word поверх соответствующих листов в Word. Преподавателю сдаются все документы отчета **единым файлом**.

Вместе с дневником, заполненной путевкой (с отметкой предприятия о прохождении практики) и производственной характеристикой, заверенной печатью и др. документами отчет сдается руководителю практики от университета не позднее 10 дней с момента, когда студент приступил к занятиям.

Практика считается пройденной успешно и студенту ставится зачет с оценкой, если при защите отчета студент показал хорошие знания по всем разделам программы практики. Кроме того, при оценке итогов работы студента на практике принимается во внимание характеристика руководителя от предприятия, содержание и качество ведения дневника, а так же содержание и оформление отчета по практике.

7.1. Основная литература

а) печатные издания:

1. Онищенко, Г. Б.

Электрический привод [Текст] : учебник. - М. : ИНФРА-М, 2017. - 294 с. - (Высшее образование: Бакалавриат).

2. Проектирование электрических машин [Текст] : учебник для студентов электромеханических и электроэнергетических специальностей вузов / под ред. И.П. Копылова. - 4-е изд. ; перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2017. - 767 с. Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru> ЭБС "Юрайт"

3. Соколова, Е. М.

Электрическое и механическое оборудование: Общепромышленные механизмы и бытовая техника [Текст] : учебник. - 9-е изд., испр. - М. : Академия, 2017. - 224 с.

7.2 Дополнительная литература:

1. Приборы и средства диагностики электрооборудования и измерений в системах электроснабжения [Текст] : справочное пособие / Под ред, В.И. Григорьева. - М. : Колос, 2016. - 272 с.

2. Электропривод и электрооборудование [Текст] : учебник для студентов вузов, / А.П. Коломиец, Н.П. Кондратьева, И.Р. Владыкин, С.И. Юран. - М. : КолосС, 2018. - 328 с. : ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

3 Баранов, Л.А. Светотехника и электротехнология [Текст] : учеб. пособие / Л.А. Баранов, В.А. Захаров. - М.: КолосС, 2016. - 344 с. –

4. Соколова, Е. М. Электрическое и механическое оборудование: Общепромышленные механизмы и бытовая техника [Текст] : учебник. - 9-е изд., испр. - М. : Академия, 2017. - 224 с.

7.3 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. ЭБ «Академия». - Режим доступа: <http://www.academia-moscow.ru/>
2. ЭБС «Юрайт». Режим доступа:<http://www.biblio-online.ru>
3. ЭБС «IPRbooks». Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16402>
4. ЭБС «Лань». – Режим доступа: . <http://e.lanbook.com/>

8 .Материально-техническое обеспечение производственной технологической практики :

Аудитория № 45, 33, 14

Электродвигатели, электроустановки, трансформаторы, технологическое электрооборудование различного назначения, аппаратура релейной защиты, высоковольтные и низковольтные аппараты и др. электрооборудование.

Лабораторные стенды с установленным в них оборудованием :

1. Измерительные приборы: амперметры постоянного, переменного тока и универсальные, ваттметры, фазометры, измерительные мосты емкости и индуктивности, осциллограф, цифровые мультиметры, измеритель параметров мощных транзисторов, электрический счетчик электромагнитной энергии;

2. Сопротивления, реостаты, катушки индуктивности, батареи конденсаторов и сопротивлений;

3. Трансформаторы, ЛАТРы;

4. Коммутационная аппаратура;

5. Нелинейные сопротивления (инфракрасные излучатели);

6. Источники постоянного, переменного и трехфазного тока;

7. Асинхронные электродвигатели; тахометр ТЦ-3М; вольтметр В7-16;

8. Электронные устройства:

1.Регулируемый источник тока;

2. Регулируемый источник напряжения;

3.Генератор пилообразного напряжения;

4.Тиристорный регулятор напряжения;

5.Выпрямительный мост;

6.Транзисторный усилитель;

7.Мультивибратор;

8.Триггер;

9. Высокочастотный генератор.

10. Генераторы сигналов синусоидальной и прямоугольной формы.

Средства обеспечения освоения теоретического материала практики

Мультимедийное оборудование: персональный компьютер (ноутбук) с набором необходимых приложений, портативный мультимедийный проектор, проекционный экран, наглядные учебные пособия, электромагнитное оборудование.

Примерный план отчета (ориентироваться также на индивидуальное задание)

1. Введение. Цели и задачи прохождения практики.
2. Основная часть.
 - 2.1 Описание хозяйства, предприятия;
 - 2.2 Организационная структура предприятия и его энергетического подразделения;
 - 2.3 Общая характеристика предприятия, описание технологических процессов, технологических установок по месту прохождения практики.
 - 2.4 Электродвигатели, их исполнение, техническая характеристика и режимы работы. Технология их ремонта, эксплуатации и обслуживания.
 - 2.5 Электроприводы и управляемые электромеханические системы; технология их ремонта, эксплуатации и обслуживания.
 - 2.6 Трансформаторы и высоковольтные аппараты. Технология их ремонта, эксплуатации и обслуживания;
 - 2.7 Низковольтные аппараты и их технические характеристики. Технология их ремонта, эксплуатации и обслуживания;
 - 2.8 Устройства защиты и автоматики, используемые в энергетическом и электротехническом оборудовании;
 - 2.9 Технологические средства разработки и ведения документации.
3. Индивидуальное задание
4. Заключение.
5. Список литературы.
6. Приложения (электрические схемы, планы с нанесенным технологическим оборудованием и др.)

Например:

Заключение

Какие компетенции освоены обучающимся, какие умения и навыки приобретены, а также какие проблемы имеются на предприятии и т.д.; какие интересные решения имеются, что предлагается.

Сделать несколько фотографий прохождения практики (2-3) и разместить их в приложении.

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

Инженерный факультет

ОТЧЕТ

по производственной практике

Технологической практике

(название профильной организации)

Отчет сдан на проверку: «__» ____ 202__ г.

Отчет защищен «__» _____ 2020 __ г.

Оценка « _____ »

Отчет подготовил: студент

__ курса , группы _____

инженерного факультета

очной/заочной формы обучения

направления подготовки

Направление подготовки

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки

«Электрические станции и подстанции»

Иванов Иван Иванович

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 организации о выполнении обучающимся программы практики.

Руководитель практики от предприятия _____ / Ф.И.О. /

Дата, подпись

Печать

Рабочий график (план)
 проведения производственной практики
Технологической 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.)

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

Инженерный факультет

ДНЕВНИК

Технологической практики

обучающегося

_____ (фамилия, имя, отчество обучающегося)

Курс _____ Группа _____

Направление подготовки _____

Направленность (профиль) образовательной программы _____

Сроки практики _____

Место прохождения практики

_____ (Организация, район, область)

Руководитель практики от профильной организации

/ _____ /

(должность, подпись, Ф.И.О.)

МП

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

Факультет Инженерный Кафедра Электроснабжение

Направление подготовки: «Электроэнергетика и электротехника»

Направленность (профиль) образовательной программы: «Электрические станции и подстанции»

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ **на технологическую практику**

(фамилия, имя, отчество)

1. Место прохождения студентом практики

- наименование организации/предприятия: _____
- фактический адрес практики (республика/область/край, район/город, населенный пункт: село/деревня и т.д.): _____

2. Объекты профессиональной деятельности(в соответствии с ФГОС ВО)

3. Вид (виды) профессиональной деятельности, к которым готовится выпускник

4. Профессиональная(ые) задача(и) на решение которых в основном ориентирована научная работа (в соответствии с ФГОС ВО)

5. Основные профессиональные компетенции, на формирование которых направлена производственная практика

- изучение устройств защиты от статического электричества, заземления и устройств грозозащиты;
- проведение замеров показателей качества электроэнергии и электрических характеристик электрооборудования;
- монтаж электроосветительных установок, изучение тех. документации, тех. обслуживание, ремонт, демонтаж и монтаж;
- устройство и эксплуатация электроосветительных установок, эксплуатация и ремонт кабельных и воздушных ЛЭП до 10 кВ;
- зачистка, опрессовка, подключение, отключения, замена, демонтаж кабелей;
- эксплуатация пускорегулирующей аппаратуры до и выше 1000В, изучение технической документации;
- устройство и эксплуатация электрооборудования распределительных устройств, изучение технической документации, техническое обслуживание, ремонт, монтаж, демонтаж, ревизия распределительных устройств;
- установка, демонтаж, ревизия автоматических выключателей, техническое обслуживание, ремонт;
- техническое обслуживание, ремонт, монтаж, демонтаж, ревизия рубильников, контакторов;
- демонтаж, монтаж, подключение пускателей, установка кнопок управления с пускателем, техническое обслуживание, ремонт;

6. Дата выдачи задания на практику _____

7. Дата представления отчета на проверку

Руководитель практики

_____ / _____ /

(подпись)

Задание принял к исполнению _____

/ _____ /

(подпись студента)

ВЫПИСКА ИЗ ФГОС ВО 13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА:

Области профессиональной деятельности и сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие основные профессиональные образовательные программы высшего образования - программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (далее соответственно – выпускники, программа бакалавриата, направление подготовки), могут осуществлять профессиональную деятельность:

- 01 Образование и наука (в сфере научных исследований);
- 16 Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство (в сфере проектирования и эксплуатации объектов электроэнергетики);
- 17 Транспорт (в сфере проектирования и эксплуатации электротехнического оборудования электрического транспорта);
- 19 Добыча, переработка, транспортировка нефти и газа (в сфере эксплуатации газотранспортного оборудования и газораспределительных станций);
- 20 Электроэнергетика (в сферах электроэнергетики и электротехники,
- 24 Атомная промышленность (в сферах: проектирования и эксплуатации объектов электроэнергетики; технического обслуживания и ремонта электромеханического оборудования);
- 27 Metallургическое производство (в сфере эксплуатации электротехнического оборудования);
- 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сферах: производства волоконно-оптических кабелей; проектирования и эксплуатации электроэнергетических систем, электротехнических комплексов, систем электроснабжения, автоматизации и механизации производства).

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность в других областях профессиональной деятельности и (или) сферах

профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

Типы задач профессиональной деятельности выпускников:

- научно-исследовательский;
- проектный;
- конструкторский;
- технологический;
- эксплуатационный;
- организационно-управленческий;
- монтажный;
- наладочный.

Перечень основных объектов (или областей знания) профессиональной деятельности выпускников:

- электрические станции и подстанции;
- электроэнергетические системы и сети;
- системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объектов;
- установки высокого напряжения различного назначения, электроизоляционные материалы, конструкции и средства их диагностики, системы защиты от молнии и перенапряжений, средства обеспечения электромагнитной совместимости оборудования, высоковольтные электротехнологии;
- релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем;
- энергетические установки, электростанции и комплексы на базе возобновляемых источников энергии;
- электрические машины, трансформаторы, электромеханические комплексы и системы, включая их управление и регулирование, электроэнергетические и электротехнические установки высокого напряжения;

- электрические и электронные аппараты, комплексы и системы электромеханических и электронных аппаратов, автоматические устройства и системы преобразования и управления потоками энергии и информации;
- электрический привод механизмов и технологических комплексов, включая электрические машины, преобразователи электроэнергии, сопрягающие, управляющие и регулирующие устройства, во всех отраслях хозяйства;
- электротехнологические процессы и установки с системами питания и управления, установки и приборы бытового электронагрева;
- тяговый электропривод и электрооборудование железнодорожного и городского электрического транспорта, устройства и электрооборудование систем тягового электроснабжения;
- элементы и системы электрического оборудования автомобилей и тракторов;
- судовые автоматизированные электроэнергетические системы, преобразовательные устройства, электроприводы энергетических, технологических и вспомогательных установок, их систем автоматики, контроля и диагностики;
- электроэнергетические системы, преобразовательные устройства и электроприводы энергетических, технологических и вспомогательных установок, их системы автоматики, контроля и диагностики на летательных аппаратах;
- электрическое хозяйство промышленных предприятий, организаций и учреждений, электротехнические комплексы, системы внутреннего и внешнего электроснабжения предприятий и офисных зданий, низковольтное и высоковольтное электрооборудование, системы учета, контроля и распределения электроэнергии;
- электрическая изоляция электроэнергетических, электротехнических устройств и устройств радиоэлектроники, кабельные изделия и провода,

электрические конденсаторы, материалы, полуфабрикаты и системы электрической изоляции;

- потенциально опасные технологические процессы и производства в электроэнергетике и электротехнике, методы и средства защиты человека, электроэнергетических и электротехнических объектов и среды обитания от опасностей и вредного воздействия, методы и средства оценки опасностей, правила нормирования опасностей и антропогенного воздействия на среду обитания;

- организационные подразделения систем управления государственными, акционерными и частными фирмами, научно-производственными объединениями, научными, конструкторскими и проектными организациями, функционирующими в областях электротехники и электроэнергетики в целях рационального управления экономикой, производством и социальным развитием вышеперечисленных объектов, правовая, юридическая, организационно-финансовая документация.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

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

ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра: «Электроснабжение»

Методические указания

для прохождения производственной практики

Эксплуатационная практика

Для студентов очной и заочной форм обучения

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки «Электрические станции и подстанции»

Квалификация выпускника - Бакалавр

Рязань, 2020 г

Задание для прохождения производственной эксплуатационной практики предназначено для студентов очной и заочной формы обучения по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и содержит рекомендации по ее проведению, составлению отчета, дневника и защите отчета.

Разработчики Заведующий кафедрой «Электроснабжение» Каширин Д.Е., доцент Нагаев Н.Б.

(должность, кафедра)



(подпись)

Каширин Д.Е. _____
(Ф.И.О.)



(подпись)

Нагаев Н.Б. _____
(Ф.И.О.)

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «_23_» ___ сентября___ 2020 г., протокол №2

Заведующий кафедрой _____ Электроснабжение
_____ (кафедра)



Каширин Д.Е

Одобрено учебно-методической комиссией по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

ФГБОУ ВО РГАТУ имени П.А. Костычева

Протокол № 1 от 30 августа 2020 г.

Председатель учебно-методической комиссии



А.С. Морозов

1. Цель производственной практики

Закрепление теоретических и практических знаний, полученных в ходе изучения специальных дисциплин;

- изучение технологических процессов с применением электрической энергии в промышленности;

- приобретение профессиональных навыков обслуживания электрооборудования и средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве;

- участие в проектировании технических средств, систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры предприятий;

- умение применять современные технологии и методы технического обслуживания, хранения, ремонта и восстановления деталей электрических машин для обеспечения постоянной их работоспособности;

- овладение навыками монтажа, наладки и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, машин и установок, в том числе работающих непосредственно в контакте с биологическими объектами.

2. Задачи производственной практики

- приобретение навыков инженерной деятельности по проектированию электрооборудования;

- изучение технической документации по электроустановкам и электротехнологиям;

- изучение систем электроснабжения электроустановок;

- изучение основных технологических процессов с применением электроэнергии на предприятии;

- изучение электротехнических материалов, используемых при эксплуатации и ремонте электрооборудования и электроустановок;

- приобретение навыков выполнения основных операций по монтажу электрооборудования и ведения текущей инженерной документации; -

- изучение механизмов, инструментов и электротехнических материалов, применяемых при электромонтажных работах;

- изучение защитных мер электробезопасности при электромонтажных работах;

- освоение технологии безаварийной эксплуатации электрооборудования

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

В результате прохождения данной производственной практики у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции, установленные программой практики:

Наименование категории (группы) компетенций	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции (знать, уметь, владеть)
Универсальные компетенции			
Коммуникация	УК-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах	УК-4.1. Демонстрирует умение вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке.

		на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	
Общепрофессиональные компетенции			
Теоретическая и практическая профессиональная подготовка	ОПК-3.	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-3.4. Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств.
	ОПК-4.	Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-4.2. Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками.
	ОПК-5.	Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	ОПК-5.1. Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность.

Профессиональные компетенции			
Тип задач профессиональной деятельности: проектный			
<p>–Сбор и анализ данных для проектирования объектов профессиональной деятельности (ПД);</p> <p>– Составление конкурентно-способных вариантов технических решений при проектировании объектов ПД; – Выбор целесообразных решений и подготовка разделов проектной документации на основе типовых технических решений для проектирования объектов ПД.</p>	ПК-1	Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций	ПК-1.4. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации
<p>– контроль технического состояния технологического оборудования объектов ПД;</p> <p>– техническое обслуживание и ремонт объектов ПД.</p>	ПК-2	Способен участвовать в эксплуатации электрических станций и подстанций	<p>ПК-2.1. Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования электростанций</p> <p>ПК-2.2. Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций</p> <p>ПК-2.3. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования</p>

4. Порядок прохождения практики:

Практика студентов должна проходить на рабочих местах и в экскурсионной форме. Рабочий день студента устанавливается продолжительностью 6 часов. Студенты обязаны полностью подчиняться действующим на предприятии правилам внутреннего распорядка.

Продолжительность практики 6 недель или 30 рабочих дней, которые распределяются приблизительно следующим образом:

- 1) Инструктаж по технике безопасности, оформление пропусков (1 день);
- 2) Составление календарного плана практики, экскурсия по технологическим и электрическим установкам (1 день);
- 3) Изучение структуры предприятия и его электрослужбы (1 день);
- 4) Изучение технологических схем, объектов и технологического оборудования (3 дней);
- 5) Работа в лабораториях и подразделениях электрослужбы (19 дней);
- 6) Работа с производственной документацией, проектными, инструктивными и отчетными материалами электроцеха и отдела главного энергетика (4 дня);
- 7) Работа в библиотеке по субботам;
- 8) Оформление отчета (1 день).

Приведенный график распределения времени является ориентировочным и может изменяться по усмотрению руководителя практики от предприятия.

Для самоконтроля и контроля со стороны руководителя за ходом практики студент ведет дневник. В дневнике ежедневно записывает все виды выполняемой студентом работы и вся полученная им в течение дня информация. Форма ведения дневника произвольная, затем его материалы вносятся в соответствующий бланк. Дневник является основным документом, на основании которого оценивается степень выполнения программы практики.

Дневник подписывается руководителем практики от предприятия и прилагается к отчету студента о прохождении практики.

5. Программа практики и составление отчета

В процессе проведения производственной практики необходимо по проектной и технической документации предприятия, инструктивным материалам, через приобретение практических знаний и навыков работы с электрическими машинами, электроприводами, электрическими аппаратами и электроустановками, электрооборудованием и устройствами защиты проработать и изучить :

1. Условия проведения работ при обслуживании осветительного оборудования расположенного в цехе.
2. Назначение технического обслуживания и различных ремонтов оборудования.
3. Основные требования, предъявляемые к силовым трансформаторам.
4. Практическое проведение осмотра силового трансформатора.
5. Основные режимы работы трансформаторов.
6. Условия параллельной работы трансформатора.
7. Надзор и уход за силовыми трансформаторами.
8. Требования к ведению документации энергетического оборудования.
9. Профилактические испытания силовых трансформаторов.
10. Эксплуатация трансформаторного масла.
11. Аварийный вывод трансформатора из работы.
12. Эксплуатация воздушных линий электропередач.
13. Эксплуатация кабельных линий.
14. Монтаж кабельных линий проложенных в траншее.
15. Монтаж кабельных линий проложенных открыто по стенам зданий и эстакадам.

16. Методы определения места повреждения кабельной линии.

17. Эксплуатация электрических контактов силового оборудования

При изучении технологии и технологического оборудования следует обратить внимание на требования к их характеристикам, исполнению, мощности, к регулированию скорости вращения электродвигателей к минимально допустимому перерыву электроснабжения, описать последствия перерывов электроснабжения электроснабжения на технологический процесс и возможный ущерб.

При анализе необходимо использовать не только техническую документацию и инструктивные материалы, но и учебную литературу, справочники, монографии и т. п.

Изучая технологию, электрические машины, электроприводы, электрооборудование и т. д., следует выявлять их недостатки, При описании технологических процессов, электродвигателей, графиков нагрузки, схем электроснабжения и т. д. необходимо приводить графический материал: план расположения технологического оборудования и электродвигателей, электрические схемы, графики нагрузок, выполненные в соответствии с требованиями ЕСКД.

Отчет составляется на основании ежедневных записей в дневнике, сопровождается рисунками, чертежами и графиками. Отчет оформляется во время практики и подписывается руководителем практики от предприятия. Оформление отчета должно отвечать требованиям ГОСТ 2.105 - 95 «Общие требования к текстовым конструкторским документам».

В отчете необходимо делать по тексту ссылки на использованную литературу. Отчет оформляется в соответствии с требованиями ЕСКД . Общий объем отчета по производственной практике должен составлять 20-25 страниц (без приложений: дневник, индивидуальное задание, характеристика, рабочий график (план), направление на практику).

Материалы, собранные при выполнении программы практики, являются основой для курсового проектирования по дисциплинам, а также для выпускной квалификационной (бакалаврской) работы, которая выполняется по завершению четвертого года обучения.

6. Формы промежуточной аттестации (по итогам производственной практики)

Формой итогового контроля является зачет с оценкой. Прием зачета проводится после окончания практики, в сроки установленные кафедрой и графиком учебного процесса. Для его получения студенты представляют отчет, дневник по практике и характеристику с подписью руководителя и печатью предприятия, рабочий график (план), индивидуальное задание. Документы предоставляются на бумажном носителе и в электронном виде в Word. Листы с подписями и печатями сканируются и вставляются в единый документ Word поверх соответствующих листов в Word. Преподавателю сдаются все документы отчета **единым файлом**.

Вместе с дневником, заполненной путевкой (с отметкой предприятия о прохождении практики) и производственной характеристикой, заверенной печатью и др. документами отчет сдается руководителю практики от университета не позднее 10 дней с момента, когда студент приступил к занятиям.

Практика считается пройденной успешно и студенту ставится зачет с оценкой, если при защите отчета студент показал хорошие знания по всем разделам программы практики. Кроме того, при оценке итогов работы студента на практике принимается во внимание характеристика руководителя от предприятия, содержание и качество ведения дневника, а так же содержание и оформление отчета по практике.

7.1. Основная литература

а) печатные издания:

1. Онищенко, Г. Б.

Электрический привод [Текст] : учебник. - М. : ИНФРА-М, 2017. - 294 с. - (Высшее образование: Бакалавриат).

2. Проектирование электрических машин [Текст] : учебник для студентов электромеханических и электроэнергетических специальностей вузов / под ред. И.П. Копылова. - 4-е изд. ; перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2017. - 767 с. Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru> ЭБС «Юрайт»

3. Соколова, Е. М.

Электрическое и механическое оборудование: Общепромышленные механизмы и бытовая техника [Текст] : учебник. - 9-е изд., испр. - М. : Академия, 2017. - 224 с.

7.2 Дополнительная литература:

1. Приборы и средства диагностики электрооборудования и измерений в системах электроснабжения [Текст] : справочное пособие / Под ред, В.И. Григорьева. - М. : Колос, 2016. - 272 с.

2. Электропривод и электрооборудование [Текст] : учебник для студентов вузов, / А.П. Коломиец, Н.П. Кондратьева, И.Р. Владыкин, С.И. Юран. - М. : КолосС, 2018. - 328 с. : ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

3 Баранов, Л.А. Светотехника и электротехнология [Текст] : учеб. пособие / Л.А. Баранов, В.А. Захаров. - М.: КолосС, 2016. - 344 с. –

4. Соколова, Е. М. Электрическое и механическое оборудование: Общепромышленные механизмы и бытовая техника [Текст] : учебник. - 9-е изд., испр. - М. : Академия, 2017. - 224 с.

7.3 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. ЭБ «Академия». - Режим доступа: <http://www.academia-moscow.ru/>

2. ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>

3. ЭБС «IPRbooks». Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16402>

4. ЭБС «Лань». – Режим доступа: . <http://e.lanbook.com/>

8 .Материально-техническое обеспечение производственной технологической практики :

Аудитория № 45, 33, 14

Электродвигатели, электроустановки, трансформаторы, технологическое электрооборудование различного назначения, аппаратура релейной защиты, высоковольтные и низковольтные аппараты и др. электрооборудование.

Лабораторные стенды с установленным в них оборудованием :

1. Измерительные приборы: амперметры постоянного, переменного тока и универсальные, ваттметры, фазометры, измерительные мосты емкости и индуктивности, осциллограф, цифровые мультиметры, измеритель параметров мощных транзисторов, электрический счетчик электромагнитной энергии;

2. Сопротивления, реостаты, катушки индуктивности, батареи конденсаторов и сопротивлений;

3. Трансформаторы, ЛАТРы;

4. Коммутационная аппаратура;

5. Нелинейные сопротивления (инфракрасные излучатели);

6. Источники постоянного, переменного и трехфазного тока;

7. Асинхронные электродвигатели; тахометр ТЦ-3М; вольтметр В7-16;

8. Электронные устройства:

1. Регулируемый источник тока;

2. Регулируемый источник напряжения;

3. Генератор пилообразного напряжения;

4. Тиристорный регулятор напряжения;

5. Выпрямительный мост;

6. Транзисторный усилитель;

7. Мультивибратор;

8. Триггер;

9. Высокочастотный генератор.

10. Генераторы сигналов синусоидальной и прямоугольной формы.

Средства обеспечения освоения теоретического материала практики

Мультимедийное оборудование: персональный компьютер (ноутбук) с набором необходимых приложений, портативный мультимедийный проектор, проекционный экран, наглядные учебные пособия, электромагнитное оборудование.

Примерный план отчета (ориентироваться также на индивидуальное задание)

1. Введение. Цели и задачи прохождения практики.
2. Основная часть.
 - 2.1 Описание хозяйства, предприятия;
 - 2.2 Организационная структура предприятия и его энергетического подразделения;
 - 2.3 Общая характеристика предприятия, описание технологических процессов, технологических установок по месту прохождения практики.
 - 2.4 Электродвигатели, их исполнение, техническая характеристика и режимы работы. Технология их ремонта, эксплуатации и обслуживания.
 - 2.5 Электроприводы и управляемые электромеханические системы; технология их ремонта, эксплуатации и обслуживания.
 - 2.6 Трансформаторы и высоковольтные аппараты. Технология их ремонта, эксплуатации и обслуживания;
 - 2.7 Низковольтные аппараты и их технические характеристики. Технология их ремонта, эксплуатации и обслуживания;
 - 2.8 Устройства защиты и автоматики, используемые в энергетическом и электротехническом оборудовании;
 - 2.9 Технологические средства разработки и ведения документации.
3. Индивидуальное задание
4. Заключение.
5. Список литературы.
6. Приложения (электрические схемы, планы с нанесенным технологическим оборудованием и др.)

Например:

Заключение

Какие компетенции освоены обучающимся, какие умения и навыки приобретены, а также какие проблемы имеются на предприятии и т.д.; какие интересные решения имеются, что предлагается.

Сделать несколько фотографий прохождения практики (2-3) и разместить их в приложении.

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

Инженерный факультет

ОТЧЕТ

по производственной практике

Эксплуатационной практике

(название профильной организации)

Отчет сдан на проверку: «__» ____ 202__ г.

Отчет защищен «__» _____ 2020 __ г.

Оценка « _____ »

Отчет подготовил: студент

__ курса , группы _____

инженерного факультета

очной/заочной формы обучения

направления подготовки

Направление подготовки

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки

«Электрические станции и подстанции»

Иванов Иван Иванович

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 организации о выполнении обучающимся программы практики.

Руководитель практики от предприятия _____ / Ф.И.О. /

Дата, подпись

Печать

Рабочий график (план)
 проведения производственной практики
Эксплуатационной 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.)

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

Инженерный факультет

ДНЕВНИК

Эксплуатационной практики

обучающегося

_____ (фамилия, имя, отчество обучающегося)

Курс _____ Группа _____

Направление подготовки _____

Направленность (профиль) образовательной программы _____

Сроки практики _____

Место прохождения практики

_____ (Организация, район, область)

Руководитель практики от профильной организации

/ _____ /

(должность, подпись, Ф.И.О.)

МП

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

Факультет Инженерный Кафедра Электроснабжение

Направление подготовки: «Электроэнергетика и электротехника»

Направленность (профиль) образовательной программы: «Электрические станции и подстанции»

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ **на эксплуатационную практику**

(фамилия, имя, отчество)

1. Место прохождения студентом практики

- наименование организации/предприятия: _____
- фактический адрес практики (республика/область/край, район/город, населенный пункт: село/деревня и т.д.): _____

2. Объекты профессиональной деятельности(в соответствии с ФГОС ВО)

3. Вид (виды) профессиональной деятельности, к которым готовится выпускник

4. Профессиональная(ые) задача(и) на решение которых в основном ориентирована научная работа (в соответствии с ФГОС ВО)

5. Основные профессиональные компетенции, на формирование которых направлена производственная практика

- эксплуатация электрооборудования подстанций, изучение технической документации;
- ревизия силовых выключателей, техническое обслуживание, ремонт, настройка, поверка, установка и монтаж;
- ревизия дизельной электростанции, техническое обслуживание, ремонт, настройка, установка и монтаж;
- обслуживание и ремонт электрических машин, изучение технической документации;
- техническое обслуживание, ремонт, монтаж, демонтаж асинхронных электрических машин;
- техническое обслуживание, ремонт, монтаж, демонтаж синхронных электрических машин;
- эксплуатация и ремонт силовых трансформаторов, изучение технической документации, техническое обслуживание, ремонт, монтаж, демонтаж трансформаторов;
- эксплуатация и ремонт измерительных трансформаторов тока и напряжения, изучение технической документации, техническое обслуживание, ремонт, монтаж, демонтаж трансформаторов;
- эксплуатация электроизмерительных приборов, изучение технической документации, изучение принципа работы ЭИП, техническое обслуживание, ремонт, монтаж, демонтаж ЭИП;

6. Дата выдачи задания на практику _____

7. Дата представления отчета на проверку

Руководитель практики

_____/_____/

(подпись)

Задание принял к исполнению _____

/ _____/

(подпись студента)

ВЫПИСКА ИЗ ФГОС ВО 13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА:

Области профессиональной деятельности и сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие основные профессиональные образовательные программы высшего образования - программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (далее соответственно – выпускники, программа бакалавриата, направление подготовки), могут осуществлять профессиональную деятельность:

- 01 Образование и наука (в сфере научных исследований);
- 16 Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство (в сфере проектирования и эксплуатации объектов электроэнергетики);
- 17 Транспорт (в сфере проектирования и эксплуатации электротехнического оборудования электрического транспорта);
- 19 Добыча, переработка, транспортировка нефти и газа (в сфере эксплуатации газотранспортного оборудования и газораспределительных станций);
- 20 Электроэнергетика (в сферах электроэнергетики и электротехники,
- 24 Атомная промышленность (в сферах: проектирования и эксплуатации объектов электроэнергетики; технического обслуживания и ремонта электромеханического оборудования);
- 27 Metallургическое производство (в сфере эксплуатации электротехнического оборудования);
- 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сферах: производства волоконно-оптических кабелей; проектирования и эксплуатации электроэнергетических систем, электротехнических комплексов, систем электроснабжения, автоматизации и механизации производства).

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность в других областях профессиональной деятельности и (или) сферах

профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

Типы задач профессиональной деятельности выпускников:

- научно-исследовательский;
- проектный;
- конструкторский;
- технологический;
- эксплуатационный;
- организационно-управленческий;
- монтажный;
- наладочный.

Перечень основных объектов (или областей знания) профессиональной деятельности выпускников:

- электрические станции и подстанции;
- электроэнергетические системы и сети;
- системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объектов;
- установки высокого напряжения различного назначения, электроизоляционные материалы, конструкции и средства их диагностики, системы защиты от молнии и перенапряжений, средства обеспечения электромагнитной совместимости оборудования, высоковольтные электротехнологии;
- релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем;
- энергетические установки, электростанции и комплексы на базе возобновляемых источников энергии;
- электрические машины, трансформаторы, электромеханические комплексы и системы, включая их управление и регулирование, электроэнергетические и электротехнические установки высокого напряжения;

- электрические и электронные аппараты, комплексы и системы электромеханических и электронных аппаратов, автоматические устройства и системы преобразования и управления потоками энергии и информации;
- электрический привод механизмов и технологических комплексов, включая электрические машины, преобразователи электроэнергии, сопрягающие, управляющие и регулирующие устройства, во всех отраслях хозяйства;
- электротехнологические процессы и установки с системами питания и управления, установки и приборы бытового электронагрева;
- тяговый электропривод и электрооборудование железнодорожного и городского электрического транспорта, устройства и электрооборудование систем тягового электроснабжения;
- элементы и системы электрического оборудования автомобилей и тракторов;
- судовые автоматизированные электроэнергетические системы, преобразовательные устройства, электроприводы энергетических, технологических и вспомогательных установок, их систем автоматики, контроля и диагностики;
- электроэнергетические системы, преобразовательные устройства и электроприводы энергетических, технологических и вспомогательных установок, их системы автоматики, контроля и диагностики на летательных аппаратах;
- электрическое хозяйство промышленных предприятий, организаций и учреждений, электротехнические комплексы, системы внутреннего и внешнего электроснабжения предприятий и офисных зданий, низковольтное и высоковольтное электрооборудование, системы учета, контроля и распределения электроэнергии;
- электрическая изоляция электроэнергетических, электротехнических устройств и устройств радиоэлектроники, кабельные изделия и провода,

электрические конденсаторы, материалы, полуфабрикаты и системы электрической изоляции;

- потенциально опасные технологические процессы и производства в электроэнергетике и электротехнике, методы и средства защиты человека, электроэнергетических и электротехнических объектов и среды обитания от опасностей и вредного воздействия, методы и средства оценки опасностей, правила нормирования опасностей и антропогенного воздействия на среду обитания;

- организационные подразделения систем управления государственными, акционерными и частными фирмами, научно-производственными объединениями, научными, конструкторскими и проектными организациями, функционирующими в областях электротехники и электроэнергетики в целях рационального управления экономикой, производством и социальным развитием вышеперечисленных объектов, правовая, юридическая, организационно-финансовая документация.

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

Инженерный факультет

Кафедра «Эксплуатация машинно-тракторного парка»

Методические указания

по проведению производственной практики

«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА»

для студентов бакалавриата инженерного факультета очной и заочной форм обучения направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», профили подготовки – «Технические системы в агробизнесе», «Электрооборудование и электротехнологии», «Технический сервис в агропромышленном комплексе», направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль подготовки – «Электроснабжение», «Электрические станции и подстанции»



Рязань 2020

Методические указания предназначены для студентов бакалавриата инженерного факультета очной и заочной форм обучения направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», профили подготовки – «Технические системы в агробизнесе», «Электрооборудование и электротехнологии», «Технический сервис в агропромышленном комплексе», направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль подготовки – «Электроснабжение», «Электрические станции и подстанции».

Авторы:

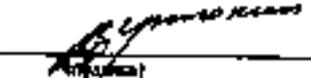
к.т.н., доцент кафедры

«Эксплуатация машинно-тракторного парка»  Богданчиков И.Ю.
(подпись)

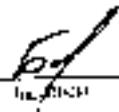
к.т.н., доцент кафедры

«Технические системы в АПК»  Лузгин Н.Е.
(подпись)

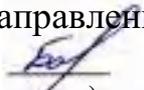
к.т.н., доцент кафедры

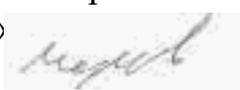
«Технические системы в АПК»  Утолин В.В.
(подпись)

рассмотрено и утверждено на заседании кафедры «Технические системы в АПК» «31» августа 2016 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой «Эксплуатация машинно-тракторного парка»  Бачурин А.И.
(подпись) (Ф.И.О.)

Методическое пособие одобрено учебно-методической комиссией инженерного факультета «31» августа 2020 г., протокол № 1

Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»  Бачурин А.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  Морозов А.С.

Содержание

1. Цели и задачи практики	4
1.1. Цель научно-исследовательской работы	4
1.2. Задачи научно-исследовательской работы	4
2. Методики проведения исследования	4
2.1. Основы научно технической информации. Роль научно-технической информации в ускорении научно технического процесса. Библиографическое описание документов, составление реферата.	4
2.2. Основы метрологии. Точность измерения величин. Систематические, случайные и грубые ошибки. Расчет абсолютной и относительной ошибки измерений.	12
2.3. Анализ экспериментальных исследований. Расчет ошибки косвенных измерений.	14
2.4. Обработка опытных данных. Расчет дисперсии и среднего квадратичного отклонения	15
2.5. Планирование эксперимента. Постановка задачи теории планирования эксперимента. Основные понятия и определения ТПЭ. Факторы и их уровень. Классификация факторов и основные требования к ним. Критерий оптимизации. Составление матрицы и ее свойства	19
2.6. Однофакторные эксперименты. Методы нахождения аналитических зависимостей. Методы нахождения коэффициентов аналитических зависимостей. Методы избранных точек, наименьших квадратов и метод средних	21
2.7. Многофакторные эксперименты. Составление уравнений регрессии и матриц планирования двух и трехфакторного экспериментов	21
3. Задачи для проверки знаний студентов	27
3.1. Метод избранных точек	27
3.2. Ошибка косвенных измерений	34
3.3. Аппроксимация экспериментальных данных	37
3.4. Погрешность измерений, опыта	41
4. Вопросы для зачета по производственной практике «Научно-исследовательская работа»	46
5. Литература	47

1. Цели и задачи практики

1.1. Цель научно-исследовательской работы

Целью научно-исследовательской работы является формирование у студентов практических навыков проведения научно-исследовательских работ, умение владеть методами обработки теоретико-экспериментальных данных путем непосредственного участия в научно-исследовательской деятельности структур университета, и собрать научно-аналитический материал для написания выпускной квалификационной работы бакалавра.

1.2. Задачи научно-исследовательской работы

Задачами научно-исследовательской работы является приобретение опыта в исследовании актуальной научной проблемы, а также подбор необходимых материалов для выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра.

В эту задачу входят:

- приобретение навыков поиска инновационных решений в инженерно-технической сфере АПК;
- приобретение практических навыков подготовки и проведения экспериментальных исследований;
- приобретение практических навыков оценки результатов научных исследований, внедрения их в производство, подготовки и публикации научных статей.

Кроме того, во время практики обучающийся должен получить навыки разработки программы исследований, разработки методики исследований, освоить основы планирования экспериментов сделать анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме исследований, теоретическое или экспериментальное исследование в рамках поставленных задач; сравнить результаты исследования предлагаемой им разработки с отечественными и зарубежными аналогами, а также технико-экономическую эффективность разработки.

2. Методики проведения исследования

2.1. Основы научно-технической информации. Роль научно-технической информации в ускорении научно технического процесса. Библиографическое описание документов, составление реферата

Основные понятия, определяющие содержание научных исследований
Наука – сфера человеческой деятельности, функция которой – выработка объективных знаний о действительности.

Цель науки – практическое применение знаний о мире и его законах в человеческой деятельности.

Задачи науки – познание закономерностей объективного мира и раскрытие путей использования новых знаний на практике.

Научные знания – знания, полученные в результате целенаправленного применения со стороны человека определенного комплекса физических операций (логического мышления, теоретических и экспериментальных исследований).

Научное исследование – это процесс установления (выработки) новых научных знаний. По отношению к практике исследования разделяют на фундаментальные и прикладные.

Задачи фундаментальных исследований – познание законов, управляющих поведением базисных структур (атом, клетка, галактика и др.).

Задачи прикладных исследований – раскрытие путей применения результатов фундаментальных исследований. Все технические науки прикладные. На долю всех прикладных наук приходится 80...90% объема исследований и ассигнований.

Проблема (от греческого – задача).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПОНЯТИЕ О ПЕРВИЧНЫХ И ВТОРИЧНЫХ НАУЧНЫХ ДОКУМЕНТАХ

1. Библиографическое описание научной литературы (документов).
2. Первичные и вторичные научные документы. Методика написания вторичных научных документов.

1. Библиография - это научно-практическая деятельность по подготовке и передаче информации о произведениях печати и письменности.

Она включает в себя выявление произведений, их отбор по определенным признакам: описание, систематизацию, составление указателей, списков, обзоров литературы и др.

Научные произведения в библиографических ссылках описываются в соответствии с правилами, устанавливаемыми ГОСТом 7.1-84 "Библиографическое описание документов. Общие требования и правила составления". ГОСТ 7.1-84 определяет понятие "Библиографическое описание" - совокупность библиографических сведений о документе, его составной части или группе документов, приведенных по определенным правилам, необходимых и достаточных общих характеристик.

Библиографические сведения в описании указываются в том виде, в каком они даны в документе или формируют их на основе анализа документа (в последнем случае в затруднительных ситуациях следует воспользоваться помощью специалиста-библиографа).

Каждое библиографическое описание состоит из нескольких элементов, которые располагаются в определенной последовательности:

1. ЗАГОЛОВОК ОПИСАНИЯ - фамилия и инициалы автора (авторов или составителей, если их не более трёх) или наименование организации (учреждения), принятой в качестве коллективного автора;

2. ЗАГЛАВИЕ (НАЗВАНИЕ) РАБОТЫ - приводится в описании без искажения, то есть, как оно дано в первоисточнике;

3. ПОДЗАГОЛОВОЧНЫЕ ДАННЫЕ - записываются непосредственно - после заглавия в той формулировке и последовательности, в какой они приведены на титульном листе издания.

Обязательным следует считать подзаголовок, раскрывающий и уточняющий содержание произведения, а также дающий сведения о языке оригинала, повторности (исправленное, дополненное, стереотипное и тому подобное).

4. ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ - место издания, наименование издательства, год издания. Под местом издания понимается город, в котором было выпущено данное издание (в сокращенном виде только М., Л., М.-Л.).

5. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА - сведения о количестве страниц, листов, наличие иллюстративного материала и так далее.

6. НАДЗАГОЛОВОЧНЫЕ ДАННЫЕ - относятся к необязательному элементу описания, например, название серии, учреждения, от имени которого публикуется издание и др.

Надзаголовочные данные берутся в круглые скобки.

7. ПРИМЕЧАНИЕ - можно приводить дополнительные сведения (о наличии в книге библиографических списков, языке текста, и другие сведения).

Чтобы правильно библиографически описать источник, можно воспользоваться самим первоисточником, ибо в начале книги, на титульном листе перед аннотацией приводится библиографическое описание, которое оформлено в соответствии с действующим стандартом.

ПРИМЕРЫ

1. Киреев В.К. Рабочий зазор и износ матрицы пресса-гранулятора. В сб.: Совершенствование технологических процессов, применяемых в животноводстве. - Горький, 1986. - С. 36...39. /Сб. науч. тр. Горьк. СХИ/.

2. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. - Л.: Колос. Ленингр. отд-ние. 1978. - 560 с., ил. - /Учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. учеб. заведений/.

2. В практике научно-информационной деятельности научную литературу (документы) подразделяют на ПЕРВИЧНУЮ и ВТОРИЧНУЮ.

В первичных документах содержатся непосредственные результаты научных исследований и разработок, новые научные сведения или новое осмысление известиях идей и фактов, а во вторичных - результаты аналитико-синтетической и логической переработки одного или нескольких первичных документов или сведения о них.

ПЕРВИЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ И ИЗДАНИЯ:

НЕПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ:

КНИГА - неперIODическое текстовое книжное издание объёмом свыше 48 страниц.

БРОШЮРА - неперIODическое текстовое книжное издание объёмом свыше 4-х, но не более 48 страниц.

МОНОГРАФИЯ - научное издание в виде книги или брошюры, содержащее полное и всестороннее исследование одной проблемы или темы и принадлежащее одному или нескольким авторам.

СБОРНИК - издание, содержащее ряд произведений одного или нескольких авторов, рефераты и различные официальные или научные материалы.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ - неперIODическое издание, содержащее систематизированные сведения научного и прикладного характера, изложенные в форме, удобной для преподавания и изучения.

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ - это произведение печати, выходящее через определенные промежутки времени, постоянным для каждого года числом номеров, не повторяющимися по содержанию, однотипно оформленными, нумерованными и (или) датированными выпусками, имеющими одинаковое название и, как правило, одинаковые объем и формат (ЖУРНАЛ, а также ПРОДОЛЖАЮЩИЕСЯ ИЗДАНИЯ - обычно это - сборники научных трудов).

ВТОРИЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ И ИЗДАНИЯ:

Научные документы, информация которых является сжатым и стандартизованным изложением первоисточника, называются вторичными. По характеру включаемой информации и целевому назначению подразделяются на справочные, обзорные, реферативные и библиографические.

ОБЗОР - представляет собой документ, содержащий концентрированную информацию, полученную в результате отбора, анализа, систематизации и логического обобщения сведений из большого количества первоисточников по определенной теме за определенный промежуток времени.

РЕФЕРАТИВНЫЙ ЖУРНАЛ - периодическое издание журнальной или карточной формы, содержащее рефераты опубликованных документов.

РЕФЕРАТИВНЫЙ СБОРНИК - периодическое, продолжающееся или неперIODическое издание, содержащее рефераты неопубликованных документов. В них допускается включать рефераты опубликованных зарубежных материалов и отечественных ведомственных документов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ - издание книжного или журнального типа, содержащее библиографические описания вышедших изданий.

СПРАВОЧНЫЕ ИЗДАНИЯ - справочники, словари-энциклопедии, толковые словари, дву- и многоязычные словари и др.

Ко вторичным научным документам относятся тезисы, рефераты, авторефераты, аннотации, резюме.

ТЕЗИС - это сформулированная основная мысль, положение лекции, доклада, статьи или другого первичного материала. Тезисы могут быть краткими или развернутыми, но они всегда отличаются от полного текста тем, что в них отсутствуют детали, пояснения, иллюстрации.

АННОТАЦИЯ - краткая характеристика книги, статьи или рукописи, их идейно-политической направленности, содержания, назначения, ценности и др., излагающая содержание первоисточника и дающая иногда его оценку.

Аннотация может быть описательной и рекомендательной.

Аннотированные библиографические указатели помогают читателю ориентироваться в выборе произведений печати.

Аннотация дает ясное представление читателю о том, следует ли ему обращаться к оригиналу.

Оценка и критика не характерны для аннотации.

РЕЗЮМЕ - это аннотация с элементами предварительного рецензирования. Оно может быть негативным и позитивным.

Резюме позволяет осуществить беглое знакомство с проблематикой опубликованного материала и выработать правильный угол зрения, под которым следует его оценивать.

РЕФЕРАТ - краткое изложение в письменном виде или в форме публичного выступления содержания книги, научной работы, результатов изучения проблемы; доклад на определенную тему, включающий обзор литературных источников.

Необходимость в реферировании возникает всякий раз, когда нужно пересказать содержание научного документа или части его. Поэтому навыки реферирования молодым специалистам надо развивать уже при первом ознакомлении с первоисточником.

В задачу реферата входит раскрытие наиболее важной стороны содержания реферируемой работы таким образом, чтобы читатель мог оценить, целесообразно ли ему обращаться к первоисточнику.

Язык реферата должен быть предельно лаконичным, иметь большую информационную насыщенность.

Назначение реферата - сообщать о чем-либо, а не убеждать, поэтому вводные слова, экспрессивная лексика не уместны в реферате.

В целях экономии места реферат чаще всего не разбивают на абзацы.

Таблицы и иллюстрации включают в реферат лишь в том случае, если они отражают содержание работы и позволяют сократить реферат путем замены вербального описательного изложения вербально-цифровым-схематичным.

Задание1

Написать реферат на статью из журнала. При написании руководствоваться следующими требованиями:

- реферат содержит три абзаца: 1 - Название статьи. Фамилия и инициалы автора (авторов, если несколько); 2 – Содержание реферата; 3 – Количество: библиографических источников, таблиц и рисунков, если они есть в статье.

Примеры рефератов:

РЕФЕРАТЫ

(Совершенствование машин и оборудования, применяемых в животноводстве.
Сборник научных трудов, Горький, 1983)

УДК 636.0.85.62

Регулирование прочности кормовых гранул в производственных условиях.
Пекрашевич В. Ф., Сандриков И. И.

В статье приведены результаты регулирования прочности кормовых гранул в производственных условиях двумя способами. Дается сравнительный анализ возможности применения этих способов регулирования.

Табл. 2, библи. 1.

УДК 631.364.5

Направление и скорость деформации материала в рабочем органе пресса с активной кольцевой матрицей. Чедышев С. В.

Аналитически определены зависимость угла между направлением деформации материала и осью прессовальных каналов матрицы, а также скорости деформации от безразмерного конструктивного параметра рабочего органа пресса $\lambda = r/R$ и угла поворота матрицы α в процессе деформации. Приведены графики этих зависимостей для наиболее употребительных в практике значений λ и α .

Рис. 3.

УДК 631.2

Технологические и экономические основы строительства предприятий по промышленному производству белково-витаминных кормов. Мухаров В. Ф., Чекареев Н. Д.

В статье приводятся примеры внедрения промышленного производства кормов на базе использования сырья крахмального производства в колхозах и совхозах Чувашской и Бурятской АССР.

Накопленный опыт позволяет рекомендовать строительство предприятий по промышленному производству кормов и картофелеводческих хозяйств с развитием животноводства, в том числе в хозяйствах Горьковской области.

Библи. 3.

УДК 631.363+631.374

Информационные методы обоснования для разработки автоматических загрузочных устройств кормоприготовительных машин. Лазебный А. Ф.

Производительность машин и качество приготовления кормов зависят от равномерности подачи технологического материала к кормоприготовительным машинам. Для этих целей создаются различные конструкции загрузочных устройств к этим машинам.

На основе теории информации разработана методика оценки качественного показателя работы загрузочных устройств кормоприготовительных машин.

Информационный метод позволяет объективно провести оценку совершенства различных загрузочных устройств к кормоприготовительным машинам.

Рис. 1, библи. 3.

УДК 620.193

К вопросу коррозионного износа деталей холодильных установок, применяемых на животноводческих комплексах. Волков Ю. К.

Установлено, что детали холодильных установок, применяемых на животноводческих комплексах и фермах, подвергаются значительной электрохимической коррозии. Выявлен сложный характер протекающих на поверх-

ностях деталей коррозионных процессов вследствие образования конструктивными материалами гальванических пар, помещенных в промежуточный электролит (воду). Сделан вывод о том, что в результате коррозионного разрушения деталей молокоохладительных установок в условиях животноводческих комплексов резко снижается срок службы холодильных машин.

Библ. 2.

УДК 620.193.013

Влияние аминокислот комбикормов на коррозию железа «Армко» и стали Ст. 3 в растворе хлористого натрия. Яхвиров Г. И.

Изучено влияние аминокислотного состава комбикормов (глицина, аланина, фенилаланина, гистидина, треонина, серина, цистеина, пролина и лейцина) на электрохимическую коррозию железа «Армко» и стали Ст. 3 в 3%-вом растворе хлористого натрия. По характеру влияния на электрохимическую коррозию железа и стали исследованные аминокислоты подразделены на три группы. 1-я группа характеризуется наличием критической концентрации (аланин, фенилаланин и лейцин), при которой наблюдается пассивация поверхности, а при других концентрациях наблюдается коррозия. 2-я группа (гистидин, глицин, треонин и серин) является только стимуляторами коррозии. 3-я группа (цистеин, пролин) приводит к заметному торможению анодного растворения металла.

Сделан вывод о необходимости учета аминокислотного состава комбикормов при выборе конструктивных материалов для изготовления деталей кормоприготовительных и кормораздаточных машин.

Рис. 2, табл. 1, библ. 7.

УДК 620.193

Исследование ингибитора для защиты от коррозии деталей молокоохладительных установок ферм. Павлов И. А., Рязанов В. Е.

Исследовано ингибиторное действие настоя горчицы в водопроводной воде по защитному эффекту и пенообразующей способности. Разработана математическая модель процесса. Методом центрального композиционного ротационного планирования проведен анализ процесса. В качестве переменных факторов приняты концентрация ингибитора, продолжительность его использования и продолжительность выдержки водного настоя ингибитора до его использования. Показано, что на эффективность использования ингибитора влияют концентрация и продолжительность использования, не оказывают существенного влияния время его предварительной выдержки. Оптимальными концентрациями являются 0,35 ... 0,55% со сроком эксплуатации от 5 до 14 суток, после истечения которых ингибированная среда требует корректировки по концентрации ингибитора.

Рис. 1, табл. 7, библ. 6.

УДК 620.193.41

Исследование коррозионной активности вод артезианских скважин. Павлов И. А., Рязанов В. Е.

Указывается на важность вопроса защиты от коррозии машин и оборудования животноводческих комплексов и ферм, в частности молокоохладительных установок. Гравиметрическим методом определена скорость коррозии Ст. 3 в водах артезианских скважин. Установлено, что характер коррозионных потерь этой стали в водах артезианских скважин подчиняется закону нормального распределения. Результаты исследований могут быть использованы при планировании технических обслуживаний и ремонтов машин, оборудования животноводческих ферм и комплексов, а также при прогнозировании срока их службы.

Рис. 2, табл. 5, библ. 3.

УДК 619.618.19

Обоснование основных параметров электрического сигнализатора маститов у коров и пример их реализации. Прокопченко Ю. Я., Романов В. М. Обосновывается целесообразность выявления больших маститов коров по

двум, одновременно измеряемым в процессе доения параметрам молока, корреляционно связанным с маститом: удельному электросопротивлению молока и разности удельных сопротивлений в каждой из четвертей вымени. Обсужданы уровни разделения больных и здоровых коров по каждому из этих параметров. Описана блок-схема разработанного автоматического сигнализатора маститов, работающего для экономии энергии в импульсном режиме, приведены результаты испытаний сигнализации.

Рис. 1, табл. 1, библи. 4.

УДК 621.372.061

Структурный анализ регуляторного графа электрической цепи и его передаточные функции. Бычков И. Ф.

Рассмотрены особенности регулярных графов различной степени применимости к расчету электрической сети сельскохозяйственного назначения. Полученные результаты позволяют во многом упростить такие расчеты и повысить уровень надежности и экономичности работы электрооборудования животноводческих построек.

Рис. 3, библи. 2.

УДК 658.382.3.001

К вопросу о вероятностном прогнозировании электротравматизма в сельском хозяйстве. Слободкина А. Х.

Приводятся математические выражения для определения вероятности летального исхода электропоражения на множестве электроустановок при попадании человека под фазное напряжение. Обсуждается необходимость экспериментального определения плотности вероятности распределения сопротивлений рабочей обуви. Приведены результаты замеров этих сопротивлений и их зависимость от окружающей среды ферм крупного рогатого скота.

Рис. 2.

УДК 637.125

Нагрев ротационных вакуумных насосов при работе. Семенов Ю. П.

От надежной работы ротационных вакуумных насосов, применяемых на доильных установках, зависит надежная работа всей установки. Одним из отрицательных факторов, влияющих на работу насоса, является его перегрев.

В предлагаемой автором статье приводится методика замера степени нагрева различных частей насоса с помощью электрических датчиков, а также приводится зависимость степени нагрева насоса и производительности от уровня создаваемого напряжения.

Рис. 3, табл. 1.

УДК 631.263.

Исследование процесса выталкивания брикетов из конической отвертки. Пискарев В. Ф., Немцов С. М.

В статье приведены результаты теоретического и экспериментального исследования процесса выталкивания брикетов из конической камеры. Показана зависимость работы выталкивания от угла наклона на стенку и оси отвертки. Сделан вывод о том, что используя матрицы, у которых прессование происходит в закрытом коническом отверстии и выталкивание спрессованного материала осуществляется со стороны наименьшего диаметра, можно свести работу выталкивания к минимуму и тем самым значительно снизить общую энергоемкость брикетирования.

Рис. 3, Библи. 3.

УДК 637.125.

Пропускная способность доильных установок с групповыми стаяками. Жидков И. В., Сучков А. П., Япшев В. И.

Для анализа технологического процесса доильной установки УДН-8 и пути повышения пропускной способности.

Рис. 3.

УДК 637.125

Классификация доильных аппаратов. Чичаев В. М.

В статье на основании анализа литературных и патентных источников предложена схема классификации доильных аппаратов. Определены перспективные направления в конструировании и совершенствовании доильных аппаратов.

Рис. 1, Табл. 1, Библи. 12.

УДК 631.363.

Исследование процесса выталкивания брикетов из конической отверстия.
Пекрашевский В. Ф., Немтинов С. М.

В статье приведены результаты теоретического и экспериментального исследования процесса выталкивания брикетов из конической камеры. Показана зависимость работы выталкивания от угла наклона на стенку к оси отверстия. Сделан вывод о том, что используя матрицы, у которых прехлопание происходит в закрытом коническом отверстии и выталкивание спрессованного материала осуществляется со стороны наименьшего диаметра, можно сместить работу выталкивания к минимуму и тем самым значительно снизить общую энергоёмкость брикетирования.

Рис. 3. Библ. 3.

УДК 637.125.

Пропускная способность доильных установок с групповыми станками. Жидков Н. В., Сучков А. П., Яшинов В. И.

Дан анализ технологического процесса доильной установки УДН-В в пути повышения пропускной способности.

Рис. 3.

УДК 637.125

Классификация доильных аппаратов. Чичаев В. М.

В статье на основании анализа литературных и патентных источников предложена схема классификации доильных аппаратов. Определены перспективные направления и конструированы и совершенствованы доильных аппаратов.

Рис. 1. Табл. 1. Библ. 12

УДК 621.867.001.14

К вопросу определения силы сопротивления движения цепи горизонтальных скребковых транспортеров ТСН-3,0Б. Алясов А. М.

Установлено, что при значительном запясе прочности транспортеры ТСН-3,0Б работают неудовлетворительно, и срок их службы значительно меньше амортизационного. В предлагаемой статье рассматривается работа отдельного скребка и всего горизонтального транспортера ТСН-3,0Б и приводится уточненная формула расчета сил сопротивления. Анализ работы скребка позволяет выявить причину возникновения больших нагрузок на цепь в процессе их эксплуатации и дать рекомендации для восстановления условий их взаимодействия.

Рис. 2. Табл. 1.

УДК 621.372.061

Решение уравнений состояния системы по топологическим признакам схемы.
Бажков И. Ф.

В работе исследуется способ анализа электрической цепи по структурным признакам схемы, и даны расчетные программы для решения задачи о токораспределении в трехфазной смешанной цепи сельскохозяйственного назначения.

Рис. 2.

УДК 631.72.613.12

Установка для озонирования воздуха в животноводческих помещениях. Ольшанская В. Т.

В статье приводится принципиальное решение одного из способов озонирования среды обитания живых организмов в сельскохозяйственном производстве — очищения химического состава воздуха путем расщепления молекулярного кислорода и получения агрессивного окислителя — озона с целью уничтожения вредных веществ в животноводческих помещениях. Способ основан на использовании электрического разряда высокого напряжения с помощью бесконтактной

2.2. Основы метрологии. Точность измерения величин. Систематические, случайные и грубые ошибки. Расчет абсолютной и относительной ошибки измерений

1) ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ.

Чем выше точность измерений, тем надежнее результаты исследования.

Оценка точности и надежности измерений обязательна, так как полученные значения могут лежать в пределах возможной ошибки опыта, а полученные значения – оказаться неверными.

Понятие точности измерений связано с понятием ошибки. Самые точные приборы не могут показать действительного значения измеряемой величины, так как их показания всегда содержат ошибки.

Ошибки разделяются на систематические, случайные и грубые.

Систематические ошибки – возникают из-за известных причин, действующих по определенным законам. Их можно определить количественно и в результаты измерений внести поправки.

Находят систематические ошибки, калибруя измерительные приборы или сопоставляя опытные данные с изменяющимися внешними условиями, проводя измерения дважды, так, чтобы причина первого измерения оказала противоположное действие на результат второго.

Случайными ошибками называются те, причины которых неизвестны и которые учесть заранее невозможно. Такие ошибки характеризуют точность измерений. Часто применяют понятие предельной ошибки под которой подразумевают наибольшую случайную ошибку при правильном пользовании исправным прибором.

Значение измеряемой величины α можно представить выражением

$$\alpha = X \pm \Delta n,$$

где X - истинное значение измеряемой величины;

Δn - предельная ошибка;

α - измеряемая величина.

Предельную ошибку прибора устанавливают, изучая и проверяя его, до измерений.

Истинное значение измеряемой величины оценивают средним арифметическим нескольких измерений

$$\bar{\alpha} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \alpha_i .$$

Если измерения сгруппированы в m классов с разными количествами измерений n в каждом, то следует вычислить взвешенную среднюю арифметическую

$$\bar{\alpha} = \frac{\alpha_1 \cdot n_1 + \alpha_2 \cdot n_2 + \dots + \alpha_m \cdot n_m}{n_1 + n_2 + \dots + n_m} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^m \alpha_i n_i$$

где α_i - среднее арифметическое по классу;

N - сумма количества измерений по всем классам.

Абсолютная ошибка – это разность между действительным значением измеряемой величины X и ее измеренным значением α .

$$\Delta = X - \alpha \approx \alpha_{обр} - \alpha \Rightarrow X = \alpha \pm \Delta,$$

где $\alpha_{обр}$ - замеренная образцовым прибором.

Однако по абсолютной ошибке трудно судить о точности измерений, поэтому вводится понятие относительной ошибки, т.е. отношение абсолютной ошибки измерения к истинному значению измеряемой величины

$$\Delta\% = \frac{\Delta}{X} \cdot 100\% = \frac{\Delta}{\alpha_{обр}} \cdot 100\%.$$

Для характеристики применяемого при измерении прибора вводится понятие приведенной ошибки – отношение абсолютной ошибки к диапазону измерения прибора

$$\Delta\%_{пр} = \frac{\Delta}{X_{шк\ max} - X_{шк\ min}} \cdot 100\%.$$

Грубые ошибки (промахи), чаще всего однократные, - они искажают явление, их нужно исключить из опытов, но с достаточным обоснованием.

Мерой рассеяния (изменчивости) результатов измерений относительно оценки истинного значения – среднего арифметического – является дисперсия

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\alpha_i - \bar{\alpha})^2}{n-1}.$$

Корень квадратный из дисперсии называется средним квадратическим отклонением или стандартом

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\alpha_i - \bar{\alpha})^2}{n-1}}.$$

Для большинства технических измерений можно принять наибольшей ошибкой величину, примерно равную \pm трем стандартам

$$\Delta_n \approx \pm 3\sigma.$$

Стандартное отклонение σ является оценкой возможного отклонения величины отдельного измерения от искомой неизвестной величины. Результат же измерений принято записывать через среднюю величину $\bar{\alpha}$ и ее погрешность. ошибку средней величины определяют по формуле

$$\Delta_{\bar{\alpha}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}},$$

а относительную ошибку средней – по формуле

$$\Delta_{\alpha\%} = \frac{\Delta_{\bar{\alpha}}}{\bar{\alpha}} \cdot 100\% .$$

После выполнения таких вычислений истинное значение измеряемой величины можно оценивать по среднему арифметическому результатов отдельных измерений и ошибке средней при помощи доверительного интервала с заранее заданной доверительной вероятностью P_{∂} , которая в технических исследованиях обычно принимается равной $P_{\partial} = 0,95 = 95\%$.

Доверительный интервал значений около выборочной средней арифметической определяется выражением

$$X = \bar{\alpha} \pm t \cdot \Delta_{\bar{\alpha}} = \bar{\alpha} \pm t \frac{\sigma}{\sqrt{n}} ,$$

где X - истинное значение измеряемой величины;

t - критерий Стьюдента, зависит от числа измерений и доверительной вероятности (надежности).

При исследовании вариационного ряда (результатов измерений, содержащих случайные ошибки) на наличие грубых ошибок необходимо выполнить следующее.

Вариационный ряд проранжировать – результаты измерений расположить в порядке возрастания (или убывания) значений. Подсчитать значения нижней α_{min} и верхней α_{max} доверительных границ для среднего арифметического

$$\alpha_{min} = \bar{\alpha} - t\sigma$$

$$\alpha_{max} = \bar{\alpha} + t\sigma .$$

Затем проверить выходит ли минимальное значение вариационного ряда за нижнюю доверительную границу и максимальное – за верхнюю. Если выходят, то эти результаты содержат грубые ошибки и их необходимо из дальнейших расчетов исключить.

2.3. Анализ экспериментальных исследований. Расчет ошибки косвенных измерений

Ошибка косвенных измерений

При определении предельной относительной ошибки косвенных измерений необходимо следовать следующим правилам:

1. Относительная ошибка суммы и разности заключена между наибольшей и наименьшей из относительных ошибок слагаемых; практически берут или наибольшую относительную ошибку или среднюю арифметическую

$$Z = x \pm y; \quad \frac{\Delta Z}{Z} = \left(\frac{\Delta x}{x} + \frac{\Delta y}{y} \right) \cdot \frac{1}{2}.$$

2. Относительная ошибка произведения или частного от деления равна сумме относительных ошибок сомножителей или соответственно делимого и делителя

$$Z = x \cdot y \cdot r \text{ или } Z = \frac{x \cdot y}{r}; \quad \frac{\Delta Z}{Z} = \frac{\Delta x}{x} + \frac{\Delta y}{y} + \frac{\Delta r}{r}.$$

ПРИМЕР

Рассмотрим порядок вычисления предельной относительной ошибки производительности агрегата (га в смену)

$$W_{см} = 0,1 \cdot B \cdot V \cdot T_p = 0,1 \cdot B \cdot \frac{S}{T_S} \cdot T_p,$$

где B - ширина захвата агрегата, м;

V - скорость, км/ч (прохождение пути S за время T_S);

T_p - чистое время за смену, ч.

В соответствии со вторым правилом

$$\frac{\Delta W_{см}}{W} = \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta S}{S} + \frac{\Delta T_S}{T_S} + \frac{\Delta T_p}{T_p}.$$

Учитывая класс точности подобранной аппаратуры

- стандартные секундомеры (T_S и T_p) – 0,40...0,70%;

- стальная 20-метровая лента (B и S) – 0,20...0,30%,

получим исходный результат.

3. Относительная ошибка $n^{\text{й}}$ степени какого-либо основания в n раз больше относительной ошибки основания

$$Z = x^n; \quad \frac{\Delta Z}{Z} = n \frac{\Delta x}{x}.$$

2.4. Обработка опытных данных. Расчет дисперсии и среднего квадратичного отклонения

Элементы методики экспериментальных исследований. Технические средства для исследования.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Типовая методика содержит следующие разделы:

- 1) цель и задачи исследования;
- 2) объект исследования;
- 3) регистрируемые параметры;

- 4) погрешность измерений, опыта;
- 5) измерительные приборы;
- 6) планирование опытов;
- 7) техника проведения экспериментов;
- 8) первичная обработка экспериментальных данных;
- 9) анализ экспериментальных данных.

Рассмотрим требования, предъявляемые к каждому из перечисленных разделов.

2) Цель исследования всегда одна, ее формулировка должна выражать необходимость получения ожидаемого результата.

3) Объект исследования во многом определяется целью, но к нему предъявляются также и особые требования:

- о.и. должен быть определенным, расплывчатые формулировки не допускаются;

- о.и. должен быть типичным, характерным для сущности исследования;

- исследование должно соответствовать имеющейся в распоряжении исследователя материальной базе.

4) Регистрируемые параметры чаще всего определяются целью исследования.

5) ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ.

Чем выше точность измерений, тем надежнее результаты исследования. Понятие точности измерений связано с понятием ошибки.

Анализ экспериментальных данных (А.Э.Д.)

А.Э.Д. включает нахождение аналитических зависимостей, описывающих исследуемый процесс.

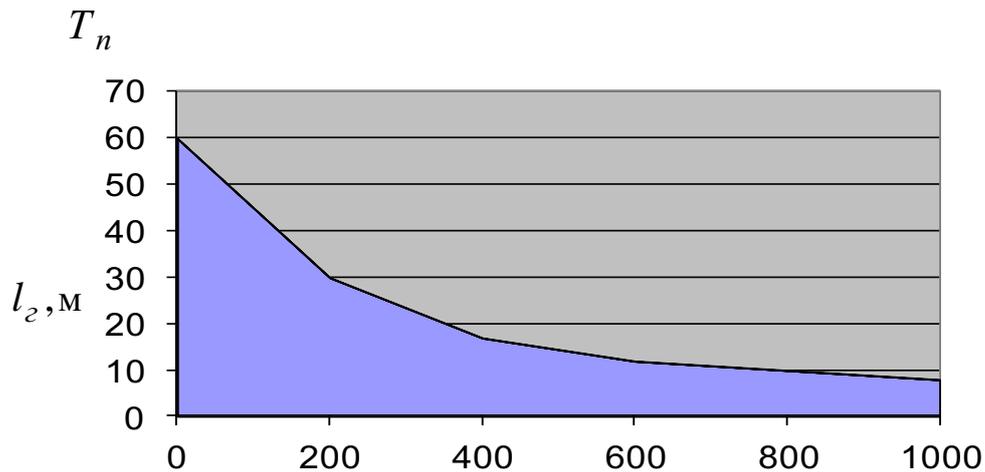
Метод избранных точек

Суть этого метода удобно уяснить на примере. Пусть нам нужно подобрать аналитическую зависимость для времени поворота T_n в функции длины гона, используя предыдущий пример.

Построим координатные оси, выберем масштаб и нанесем точки – результаты наблюдений.

Анализируя расположение построенных точек T_n в функции l_2 , можно отметить, что прямая линия для аппроксимации экспериментальных данных здесь не подойдет. Лучшее описание дает кривая второго порядка типа

$$y = a + bx + cx^2.$$



Здесь неизвестными являются коэффициенты a, b, c . Их три, поэтому выбираем на рисунке три точки и, используя их координаты, составим систему трех уравнений.

Искомая кривая лучшим образом опишет наблюдаемый процесс, если пройдет через точки 1(200,29), 2(500,15), 3(800,10). Тогда получим

$$29 = a + 200b + 200^2 c$$

$$15 = a + 500b + 500^2 c$$

$$10 = a + 800b + 800^2 c$$

Решая систему уравнений получим $a = 43,356$, $b = -0,0818$,

$c = 0,0000501$. Тогда искомая аналитическая зависимость примет вид

$$\hat{T}_n = 43,356 - 0,0818 \cdot l_2 + 0,0000501 \cdot l_2^2.$$

Теперь представим в виде таблицы значения аргумента и соответствующие им наблюдаемые значения функции.

$l_2, м$	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
$T_n, с$	46	29	22	17	15	14	11	10	9	9,5
$\hat{T}_n, с$	35,7	29	23,3	18,6	15	12,3	10,6	10	10,3	11,6
Δ_i	10,3	0	-1,3	-1,6	0	1,7	0,4	0	-1,3	-2,15

Для оценки качества аппроксимации, используя значения ошибок Δ_i подсчитаем остаточную дисперсию

$$\sigma_{ост}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\Delta_i - \bar{\Delta})^2}{n-1} = 0,84.$$

Метод наименьших квадратов

Если измеряемые величины определяются косвенным путем (посредственные измерения), то при наличии случайных ошибок обработка результатов производится по способу наименьших квадратов.

Значения коэффициентов определяются из условия минимума суммы квадратов отклонений табличных значений y_i от эмпирических y_i' .

$$\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 \rightarrow \min$$

или
$$\sum_{i=1}^n (y_i' - y_i)^2 \rightarrow \min$$

или
$$F = \sum_{i=1}^n (ax_i + b - y_i)^2 \rightarrow \min .$$

Минимум суммы квадратов отклонений эмпирических значений y_i' от табличных y_i нескольких переменных примет в тех точках, в которых частные производные по параметрам a и b обращаются в нуль, т.е.

$$\begin{cases} \frac{dF}{da} = 2 \sum_{i=1}^n (ax_i + b - y_i)x_i = 0 \\ \frac{dF}{db} = 2 \sum_{i=1}^n (ax_i + b - y_i) = 0 \end{cases}$$

или
$$2a \sum_{i=1}^n x_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n bx_i = 2 \sum_{i=1}^n y_i x_i$$

$$2a \sum_{i=1}^n x_i + 2 \sum_{i=1}^n b = 2 \sum_{i=1}^n y_i ,$$

откуда

$$\sum_{i=1}^n y_i x_i = a \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\sum_{i=1}^n y_i = a \sum_{i=1}^n x_i + nb ,$$

где n - число наблюдений (измерений). Чтобы вычислить параметры a и b линейной зависимости для нашего случая рассмотрим пример для подъемно-транспортной машины 1 класса

x_i	y_i	$x_i y_i$	x_i^2
0	50	0	0
2	68,5	137,0	4
4	92,5	370,0	16
6	110,0	660,0	36
8	132,5	1060,0	64
10	152,0	1520,0	100
12	175,0	2100,0	144
14	195,0	2730,0	196
$\sum x_i = 56$	$\sum y_i = 975,5$	$\sum x_i y_i = 8577$	$\sum x_i^2 = 560$

$$\begin{cases} 8577 = 560a + 56b \\ 975,5 = 56a + 8b(x10) \end{cases} \quad \begin{cases} 8577 = 560a + 56b \\ -9755 = -560a - 80b \end{cases} \quad a = 10,41; \quad b = \frac{1178}{24} = 99,08.$$

2.5. Планирование эксперимента. Постановка задачи теории планирования эксперимента. Основные понятия и определения ТПЭ. Факторы и их уровень. Классификация факторов и основные требования к ним. Критерий оптимизации. Составление матрицы и ее свойства

При построении теоретической регрессионной зависимости оптимальной является такая функция, в которой соблюдаются условия наименьших квадратов $\sum (y_i - \bar{y})^2 = \min$.

Критерием близости корреляционной зависимости между x и y к линейной функциональной зависимости является коэффициент корреляции

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2] [n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}$$

где n - число измерений.

Значение коэффициента корреляции всегда меньше единицы. При $r=1$ x и y связаны функциональной связью (в данном случае линейной), т.е. каждому значению x соответствует только одно значение y . Если $r < 1$, то нелинейная связь. При $r=0$ линейная корреляционная связь между x и y отсутствует, но может существовать нелинейная регрессия. Обычно считают тесноту связи удовлетворительной при $r \geq 0,5$; хорошей при $r = 0,8 \dots 0,85$.

Для определения процента разброса (изменчивости) искомой функции y относительно ее среднего значения вычисляют коэффициент детерминации

$$K_d = r^2.$$

Уравнение регрессии прямой можно представить выражением

$$y = \bar{y} + r \frac{\sigma_y}{\sigma_x} (x - \bar{x}).$$

ПРИМЕР

Имеется статистический ряд парных измерений

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y	8	11	14	16	21	26	27	32	34	41

Расчет целесообразно вести в табличной форме

$\sum x$	$\sum y$	$\sum (x - \bar{x})^2$	$\sum (y - \bar{y})^2$	$\sum x^2$	$\sum y^2$	$\sum xy$	$\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})$
55	230	82,50	1054	385	6344	1558	286

$$\bar{x} = \frac{55}{10} = 5,5; \quad \bar{y} = \frac{230}{10} = 23; \quad \sigma_x = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n} = \frac{82,50}{10} = 8,25;$$

$$\sigma_y = \frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n} = \frac{1054}{10} = 105,4.$$

Сходимость экспериментальной и теоретической регрессии

y	8	11	14	16	21	26	27	32	34	41
y_9	7,1	10,6	14,2	17,7	21,8	24,8	28,3	31,9	35,4	39,0

$$r = \frac{10 \cdot 1558 - 55 \cdot 230}{(10 \cdot 385 - 55^2)(10 \cdot 6344 - 230^2)} = -0,99.$$

Уравнение регрессии имеет вид $y = 3,48 + 3,55x$.

Как видно из таблицы, сходимость оказалась хорошей. Коэффициент детерминации, найденный по формуле, составляет величину 0,98, что означает, что 98% разброса определяется изменчивостью x , а 2% другими причинами, т.е. изменчивость функции y почти полностью характеризуется разбросом фактора x .

2.6. Однофакторные эксперименты. Методы нахождения аналитических зависимостей. Методы нахождения коэффициентов аналитических зависимостей. Методы избранных точек, наименьших квадратов и метод средних

Проведение эксперимента

Экспериментальное исследование проектируемого устройства проводится на основе составленной таблицы опытов. Для повышения точности регрессионного анализа необходимо исключить влияние случайных ошибок, которые имеют место при экспериментальном исследовании. Это достигается тем, что при каждом сочетании уровней факторов проводят не один, а целую серию повторных опытов.

Такой анализ результатов необходим потому, что даже при одном и том же сочетании всех факторов численное значение параметра оптимизации будет различным.

В том случае, если при проведении эксперимента можно определить воздействие мешающих факторов, то для уменьшения влияния систематических погрешностей матрицу опытов разбивают на блоки таким образом, чтобы результирующее действие мешающих факторов было минимальным.

2.7. Многофакторные эксперименты. Составление уравнений регрессии и матриц планирования двух и трехфакторного экспериментов

Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. Обработка результатов эксперимента

При проектировании устройств и механизмов важной задачей является выбор технического решения и сочетания параметров элементов, при которых устройство обладало бы наилучшими характеристиками. В этом случае говорят о необходимости поиска оптимального решения.

Выбор параметра оптимизации

В качестве параметра оптимизации или обобщенного показателя эффективности может быть выбрана одна из характеристик прибора.

Часто в качестве обобщенного показателя эффективности используют сумму нескольких параметров устройства, взятых с различными весовыми коэффициентами

$$Y = \sum_{i=1}^k A_i Y_i ,$$

где Y - обобщенный показатель эффективности;

A_i - весовые коэффициенты;

Y_i - параметры устройства;

k - число параметров;

i - номер параметра.

В ряде случаев в качестве обобщенного показателя эффективности выбирают произведение нескольких параметров прибора

$$Y = \prod_{i=1}^k Y_i.$$

Как правило, на параметр оптимизации оказывают влияние целый ряд внутренних и внешних факторов.

К внутренним факторам относятся значения параметров элементов устройств. Внешними факторами являются температура, влажность, механические нагрузки, наличие электромагнитных полей и т.д.

Выбор модели

Для количественной оценки степени влияния каждого фактора на параметр оптимизации и нахождения наилучшего сочетания элементов используется планирование многократного эксперимента. Далее проводится последующая обработка результатов с использованием методов дисперсионного и регрессионного анализа.

Задачей многофакторного эксперимента является нахождение зависимости обобщенного показателя эффективности устройства от различных факторов

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_k),$$

где $X_1 \dots X_k$ - внешние и внутренние факторы, определяющие работоспособность устройства.

Это уравнение, представляющее собой уравнение регрессии называется математической моделью. Сочетание факторов $X_1 \dots X_k$, соответствующее экстремуму функции Y , определяет оптимальное устройство. Обычно функцию $f(X_1, X_2, \dots, X_k)$ задают в виде отрезков алгебраических полиномов различной степени. Для двухфакторного уравнения регрессии математическая модель может быть записана в виде степенного ряда:

нулевой степени $Y = B_0;$

первой степени $Y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2;$

второй

$$Y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_{12} X_1 X_2 + B_{11} X_1^2 + B_{22} X_2^2;$$

третьей

$$Y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_{12} X_1 X_2 + B_{11} X_1^2 + B_{22} X_2^2 + B_{112} X_1^2 X_2 + B_{221} X_1 X_2^2 + B_{111} X_1^3 + B_{222} X_2^3;$$

и т.д.

Для многофакторного эксперимента уравнение регрессии составляется аналогичным путем.

После определения границ изменения факторов задают основной уровень и интервал варьирования. При выборе интервала варьирования необходимо предусмотреть, чтобы оптимальное решение находилось внутри границ изменения факторов. Основной уровень факторов целесообразно задавать приблизительно в центре интервалов.

Для простоты записи таблицы полнофакторного эксперимента вводится понятие кодированного значения фактора

$$X_j = \frac{(X_i - X_{j0})}{J_j},$$

где X_i - натуральное значение фактора;

X_{j0} - натуральное значение основного уровня;

J_j - интервал варьирования;

j - номер фактора.

ПРИМЕР

Значения факторов	X_1	X_2	X_3	
Верхний уровень	5	12	9	
Нижний уровень	3	3	1	
Основной уровень	4	7,5	5	
Интервал варьирования	1	4,5	4	
Нат. значение фактора в опыте	3	9	2	
Кодированное значение	-1	0,33	-0,75	

В том случае, когда влияние фактора можно оценить только качественно, используют два уровня. Нижний обозначают -1, а верхний +1.

Так как в полнофакторном эксперименте реализуются все возможные сочетания двух уровней факторов, общее число опытов равно

$$n = 2^k,$$

где k - число факторов.

Факторные эксперименты. Матрица планирования полнофакторного эксперимента.

При планировании полнофакторного эксперимента условия проведения опытов записываются в виде таблицы. Матрица планирования 2^x факторного эксперимента приведена в таблице

№ опыта	X_1	X_2	Y
1	+1	+1	Y_1
2	-1	+1	Y_2
3	+1	-1	Y_3
4	-1	-1	Y_4

Значения Y_i , полученные в результате опыта, соответствуют величине обобщенного показателя эффективности устройства.

Численное значение коэффициентов регрессии в математической модели определяется по формуле

$$B_j = \sum_{i=1}^n \frac{X_{ji} Y_i}{n}, \quad j = 0, 1, 2, \dots, k.$$

где i - номер опыта;

j - номер фактора;

k - число факторов.

Для двухфакторного эксперимента в случае линейной модели

$$Y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2$$

коэффициенты регрессии находятся по формуле

$$B_0 = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4}{4}; \quad B_1 = \frac{Y_1 - Y_2 + Y_3 - Y_4}{4};$$

$$B_2 = \frac{Y_1 + Y_2 - Y_3 - Y_4}{4}.$$

По численному значению коэффициента регрессии можно определить степень влияния данного фактора на параметр оптимизации.

В том случае, когда факторы нельзя считать независимыми, т.е. наблюдается их взаимное влияние друг на друга, требуется усложнить модель.

Для двухфакторного эксперимента линейная модель с учетом взаимодействия факторов записывается в виде

$$Y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_{12} X_1 X_2$$

Матрица планирования для этой модели

№ опыта	X_0	X_1	X_2	$X_1 X_2$	Y
1	+1	+1	+1	+1	Y_1
2	+1	-1	+1	-1	Y_2
3	+1	+1	-1	-1	Y_3
4	+1	-1	-1	+1	Y_4

Столбец, соответствующий X_0 введен для удобства вычислений

$$B_{12} = \frac{Y_1 - Y_2 - Y_3 + Y_4}{4}.$$

Трехфакторный эксперимент

Увеличение числа факторов приводит к усложнению таблицы планирования эксперимента. Например, для линейной модели

трехфакторного эксперимента с учетом взаимного влияния факторов друг на друга уравнение регрессии имеет вид

$$Y = B_0 X_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_3 X_3 + B_{12} X_1 X_2 + B_{13} X_1 X_3 + B_{23} X_2 X_3 + B_{123} X_1 X_2 X_3.$$

Матрица планирования опытов для этой модели будет выглядеть таким образом

№ опыта	X_0	X_1	X_2	X_3	$X_1 X_2$	$X_1 X_3$	$X_2 X_3$	$X_1 X_2 X_3$	Y
1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	Y_1
2	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	Y_2
3	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	Y_3
4	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	Y_4
5	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	Y_5
6	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	Y_6
7	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	Y_7
8	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	Y_8

Спланированная матрица полнофакторного эксперимента обладает следующими свойствами:

Во-первых, таблица опытов симметрична относительно центра эксперимента. Математически это свойство означает, что алгебраическая сумма элементов столбцов каждого фактора равна нулю

$$\sum_{i=1}^n X_{ji} = 0,$$

где i - номер опыта

j - номер фактора;

n - число опытов.

Во вторых, при условии, что в качестве кодированных значений факторов использованы +1 и -1, сумма квадратов элементов каждого столбца равна числу опытов

$$\sum_{i=1}^n X_{ij}^2 = n.$$

Это свойство называется условием нормировки.

В третьих, сумма почленных произведений любых двух факторов столбцов таблицы равна нулю

$$\sum_{i=1}^k X_{ij} X_{ni} = 0, \quad j, n = 0, 1, 2, 3 \dots k.$$

Т.е. матрица планирования полнофакторного эксперимента является ортогональной.

В четвертых, матрица планирования полнофакторного эксперимента является ротатабельной, т.е. точки в таблице опытов подобраны так, что точность оценки обобщенного показателя эффективности одинакова на равных расстояниях от центра эксперимента и не зависит от направления.

ПРИМЕР

Имеется статистический ряд парных измерений

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y	8	11	14	16	21	26	27	32	34	41

Расчет целесообразно вести в табличной форме

$\sum x$	$\sum y$	$\sum (x - \bar{x})^2$	$\sum (y - \bar{y})^2$	$\sum x^2$	$\sum y^2$	$\sum xy$	$\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})$
55	230	82,50	1054	385	6344	1558	286

$$\bar{x} = \frac{55}{10} = 5,5; \quad \bar{y} = \frac{230}{10} = 23; \quad \sigma_x = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n} = \frac{82,50}{10} = 8,25;$$

$$\sigma_y = \frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n} = \frac{1054}{10} = 105,4.$$

Сходимость экспериментальной и теоретической регрессии

y	8	11	14	16	21	26	27	32	34	41
y _э	7,1	10,6	14,2	17,7	21,8	24,8	28,3	31,9	35,4	39,0

$$r = \frac{10 \cdot 1558 - 55 \cdot 230}{(10 \cdot 385 - 55^2)(10 \cdot 6344 - 230^2)} = -0,99.$$

Уравнение регрессии имеет вид $y = 3,48 + 3,55x$.

Как видно из таблицы, сходимость оказалась хорошей. Коэффициент детерминации, найденный по формуле, составляет величину 0,98, что

означает, что 98% разброса определяется изменчивостью x , а 2% другими причинами, т.е. изменчивость функции y почти полностью характеризуется разбросом фактора x .

Проведение эксперимента

Экспериментальное исследование проектируемого устройства проводится на основе составленной таблицы опытов. Для повышения точности регрессионного анализа необходимо исключить влияние случайных ошибок, которые имеют место при экспериментальном исследовании. Это достигается тем, что при каждом сочетании уровней факторов проводят не один, а целую серию повторных опытов.

Такой анализ результатов необходим потому, что даже при одном и том же сочетании всех факторов численное значение параметра оптимизации будет различным.

В том случае, если при проведении эксперимента можно определить воздействие мешающих факторов, то для уменьшения влияния систематических погрешностей матрицу опытов разбивают на блоки таким образом, чтобы результирующее действие мешающих факторов было минимальным.

3. Задачи для проверки знаний студентов

3.1. Метод избранных точек

1. Найти зависимость удоя W коров в функции массы M доильного набора (доильные стаканы с коллектором):

W , л	3,8	4,1	4,20	4,10	4,05
	4,0	4,2	4,15	4,20	4,10
	3,9	4,3	4,25	4,15	4,15
M , кг	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6

2. Найти зависимость для выдачи W грубого корма в кормушки кормораздатчиком КТУ-10 в функции длины резки l :

W , кг/м	22,2	18,2	14,6	12,7	9,8
------------	------	------	------	------	-----

	21,7	17,8	14,3	12,5	9,7
	21,2	17,4	14,0	12,3	9,6
l , мм	35	52	67	82	97

3. Найти зависимость удельной адгезии λ от влажности комбикорма W при покрытии поверхности порционного раздатчика кузбаслаком:

λ , 10 Н/м ²	8	11	14	16	18
	7	10	13	15	17,5
	6,8	9,9	12,5	14,3	17
W , %	20	25	30	35	40

4. Найти зависимость удельной адгезии λ от влажности W комбикорма при покрытии поверхности порционного раздатчика нитрокраской:

λ , 10 Н/м ²	5	7,3	9,4	11,1	12,7
	5	7,5	9,5	11,2	13
	5	7,4	9,3	11,0	12,5
W , %	20	25	30	35	40

5. Найти зависимость величины S отпечатка на образцах из сплавов АМГ6 от количества циклов приложения нагрузки (ударов) n в ходе исследования способности наплавленных слоев сопротивляться циклическим нагрузкам:

S , мм	2,6	2,9	3,6	4,0	4,4	5,1	5,4
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
	2,4	3,1	3,4	4,1	4,6	4,9	5,6
n , ударов	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,5	5

6. Найти зависимость для общих потерь B зерна зерноуборочным комбайном СК-5 в функции подачи g :

B , %	0,4	0,4	0,4	0,4	0,7	0,8	1,0	1,5	1,75	2,25
	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7	1,0	1,2	1,7	2,1	2,7
	0,4	0,4	0,4	0,5	0,8	1,2	1,5	2,0	2,3	3,2
g , кг/с	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6	6,6	7,0

7. Найти зависимость удельной адгезии λ от влажности W комбикорма при покрытии поверхности порционного раздатчика битумным лаком:

λ , 10 Н/м ²	3,9	5,6	6,8	8,1	9,9
	4	6	7	8,3	10
	4,05	5,8	6,9	8,2	10,2
W , %	20	25	30	35	40

8. Найти зависимость времени t обезжиривания деталей венской известью от частоты вибраций ω :

ω , Гц	26	21	17	15	12		
	26	22	18	16	12		
	25	23	19	15	13		
t , с			60	68	75	125	215

9. Найти зависимость времени обезжиривания деталей венской известью от амплитуды A вибраций при частоте 16 Гц:

A , мм	4,2	3,3	2,0	8,0	4,9	
	4,0	3,0	2,0	1,0	5,0	
	4,1	3,1	2,0	1,1	5,3	
t , с		4,1	3,1	2,0	1,1	5,3

10. Найти зависимость остаточной деформации ΔR юбки поршня двигателя автомобиля ЗИЛ -130 от скорости V наплавки при его восстановлении методом плазменной наплавки:

ΔR , мм	0,090	0,05	0,039	0,03
	0,095	0,055	0,041	0,2
	0,095	0,05	0,04	0,03
V , кг/ч	20	25	30	35

11. Найти зависимость толщины h наплавленного слоя на вершине кулачка от скорости g наплавки распределительных валов двигателей ЯМЗ-238 НБ методом плазменной наплавки:

h , мм	1,1	1,3	1,5	1,6	1,9
	1,0	1,4	1,6	1,7	2,0
	1,1	1,4	1,5	1,7	1,9
g , кг/ч	0,2	0,36	0,48	0,60	0,72

12. Найти зависимость времени t достижения необходимого (для нейтрализации деталей после гальванообработки) водородного показателя (рН-11 ...12) воды от плотности тока I/V в процессе электролиза воды:

I/V , А/дм ³	6,1	4,9	4,1	2,9	2,1	1,1	0,6
	6,0	5,0	4,0	3,0	2,0	1,0	0,5
	6,6	5,1	4,3	3,1	1,9	0,9	0,5
t , мин	18	12	8	17	28	48	60

13. Найти зависимость угла скольжения γ комбикорма от влажности W при покрытии поверхности порционного раздатчика кузбасслаком:

γ , град	42	46	48	50	51	52
	41	44	46	47	50	50
	42	45	47	48	50	50
W , %	25	30	35	40	45	50

14. Найти зависимость для разрушаемости семенных коробочек W льна льноуборочным комбайном в функции скорости очеса V :

W , %	5,5	9	18	25	34	48	62	71	76	77
	6	10	20	30	40	55	70	80	86	92
	6,5	11	22	35	46	52	78	89	96	107
V , м/с	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

15. Найти зависимость времени t обезжиривания деталей венской известью от амплитуды вибраций при частоте 19 Гц:

A , мм	4,5	3,9	3,1	2,1	1,1
5,0	4,0	3,0	2,0	1,0	
4,4	4,1	2,9	2,4	0,9	
t , с	60	66	70	74	76

16. Найти зависимость угла γ наклона стенок бункера порционного раздатчика от влажности W комбикорма при покрытии поверхности кузбасслаком:

γ , град	38	42	47	51	53	57
	37	41	46	50	52	56
	36	25	30	35	40	45
W , %	20	25	30	35	40	45

17. Найти зависимость коэффициента $K_{\text{ч}}$ частоты травматизма на сельскохозяйственных предприятиях Балашихинского района в функции объема A расходования средств на работу по охране труда и техники безопасности:

$K_{\text{ч}}$	4,1	5,1	3,2	4,3	3,0
	4,3	5,4	3,4	4,6	3,5
	4,2	5,2	3,3	4,4	3,1
A , тыс. руб.	87,5	81,7	107,7	78,9	128,0

18. Найти зависимость угла γ наклона стенок бункера порционного раздатчика от влажности W комбикорма при покрытии поверхности масляной краской:

γ , град	27	31	33	36	37	38
	26	30	32	35	36	36
	25	29	31	34	35	36
W , %	20	25	30	35	40	45

19. Найти зависимость времени t обезжиривания деталей венской известью от амплитуды вибраций при частоте 26 Гц:

A , мм	4,8	3,9	3,0	1,8	0,9
	5,0	4,0	3,0	2,0	1,0
	4,9	4,0	2,9	1,9	0,9
t , с	40	45	50	55	60

20. Найти зависимость массового расхода топлива G_T двигателя Д-240 на холостом ходу ($n_{xx} = 2200$) от доли подачи в забираемый из окружающей среды воздух p отработавших газов:

G_T , кг/ч	6,0	5,5	5	4,6	4,3
	6,1	5,6	5,1	4,7	4,4
	6,0	5,5	5,0	4,7	4,4
p , %	0	10	20	30	40

21. Найти зависимость продолжительности T пневмомассажа нетелей от числа пневмомассажных аппаратов n :

T , мин	390	190	130	95
	380	180	120	90
	370	170	110	80
n , шт	1	2	3	4

22. Найти зависимость производительности W оператора от числа пневмомассажных аппаратов n :

W , нетелей/ч	9	17	24	33
	8	15	22	30
	7	13	20	26
n , шт	1	2	3	4

23. Найти зависимость урожайности U ячменя от числа K проходов трактора ДТ-75 на рабочем гоне:

U , %	100	103	92	90	87
	100	102	93	89	86
	100	101	91	91	85

K , проходов 0 1 3 6 9

24. Найти зависимость урожайности $У$ ячменя от числа K проходов трактора К-700 на рабочем гоне:

$У$, %	100	101	88,5	85,5	82
	100	102	89,0	84,5	80
	100	101	87,5	85,0	79
K , проходов	0	1	3	6	9

25. Найти зависимость удоя Q коров в функции массы M доильного набора (доильные стаканы с коллектором):

Q , л	5,8	6,1	6,2	6,1	6,05
	6,0	6,2	6,15	6,20	6,10
	5,9	14,3	6,25	6,15	6,15
M , кг	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6

26. Найти зависимость концентрации K газа в воздухе в местах с ограниченным объемом (животноводческая ферма, склады и т. п.) от времени работы трактора МТЗ-80:

K , %	0,22	0,31	0,39	0,47	0,59	0,68
	0,18	0,28	0,42	0,52	0,63	0,75
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
T , мин	2	4	6	8	10	12

27. Найти зависимость давления P гусеничного трактора на почву от скорости V :

P , МПа	0,14	0,14	0,16	0,18	0,22	0,24
	0,15	0,15	0,17	0,19	0,23	0,25
	0,14	0,15	0,16	0,18	0,21	0,26
V , м/с	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5

28. Найти зависимость износа B втулки верхней головки шатуна дизеля Д-37М от длительности t его эксплуатации:

B , мм	0,19	0,055	0,07	0,109	0,114	0,127
	0,02	0,06	0,07	0,11	0,115	0,13
	0,02	0,05	0,07	0,105	0,115	0,125
t , ч	1000	2000	3000	4000	5000	6000

29. Найти зависимость для силы P резания эластичного абразивного инструмента в функции условной глубины $t_{\text{усл}}$ резания:

$P, \text{ Н}$	2,41	2,42	2,46	2,49	2,52	2,47	2,51	2,54	2,59	2,85
	2,41	2,42	2,44	2,46	2,48	2,52	2,57	2,62	2,68	2,75
	2,41	2,41	2,42	2,43	2,44	2,57	2,63	2,69	2,77	2,65
$t_{\text{усл}}, \text{ мм}$	0	0,35	0,7	1,05	1,4	1,75	2,0	2,35	2,7	3,05

30. Найти зависимость остаточной деформации ΔR поршня двигателя автомобиля ЗИЛ-130 от силы тока I при его восстановлении методом плазменной наплавки:

$\Delta R, \text{ мм}$	0,031	0,036	0,045	0,055	0,065	0,08
0,03	0,035	0,04	0,05	0,06	0,075	
0,029	0,037	0,035	0,055	0,07	0,09	
$I, \text{ А}$	60	70	80	90	100	110

31. Найти зависимость для угловой скорости ω поворота направляющих колес трактора МТЗ-80 в функции скорости V МТА, реализация которой обеспечит высокую точность автоматического вождения агрегата в ходе междурядной обработки картофеля:

$\omega, \text{ рад/с}$	0,124	0,168	0,224	0,292	0,270	0,460
	0,129	0,173	0,229	0,297	0,375	0,465
	0,134	0,178	0,234	0,302	0,380	0,470
$V, \text{ м/с}$	1,4	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4

32. Найти зависимость износа A шатунных шеек коленчатого вала дизеля СМД-14 от длительности T его эксплуатации:

$A, \text{ мм}$	0,07	0,10	0,12	0,15	0,17	0,165	0,18
	0,06	0,10	0,13	0,15	0,16	0,165	0,178
	0,06	0,11	0,13	0,14	0,16	0,17	0,178
$T, \text{ ч}$	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000

33. Найти зависимость для разрушаемости W семенных коробочек льна льноуборочным комбайном в функции скорости очеса V :

$W, \%$	5,5	9	18	25	34	48	62	71	76	77
6	10	20	30	40	55	70	80	86	92	
6,5	11	22	35	46	52	78	89	96	107	
$V, \text{ м/с}$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

34. Найти зависимость угла α скольжения комбикорма с различным содержанием частиц от влажности W при покрытии поверхности порционного раздатчика кузбасшлаком:

α , град	17	19	26	31	36	150	44
	19	21	28	33	38	43	46
	18	20	27	32	37	42	45
W,%	4	5	10	15	20	25	30

3.2. Ошибка косвенных измерений

35. Определить действительное значение результата косвенного измерения (X-действ?)

$$X = \frac{A - B}{C} + BC,$$

где $A = 5 \text{ А}$ (Амперметр, $A_{\text{макс}} = 10 \text{ А}$, Кл. точн.0,5);
 $B = 10,0 \text{ В}$ (3-х значный цифровой вольтметр);
 $C = 2 \text{ мм}$ (Штангенциркуль, $c = 0,1 \text{ мм}$).

36. Определить действительное значение результата косвенного измерения (X-действ?)

$$X = \frac{A}{B} + \frac{B}{C},$$

где $A = 12,5 \text{ А}$ (3-х значный цифровой амперметр);
 $B = 25 \text{ В}$ (Вольтметр, $B_{\text{макс}} = 50 \text{ В}$, Кл. точн.1,0);
 $C = 10 \text{ мкм}$ (Микрометр, $c = 1 \text{ мкм}$).

37. Определить действительное значение результата косвенного измерения (X-действ?)

$$X = \frac{A}{B + C}$$

где $A = 10 \text{ В}$ (Вольтметр, $A_{\text{макс}} = 50 \text{ В}$, Кл. точн.0,5);
 $B = 6,0 \text{ А}$ (2-х значный цифровой амперметр);
 $C = 4 \text{ см}$ (линейка, $c = 1 \text{ мм}$).

38. Определить действительное значение результата косвенного измерения (X-действ?)

$$X = \frac{A}{C} + BA$$

где $A = 8 \text{ Вт}$ (Ваттметр, $A_{\text{макс}} = 10 \text{ Вт}$, Кл. точн.0,5);
 $B = 3,0 \text{ В}$ (2-х значный цифровой вольтметр);
 $C = 2 \text{ мкм}$ (микрометр, $c = 0,1 \text{ мкм}$).

39. Определить действительное значение результата косвенного измерения (X-действ?)

$$X = \frac{A - C}{B} + BC$$

где $A = 4\text{В}$ (Вольтметр, $A_{\text{макс}} = 10\text{В}$, Кл. точн.1,0);
 $B = 2,00\text{А}$ (3-х значный цифровой амперметр);
 $C = 5\text{см}$ (линейка, $c = 1\text{ мм}$)

40. Определить действительное значение результата косвенного измерения (X-действ?)

$$X = \frac{C}{A} + B$$

где $A = 2\text{В}$ (Вольтметр, $A_{\text{макс}} = 2,5\text{В}$, Кл. точн.1,0);
 $B = 6,0\text{А}$ (2-х значный цифровой амперметр);
 $C = 8\text{см}$ (линейка, $c = 1\text{ мм}$)

41. Определить действительное значение результата косвенного измерения (X-действ?)

$$X = \frac{C + B}{A}$$

где $A = 13,00\text{А}$ (4-х значный цифровой амперметр);
 $B = 5\text{В}$ (Вольтметр, $B_{\text{макс}} = 10\text{В}$, Кл. точн.0,2);
 $C = 18\text{мм}$ (Штангенциркуль, $c = 0,5\text{ мм}$)

42. Определить действительное значение результата косвенного измерения (X-действ?)

$$X = \frac{C}{A + B} + \frac{1}{AB}$$

где $A = 4,0\text{Вт}$ (2-х значный цифровой ваттметр)
 $B = 3\text{А}$ (Амперметр, $B_{\text{макс}} = 5\text{А}$, Кл. точн.1,0);
 $C = 18\text{см}$ (линейка, $c = 1\text{ мм}$)

43. Определить действительное значение результата косвенного измерения (X-действ?)

$$X = C - \frac{B}{A} + AB$$

где $A = 3\text{А}$ (Амперметр, $A_{\text{макс}} = 5\text{А}$, Кл. точн.0,5);
 $B = 6,0\text{В}$ (2-х значный цифровой вольтметр);
 $C = 12\text{мкм}$ (Микрометр, $c = 1\text{ мкм}$).

44. Определить действительное значение результата косвенного измерения (X-действ?)

$$X = \frac{C}{BA} + \frac{1}{CA}$$

где $A = 3,5\text{А}$ (2-х значный цифровой амперметр);
 $B = 2\text{В}$ (Вольтметр, $B_{\text{макс}} = 5\text{В}$, Кл. точн.0,2);
 $C = 15\text{мкм}$ (Микрометр, $c = 0,25\text{ мкм}$)

45. Определить действительное значение результата косвенного измерения (X-действ?)

$$X = \frac{C}{A} + BC$$

где $A = 4\text{В}$ (Вольтметр, $A_{\text{макс}} = 5\text{В}$, Кл. точн.0,5);
 $B = 1,0\text{А}$ (2-х значный цифровой амперметр);
 $C = 8\text{мкм}$ (Микрометр, $c = 1\text{ мкм}$).

46. Определить действительное значение результата косвенного измерения (X-действ?)

$$X = \frac{CA}{B} + BC$$

где $A = 6\text{А}$ (Амперметр, $A_{\text{макс}} = 10\text{А}$, Кл. точн.0,2);
 $B = 2,4\text{В}$ (2-х значный цифровой вольтметр);
 $C = 4\text{см}$ (линейка, $c = 1\text{ мм}$).

47. Определить действительное значение результата косвенного измерения (X-действ?)

$$X = \frac{B - A}{C} + BC$$

где $A = 4\text{Вт}$ (Ваттметр, $A_{\text{макс}} = 5\text{Вт}$, Кл. точн.1,0);
 $B = 7,00\text{В}$ (3-х значный цифровой вольтметр);
 $C = 3\text{мм}$ (Штангенциркуль, $c = 0,1\text{ мм}$).

48. Определить действительное значение результата косвенного измерения (X-действ?)

$$X = \frac{B}{C} + AC$$

где $A = 2\text{А}$ (2-х значный цифровой амперметр);
 $B = 15\text{см}$ (линейка, $c = 1\text{ мм}$);
 $C = 5\text{В}$ (Вольтметр, $C_{\text{макс}} = 10\text{В}$, Кл. точн.0,2)

49. Определить действительное значение результата косвенного измерения (X-действ?)

$$X = \frac{A + C}{B} + AC$$

где $A = 14\text{А}$ (Амперметр, $A_{\text{макс}} = 15\text{А}$, Кл. точн.2,0);
 $B = 80\text{В}$ (2-х значный цифровой вольтметр);
 $C = 6\text{мм}$ (Штангенциркуль, $c = 0,1\text{ мм}$)

50. Определить действительное значение результата косвенного измерения (X-действ?)

$$X = \frac{A}{B} + \frac{1}{C}$$

где $A = 4\text{Вт}$ (Ваттметр, $A_{\text{макс}} = 5\text{Вт}$, Кл. точн.1,0);
 $B = 800\text{А}$ (3-х значный цифровой амперметр);
 $C = 2\text{ см}$ (линейка, $c = 1\text{ мм}$).

51. Определить действительное значение результата косвенного измерения (X-действ?)

$$X = \frac{1}{AB} + C$$

где $A = 2\text{ А}$ (Амперметр, $A_{\text{макс}} =$, Кл. точн.1,0);
 $B = 0,5\text{ В}$ (2-х значный цифровой вольтметр);
 $C = 9\text{мм}$ (Штангенциркуль, $c = 0,1\text{ мм}$)

52. Определить действительное значение результата косвенного измерения (X-действ?)

$$X = \frac{B - C}{A} + \frac{1}{AB}$$

где $A = 2\text{Вт}$ (Ваттметр, $A_{\text{макс}} = 5\text{Вт}$, Кл. точн.0,2);
 $B = 420\text{А}$ (3-х значный цифровой амперметр);
 $C = 12\text{мкм}$ (Микрометр, $c = 1\text{ мкм}$)

3.3. Аппроксимация экспериментальных данных

53. Даны результаты измерений:

$$x_1 = 2\text{ В}; \quad y_1 = 5,1; 5,0; 4,8; 5,0; 5,1\text{ А}$$

$$x_2 = 4\text{ В}; \quad y_2 = 3,2; 3,1; 2,7; 2,9; 3,1\text{ А}$$

$$x_3 = 6\text{ В}; \quad y_3 = 2,0; 1,8; 2,2; 1,9; 2,1\text{ А}$$

1. Определить \bar{y} , $\sigma^2(D)$, σ в каждой точке измерений.
2. Представить результаты графиком $\bar{y} = f(x)$.
3. Выполнить линейную интерполяцию в точке $x=3\text{В}$.
4. Найти аппроксимацию линейной зависимости и экстраполировать

значение " y " в точке $x=10\text{В}$.

54. Даны результаты измерений:

$$x_1 = 0 \text{ мА}; \quad y_1 = 1,1; 1,0; 0,8; 1,0; 1,1 \text{ В}$$

$$x_2 = 1 \text{ мА}; \quad y_2 = 2,3; 2,0; 2,0; 1,8; 1,9 \text{ В}$$

$$x_3 = 2 \text{ мА}; \quad y_3 = 3,9; 3,9; 4,0; 4,2; 4,0 \text{ В}$$

1. Определить \bar{y} , $\sigma^2(D)$, σ в каждой точке измерений.
2. Представить результаты графиком $\bar{y} = f(x)$.
3. Выполнить линейную интерполяцию в точке $x=0,5 \text{ мА}$
4. Найти аппроксимацию линейной зависимости и экстраполировать значение " y " в точке $x=3 \text{ мА}$.

55. Даны результаты измерений:

$$x_1 = 1\text{В}; \quad y_1 = 0,9; 0,9; 1,1; 1,0; 1,1 \text{ А}$$

$$x_2 = 3\text{В}; \quad y_2 = 3,0; 3,1; 2,8; 3,1; 3,0 \text{ А}$$

$$x_3 = 5\text{В}; \quad y_3 = 4,2; 3,9; 4,3; 3,7; 3,9 \text{ А}$$

1. Определить \bar{y} , $\sigma^2(D)$, σ в каждой точке измерений.
2. Представить результаты графиком $\bar{y} = f(x)$.
3. Выполнить линейную интерполяцию в точке $x=2\text{В}$.
4. Найти аппроксимацию линейной зависимости и экстраполировать значение " y " в точке $x=7\text{В}$.

56. Даны результаты измерений:

$$x_1 = 0 \text{ В}; \quad y_1 = 2,1; 2,0; 2,1; 1,8; 2,0 \text{ Вт}$$

$$x_2 = 2 \text{ В}; \quad y_2 = 5,0; 4,8; 4,9; 5,3; 5,0 \text{ Вт}$$

$$x_3 = 3 \text{ В}; \quad y_3 = 6,1; 6,3; 5,7; 5,9; 6,0 \text{ Вт}$$

1. Определить \bar{y} , $\sigma^2(D)$, σ в каждой точке измерений.
2. Представить результаты графиком $\bar{y} = f(x)$.
3. Выполнить линейную интерполяцию в точке $x=1 \text{ В}$.
4. Найти аппроксимацию линейной зависимости и экстраполировать значение " y " в точке $x=10 \text{ В}$.

57. Даны результаты измерений:

$$x_1 = 0 \text{ Ом}; \quad y_1 = 4,2; 4,0; 3,7; 4,1; 4,0 \text{ В}$$

$$x_2 = 1 \text{ Ом}; \quad y_2 = 3,0; 3,1; 2,8; 2,9; 3,2 \text{ В}$$

$$x_3 = 2 \text{ Ом}; \quad y_3 = 1,4; 1,0; 0,7; 0,8; 1,1 \text{ В}$$

1. Определить \bar{y} , $\sigma^2(D)$, σ в каждой точке измерений.
2. Представить результаты графиком $\bar{y} = f(x)$.
3. Выполнить линейную интерполяцию в точке $x=1,5$ Ом.
4. Найти аппроксимацию линейной зависимости и экстраполировать значение " y " в точке $x=5$ Ом.

58. Даны результаты измерений:

$$x_1 = 2 \text{ А}; \quad y_1 = 1,2; 1,0; 0,8; 1,1; 0,9 \text{ А}$$

$$x_2 = 4 \text{ А}; \quad y_2 = 3,1; 3,2; 3,0; 2,7; 3,0 \text{ А}$$

$$x_3 = 6 \text{ А}; \quad y_3 = 4,2; 4,0; 3,9; 4,0; 3,9 \text{ А}$$

1. Определить \bar{y} , $\sigma^2(D)$, σ в каждой точке измерений.
2. Представить результаты графиком $\bar{y} = f(x)$.
3. Выполнить линейную интерполяцию в точке $x=5$ А.
4. Найти аппроксимацию линейной зависимости и экстраполировать значение " y " в точке $x=10$ А.

59. Даны результаты измерений:

$$x_1 = 0 \text{ мА}; \quad y_1 = 2,0; 1,8; 1,8; 2,3; 2,1 \text{ Ом}$$

$$x_2 = 3 \text{ мА}; \quad y_2 = 5,1; 5,2; 4,7; 5,0; 5,0 \text{ Ом}$$

$$x_3 = 5 \text{ мА}; \quad y_3 = 6,2; 6,2; 5,8; 6,0; 5,8 \text{ Ом}$$

1. Определить \bar{y} , $\sigma^2(D)$, σ в каждой точке измерений.
2. Представить результаты графиком $\bar{y} = f(x)$.
3. Выполнить линейную интерполяцию в точке $x=2$ мА.
4. Найти аппроксимацию линейной зависимости и экстраполировать значение " y " в точке $x=8$ мА.

60. Даны результаты измерений:

$$x_1 = 1 \text{ В}; \quad y_1 = 6,1; 6,0; 5,8; 5,9; 6,2 \text{ А}$$

$$x_2 = 4 \text{ В}; \quad y_2 = 4,2; 4,0; 4,1; 3,7; 4,0 \text{ А}$$

$$x_3 = 7 \text{ В}; \quad y_3 = 1,3; 1,2; 0,6; 0,8; 1,1 \text{ А}$$

1. Определить \bar{y} , $\sigma^2(D)$, σ в каждой точке измерений.
2. Представить результаты графиком $\bar{y} = f(x)$.
3. Выполнить линейную интерполяцию в точке $x=5$ В.
4. Найти аппроксимацию линейной зависимости и экстраполировать значение " y " в точке $x=10$ В.

61. Даны результаты измерений:

$$x_1 = 0 \text{ A}; \quad y_1 = 1,2; 1,0; 0,8; 1,0; 1,0 \text{ Вт}$$

$$x_2 = 2 \text{ A}; \quad y_2 = 2,1; 2,0; 2,0; 2,1; 1,8 \text{ Вт}$$

$$x_3 = 4 \text{ A}; \quad y_3 = 4,2; 3,8; 4,1; 3,9; 4,0 \text{ Вт}$$

1. Определить \bar{y} , $\sigma^2(D)$, σ в каждой точке измерений.
2. Представить результаты графиком $\bar{y} = f(x)$.
3. Выполнить линейную интерполяцию в точке $x=3 \text{ A}$.
4. Найти аппроксимацию линейной зависимости и экстраполировать значение " y " в точке $x=8 \text{ A}$.

62. Даны результаты измерений:

$$x_1 = 0 \text{ мА}; \quad y_1 = 3,1; 3,0; 2,8; 3,2; 2,9 \text{ Ом}$$

$$x_2 = 1 \text{ мА}; \quad y_2 = 4,0; 3,9; 3,9; 3,9; 4,3 \text{ Ом}$$

$$x_3 = 2 \text{ мА}; \quad y_3 = 6,1; 5,8; 6,1; 5,9; 6,1 \text{ Ом}$$

1. Определить \bar{y} , $\sigma^2(D)$, σ в каждой точке измерений.
2. Представить результаты графиком $\bar{y} = f(x)$.
3. Выполнить линейную интерполяцию в точке $x=1,5 \text{ мА}$.
4. Найти аппроксимацию линейной зависимости и экстраполировать значение " y " в точке $x=5 \text{ мА}$.

63. Даны результаты измерений:

$$x_1 = 2 \text{ В}; \quad y_1 = 2,1; 1,8; 1,9; 2,2; 2,0 \text{ Вт}$$

$$x_2 = 3 \text{ В}; \quad y_2 = 4,0; 4,1; 3,8; 4,1; 4,0 \text{ Вт}$$

$$x_3 = 4 \text{ В}; \quad y_3 = 5,1; 4,8; 5,1; 4,9; 5,1 \text{ Вт}$$

1. Определить \bar{y} , $\sigma^2(D)$, σ в каждой точке измерений.
2. Представить результаты графиком $\bar{y} = f(x)$.
3. Выполнить линейную интерполяцию в точке $x=3,5 \text{ В}$.
4. Найти аппроксимацию линейной зависимости и экстраполировать значение " y " в точке $x=10 \text{ В}$.

64. Даны результаты измерений:

$$x_1 = 2 \text{ А}; \quad y_1 = 5,2; 5,1; 4,8; 5,0; 4,9 \text{ А}$$

$$x_2 = 4 \text{ А}; \quad y_2 = 4,1; 4,1; 4,1; 3,9; 3,8 \text{ А}$$

$$x_3 = 6 \text{ А}; \quad y_3 = 2,0; 2,0; 2,1; 2,0; 1,9 \text{ А}$$

1. Определить \bar{y} , $\sigma^2(D)$, σ в каждой точке измерений.
2. Представить результаты графиком $\bar{y} = f(x)$.
3. Выполнить линейную интерполяцию в точке $x=5 \text{ А}$.

4. Найти аппроксимацию линейной зависимости и экстраполировать значение "y" в точке $x=0$ А.

3.4. Погрешность измерений, опыта

65. Измеряется диаметр вала штангенциркулем

$$a_{\max} = 50 \text{ мм}$$

$$a_{\text{действ.}} = 45,5 \text{ мм}$$

$$a_{\text{изм.}} = 44,8 \text{ мм}$$

Определить относительную погрешность измерения $\delta = ?$

66. Получен ряд измерений: 44,5; 48,6; 46,1; 45,1; 46,5; 44,9 мм. Построить ранжированный ряд.

Определить \bar{a} , σ^2 , σ ?

67. Измеряется диаметр шейки вала под подшипник штангенциркулем

$$a_{\max_{\text{штангенциркуля}}} = 150 \text{ мм}$$

$$a_{\text{изм.}} = 50,3 \text{ мм}$$

$$\delta = 1,5\%$$

Определить действительное значение измеряемой величины $a_{\text{действ.}} = ?$

68. Получен ряд измерений: 50,3; 50,1; 50,2; 50,4; 50,2; 50,5; 50,6 мм. Построить ранжированный ряд.

Определить \bar{a} , σ^2 , σ ?

69. Измеряется внутренний диаметр цилиндра нутромером:

$$a_{\max_{\text{приб.}}} = 100 \text{ мм}$$

$$a_{\text{изм.}} = 82,05 \text{ мм}$$

$$\delta = 0,5\%$$

Определить действительное значение измеряемой величины $a_{\text{действ.}} = ?$

70. Получен ряд измерений: 82,11; 82,01; 82,07; 82,06; 82,16; 82,03; 82,05 мм. Построить ранжированный ряд.

Определить \bar{a} , σ^2 , σ ?

71. Измеряется угол заточки лезвия ножа угломером

$$a_{\max_{\text{угломера}}} = 90^{\circ};$$

$$a_{\text{действ.}} = 32,2^{\circ};$$

$$\delta = 0,3\%.$$

Определить измеренное значение $a_{\text{изм}} = ?$

72. Получен ряд измерений: 32,0; 32,6; 32,5; 32,4; 32,2; 32,3; 32,2.

Построить ранжированный ряд.

Определить \bar{a} , σ^2 , σ ?

73. Измеряется масса образца грунта на электронных весах в мг.

$$a_{\max_{\text{приб.}}} = 100\text{мг};$$

$$a_{\text{действ.}} = 24,25\text{мг};$$

$$a_{\text{изм.}} = 24,21\text{мг}.$$

Определить относительную ошибку измерения $\delta = ?$

74. Получен ряд измерений: 24,21; 24,18; 24,27; 24,23;

24,2; 24,26мг. Построить ранжированный ряд.

Определить \bar{a} , σ^2 , σ ?

75. Измеряется влажность зерна в %.

$$a_{\max_{\text{приб.}}} = 30\%;$$

$$a_{\text{изм.}} = 25,4\%;$$

$$\delta = 0,5\%.$$

Определить действительное значение измеряемой

величины $a_{\text{действ.}} = ?$

76. Получен ряд измерений: 25,1; 24,8; 25,6; 27,0; 25,3; 25,4; 25,3.

Построить ранжированный ряд.

Определить \bar{a} , σ^2 , σ ?

77. Измеряется скорость движения зерна по наклонному желобу секундомером

$$a_{\max} = 10\text{с};$$

$$a_{\text{действ.}} = 1,2\text{с}$$

$$\delta = 0,1\%.$$

Определить измеренное значение $a_{изм}=?$

78. Получен ряд измерений: 1,05; 1,2; 1,1; 1,25; 1,07; 1,18; 1,21; 1,15 с. Построить ранжированный ряд.

Определить \bar{a} , σ^2 , σ ?

79. Измеряется давление колес трактора на грунт в мПа:

$$a_{\max_{приб.}} = 0,1 \text{ мПа};$$

$$a_{действ.} = 0,002 \text{ мПа};$$

$$a_{изм.} = 0,002 \text{ мПа}.$$

Определить относительную погрешность измерения $\delta=?$

80. Получен ряд измерений: 0,6; 0,5; 0,4; 0,6; 0,3; 0,5; 0,4; 0,3.

Построить ранжированный ряд.

Определить \bar{a} , σ^2 , σ ?

81. Измеряется напряжение в системе питания электрооборудования автомобиля в вольтах.

$$a_{\max_{прибора}} = 20 \text{ В};$$

$$a_{действ.} = 13,8 \text{ В};$$

$$\delta = 1,2\%.$$

Определить измеренное значение $a_{изм}=?$

82. Получен ряд измерений: 3,8; 3,4; 3,7; 3,5; 3,6; 3,3; 3,4; 3,5.

Построить ранжированный ряд.

Определить \bar{a} , σ^2 , σ ?

83. Измеряется освещённость в помещении фермы люксометром

$$a_{\max_{прибора}} = 50 \text{ лк};$$

$$a_{действ.} = 12,2 \text{ лк};$$

$$a_{изм.} = 12,0 \text{ лк}.$$

Определить относительную приведенную погрешность измерения $\delta=?$

84. Получен ряд измерений: 12,0; 12,7; 12,8; 12,1; 12,2; 12,0; 12,9.

Построить ранжированный ряд.

Определить \bar{a} , σ^2 , σ ?

85. Измеряется частота вращения молотильного барабана зерноуборочного комбайна в оборотах в секунду [c^{-1}]:

$$a_{\text{max прибора}} = 30c^{-1};$$

$$a_{\text{действ.}} = 15,8c^{-1};$$

$$\delta = 0,5\%$$

Определить измеренное значение $a_{\text{изм}}=?$

86. Получен ряд измерений: 1,6; 1,5; 1,2; 1,3; 1,4; 1,2; 1,3.

Построить ранжированный ряд.

Определить \bar{a} , σ^2 , σ ?

87. Измеряется давление воздуха в тормозной системе трактора «Кировец» в МПа:

$$a_{\text{max манометра}} = 1\text{МПа};$$

$$a_{\text{действ.}} = 0,65\text{МПа};$$

$$a_{\text{изм.}} = 0,62\text{МПа}.$$

Определить относительную приведенную погрешность измерения $\delta=?$

88. Получен ряд измерений: 0,61; 0,59; 0,58; 0,57; 0,68; 0,62.

Построить ранжированный ряд.

Определить \bar{a} , σ^2 , σ ?

89. Измеряется мощность на привод шнека выгрузки зерна из бункера [кВт]:

$$a_{\text{max прибора}} = 5\text{кВт};$$

$$a_{\text{действ.}} = 1,8\text{кВт};$$

$$\delta = 0,3\%.$$

Определить измеренное значение $a_{\text{изм.}}=?$

90. Получен ряд измерений: 1,6; 1,7; 1,8; 1,4; 1,5; 1,4; 1,5; 1,7.

Построить ранжированный ряд.

Определить \bar{a} , σ^2 , σ ?

91. Измеряется давление прессования гранул из травяной муки в МПа:

$$a_{\max \text{ прибора}} = 100 \text{ МПа};$$

$$a_{\text{действ.}} = 51,7 \text{ МПа};$$

$$a_{\text{изм.}} = 51 \text{ МПа}.$$

Определить относительную приведенную погрешность измерения $\delta = ?$

92. Получен ряд измерений: 5,1; 5,4; 5,2; 5,3; 5,4; 5,5.

Построить ранжированный ряд.

Определить \bar{a} , σ^2 , σ ?

93. Измеряется угол естественного откоса для буртов зерна на току в градусах

$$a_{\max} = 90^\circ$$

$$a_{\text{изм.}} = 32,2^\circ$$

$$\delta = 1,5\%$$

Определить действительное значение измеряемой величины $a_{\text{действ.}} = ?$

94. Получен ряд измерений: 32,0; 30,1; 33,7; 32,7; 31,9; 33,0; 34,5; 32,4.

Построить ранжированный ряд.

Определить \bar{a} , σ^2 , σ ?

95. Измеряется ширина колеи тракторной тележки в мм:

$$a_{\max \text{ рулетки}} = 5000 \text{ мм};$$

$$a_{\text{изм.}} = 1422 \text{ мм};$$

$$\delta = 1,8\%$$

Определить действительное значение измеряемой величины $a_{\text{действ.}} = ?$

96. Получен ряд измерений: 2,5; 2,6; 2,7; 2,4; 2,6; 2,3; 2,4.

Построить ранжированный ряд.

Определить \bar{a} , σ^2 , σ ?

97. Измеряется коэффициент трения клубней картофеля по резиновой поверхности:

$$a_{\max} = 0,5;$$

$$a_{\text{действ.}} = 0,5;$$

$$a_{\text{изм.}} = 0,27.$$

Определить относительную ошибку измерения $\delta = ?$

98. Получен ряд измерений: 0,23; 0,28; 0,27; 0,26; 0,29; 0,31; 0,21; 0,27; 0,34. Построить ранжированный ряд.

Определить \bar{a} , σ^2 , σ ?

99. Измеряется тормозной путь грузового автомобиля в метрах:

$a_{\text{max рулетки}} = 10\text{м};$

$a_{\text{изм.}} = 6,2\text{м};$

$\delta = 0,8\%.$

Определить действительное значение измеряемой величины $a_{\text{действ.}} = ?$

100. Получен ряд измерений: 6,1; 6,7; 6,3; 6,2; 6,8; 6,4; 6,5; 6,6.

Построить ранжированный ряд.

Определить \bar{a} , σ^2 , σ ?

4. Вопросы для зачета по производственной практике «Научно-исследовательская работа»

1. Задачи практики. Роль науки в развитии общества.
2. Основы научно-технической информации. Работа с источниками информации.
3. Разделы методики экспериментальных исследований. Технические средства для исследования.
4. Цель и задачи исследования.
5. Оценка погрешности измерений, опыта.
6. Первичная обработка экспериментальных данных.
7. Анализ экспериментальных данных.
8. Метод избранных точек.
9. Метод наименьших квадратов.
10. Ошибки косвенных измерений.
11. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов.
12. Обработка результатов эксперимента.
13. Выбор параметра оптимизации.
14. Выбор модели многофакторного эксперимента.
15. Факторные эксперименты. Матрица планирования полно факторного эксперимента.
16. Трехфакторный эксперимент.
17. Организация патентных исследований.
18. Изобретательство.

19. Формула изобретения.
20. Описание изобретения.
21. История развития науки.

5. Литература

Основная литература

1. Челноков, М. Б. Основы научного творчества : учебное пособие / М. Б. Челноков. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 172 с. — ISBN 978-5-8114-3864-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126916>
2. Рыков, С. П. Основы научных исследований : учебное пособие для вузов / С. П. Рыков. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 132 с. — ISBN 978-5-8114-5902-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159496>

Дополнительная литература

1. Шутов А.И. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шутов А.И., Семикопенко Ю.В., Новописный Е.А.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013.— 101 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28378>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Вайнштейн М.З. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Вайнштейн М.З., Вайнштейн В.М., Кононова О.В.— Электрон. текстовые данные.— Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, Поволжский государственный технологический университет, ЭБС АСВ, 2011.— 216 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22586>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л.— Электрон. текстовые данные.— Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 271 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7003>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Кузнецов, И.Н. Основы научных исследований: Учебное пособие для бакалавров [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М.: Дашков и К, 2014. — 283 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56264 — Загл. с экрана.
5. Рыжков, И.Б. Основы научных исследований и изобретательства [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 223 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2775 — Загл. с экрана.
6. Жистин, Е.А. Основы проведения научных исследований [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Е.А. Жистин, В.А. Авроров. — Электрон. дан. — Пенза : ПензГТУ (Пензенский государственный технологический университет), 2010. — 28 с. — Режим

доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=62642 — Загл. с экрана.

7. Шкляр М.Ф. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие для бакалавров/ Шкляр М.Ф.— Электрон. текстовые данные.— М.: Дашков и К, 2015.— 208 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10946>.— ЭБС «IPRbooks»

8. Вербицкий В.И. Оптимизация процессов с помощью эксперимента [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Основы научных исследований и техника эксперимента»/ Вербицкий В.И., Коротченко А.Ю.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010.— 20 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31486>.— ЭБС «IPRbooks»

Интернет-ресурсы

1. <http://e.lanbook.com/books/> - электронно-библиотечная система издательства «Лань».

2. <http://www.knigafund.ru/> - электронная библиотека «Книгафонд».

3. <http://www.biblioclub.ru/> - университетская библиотека онлайн.

4. <http://e.library.ru/> - научная электронная библиотека труда в животноводстве.

5. База данных нормативных документов (ГОСТ, ОСТ, СНИП и пр.) <http://rgost.ru>

6. База данных нормативных документов (ГОСТ, ОСТ, СНИП и пр.) <http://remgost.ru>

7. Сайт РОССТАНДАРТА <http://www.gost.ru>

8. Сайт ФИПС России, с возможностью доступа к базам данных патентов. <http://www1.fips.ru>

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

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

ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра: «Электроснабжение»

Методические указания

**для прохождения производственной практики Проектная практика
по электрическим станциям и подстанциям**

Для студентов очной и заочной форм обучения

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки «Электрические станции и подстанции»

Квалификация выпускника - Бакалавр

Рязань, 2020 г

Задание для прохождения производственной проектной практики по электрическим станциям и подстанциям предназначено для студентов очной и заочной формы обучения по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и содержит рекомендации по ее проведению, составлению отчета, дневника и защите отчета.

Разработчики Заведующий кафедрой «Электроснабжение» Каширин Д.Е., доцент Нагаев Н.Б.

(должность, кафедра)



(подпись)

Каширин Д.Е. _____
(Ф.И.О.)



(подпись)

Нагаев Н.Б. _____
(Ф.И.О.)

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «_30_» ___ августа ___ 2020 г., протокол №1

Заведующий кафедрой _____ Электроснабжение
_____ (кафедра)



Каширин Д.Е

Одобрено учебно-методической комиссией по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

ФГБОУ ВО РГАТУ имени П.А. Костычева

Протокол № 1 от 30 августа 2020 г.

Председатель учебно-методической комиссии



А.С. Морозов

1. Цель производственной практики

Закрепление теоретических и практических знаний, полученных в ходе изучения специальных дисциплин;

- изучение технологических процессов с применением электрической энергии в промышленности;
- приобретение профессиональных навыков обслуживания электрооборудования и средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве;
- участие в проектировании технических средств, систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры предприятий;
- умение применять современные технологии и методы технического обслуживания, хранения, ремонта и восстановления деталей электрических машин для обеспечения постоянной их работоспособности;
- овладение навыками монтажа, наладки и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, машин и установок, в том числе работающих непосредственно в контакте с биологическими объектами.

2. Задачи производственной практики

- приобретение навыков инженерной деятельности по проектированию электрооборудования;
- изучение технической документации по электроустановкам и электротехнологиям;
- изучение систем электроснабжения электроустановок;
- изучение основных технологических процессов с применением электроэнергии на предприятии;
- изучение электротехнических материалов, используемых при эксплуатации и ремонте электрооборудования и электроустановок;
- приобретение навыков выполнения основных операций по монтажу электрооборудования и ведения текущей инженерной документации;
- изучение механизмов, инструментов и электротехнических материалов, применяемых при электромонтажных работах;
- изучение защитных мер электробезопасности при электромонтажных работах;
- освоение технологии безаварийной эксплуатации электрооборудования станций и подстанций
- разработка проектов подстанций 6-10 кВ.

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

В результате прохождения данной производственной практики у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции, установленные программой практики:

Наименование категории (группы) компетенций	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции (знать, уметь, владеть)
Профессиональные компетенции			
Тип задач профессиональной деятельности: проектный			

<p>–Сбор и анализ данных для проектирования объектов профессиональной деятельности (ПД);</p> <p>– Составление конкурентно-способных вариантов технических решений при проектировании объектов ПД;– Выбор целесообразных решений и подготовка разделов предпроектной документации на основе типовых технических решений для проектирования объектов ПД.</p>	ПК-1	Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций	<p>ПК-1.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений.</p> <p>ПК-1.2. Обосновывает выбор целесообразного решения</p> <p>ПК-1.3. Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений.</p> <p>ПК-1.4. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации</p>
<p>– контроль технического состояния технологического оборудования объектов ПД;</p> <p>– техническое обслуживание и ремонт объектов ПД.</p>	ПК-2	Способен участвовать в эксплуатации электрических станций и подстанций	ПК-2.3. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования

4. Порядок прохождения практики:

Практика студентов должна проходить на рабочих местах и в экскурсионной форме. Рабочий день студента устанавливается продолжительностью 6 часов. Студенты обязаны полностью подчиняться действующим на предприятии правилам внутреннего распорядка.

Продолжительность практики два диапазона по 6 недель или 60 рабочих дней, которые распределяются приблизительно следующим образом:

- 1) Инструктаж по технике безопасности, оформление пропусков (1 день);

- 2) Составление календарного плана практики, экскурсия по технологическим и электрическим установкам (1 день);
- 3) Изучение структуры предприятия и его электрослужбы (1 день);
- 4) Изучение технологических схем, объектов и технологического оборудования (3 дней);
- 5) Работа в лабораториях и подразделениях электрослужбы (19 дней);
- 6) Работа с производственной документацией, проектными, инструктивными и отчетными материалами электроцеха и отдела главного энергетика (34 дня);
- 7) Работа в библиотеке по субботам;
- 8) Оформление отчета (1 день).

Приведенный график распределения времени является ориентировочным и может изменяться по усмотрению руководителя практики от предприятия.

Для самоконтроля и контроля со стороны руководителя за ходом практики студент ведет дневник. В дневнике ежедневно записывает все виды выполняемой студентом работы и вся полученная им в течении дня информация. Форма ведения дневника произвольная, затем его материалы вносятся в соответствующий бланк. Дневник является основным документом, на основании которого оценивается степень выполнения программы практики.

Дневник подписывается руководителем практики от предприятия и прилагается к отчету студента о прохождении практики.

5. Программа практики и составление отчета

В процессе проведения производственной практики необходимо по проектной и технической документации предприятия, инструктивным материалам, через приобретение практических знаний и навыков работы с электрическими машинами, электроприводами, электрическими аппаратами и электроустановками, электрооборудованием и устройствами защиты проработать и изучить :

1. Схемы КЭС.
2. Схемы ТЭЦ.
3. Схемы ГЭС.
4. Схемы РУВН ПС с ВН 110 кВ.
5. Схемы РУВН ПС с ВН 220 кВ.
6. Схемы РУВН ПС с ВН 330-750 кВ.
7. Схемы РУВН ПС.
8. Схемы РУВН ПС.
9. Схемы РУВН ПС с ВН 35 кВ.
10. Выбор и проверка разъединителей.
11. Выбор и проверка трансформаторов тока.
12. Выбор и проверка трансформаторов напряжения.
13. Конструкции трансформаторов напряжения.
14. Конструкция КРУЭ.
16. Конструкция КРУ и КРУН.
17. Конструкция масляных выключателей.
18. Конструкция воздушных выключателей.
19. Конструкция вакуумных выключателей.
20. Конструкция элегазовых выключателей.

При изучении технологии и технологического оборудования следует обратить внимание на требования к их характеристикам, исполнению, мощности, к регулированию скорости вращения электродвигателей к минимально допустимому перерыву электроснабжения, описать последствия перерывов электроснабжения электроснабжения на технологический процесс и возможный ущерб.

При анализе необходимо использовать не только техническую документацию и инструктивные материалы, но и учебную литературу, справочники, монографии и т. п.

Изучая технологию, электрические машины, электроприводы, электрооборудование и т. д., следует выявлять их недостатки, При описании технологических процессов, электродвигателей, графиков нагрузки, схем электроснабжения и т. д. необходимо приводить графический материал: план расположения технологического оборудования и электродвигателей, электрические схемы, графики нагрузок, выполненные в соответствии с требованиями ЕСКД.

Отчет составляется на основании ежедневных записей в дневнике, сопровождается рисунками, чертежами и графиками. Отчет оформляется во время практики и подписывается руководителем практики от предприятия. Оформление отчета должно отвечать требованиям ГОСТ 2.105 - 95 «Общие требования к текстовым конструкторским документам».

В отчете необходимо делать по тексту ссылки на использованную литературу. Отчет оформляется в соответствии с требованиями ЕСКД . Общий объем отчета по производственной практике должен составлять 20-25 страниц (без приложений: дневник, индивидуальное задание, характеристика, рабочий график (план), направление на практику).

Материалы, собранные при выполнении программы практики, являются основой для курсового проектирования по дисциплинам, а также для выпускной квалификационной (бакалаврской) работы, которая выполняется по завершению четвертого года обучения.

6. Формы промежуточной аттестации (по итогам производственной практики)

Формой итогового контроля является зачет с оценкой. Прием зачета проводится после окончания практики, в сроки установленные кафедрой и графиком учебного процесса. Для его получения студенты представляют отчет, дневник по практике и характеристику с подписью руководителя и печатью предприятия, рабочий график (план), индивидуальное задание. Документы предоставляются на бумажном носителе и в электронном виде в Word. Листы с подписями и печатями сканируются и вставляются в единый документ Word поверх соответствующих листов в Word. Преподавателю сдаются все документы отчета **единым файлом**.

Вместе с дневником, заполненной путевкой (с отметкой предприятия о прохождении практики) и производственной характеристикой, заверенной печатью и др. документами отчет сдается руководителю практики от университета не позднее 10 дней с момента, когда студент приступил к занятиям.

Практика считается пройденной успешно и студенту ставится зачет с оценкой, если при защите отчета студент показал хорошие знания по всем разделам программы практики. Кроме того, при оценке итогов работы студента на практике принимается во внимание характеристика руководителя от предприятия, содержание и качество ведения дневника, а так же содержание и оформление отчета по практике.

7.1. Основная литература

а) печатные издания:

1. Онищенко, Г. Б.

Электрический привод [Текст] : учебник. - М. : ИНФРА-М, 2017. - 294 с. - (Высшее образование: Бакалавриат).

2. Проектирование электрических машин [Текст] : учебник для студентов электромеханических и электроэнергетических специальностей вузов / под ред. И.П. Копылова. - 4-е изд. ; перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2017. - 767 с. Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru> ЭБС «Юрайт»

3. Соколова, Е. М.

Электрическое и механическое оборудование: Общепромышленные механизмы и бытовая техника [Текст] : учебник. - 9-е изд., испр. - М. : Академия, 2017. - 224 с.

7.2 Дополнительная литература:

1. Приборы и средства диагностики электрооборудования и измерений в системах электроснабжения [Текст] : справочное пособие / Под ред, В.И. Григорьева. - М. : Колос, 2016. - 272 с.

2. Электропривод и электрооборудование [Текст] : учебник для студентов вузов, / А.П. Коломиец, Н.П. Кондратьева, И.Р. Владыкин, С.И. Юран. - М. : КолосС, 2018. - 328 с. : ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

3 Баранов, Л.А. Светотехника и электротехнология [Текст] : учеб. пособие / Л.А. Баранов, В.А. Захаров. - М.: КолосС, 2016. - 344 с. –

4. Соколова, Е. М. Электрическое и механическое оборудование: Общепромышленные механизмы и бытовая техника [Текст] : учебник. - 9-е изд., испр. - М. : Академия, 2017. - 224 с.

7.3 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. ЭБ «Академия». - Режим доступа: <http://www.academia-moscow.ru/>

2. ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>

3. ЭБС «IPRbooks». Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16402>

4. ЭБС «Лань». – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>

8 .Материально-техническое обеспечение производственной технологической практики :

Аудитория № 45, 33, 14

Электродвигатели, электроустановки, трансформаторы, технологическое электрооборудование различного назначения, аппаратура релейной защиты, высоковольтные и низковольтные аппараты и др. электрооборудование.

Лабораторные стенды с установленным в них оборудованием :

1. Измерительные приборы: амперметры постоянного, переменного тока и универсальные, ваттметры, фазометры, измерительные мосты емкости и индуктивности, осциллограф, цифровые мультиметры, измеритель параметров мощных транзисторов, электрический счетчик электромагнитной энергии;

2. Сопротивления, реостаты, катушки индуктивности, батареи конденсаторов и сопротивлений;

3. Трансформаторы, ЛАТРы;

4. Коммутационная аппаратура;

5. Нелинейные сопротивления (инфракрасные излучатели);

6. Источники постоянного, переменного и трехфазного тока;

7. Асинхронные электродвигатели; тахометр ТЦ-3М; вольтметр В7-16;

8. Электронные устройства:

1. Регулируемый источник тока;

2. Регулируемый источник напряжения;

3. Генератор пилообразного напряжения;

4. Тиристорный регулятор напряжения;

5. Выпрямительный мост;

6. Транзисторный усилитель;

7. Мультивибратор;

8. Триггер;

9. Высокочастотный генератор.

10. Генераторы сигналов синусоидальной и прямоугольной формы.

Средства обеспечения освоения теоретического материала практики

Мультимедийное оборудование: персональный компьютер (ноутбук) с набором необходимых приложений, портативный мультимедийный проектор, проекционный экран, наглядные учебные пособия, электромагнитное оборудование.

Примерный план отчета (ориентироваться также на индивидуальное задание)

1. Введение. Цели и задачи прохождения практики.
2. Основная часть.
 - 2.1 Описание хозяйства, предприятия;
 - 2.2 Организационная структура предприятия и его энергетического подразделения;
 - 2.3 Общая характеристика предприятия, описание технологических процессов, технологических установок по месту прохождения практики.
 - 2.4 Электродвигатели, их исполнение, техническая характеристика и режимы работы. Технология их ремонта, эксплуатации и обслуживания.
 - 2.5 Электроприводы и управляемые электромеханические системы; технология их ремонта, эксплуатации и обслуживания.
 - 2.6 Трансформаторы и высоковольтные аппараты. Технология их ремонта, эксплуатации и обслуживания;
 - 2.7 Низковольтные аппараты и их технические характеристики. Технология их ремонта, эксплуатации и обслуживания;
 - 2.8 Устройства защиты и автоматики, используемые в энергетическом и электротехническом оборудовании;
 - 2.9 Технологические средства разработки и ведения документации.
3. Индивидуальное задание
4. Заключение.
5. Список литературы.
6. Приложения (электрические схемы, планы с нанесенным технологическим оборудованием и др.)

Например:

Заключение

Какие компетенции освоены обучающимся, какие умения и навыки приобретены, а также какие проблемы имеются на предприятии и т.д.; какие интересные решения имеются, что предлагается.

Сделать несколько фотографий прохождения практики (2-3) и разместить их в приложении.

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

Инженерный факультет

ОТЧЕТ

по производственной практике

Проектной практике по электрическим станциям и подстанциям

(название профильной организации)

Отчет сдан на проверку: «__» ____ 202__ г.

Отчет защищен «__» _____ 2020 __ г.

Оценка « _____ »

Отчет подготовил: студент

__ курса , группы _____

инженерного факультета

очной/заочной формы обучения

направления подготовки

Направление подготовки

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки

«Электрические станции и подстанции»

Иванов Иван Иванович

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 организации о выполнении обучающимся программы практики.

Руководитель практики от предприятия _____ / Ф.И.О. /

Дата, подпись

Печать

Рабочий график (план)
проведения производственной практики

Проектной практике по электрическим станциям и подстанциям

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.)

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

Инженерный факультет

ДНЕВНИК

Проектной практике по электрическим станциям и подстанциям
обучающегося

(фамилия, имя, отчество обучающегося)

Курс _____ Группа _____

Направление подготовки _____

Направленность (профиль) образовательной программы _____

Сроки практики _____

Место прохождения практики

(Организация, район, область)

Руководитель практики от профильной организации

/ _____ /
(должность, подпись, Ф.И.О.)

МП

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

Факультет Инженерный Кафедра Электроснабжение

Направление подготовки: «Электроэнергетика и электротехника»

Направленность (профиль) образовательной программы: «Электрические станции и подстанции»

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ
на проектную практику по электрическим станциям и подстанциям

(фамилия, имя, отчество)

1. Место прохождения студентом практики

- наименование организации/предприятия: _____
- фактический адрес практики (республика/область/край, район/город, населенный пункт: село/деревня и т.д.): _____

2. Объекты профессиональной деятельности(в соответствии с ФГОС ВО)

3. Вид (виды) профессиональной деятельности, к которым готовится выпускник

4. Профессиональная(ые) задача(и) на решение которых в основном ориентирована научная работа (в соответствии с ФГОС ВО)

5. Основные профессиональные компетенции, на формирование которых направлена производственная практика

- эксплуатация электрооборудования подстанций, изучение технической документации;
 - выбор электрооборудования подстанций;
 - выбор силовых выключателей, техническое обслуживание, ремонт, настройка, поверка, установка и монтаж;
 - подбор разделителей, отделителей и короткозамыкателей
 - выбор средств ограничения токов к.з.
 - подбор измерительных трансформаторов тока и напряжения,
 - выбор трансформаторов собственных нужд (т.с.н.)
 - выбор шин и изоляторов
 - расчет заземляющего устройства
 - выбор устройств защитного заземления и грозозащита
- изучение технической документации, техническое обслуживание, ремонт, монтаж, демонтаж трансформаторов;
- подбор электроизмерительных приборов, изучение технической документации, изучение принципа работы ЭИП, техническое обслуживание, ремонт, монтаж, демонтаж ЭИП;

6. Дата выдачи задания на практику _____

7. Дата представления отчета на проверку

Руководитель практики

_____/_____/

(подпись)

Задание принял к исполнению _____

/ _____/

(подпись студента)

ВЫПИСКА ИЗ ФГОС ВО 13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА:

Области профессиональной деятельности и сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие основные профессиональные образовательные программы высшего образования - программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (далее соответственно – выпускники, программа бакалавриата, направление подготовки), могут осуществлять профессиональную деятельность:

- 01 Образование и наука (в сфере научных исследований);
- 16 Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство (в сфере проектирования и эксплуатации объектов электроэнергетики);
- 17 Транспорт (в сфере проектирования и эксплуатации электротехнического оборудования электрического транспорта);
- 19 Добыча, переработка, транспортировка нефти и газа (в сфере эксплуатации газотранспортного оборудования и газораспределительных станций);
- 20 Электроэнергетика (в сферах электроэнергетики и электротехники,
- 24 Атомная промышленность (в сферах: проектирования и эксплуатации объектов электроэнергетики; технического обслуживания и ремонта электромеханического оборудования);
- 27 Металлургическое производство (в сфере эксплуатации электротехнического оборудования);
- 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сферах: производства волоконно-оптических кабелей; проектирования и эксплуатации электроэнергетических систем, электротехнических комплексов, систем электроснабжения, автоматизации и механизации производства).

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность в других областях профессиональной деятельности и (или) сферах

профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

Типы задач профессиональной деятельности выпускников:

- научно-исследовательский;
- проектный;
- конструкторский;
- технологический;
- эксплуатационный;
- организационно-управленческий;
- монтажный;
- наладочный.

Перечень основных объектов (или областей знания) профессиональной деятельности выпускников:

- электрические станции и подстанции;
- электроэнергетические системы и сети;
- системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объектов;
- установки высокого напряжения различного назначения, электроизоляционные материалы, конструкции и средства их диагностики, системы защиты от молнии и перенапряжений, средства обеспечения электромагнитной совместимости оборудования, высоковольтные электротехнологии;
- релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем;
- энергетические установки, электростанции и комплексы на базе возобновляемых источников энергии;
- электрические машины, трансформаторы, электромеханические комплексы и системы, включая их управление и регулирование, электроэнергетические и электротехнические установки высокого напряжения;

- электрические и электронные аппараты, комплексы и системы электромеханических и электронных аппаратов, автоматические устройства и системы преобразования и управления потоками энергии и информации;
- электрический привод механизмов и технологических комплексов, включая электрические машины, преобразователи электроэнергии, сопрягающие, управляющие и регулирующие устройства, во всех отраслях хозяйства;
- электротехнологические процессы и установки с системами питания и управления, установки и приборы бытового электронагрева;
- тяговый электропривод и электрооборудование железнодорожного и городского электрического транспорта, устройства и электрооборудование систем тягового электроснабжения;
- элементы и системы электрического оборудования автомобилей и тракторов;
- судовые автоматизированные электроэнергетические системы, преобразовательные устройства, электроприводы энергетических, технологических и вспомогательных установок, их систем автоматики, контроля и диагностики;
- электроэнергетические системы, преобразовательные устройства и электроприводы энергетических, технологических и вспомогательных установок, их системы автоматики, контроля и диагностики на летательных аппаратах;
- электрическое хозяйство промышленных предприятий, организаций и учреждений, электротехнические комплексы, системы внутреннего и внешнего электроснабжения предприятий и офисных зданий, низковольтное и высоковольтное электрооборудование, системы учета, контроля и распределения электроэнергии;
- электрическая изоляция электроэнергетических, электротехнических устройств и устройств радиоэлектроники, кабельные изделия и провода,

электрические конденсаторы, материалы, полуфабрикаты и системы электрической изоляции;

- потенциально опасные технологические процессы и производства в электроэнергетике и электротехнике, методы и средства защиты человека, электроэнергетических и электротехнических объектов и среды обитания от опасностей и вредного воздействия, методы и средства оценки опасностей, правила нормирования опасностей и антропогенного воздействия на среду обитания;

- организационные подразделения систем управления государственными, акционерными и частными фирмами, научно-производственными объединениями, научными, конструкторскими и проектными организациями, функционирующими в областях электротехники и электроэнергетики в целях рационального управления экономикой, производством и социальным развитием вышеперечисленных объектов, правовая, юридическая, организационно-финансовая документация.

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ
К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ПРОЦЕДУРА ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

(указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО)

по направлению подготовки/специальности

13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

**направленность (профиль) программы
«Электрические станции и подстанции »**

Рязань 2020

УДК

ББК

Рецензенты:

Декан инженерного факультета, к.т.н., доцент А.Н. Бачурин

Доцент кафедры электроснабжения, к.т.н., доцент С.Н. Гобелев

Заведующий кафедрой электроснабжения, д.т.н., доцент Д.Е. Каширин

Заместитель декана инженерного факультета, ст.преподаватель С.Е. Крыгин

Заведующий кафедрой электротехники и физики, к.т.н., доцент С.О. Фатьянов

Ст.преподаватель Ю.В. Якунин

Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки 13.03.02

Электроэнергетика и электротехника к.т.н., доцент по кафедре электротехники и

физики А.С. Морозов

Методические указания по подготовке к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленность (профиль) программы «Электрические станции и подстанции» – Рязань: Издательство ФГБОУ ВО РГАТУ, 2020. – ЭБС РГАТУ

Рассмотрены и утверждены на заседании ученого совета инженерного факультета» «31» августа 2020 г. Протокол № 1

Председатель учебно-методической комиссии
по направлению подготовки

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»



(Подпись)

А.С. Морозов

(Ф.И.О.)

СОДЕРЖАНИЕ*

ВВЕДЕНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ЗАЩИТЕ
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ (ВКР) (указывается
вид ВКР в соответствии с уровнем ВО)

1.1 Подготовка к процедуре защиты ВКР

1.2 Процедура защиты ВКР

2. МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ
РАБОТЫ (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО)

2.1. Выбор темы и основные этапы выполнения

2.2. Структура и содержание выпускной квалификационной работы
(указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО)

3. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ (указывается вид ВКР в соответствии
с уровнем ВО)

3.1. Титульный лист

3.2. Задание на выпускную квалификационную работу

3.3. Аннотация

3.4. Изложение текстового материала

3.5. Таблицы и иллюстрации

3.6. Сокращения, условные обозначения, формулы, единицы измерения и
ссылки

3.7. Оформление списка используемых источников

3.8. Приложения

4. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ВКР

ПРИЛОЖЕНИЯ

ВВЕДЕНИЕ

Государственная итоговая аттестация обучающихся по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленность (профиль) программы «Электрические станции и подстанции» в ФГБОУ ВО РГАТУ установлена учебным планом основной образовательной программы в соответствии с требованиями ФГОС ВО 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и проводится в форме:

проводится в форме:

- государственного экзамена;
- выпускной квалификационной работы.

Методические указания по подготовке к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы бакалавра по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленность (профиль) программы «Электрические станции и подстанции» регламентируют методику подготовки, требования к оформлению выпускной квалификационной работы бакалавра.

Методические указания по подготовке к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы бакалавра по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленность (профиль) программы «Электрические станции и подстанции» подготовлены в соответствии со следующими документами:

- Федеральным законом от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в 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 05.04.2017г. №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 N 636;
- Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»;
- Законодательными актами Российской Федерации, нормативными актами Министерства образования и науки Российской Федерации, регламентирующими образовательную деятельность;
- Уставом ФГБОУ ВО РГАТУ;
- Локальными нормативными актами ФГБОУ ВО РГАТУ.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ЗАЩИТЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО)

1.1. Подготовка к процедуре защиты ВК

1.1.1 Выпускная квалификационная работа бакалавра 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.

1.1.2 Выпускная квалификационная работа по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» выполняется в виде выпускной квалификационной работы бакалавра.

1.1.3 Основными качественными критериями оценки выпускной квалификационной работы являются:

- актуальность и новизна темы;
- достаточность использованной литературы по теме;
- обоснованность привлечения тех или иных методов решения поставленных задач;
- глубина и обоснованность анализа полученных результатов;
- четкость и грамотность изложения материала, качество оформления работы;
- умение вести полемику по теоретическим и практическим вопросам выпускной квалификационной работы;
- правильность ответов на вопросы членов ГЭК.

1.1.4 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. Факт ознакомления обучающегося с примерными темами выпускных квалификационных работ удостоверяется подписью обучающегося.

1.1.5 После выбора темы каждому обучающемуся необходимо написать заявление на имя декана факультета (Приложение № 1).

1.1.6 По письменному заявлению обучающегося (нескольких обучающихся, выполняющих выпускную квалификационную работу совместно) может быть предоставлена возможность подготовки и защиты выпускной квалификационной работы по теме, предложенной обучающимся, в случае обоснованности целесообразности ее разработки для практического применения в соответствующей области профессиональной деятельности или на конкретном объекте профессиональной деятельности.

1.1.7 Темы для выполнения выпускной квалификационной работы обучающимися утверждаются приказом ректора не позднее начала преддипломной

практики. Для подготовки выпускной квалификационной работы за обучающимся (несколькими обучающимися, выполняющими выпускную квалификационную работу совместно) приказом ректора закрепляется научный руководитель выпускной квалификационной работы из числа работников университета и при необходимости консультант (консультанты). Изменение темы выпускной квалификационной работы осуществляется по заявлению студента, подписанного научным руководителем и заведующим кафедрой. Изменение темы выпускной квалификационной работы возможно не позднее, чем по истечении 1/3 срока, отведенного на ее подготовку. Изменение темы оформляется приказом ректора.

1.1.8 По письменному заявлению нескольких обучающихся допускается выполнение выпускной квалификационной работы совместно. В этом случае в задании на ВКР должен содержаться принцип равноценности вклада каждого обучающегося в содержание ВКР.

1.1.9 Примерные правила оформления выпускной квалификационной работы приведены в Приложении № 3.

1.1.10 Процесс выполнения выпускной квалификационной работы включает в себя ряд взаимосвязанных этапов:

- выбор темы и ее утверждение в установленном порядке;
- формирование структуры и календарного графика выполнения работы, согласование с научным руководителем;
- составление библиографии, ознакомление с законодательными актами, нормативными документами и другими источниками, относящимися к теме работы;
- сбор фактического материала в статистических органах, на предприятиях различных форм собственности и других организациях;
- обработка и анализ полученной информации с применением современных методов;
- формулирование основных теоретических положений, практических выводов и рекомендаций по результатам анализа;
- оформление ВКР в соответствии с установленными требованиями и представление ее руководителю;
- доработка первого варианта выпускной квалификационной работы с учетом замечаний научного руководителя;
- чистовое оформление выпускной квалификационной работы, списка использованных документальных источников и литературы, приложений;
- подготовка доклада для защиты выпускной квалификационной работы на заседании экзаменационной комиссии;
- подготовка демонстрационных чертежей или раздаточного материала, включающего в себя в сброшюрованном виде компьютерные распечатки схем, графиков, диаграмм, таблиц, рисунков и т.п.;
- получение допуска к защите выпускной квалификационной работы.

1.1.11 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.

1.1.12 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.

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

1.1.14 По предложению научного руководителя ВКР в случае необходимости кафедре предоставляется право приглашать консультантов по отдельным узконаправленным разделам ВКР за счет лимита времени, отведенного на руководство ВКР. Консультантами по отдельным разделам ВКР могут назначаться профессора и преподаватели университета, а также высококвалифицированные специалисты и научные работники других учреждений и предприятий. Консультанты проверяют соответствующую часть выполненной обучающимся ВКР и ставят на ней свою подпись.

1.1.15 Консультанты уточняют с обучающимся объем и содержание работ по соответствующим разделам, оказывают им методическую помощь и консультации при выполнении намеченных работ, проверяют и оценивают качество выполненной работы и ставят свою подпись на титульном листе пояснительной записки и в графической части по своему разделу.

1.1.16 Кафедра устанавливает календарный график периодической проверки хода выполнения выпускной квалификационной работы. В указанные сроки обучающийся отчитывается перед руководителем выпускной квалификационной работы.

1.1.17 После завершения подготовки обучающимся выпускной квалификационной работы научный руководитель выпускной квалификационной работы представляет на кафедру, где выполняется выпускная квалификационная работа, письменный отзыв о работе обучающегося в период подготовки выпускной квалификационной работы (далее - отзыв). В случае выполнения выпускной квалификационной работы несколькими обучающимися научный руководитель выпускной квалификационной работы представляет на кафедру, где выполняется выпускная квалификационная работа, отзыв об их совместной работе в период подготовки выпускной квалификационной работы.

1.1.18 Подготовленная к защите выпускная квалификационная работа представляется выпускником научному руководителю, не позднее, чем за неделю до ее защиты.

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

1.1.20 Научный руководитель готовит отзыв (Приложение № 6) 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.

1.1.21 Результаты проверки выпускной квалификационной работы на объем заимствования, в том числе содержательного выявления неправомерных заимствований в обязательном порядке прилагаются к отзыву с последующим представлением в ГЭК. Результаты проверки должны быть подписаны научным руководителем.

1.1.22 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).

1.1.23 Научный руководитель должен оценить работу обучающегося во время выполнения данной выпускной квалификационной работы, приобретенные знания и сформированные компетенции.

1.1.24 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.

1.1.25 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.

1.1.26 При наличии допуска к защите и отзыва научного руководителя выпускная квалификационная работа представляется к защите в государственной экзаменационной комиссии. Обучающийся имеет право на публичную защиту выпускной квалификационной работы при отрицательном отзыве научного руководителя и рецензента.

1.1.27 Выпускник, получив положительный отзыв о ВКР от научного руководителя ВКР, и разрешение о допуске к защите, должен подготовить доклад (до 10 минут), в котором четко и кратко излагаются основные результаты исследования, проведенные при выполнении ВКР. При этом целесообразно

пользоваться техническими средствами и (или) использовать раздаточный материал для председателя и членов ГЭК.

1.1.28 Доклад включает в себя: актуальность выбранной темы, предмет изучения, методы, использованные при изучении проблемы, новые результаты, достигнутые в ходе исследования и вытекающие из исследования, основные выводы.

1.1.29 Текст доклада должен быть максимально приближен к тексту ВКР, поэтому основу выступления составляют введение и заключение, которые зачастую используются в выступлении практически полностью. Также практически полностью используются выводы в конце каждого из разделов. Построение доклада должно обеспечивать логическую взаимосвязь темы, цели, актуальность ВКР, основного содержания полученных результатов и рекомендаций по их практическому применению. Тезисы доклада должны быть согласованы с научным руководителем ВКР, отработаны и прослушаны. Это способствует свободному изложению доклада без обращения к тексту.

Рекомендуется следующая структура доклада:

- отражение темы, актуальности и цели ВКР, направленности;
- постановка решаемых задач;
- изложение и краткое обоснование полученных результатов с указанием элементов новизны (по сравнению с известными подходами) решений;
- условия и результаты экспериментов (если имеются);
- рекомендации по дальнейшей разработке исследуемой темы и оценка эффективности полученных решений;
- заключение (выводы) по проделанной работе, перечисление основных результатов работы.

Для защиты ВКР бакалавра отводится 10-25 минут – это с представлением, докладом, зачитыванием отзыва и вопросами ГЭК. Оптимальным является доклад длительностью 6-8 минут, что соответствует примерно полторы страницы текста (формат А4, шрифт 12pt). Временная структура доклада с использованием компьютерной презентации представлена в таблице.

Таблица - Временная структура доклада при защите ВКР

Раздел доклада	Длительность, минут	Количество слайдов
Введение. Обоснование темы исследования (актуальность, объект, предмет исследования, цель, задачи, методы и т.д.)	1-2	1-3
Краткое содержание работы (выводы по главам)	5-8	3-10
Результаты опытно-экспериментальной работы	1-3	3-5
Заключение (основные выводы, перспективы разработки проблемы)		1-2

Доклад должен быть неразрывно связан с иллюстрационной (графической) частью ВКР и сопровождаться ссылками на соответствующие чертежи. Вся графическая документация располагается в порядке изложения материала в докладе. В выступлении должны быть использованы только те графики, диаграммы и схемы, которые приведены в ВКР; использование в докладе данных, не вошедших в ВКР, недопустимо.

Любая фраза должна говориться зачем-то. Не просто потому, что проектант этим занимался в процессе работы. Каждая фраза должна логично подводить к

следующим фразам, быть для них посылкой, и в конечном итоге всё выступление должно быть подчинено главной цели - донести до аудитории две-три по-настоящему ценных мысли. Тогда выступление будет цельным и оставит хорошее впечатление.

1.1.30 Кафедра университета обеспечивает ознакомление обучающегося с отзывом не позднее чем за 5 календарных дней до дня защиты выпускной квалификационной работы. Факт ознакомления обучающегося удостоверяется подписью.

1.1.31 Выпускная квалификационная работа, отзыв и (при наличии) передаются в государственную экзаменационную комиссию не позднее чем за 2 календарных дня до дня защиты выпускной квалификационной работы.

1.1.32 Тексты выпускных квалификационных работ, за исключением текстов выпускных квалификационных работ, содержащих сведения, составляющие государственную тайну, размещаются в электронно-библиотечной системе университета и проверяются на объем заимствования. Порядок размещения текстов выпускных квалификационных работ в электронно-библиотечной системе университета, проверки на объем заимствования, в том числе содержательного, выявления неправомерных заимствований устанавливается университетом в соответствии с Положением о порядке размещения текстов выпускных квалификационных работ и научных докладов обучающихся в электронно-библиотечной системе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» и проверке их на объём заимствования.

1.1.33 Доступ третьих лиц к электронным версиям ВКР осуществляется по заявлению на имя первого проректора.

Доступ лиц к текстам выпускных квалификационных работ должен быть обеспечен в соответствии с законодательством Российской Федерации, с учетом изъятия по решению правообладателя производственных, технических, экономических, организационных и других сведений, в том числе о результатах интеллектуальной деятельности в научно-технической сфере, о способах осуществления профессиональной деятельности, которые имеют действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности их третьим лицам.

1.2 Процедура защиты выпускной квалификационной работы

1.2.1 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, практических навыков, знаний и умений, определяющих его способность к профессиональной деятельности.

1.2.2 Защита выпускной квалификационной работы проводится по месту нахождения университета. В случае выполнения выпускных квалификационных работ по заявкам работодателей могут быть организованы выездные заседания государственной экзаменационной комиссии, если защита выпускной

квалификационной работы требует специфического материально-технического оснащения.

1.2.3 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.

1.2.4 Процедура защиты ВКР может включать в себя следующие дополнительные элементы:

- заслушивание отзыва научного руководителя. Если научный руководитель не присутствует на защите, зачитывается его отзыв одним из членов ГЭК.
- ответы выпускника на замечания членов ГЭК и лиц, выступивших в ходе обсуждения ВКР.

1.2.5 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).

1.2.6 Обучающийся, не явившийся на защиту выпускной квалификационной работы без уважительной причины в соответствии с утвержденной очередностью, считается не прошедшим защиту выпускной квалификационной работы.

1.2.7 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 неправомерных заимствований;
- материалы, характеризующие научную и практическую ценность работы (при наличии).

1.2.8 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.

1.2.9 Защита выпускных квалификационных работ должна носить характер научной дискуссии и проходить в обстановке высокой требовательности и принципиальности.

1.2.10 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 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. Обучающимся и лицам, привлекаемым к государственной итоговой аттестации, во время защиты ВКР запрещается иметь при себе и использовать средства связи. Не допускается использование обучающимися при защите ВКР справочной литературы, печатных материалов, вычислительных и иных технических средств.

1.2.11 Обучающемуся рекомендуется сделать распечатку ключевых слайдов презентации для каждого члена ГЭК.

1.2.12 Для демонстрации компьютерной презентации и иллюстративных материалов аудитория, в которой проводится защита выпускной квалификационной работы, оснащается соответствующими техническими средствами (ноутбук, проектор, экран).

1.2.13 После доклада обучающегося ему задаются вопросы по теме работы, причем вопросы могут задавать не только члены ГЭК, но и все присутствующие.

1.2.14 В процессе защиты выпускной квалификационной работы члены государственной экзаменационной комиссии должны быть ознакомлены с отзывом научного руководителя выпускной квалификационной работы.

1.2.15 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.

Затем председатель выясняет у членов ГЭК, удовлетворены ли они ответом обучающегося, и просит присутствующих выступить по существу выпускной квалификационной работы.

1.2.18 Общее время защиты одной выпускной квалификационной работы не более 20 минут.

1.2.19 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, выявленном уровне подготовленности обучающегося к решению профессиональных задач.

1.2.20 Каждый член ГЭК дает свою оценку работы (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно) и, после обсуждения, выносятся 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».

1.2.21 Обобщенная оценка защиты выпускной квалификационной работы определяется с учетом отзыва научного руководителя, качества презентации результатов работы (демонстрационных материалов), оценки ответов на вопросы членов ГЭК.

1.2.22 Критерии оценок размещены в фонде оценочных средств для государственной итоговой аттестации.

1.2.23 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.

1.2.24 По завершении работы секретарь ГЭК проставляет оценки в протоколах и зачетных книжках, а также делает запись в зачетных книжках о форме, теме, руководителе и дате защиты выпускной квалификационной работы, присвоении выпускнику соответствующей квалификации и выдаче диплома (с отличием или без отличия). Все члены ГЭК ставят свои подписи в зачетных книжках.

1.2.25 Запись о выпускной квалификационной работе, защищенной на «неудовлетворительно» в зачетную книжку не вносится.

1.2.26 Результаты защиты выпускных квалификационных работ объявляются в тот же день после оформления протоколов заседаний ГЭК.

1.2.27 По окончании оформления всей необходимой документации в аудиторию приглашаются обучающиеся, защитившие выпускные квалификационные работы, и все присутствующие на заседании. Председатель ГЭК объявляет оценки и решение комиссии о присвоении квалификации выпускникам и о выдаче дипломов.

1.2.28 Протокол во время заседания ведет секретарь ГЭК. Протокол заседания государственной экзаменационной комиссии подписывается председателем государственной экзаменационной комиссии (в случае отсутствия председателя - его заместителем) и секретарем государственной экзаменационной комиссии и хранится в архиве университета.

1.2.29 Особенности подготовки к процедуре защиты и защита ВКР для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья регламентируются соответствующим Положением университета.

1.2.30 Порядок подачи и рассмотрения апелляционных заявлений осуществляется в соответствии с положением университета.

2. МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО)

2.1. Выбор темы и основные этапы выполнения

Выпускная квалификационная работа бакалавра выполняется на актуальную тему, соответствующую современному состоянию и перспективам развития науки управления.

Выбор темы является первым этапом работы и осуществляется в соответствии с установленной на кафедре тематикой. При этом обучающемуся предоставляется право самостоятельного выбора темы с учетом ее актуальности и практической значимости, планируемого места работы, научных интересов и т.д. Однако в этих случаях тема квалификационная работа бакалавра должна соответствовать программе подготовки выпускника и быть в рамках основных направлений исследований, проводимых кафедрой.

Закрепление темы квалификационная работа бакалавра производится на основании его письменного заявления и по представлению кафедры оформляется приказом по университету. Изменение темы квалификационная работа бакалавра во время ее выполнения должно иметь веские основания и осуществляется только решением кафедры по ходатайству руководителя.

После утверждения темы руководитель оформляет задание на подготовку квалификационная работа бакалавра по установленной форме (Приложение 4). Задание, которое вместе с выполненной работой представляется в ГЭК, утверждает заведующий кафедрой.

Весь процесс выбора темы, выяснения возможности ее выполнения, оформления заявления, утверждения и выдачи обучающемуся задания должен быть закончен до начала преддипломной практики.

Таблица 1 - График выполнения выпускной квалификационной работы (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО)

№ п.п.	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения
1.	Общая характеристика хозяйства и его основные технико-экономические показатели	
2.	Определение состава машинно-тракторного парка и планирование работ в хозяйстве	
3.	Конструкторские расчеты	
4.	Безопасность жизнедеятельности	
5.	Экологическая безопасность	
6.	Научно-исследовательская работа	
7.	Определение прямых эксплуатационных затрат	

Форма графика представлена в Приложении.

2.2. Структура и содержание выпускной квалификационной квалификационная работа бакалавра

Выпускная квалификационная работа (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) должна иметь органичную структуру, которая обеспечивала бы последовательное и логичное раскрытие темы и состояла бы из нескольких частей: введения; основной части, состоящей из глав (разделенных на части); выводов и предложений; списка используемых источников; при необходимости – приложений (графики, таблицы, схемы, бухгалтерская отчетность и др.). Каждый элемент работы имеет свою специфику и отличается друг от друга. Кроме этого, выпускная

квалификационная работа магистра (магистерская диссертация) включает титульный лист, задание на ВКР, график выполнения ВКР, аннотацию.

Общий объем выпускной квалификационной работы (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) составляет 70-90 страниц текста, набранных на компьютере через полтора межстрочных интервала шрифтом TimesNewRoman 14 pt.

Содержание структурных элементов квалификационная работа бакалавра представлено ниже.

Во введении дается краткое обоснование выбора темы ВКР, обосновывается актуальность проблемы исследования, объект и предмет исследования, определяются цель и задачи, методы исследования, описывается структура работы (перечисляются названия разделов и параграфов, раскрывается их содержание).

Кроме того, должна быть четко определена теоретическая база исследования, т. е. научные или научно-практические исследования по данной проблеме; сформулировано и обосновано отношение студента-выпускника к их научным позициям.

Далее следует показать научную новизну и практическую значимость работы. В этой части необходимо отразить суть научного новшества, обеспечивающего, например:

- совершенствование технологического процесса и его управления;
- повышение качества и надежности электроснабжения;
- увеличение производительности;
- повышение экологичности и безопасности;
- снижение затрат на производство единицы продукта и др.

Рассмотрим основные элементы введения более подробно.

Актуальность. Обоснование актуальности темы исследования - одно из основных требований, предъявляемых к ВКР выпускника. Актуальность может быть определена как значимость, важность, приоритетность среди других тем и событий. Выпускник должен кратко обосновать причины выбора именно данной темы, недостаточность ее разработанности в научных исследованиях, необходимость изучения проблемы и т. п.

Объект и предмет исследования. Нередко объект исследования определить достаточно сложно из-за множественности понятий, предметов, связей в различных видах деятельности. Определение предмета исследования – это, прежде всего, в какой-то мере уточнение «места и времени» действия. Исследователь как бы заявляет: - да, я знаю, что существуют другие свойства и другие отношения, другие связи и другие отношения, но мои «интересы – здесь», поэтому я избрал именно эту сферу (этот предмет) и здесь будет проходить все действие. Другими словами, предмет исследования – это определенный элемент в избранной области профессиональной деятельности, который обладает очевидными границами либо относительной автономностью существования. Объект отражает проблемную ситуацию, рассматривает предмет (аспект) исследования во всех его взаимосвязях. Объект исследования всегда шире, чем его предмет. Если объект – это область деятельности, то предмет – это изучаемый процесс в рамках объекта исследования.

Цель исследования – это мысленное прогнозирование результата, определение оптимальных путей решения задач в условиях выбора методов и приемов исследования в процессе подготовки ВКР.

Задачи исследования ВКР определяются поставленной целью и представляют собой конкретные последовательные этапы (пути) решения проблемы по достижению основной цели.

Метод исследования – это способ получения достоверных научных знаний, умений, практических навыков и данных в различных областях профессиональной деятельности. Метод – это совокупность приемов. Другими словами, прием – это часть метода. Например, при проведении исследования возможно использовать следующие методы:

- изучение и анализ научной литературы;
- изучение и обобщение отечественной и зарубежной практики;
- моделирование, сравнение, анализ, синтез, интервьюирование и т.д.

Научная новизна. Определение научной новизны относится ко всему исследованию в целом. Научная новизна в зависимости от характера и сущности исследования может формулироваться по-разному. Так, для теоретических работ научная новизна определяется тем, что нового внесено в теорию и методику исследуемого предмета. Для работ практической направленности научная новизна определяется результатом, который был получен впервые, возможно подтвержден и обновлен или развивает и уточняет сложившиеся ранее научные представления и практические достижения. Важнейшее значение в определении научной новизны исследования при подготовке ВКР имеет также прогнозирование результата (цели исследования).

Не допускается введение составлять как аннотацию и не рекомендуется во введение включать таблицы и рисунки.

В основной части ВКР раскрывается основное содержание разработки. Данный раздел – одна из наиболее важных составных частей ВКР и характеризует готовность студента к самостоятельной творческой работе. Это - всесторонняя и глубокая проработка вопросов анализа и синтеза, разработки методов и алгоритмов реализации, конструкторские разработки, компьютерные эксперименты, модели и т. п.

Основная часть может носить характер конструкторской, технологической, расчетной или исследовательской работы, а так же их комбинации (см. виды профессиональной деятельности бакалавра).

Для конструкторского направления основная часть может состоять из следующих позиций:

- литературный (или патентный) обзор;
- назначение и область применения проектируемого решения(электротехнического элемента);
- техническая характеристика;
- описание и обоснование выбранной конструкции;
- расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции;
- методика получения результатов и их анализ.

Технологический раздел отражает проведенную разработку технологии электроснабжения или изготовления технического продукта, технологии монтажа и наладки оборудования.

Все приводимые при проектировании расчеты и построения должны быть полностью отражены в пояснительной записке ВКР. Технические расчеты должны содержать:

- эскиз или схему рассчитываемого устройства, установки, оборудования, изделия;
- задачу расчета (с указанием, что требуется определить при расчете);
- данные для расчета;
- расчет с анализом и обобщением полученных результатов;
- выбор одного проектного решения путем сравнения вариантов по техническим показателям.

В состав технических расчетов могут входить расчеты электрические, точности, чувствительности, быстродействия, производительности, и т.д.

При научно-исследовательском характере работы в первом разделе приводятся результаты исследования предметной области и предмета проектирования, синтеза и анализа вариантов решения поставленной задачи и выбора конкретного варианта. Этот раздел должен подробным образом описывать путь, посредством которого студент планирует реализовать поставленные в ВКР задачи. Следует представить как можно подробнее описание производственного процесса предмета защиты с указанием узких (с экономической, технологической и организационной точек зрения) мест и путей их преодоления. Отметить, соответствует ли действующая техническая система современному уровню и возможностям её эффективного управления. Особо указать, как функционирование действующей технической системы сказывается на конечных результатах исследуемого процесса.

Для чего необходимо оценить:

- сложность управления, количество и перечень основных входных и выходных параметров контроля и управления;
- заданность управляющих воздействий и необходимость их оптимизации и подстройки в соответствии с динамикой процесса;
- необходимую степень точности параметров;
- требуемую надёжность технической системы, др.

Примерное содержание разделов ВКР:

1) Первый раздел. Обычно является методологической, теоретической частью. В нем проблема решается абстрактно, умозрительно и даже гипотетически. В нем могут быть обзоры предшествующих работ по данной теме, некоторая предыстория вопроса, патентный обзор решений подобного рода проблем. В первом разделе «обрисовывается» проблема, намечаются пути ее решения (вырабатывается так называемый «эскизный» проект).

2) Раздел второй. Должен быть практическим, экспериментальным. В нем часто авторы применяют в качестве инструмента для объяснения или оценки каких-то реальных явлений те принципы, которые были обоснованы в предыдущем разделе. Раздел содержит подробный анализ предмета исследования, описываются его основные параметры и характеристики. Соотношение между первым и вторым разделами можно условно представить как отношение между тезисом и аргументом.

3) Третий раздел. Обычно в этом разделе приводятся доказательства ранее выдвинутых положений и строится аргументация, приводятся расчеты, формулируются выводы и предложения. Раздел представляет описание результата

выполненной работы: разработанные схемы (и их описание), моделирование работы устройства, выявленные зависимости и предложенные методики, разработанное программное средство (структура, описание), пр.

В зависимости от особенностей ВКР отдельные разделы допускается объединять или исключать, а также вводить новые разделы в соответствии с требованиями задания.

Каждый раздел должен иметь логически вытекающие из его содержимого выводы.

В заключении делаются краткие выводы по выполнению задания на ВКР, описываются решения, принятые в разработках, их техническая целесообразность и предложения по их использованию, в том числе - внедрению в производство.

В Заключении следует отразить:

- основные выводы, результаты работы,
- дать самокритичную оценку тому, насколько удалось достигнуть провозглашенной во введении цели и выполнить поставленные задачи,
- насколько верными оказались методологические принципы, использованные в работе,
- спрогнозировать практическую полезность результатов проведенной работы,
- определить перспективы дальнейших исследований по данной теме.

Каждая рекомендация, сделанная в ВКР, должна быть обоснована с позиций эффективности, целесообразности и перспектив использования в практической деятельности или учебном процессе.

С п и с о к и з у ч е н н о й л и т е р а т у р ы содержит сведения об источниках, использованных при выполнении (как правило, не старше 10 лет), а также ссылки на электронные издания и материалы в Интернете.

Сведения об источниках располагаются в порядке появления ссылок, а не по алфавиту, и нумеруются арабскими цифрами. Стандарты в список литературы не включают. При необходимости, ссылку на номер ГОСТ, технический регламент, нормативно-технические акты, в т.ч. по охране труда, пожарной безопасности и электробезопасности, указывают в тексте.

3. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО)

3.1. Титульный лист

Титульный лист выпускной квалификационной работы (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) должен содержать важнейшие выходные сведения о ней: надзаголовочные данные; тема; сведения о студенте, выполнившем работу; научном руководителе; месте и времени подготовки работы. Эти сведения позволяют установить автора ВКР, других лиц, имеющих отношение к ее созданию и оценке. На основании данных сведений в сочетании с другими реализуется авторское право и при необходимости его защита в случае нарушения.

Титульный лист размещается и нумеруется первым, но номер на нем не проставляется. Выполняется на компьютере шрифтом, соответствующим стандарту. Перенос слов на титульном листе не допускается (Приложение №_).

3.2. Задание на выпускную квалификационную работу (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО)

Задание на выпускную квалификационную работу (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) выдается руководителем работы и утверждается заведующим кафедры. В задании должны быть указаны: название министерства и учебного заведения, кафедра; тема работы; кому выдано и когда; дата сдачи выполненной работы; исходные данные; содержание основных разделов; перечень графического материала; распределение объема работы по разделам и сроки их сдачи; подписи руководителя, консультанта (если таковой был) и обучающегося.

Задание на выпускную квалификационную работу (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) располагается после титульного листа должно быть набрано на компьютере.

3.4. Изложение текстового материала

Выпускную квалификационную работу (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) выполняют на стандартных листах формата А4 и оформляют, как правило, в твердую обложку. Допускается представлять иллюстрации, таблицы и распечатки с компьютеров на листах формата А3.

Работа может быть представлена в машинописном виде или с применением печатающих и графических устройств компьютера на одной стороне листа белой бумаги через 1,5 интервала с использованием 14 размера шрифта.

Текст выпускной квалификационной работы (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое – 10 мм, левое, верхнее, нижнее – 20 мм.

Вписывать формулы, условные знаки и отдельные слова, выполнять рисунки, исправлять после аккуратной подчистки мелкие опечатки, опiski и графические неточности, обнаруженные в процессе оформления выпускной квалификационной работы (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) допускается от руки чернилами (пастой) или тушью (не более 2^x на страницу). При крупных ошибках материал соответственно перепечатывают.

В тексте работы необходимо соблюдать общепринятые экономические, технические, международные терминологии и выдерживать абзацы. Абзац состоит из одного или нескольких предложений и выделяется отступом вправо в первой строке на 1,25 см.

Основная часть работы состоит из разделов, подразделов и пунктов. Разделы нумеруются арабскими цифрами без точки в пределах всей научной работы. Нумерация подразделов осуществляется в пределах каждого раздела и состоит из номера раздела и номера подраздела, разделяемых точкой. Например: 1.3. - это третий параграф первой главы, 2.4. - четвертый параграф второй главы и т.д. Номер раздела или параграфа указывают перед их заголовком. Нумерация пунктов осуществляется в пределах подраздела. Заголовки разделов, подразделов и пунктов следует записывать с абзаца с прописной буквы.

Заголовки «Введение», «Содержание», «Выводы и предложения», «Список используемых источников» и «Приложения» записываются в центре строки с

прописной буквы и не нумеруются.

Все страницы текста работы должны иметь сквозную нумерацию, начиная с титульного листа и заканчивая последней страницей последнего приложения, но сам номер страницы проставляется, начиная с содержания.

Номер страницы проставляется арабскими цифрами в центре нижней части листа без точки.

Расстояния между заголовками и последующим текстом оставляют равным 2 интервалам, а между последней строкой текста и расположенным ниже заголовком - 3 интервала. Названия разделов и параграфов должны соответствовать их содержанию и быть краткими.

3.5. Таблицы и иллюстрации

Таблицы. Основную часть, цифрового материала работы оформляют в таблицах, которые представляют собой систематизировано расположенные числа, характеризующие те или иные явления и процессы. Они должны в сжатом виде содержать необходимые сведения и легко читаться. Поэтому не рекомендуется перегружать их множеством показателей.

Таблицы сопровождают текстом, который полностью или частично должен предшествовать им, содержать их анализ с соответствующими выводами и не повторять приведенные в них цифровые данные. Нумерация таблиц сквозная, в пределах всей работы (до приложений к ней).

Таблицы размещают после первой ссылки на них в тексте или на следующей странице. При первой ссылке принято указывать в скобках сокращенное слово «таблица» и полный номер ее, а при повторной, кроме того, сокращенное слово «смотри», например: табл. 3, «см. табл. 3». Располагают таблицы так, чтобы можно было читать их без поворота работы или, что менее желательно, с поворотом ее по часовой стрелке, но не иначе. При переносе таблицы на следующую страницу головку ее повторяют и над ней помещаются слова «продолжение табл.» (пишут с прописной буквы) с указанием номера, например: продолжение табл. 1. Если таблица громоздкая, то пронумеровывают графы ниже их заголовков (подзаголовков) и повторяют эту нумерацию на следующей странице вместо головки.

Не следует включать в таблицу графы «№ п/п и «Единицы измерения», так как из-за них искусственно увеличивается ее объем и нарушается компактность цифрового материала. При необходимости порядковые номера ставят в начале строк боковицы таблицы. Сокращенные обозначения единиц измерения указывают в конце этих строк или заголовков (подзаголовков) граф, отделяя от них запятой, при условии, что все данные соответствующей строки или графы имеют одну размерность. В том случае, когда все показатели одной размерности, единицу измерения в скобках помещают над ней в конце ее заголовка.

Если же большинство граф и строк имеют одинаковую размерность, а отдельные из них - другую, то единицу измерения указывают как над таблицей, так и в соответствующих графах или строках.

Дробные числа в таблицах приводят в виде десятичных дробей. При этом числовые значения в пределах одной графы должны иметь одинаковое количество

десятичных знаков (также в том случае, когда после целого числа следуют доли, например, 100,0). Показатели могут даваться через тире (30-40; 150-170 и т.д.), со словами «свыше» (св.20) и «до» (до 20). Если цифровые или другие данные в таблице не указывают, то ставят прочерк.

Пример оформления таблицы:

Таблица 2 – Численность занятых в регионе по отраслям

Показатели	20__г	20__г	20__г	20__г	20__г	20__г в % к 20__г
1	2	3	4	5	6	7

Иллюстрации. Наряду с таблицами важное место в выпускной квалификационной работе магистра (магистерской диссертации) занимают иллюстрации (схемы, рисунки, чертежи, графики и т.п.), которые именуются рисунками. Их количество должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста, но необходимо иметь в виду, что они не всегда обеспечивают лучшую наглядность, чем таблицы.

Рисунки нумеруют арабскими цифрами. Нумерация сквозная в пределах всей работы (до приложений к ней). Название указывают после номера, но в отличие от таблицы, не сверху, а под рисунком. Размещают рисунки по тексту после ссылки на них или на следующей странице.

Первую ссылку обозначают следующим образом: (рис.3), вторую - (см. рис.3). Расположение рисунков должно позволять рассматривать их без поворота работы, а если это невозможно сделать, то с поворотом по часовой стрелке.

3.6. Сокращения, условные обозначения, формулы, единицы измерения и ссылки

Сокращения и условные обозначения. Сокращение слов в тексте выпускной квалификационной работы магистра (магистерской диссертации), заголовках глав, параграфов, таблиц и приложений, в подписях под рисунками, как правило, не допускается, за исключением общепринятых: тыс., млн., млрд. Условные буквенные и графические обозначения величин должны соответствовать установленным стандартам. Могут применяться узкоспециализированные сокращения, символы и термины. В таких случаях необходимо один раз детально расшифровать их в скобках после первого упоминания, например, МО (муниципальное образование). В последующем тексте эту расшифровку повторять не следует.

Формулы. Каждое значение символов и числовых коэффициентов располагают с новой строки непосредственно под формулой в той последовательности, в которой они даны в ней. Первую строку начинают со слова «где». Двоеточие после него не ставят. Формулы, на которые имеются ссылки в тексте, нумеруют в пределах каждой главы двумя арабскими цифрами, разделенные точкой. Первая из них означает номер главы, вторая - формулы. Этот номер заключают в скобки и размещают на правом поле листа на уровне нижней строки

формулы, к которой он относится. В таком виде его указывают и при ссылке в тексте.

Единицы измерения необходимо указывать в соответствии со стандартом и другими общепринятыми правилами. Например. Принято называть вес массой, обозначать сокращенно единицы измерения массы: грамм - г, килограмм - кг, центнер - ц, тонна - т, времени: секунда - с, минута - мин, час - ч; длины: миллиметр - мм, сантиметр - см, метр - м, километр - км; площади: квадратный метр – м², гектар - га; объема: кубический метр - м³; скорости: метр в секунду - м/с, километр в час - км/ч; затрат труда: человеко-час - чел.- ч, человеко-день - чел.-день и т.п. После таких сокращений сточку не ставят. Денежные единицы измерения обозначают с точкой: руб.

Ссылки. При ссылке в тексте выпускной квалификационной работы магистра (магистерской диссертации) на приведенные в конце ее литературные источники указывают их порядковый номер, заключенный в скобки, например: (3), (7) и т.д. Допускается также излагать используемый материал в собственной редакции, но с соблюдением его смыслового содержания, при этом кавычки не ставят.

3.6. Порядок представления к защите в ГЭК

Законченный и подписанный автором ВКР передается руководителю, который после проверки составляет письменный отзыв и назначает дату предварительной защиты на кафедре. В отзыве руководитель отмечает проявленную студентом инициативу, творческую активность, личный вклад в разработку оригинальных решений, степень самостоятельности при выполнении работы, умение решать поставленные задачи, работать с технической литературой, другими источниками информации, включая компьютерные базы данных.

Следующим шагом является предварительное прослушивание материалов ВКР (так называемая «предзащита») перед специально назначенной комиссией из сотрудников кафедры и вуза (не позднее, чем за 7 дней до защиты). Основным назначением предзащиты (для студента-выпускника) является внесение рекомендаций по коррекции доклада, в т.ч. и презентации (пропорциональность составных частей доклада, расстановка акцентов, стиль изложения, пр.).

Важное место в подготовке к защите помимо других этапов занимает разработка доклада. Именно на основе доклада у членов ГЭК формируется представление о качестве предъявленной к защите ВКР и о компетентности автора.

Текст доклада должен быть максимально приближен к тексту ВКР, поэтому основу выступления составляют введение и заключение, которые зачастую используются в выступлении практически полностью. Также практически полностью используются выводы в конце каждого из разделов. Построение доклада должно обеспечивать логическую взаимосвязь темы, цели, актуальность ВКР, основного содержания полученных результатов и рекомендаций по их практическому применению. Тезисы доклада должны быть согласованы с научным руководителем ВКР, отработаны и прослушаны. Это способствует свободному изложению доклада без обращения к тексту.

Рекомендуется следующая структура доклада:

- отражение темы, актуальности и цели ВКР, направленности;

- постановка решаемых задач;
- изложение и краткое обоснование полученных результатов с указанием элементов новизны (по сравнению с известными подходами) решений;
- условия и результаты экспериментов (если имеются);
- рекомендации по дальнейшей разработке исследуемой темы и оценка эффективности полученных решений;
- заключение (выводы) по проделанной работе, перечисление основных результатов работы.

Для защиты ВКР бакалавра отводится 10-25 минут – это с представлением, докладом, зачитыванием отзыва и вопросами ГЭК. Оптимальным является доклад длительность 6-8 минут, что соответствует примерно полторы страницы текста (формат А4, шрифт 12pt). Временная структура доклада с использованием компьютерной презентации представлена в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Временная структура доклада при защите ВКР

Раздел доклада	Длительность, минут	Количество слайдов
Введение. Обоснование темы исследования (актуальность, объект, предмет исследования, цель, задачи, методы и т.д.)	1-2	1-3
Краткое содержание работы (выводы по главам)	5-8	3-10
Результаты опытно-экспериментальной работы	1-3	3-5
Заключение (основные выводы, перспективы разработки проблемы)		1-2

Доклад должен быть неразрывно связан с иллюстрационной (графической) частью ВКР и сопровождаться ссылками на соответствующие чертежи. Вся графическая документация располагается в порядке изложения материала в докладе. В выступлении должны быть использованы только те графики, диаграммы и схемы, которые приведены в ВКР; использование в докладе данных, не вошедших в ВКР, недопустимо.

Любая фраза должна говориться зачем-то. Не просто потому, что проектант этим занимался в процессе работы. Каждая фраза должна логично подводить к следующим фразам, быть для них посылкой, и в конечном итоге всё выступление должно быть подчинено главной цели - донести до аудитории две-три по-настоящему ценных мысли. Тогда выступление будет цельным и оставит хорошее впечатление.

Большое значение имеет умение докладчика преподнести материал. Соблюдение норм литературного произношения является абсолютно необходимым. Отвечая на вопросы членов, следует продумать ответ и касаться только существа дела - ответы без подготовки нередко носят поверхностный характер.

Заведующий кафедрой на основании предварительной защиты решает вопрос о допуске студента к защите на заседании государственной экзаменационной комиссии (ГЭК).

В случае положительной рецензии деканат направляет ВКР в ГЭК для его защиты.

Тексты выпускных квалификационных работ, за исключением работ, содержащих сведения, составляющие государственную тайну, размещаются в электронно-библиотечной системе организации и проверяются на объём заимствования. Порядок размещения текстов выпускных квалификационных работ в электронно-библиотечной системе организации, проверки на объём заимствования, в том числе содержательного, выявления неправомерных заимствований устанавливается организацией.

Доступ лиц к текстам выпускных квалификационных работ должен быть обеспечен в соответствии с законодательством, с учетом изъятия производственных, технических, экономических, организационных и других сведений, в том числе о результатах интеллектуальной деятельности в научно-технической сфере, о способах осуществления профессиональной деятельности, которые имеют действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности их третьим лицам, в соответствии с решением правообладателя.

3.7. Оформление списка используемых источников

Чтобы оформить список используемых источников, необходимо:

1. Описать собранную литературу и другие источники по вопросу.
2. Произвести отбор произведений, подлежащих включению в список.
3. Правильно сгруппировать материал.

В список используемых источников включается литература, которая была изучена в процессе освоения темы. Часть этой литературы, может быть, и не цитировалась в тексте, но оказала несомненную помощь в работе.

В начале списка выделяются официальные материалы:

1. Законы РФ (список по хронологии).
2. Указы президента (список по хронологии).
3. Постановления Правительства РФ (список по хронологии).
4. Нормативные материалы министерств, администрации, инструкции, метод. указания и т.п. (список по хронологии).

Далее следует вся остальная литература: книги, статьи и т.д. в алфавитном порядке фамилий авторов или заглавий (названий), если издание описано под заглавием, в конце списка помещаются описания литературы на иностранных языках. список используемых источников должен иметь сквозную нумерацию.

При оформлении списка используемых источников необходимо придерживаться ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Полный текст ГОСТа размещен на сайте Российской книжной палаты: <http://www.bookchamber.ru/gost/htm>, а также с ним можно ознакомиться в библиотеке РГАТУ (ауд. 206 Б).

Примеры библиографических записей:

Книги с одним автором (запись под заголовком)

Рубцов, Б. Б. Мировые фондовые рынки : современное состояние и закономерности развития [Текст] / Б. Б. Рубцов. – М. : Дело, 2001. – 311 с.

Книги с двумя авторами (запись под заголовком)

Новиков, Ю. Н. Персональные компьютеры : аппаратура, системы, Интернет [Текст] / Ю. Н. Новиков, А. Черепанов. – СПб. : Питер, 2001. – 458 с.

Книги с тремя авторами (запись под заголовком)

Амосова, В. В. Экономическая теория [Текст] : учеб. для экон. фак. техн. и гуманитар. вузов / В. Амосова, Г. Гукасян, Г. Маховикова. – СПб. : Питер, 2001. – 475 с.

Запись под заглавием

Книги четырех авторов (запись под заглавием)

Внешний вектор энергетической безопасности России [Текст] / Г. А. Телегина [и др.]. – М. : Энергоатомиздат, 2000. – 335 с.

5 и более авторов (запись под заглавием)

Моделирование систем : учеб. пособие для направления 651900 «Автоматизация и управление» [Текст] / Б. К. Гришутин, А. В. Зарщиков, М. В. Земцев и [др.] ; М-во образования Рос. Федерации, Моск. гос. ун-т печати (МГУП). – М. : МГУП, 2001. – 90 с. : ил.

Сборник научных статей

Валютно-финансовые операции в условиях экономической глобализации: международный опыт и российская практика [Текст] : сб. науч. ст. аспирантов каф. МЭО / С.-Петербург. гос. ун-т экономики и финансов. каф. междунар. экон. отношений. – СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2001. – 82 с.

Труды

Феномен Петербурга [Текст] : труды Второй междунар. конф., (2000 ; С.-Петербург) / Отв. ред. Ю.Н. Беспярых. – СПб. : БЛИЦ, 2001. – 543 с.

Записки

Бурышкин, П. А. Москва купеческая [Текст] : записки / П. А. Бурышкин. – М. : Современник, 1991. – 301 с.

Сборник официальных документов

Государственная служба [Текст] : сб. нормат. док. для рук. и организаторов обучения, работников кадровых служб гос. органов и образоват. учреждений / Акад. нар. хоз-ва при Правительстве Рос. Федерации. – М. : Дело, 2001. – 495 с.

Уголовный кодекс Российской Федерации [Текст] : офиц. текст по состоянию на 1 июня 2000 г. / М-во юстиции Рос. Федерации. – М. : Норма : ИНФРА-М, 2000. – 368 с.

Справочник, словарь

Справочник финансиста предприятия [Текст] / Н. П. Баранникова [и др.]. – 3-е изд., доп. и перераб. – М. : ИНФРА-М, 2001. – 492 с. – (Справочник «ИНФРА-М»).

Нобелевские лауреаты XX века. Экономика [Текст] : энциклопед. словарь / авт.-сост. Л. Л. Васина. – М. : РОССПЭН, 2001. – 335 с.

Хрестоматия

Психология самопознания [Текст] : хрестоматия / ред.-сост. Д. Я. Райгородский. – Самара : Бахрах-М, 2000. – 672 с.

Многотомное издание

Документ в целом

Безуглов, А. А. Конституционное право России [Текст] : учебник для юрид. вузов : в 3 т. / А. А. Безуглов, С. А. Солдатов. – М. : Профтехобразование, 2001. – Т.1 – 3.

Кудрявцев, В. Н. Избранные труды по социальным наукам [Текст] : в 3 т. / В. Н. Кудрявцев ; Рос. акад. наук. – М. : Наука, 2002. – Т.1, 3.

Удалов, В. П. Малый бизнес как экономическая необходимость [Текст] : в 2 кн. / В. П. Удалов. – СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2002. – Кн. 1–2.

Отдельный том

Абалкин, Л. И. Избранные труды. В 4 т. Т.4. В поисках новой стратегии [Текст] / Л. И. Абалкин ; Вольное экон. о-во России. – М. : Экономика, 2000. – 797 с.

Банковское право Российской Федерации. Особенная часть [Текст] : учебник. В 2 т. Т. 1 / А. Ю. Викулин [и др.] ; отв.ред Г. А. Тосунян ; Ин-т государства и права РАН, Академ. правовой ун-т.- М. : Юристь, 2001. – 352 с.

Нормативно-технические и производственные документы

Стандарт государственный

ГОСТ Р 51771-2001. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры и типы соединений. Технические требования [Текст]. – Введ. 2002-01-01. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2001. – IV, 2 с. : ил.

Патентные документы

Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК7 Н04В1/38, Н04J13/00. Приемопередающее устройство [Текст] / Чугаева В. И. ; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи. - № 2000131736/09 ; заявл. 18.12.00 ; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с. : ил.

Неопубликованные документы

Автореферат диссертации

Егоров, Д. Н. Мотивация поведения работодателей и наемных работников на рынке труда : автореф. дис... канд. экон. наук : 08.00.05 [Текст] / Д.Н. Егоров ; С.-Петербург. гос. ун-т экономики и финансов.- СПб. : Изд-во Европ. ун-та, 2003. – 20 с.

Диссертация

Некрасов, А. Г. Управление результативностью межотраслевого взаимодействия логических связей [Текст] : дис... д-ра экон. наук : 08.00.05 / Некрасов А. Г. - М., 2003. – 329 с.

Депонированная научная работа

Викулина, Т. Д. Трансформация доходов населения и их государственное регулирование в переходной экономике [Текст] / Т. Д. Викулина, С. В. Днепровая ; С.-Петербург. гос. ун-т экономики и финансов. – СПб., 1998. – 214 с. – Деп. в ИНИОН РАН 06.10.98, № 53913.

Составные части документов.

Статьи из газет.

Габуев, А. Северная Корея сложила ядерное оружие [Текст] : [к итогам 4-го раунда шестисторон. переговоров по ядерн. проблеме КНДР, Пекин] / Александр Габуев, Сергей Строкань // Коммерсантъ. – 2005. – 20 сент. – С. 9.

Петровская, Ю. Сирийский подход Джорджа Буша [Текст] : [о политике США в отношении Сирии] / Юлия Петровская, Андрей Терехов, Иван Грошков // Независимая газета. – 2005. – 11 окт. – С. 1, 8.

Разделы, главы и другие части книги.

Гончаров, А. А. Разработка стандартов [Текст] / А. А. Гончаров, В. Д. Копылов // Метрология, стандартизация и сертификация / А. А. Гончаров, В. Д. Копылов. – 2-е изд., стер. - М., 2005. – Гл. 11. – С. 136-146.

Статьи из журналов.

Один автор

Ивашкевич, В. Б. Повышение прозрачности информации о ценных бумагах [Текст] / В. Б. Ивашкевич // Финансы. – 2005. – № 3. – С. 16-17.

Два автора

Бакунина, И. М. Управление логической системой (методологические аспекты) [Текст] / И. М. Бакунина, И. И. Кретов // Менеджмент в России и за рубежом. – 2003. – № 5. – С. 69–74.

Три автора

Еремина, О. Ю. Новые продукты питания комбинированного состава [Текст] / О. О. Еремина, О. К. Мотовилов, Л. В. Чупина // Пищевая промышленность. – 2009. – № 3. – С. 54-55.

Четыре автора

Первый главный конструктор ГосМКБ «Вымпел» Иван Иванович Торопов [1907-1977] [Текст] / Г. А. Соколовский, А. Л. Рейдель, В. С. Голдовский, Ю. Б. Захаров // Полет. – 2003. – № 9. – С. 3-6.

Пять и более авторов

О прогнозировании урожая дикорастущих ягодных растений [Текст] / В. Н. Косицин, Г. В. Николаев, А. Ф. Черкасов [и др.] // Лесное хозяйство. – 2000. – № 6. – С. 32-33.

Статьи из сборников

Веснин, В. Р. Конфликты в системе управления персоналом [Текст] / В. Р. Веснин // Практический менеджмент персонала. - М. : Юрист, 1998. – С. 395-414.

Проблемы регионального реформирования [Текст] // Экономические реформы / под ред. А. Е. Когут. – СПб. : Наука, 1993. – С. 79-82.

Описание официальных материалов

О базовой стоимости социального набора: Федеральный Закон от 4 февраля 1999 N21-ФЗ [Текст] // Российская газета. – 1999. – 11.02. – С. 4.

О правительственной комиссии по проведению административной реформы: Постановление Правительства РФ от 31 июля 2003 N451 [Текст] // Собрание законодательства РФ. – 2003. – N31. – Ст. 3150.

Нормативно-правовые акты

О поставках продукции для федеральных государственных нужд: Федеральный закон РФ от 13.12.2000 № 60–ФЗ [Текст] // Российская газета. – 2000. – 3 марта. – С. 1.

Об учете для целей налогообложения выручки от продажи валюты [Текст] : Письмо МНС РФ от 02.03.2000 № 02-01-16/27 // Экономика и жизнь. – 2000. – № 16. – С.7.

О некоторых вопросах Федеральной налоговой полиции [Текст] : Указ Президента РФ от 25.02.2000 № 433 // Собрание законодательства РФ. – 2000. – № 9. – Ст.1024.

Электронные ресурсы

Ресурсы на CD-ROM

Смирнов, В.А. Модель Москвы [Электронный ресурс] :электрон.карта Москвы и Подмосковья / В.А. Смирнов. – Электрон.дан. и прогр. – М. :МИИГиК, 1999. – (CD-ROM).

Светуньков, С. Г. Экономическая теория маркетинга [Электронный ресурс]: Электрон. версия монографии / С. Г. Светуньков. - Текстовые дан. (3,84 МВ). – СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2003. – (CD-ROM).

Internet шаг за шагом [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. и прогр. – СПб. : Питерком, 1999. – (CD-ROM).

Официальные и нормативные документы из Справочных правовых систем

Об обязательных нормативах кредитных организаций, осуществляющих эмиссию облигаций с ипотечным покрытием: Инструкция ЦБ РФ от 31.03.2004 N 112-И (Зарегистрировано в Минюсте РФ 05.05.2004 N 5783) // Консультант Плюс. Законодательство. ВерсияПроф [Электронный ресурс] / АО «Консультант Плюс». – М., 2004.

Ресурсы удаленного доступа (INTERNET)

Библиотека электронных ресурсов Исторического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова [Электронный ресурс] / Ред. В. Румянцев. – М., 2001. – Режим доступа :<http://hronos.km.ru/proekty/mgu>

Непомнящий, А.Л. Рождение психоанализа : Теория соблазнения [Электрон.ресурс] / А.Л. Непомнящий. – 2000. – Режим доступа :<http://www.psvchoanatvsis.pl.ru>

Авторефераты

Иванова, Н.Г. Императивы бюджетной политики современной России (региональный аспект) [Электронный ресурс]: Автореф. дис...д-ра экон. наук: 08.00.10 - Финансы, денеж. обращение и кредит / Н.Г. Иванова ; С.-Петербург. гос. ун-т экономики и финансов. – СПб., 2003. – 35с. – Режим доступа :<http://www.lib.fines.ru>

Журналы

Исследовано в России [Электронный ресурс] : науч. журн. / Моск. Физ.-техн. ин-т. – М. : МФТИ, 2003. – Режим доступа :<http://zhurnal.mipt.rssi.ru>

Статья из электронного журнала

Малютин, Р.С. Золотодобывающая промышленность России : состояние и перспективы / Р. С. Малютин [Электронный ресурс] // БИКИ. – 2004. – N 1. – Режим доступа :<http://www.vniki.ru>

Мудрик А.В. Воспитание в контексте социализации // Образование : исследовано в мире [Электронный ресурс] / Рос.акад. образования. - М. : [OIM.RU](http://www.oim.ru), 2000–2001. – Режим доступа :<http://www.oim.ru>

Тезисы докладов из сборника

Орлов А.А. Педагогика как учебный предмет в педагогическом вузе // Педагогика как наука и как учебный предмет: Тез. докл, междунар. науч.-практ. конф., 26-28 сент. 2000г. [Электронный ресурс] / Тул. гос. пед. ин-т. – Тула, 2000–2001. – С. 9–10. – Режим доступа :<http://www.oim.ru>

Образцы библиографического описания изданий из ЭБС

1 автор:

Орлов, С. В. История философии [Электронный ресурс] : крат. курс / С. В. Орлов. – Электрон. текстовые дан. – СПб. : Питер, 2009. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>

2 автора:

Гиляровская, Л. Т. Анализ и оценка финансовой устойчивости коммерческих организаций [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студентов вузов / Л. Т. Гиляровская, А. В. Ендовицкая. – Электрон. текстовые дан. – М. :Юнити-Дана, 2006. - Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>

3 автора:

Бауков, Ю. Н. Волновые процессы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. Н. Бауков, И. В. Колодина, А. З. Вартанов. – Электрон. текстовые дан. – М. :Моск. гос. гор. ун-т, 2010. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>

4 и более авторов:

Государственное и муниципальное управление [Электронный ресурс] : учеб.-практ. пособие / В. В. Крупенков [и др.]. - Электрон. текстовые дан. – М. :Евраз. открытый ин-т, 2012. – Режим доступа: <https://rucont.ru/>

3.8. Приложения

После списка используемых источников в тексте научной работы следуют приложения, в которых даются иллюстративный материал, таблицы, инструктивные материалы, образцы документов, другие вспомогательные материалы. Они имеют общий заголовок (Приложения). Далее следуют отдельные приложения, которые кроме первого, начинаются с нового листа со слова «приложение» в правом верхнем углу. Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв: Ё,З,Й,О,Ч,Ы,Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.

Текст приложения оформляется в соответствии с требованиями, предъявляемыми к оформлению основного текста. Если приложение занимает несколько страниц, то на каждой последующей странице в правом верхнем углу записывается словосочетание «Продолжение приложения (буква)», но заголовок приложения не воспроизводится.

Приложения должны иметь общую с остальной частью научной работы сквозную нумерацию страниц.

Ссылки на приложения в основном тексте научной работы оформляются аналогично ссылкам на разделы и подразделы основного текста. Например: «*Подробное изложение методики расчета показателей эффективности представлено в Приложении А*», или «*Исходные данные для расчета затрат (см. приложение Б) позволяют вывести...*».

4. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ВКР

Примерная тематика выпускных квалификационных работ
по образовательным программам бакалавриата,
направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

1. Расчет основного оборудования открытого распределительного устройства напряжением кВ электростанции (с указанием принадлежности – ОГК, ПАО, ООО и т.д.)
2. Расчет основного электрооборудования трансформаторной подстанции напряжением кВ (с указанием принадлежности – ПАО, ОАО, ООО и т.д.)
3. Расчет главной электрической схемы трансформаторной подстанции напряжением кВ (с указанием принадлежности – ПАО, ОАО, ООО и т.д.)
4. Электроснабжение производственного объекта (**при наличии распределительного устройства на ниже 35 кВ** и с указанием принадлежности – ПАО, ОАО, ООО и т.д. и географического расположения (город, район, область))
5. Диагностика (*указать электрооборудование*) на электростанции, РП, РУ, ЦП, ТП, предприятии (с указанием принадлежности – ПАО, ОАО, ООО и т.д. и – для предприятия – географического расположения (город, район, область)).

Приложение № 1

к Методическим указаниям по подготовке к процедуре защиты процедура защиты выпускной квалификационной работы (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО)

Форма заявления на закрепление темы выпускной квалификационной работы

Декану факультета _____

_____ (ФИО)

обучающегося(ейся)

очной (заочной, очно-заочной) формы
направления

_____ курса

Ф.И.О. _____

ЗАЯВЛЕНИЕ

Прошу разрешить выполнить выпускную квалификационную работу
на кафедре _____
на тему _____

Прошу назначить научного руководителя

Подпись научного руководителя _____

Подпись студента _____

(дата)

Заведующий кафедрой _____

Декан факультета _____

(подпись и дата)

Приложение № 2

к Методическим указаниям по подготовке к процедуре защиты
и процедура защиты выпускной квалификационной работы
(указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО)

Форма заявления на изменение темы выпускной квалификационной работы и руководителя выпускной квалификационной работы

Декану _____ факультета

студента(ки) _____ курса _____ группы _____
формы обучения, обучающегося (ейся) за счет
бюджетных ассигнований федерального бюджета
/на месте с оплатой стоимости обучения на
договорной основе по

_____ (специальность/направление подготовки)

_____ (Ф.И.О. полностью в родительном падеже)

Контактный телефон _____

ЗАЯВЛЕНИЕ

Прошу изменить мне тему выпускной квалификационной работы с

_____ (старое наименование темы)

на _____

_____ (новое наименование темы)

и оставить (назначить) руководителем _____

_____ (ФИО, должность, место работы)

Причиной изменения является _____

_____ (обоснование причины)

_____ (дата)

_____ (личная подпись студента)

Согласовано:

Руководитель темы ВКР _____

_____ (ФИО, ученая степень, звание, должность)

_____ (личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____

к Методическим указаниям по подготовке к процедуре защиты процедура защиты выпускной квалификационной работы (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО)

Примерные правила оформления и защиты выпускной квалификационной работы

1. Правильность оформления выпускной квалификационной работы влияет на конечную оценку работы. В связи с этим при оформлении работы необходимо выполнить все требования, изложенные в данных методических рекомендациях.
2. После согласования окончательного варианта выпускной квалификационной работы с руководителем ВКР работу брошюруют в специальной папке или переплетают.
3. При защите выпускных квалификационных работ особое внимание уделяется недопущению нарушения студентами правил профессиональной этики. К таким нарушениям относятся в первую очередь плагиат, фальсификация данных и ложное цитирование.
 - Под плагиатом понимается наличие прямых заимствований без соответствующих ссылок из всех печатных и электронных источников, защищенных ранее выпускных квалификационных работ, кандидатских и докторских диссертаций.
 - Под фальсификацией данных понимается подделка или изменение исходных данных с целью доказательства правильности вывода (гипотезы и т.д.), а также умышленное использование ложных данных в качестве основы для анализа.
 - Под ложным цитированием понимается наличие ссылок на источник, когда данный источник такой информации не содержит. Обнаружение указанных нарушений профессиональной этики является основанием для снижения оценки, вплоть до выставления оценки «неудовлетворительно».
4. Схема доклада по защите выпускной квалификационной работы:
 - **Обращение.** Уважаемые члены государственной итоговой экзаменационной комиссии!
Вашему вниманию предлагается выпускная квалификационная работа на тему...
В 2-3 предложениях дается характеристика актуальности темы.
Приводится краткий обзор литературных источников по избранной проблеме (степень разработанности проблемы).
 - Цель выпускной квалификационной работы - формулируется цель работы.
 - Формулируются задачи, приводятся названия глав. При этом в формулировке должны присутствовать глаголы типа - изучить, рассмотреть, раскрыть, сформулировать, проанализировать, определить и т.п.
 - Из каждой главы используются выводы или формулировки, характеризующие результаты. Здесь можно демонстрировать «раздаточный материал». При демонстрации плакатов не следует читать текст, изображенный на них. Надо только описать изображение в одной-двух фразах. Если демонстрируются

графики, то их надо назвать и констатировать тенденции, просматриваемое на графиках. При демонстрации диаграмм обратить внимание на обозначение сегментов, столбцов и т.п. Графический материал должен быть наглядным и понятным со стороны. Текст, сопровождающий диаграммы, должен отражать лишь конкретные выводы. Объем этой части доклада не должен превышать 1,5-2 стр. печатного текста.

- В результате проведенного исследования были сделаны следующие выводы: (формулируются основные выводы, вынесенные в заключение).
 - Опираясь на выводы, были сделаны следующие предложения: (перечисляются предложения).
5. Завершается доклад словами: спасибо за внимание.

Приложение № 4
к Методическим указаниям
по подготовке к процедуре защиты
и процедура защиты выпускной
квалификационной работы
(указывается вид ВКР в соответствии с
уровнем ВО)

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева»

Направление подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и
электротехника

Кафедра _____

Допустить к защите

Зав. кафедрой _____.

« _____ » _____ 201_г.

Выпускная квалификационная работа бакалавра

на тему:

(название темы)

Студент _____
(ФИО, подпись)

Руководитель _____
(ученая степень, ученое звание, ФИО, подпись)

Рязань 201_ г.

Приложение № 5

к Методическим указаниям
по подготовке к процедуре защиты
и процедура защиты выпускной
квалификационной работы
(указывается вид ВКР в соответствии с
уровнем ВО)

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

Факультет _____
Кафедра _____

Направление подготовки _____

Профиль подготовки _____

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой _____ Бачурин А.Н.
« ___ » _____ 201_ г.

З А Д А Н И Е
по выпускной квалификационной работе
бакалавра

(фамилия, имя, отчество)

1. Тема _____

утверждена приказом по университету от « ___ » _____ 201_ г. № ___

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР в деканат _____

3. Исходные данные к ВКР: _____

4. Содержание расчётно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов):

5. Перечень материала, выносимого на сопровождающую ВКР презентацию:

6. Календарный план

№ п.п.	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения
1.		
2.		

7. Дата выдачи задания _____

Руководитель _____
(подпись)

Задание принял к исполнению _____

(подпись студента)

Приложение № 6
к Методическим указаниям
по подготовке к процедуре защиты
и процедура защиты выпускной
квалификационной работы бакалавра

Отзыв

*на выпускную квалификационную работу бакалавра обучающегося инженерного факультета
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени
П.А.Костычева»*

Ф.И.О.

на тему: _____
выполненную на кафедре _____
под руководством _____

Общая характеристика работы и ее автора:

Положительные стороны работы

Предложения

Заключение

Руководитель _____ (подпись)

« ____ » _____ 201 ____ г.

Ученое звание, Ф.И.О. _____

Место работы, должность _____

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
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

 А.С. Морозов
« 31 » мая 2021 г.

Производственная практика - Эксплуатационная практика

(наименование практики)

Уровень профессионального образования бакалавриат

(бакалавриат, специалитет, магистратура, подготовка кадров высшей квалификации)

Направление(я) подготовки (специальность) Электроэнергетика и электротехника

(полное наименование направления подготовки)

Направленность (Профиль(и)) Электрические станции и подстанции

(полное наименование направленности (профиля) направления подготовки из ООП)

Квалификация выпускника Бакалавр

Форма
обучения очная

(очная, заочная, очно-заочная)

Курс 2 Семестр 5

Курсовая(ой) работа/проект _____ семестр Зачет с оценкой 5 семестр

Рязань 2021г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника № 144

утвержденного 28.02.2018
(дата утверждения ФГОС ВО)

Разработчики Заведующий кафедрой «Электроснабжение»_Каширин Д.Е., доцент Нагаев Н.Б.

(должность, кафедра)



(подпись)

Каширин Д.Е.
(Ф.И.О.)



(подпись)

Нагаев Н.Б.
(Ф.И.О.)

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «_31_» ___ мая ___ 2021 г., протокол №10а

Заведующий кафедрой _____ Электроснабжение
(кафедра)



(подпись)

Каширин Д.Е.
(Ф.И.О.)

1. Цель производственной практики

Закрепление теоретических и практических знаний, полученных в ходе изучения специальных дисциплин;

- изучение технологических процессов с применением электрической энергии в промышленности;
- приобретение профессиональных навыков обслуживания электрооборудования и средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве;
- участие в проектировании технических средств, систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры предприятий;
- умение применять современные технологии и методы технического обслуживания, хранения, ремонта и восстановления деталей электрических машин для обеспечения постоянной их работоспособности;
- овладение навыками монтажа, наладки и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, машин и установок, в том числе работающих непосредственно в контакте с биологическими объектами.

2. Задачи производственной практики

- приобретение навыков инженерной деятельности по проектированию электрооборудования;
- изучение технической документации по электроустановкам и электротехнологиям;
- изучение систем электроснабжения электроустановок;
- изучение основных технологических процессов с применением электроэнергии на предприятии;
- изучение электротехнических материалов, используемых при эксплуатации и ремонте электрооборудования и электроустановок;
- приобретение навыков выполнения основных операций по монтажу электрооборудования и ведения текущей инженерной документации;
- изучение механизмов, инструментов и электротехнических материалов, применяемых при электромонтажных работах;
- изучение защитных мер электробезопасности при электромонтажных работах;
- освоение технологии безаварийной эксплуатации электрооборудования

3. Тип производственной практики Производственная практика - Эксплуатационная практика

4. Место производственной практики в структуре ООП ___ Учебная практика - Ознакомительная практика Б2.О.03(П) входит в Блок 2. "Практика" Обязательная часть. Обеспечивающими дисциплинами для Производственная практика - Эксплуатационная практика: «Электроснабжение», «Электротехнологические системы и сети» «Релейная защита и автоматизация электротехнических систем» в производственных условиях познакомиться с устройством и назначением различного электрооборудования и технологиями.

5. Место и время проведения производственной практики _____

___ Место проведения практики – энергетические организации и предприятия различных форм собственности, осуществляющих свою деятельность в областях, связанных с направлением обучения: ПАО «МРСК Центра и Приволжья» филиал «Рязаньэнерго», МУП «РГРЭС», Рязанское РДУ, Рязанская энергетическая сбытовая компания.; ООО «Универсал»; ООО

«Энергоспецоборудование», лаборатории кафедры электротехники и физики, лаборатории кафедры электроснабжение.

5.1 Особенности организации практики обучающихся инвалидов и лиц с ОВЗ

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья форма проведения практики устанавливается факультетом с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья, в соответствии с требованиями образовательных стандартов.

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

При направлении инвалида и обучающегося с ограниченными возможностями здоровья в организацию или предприятие для прохождения предусмотренной учебным планом практики Университет согласовывает с организацией (предприятием) условия и виды труда с учетом рекомендаций медико-социальной экспертизы и индивидуальной программы реабилитации инвалида. При необходимости для прохождения практик могут создаваться специальные рабочие места в соответствии с характером нарушений, а также с учетом профессионального вида деятельности и характера труда, выполняемых студентом-инвалидом трудовых функций.

Обучающемуся с ограниченными возможностями здоровья необходимо написать заявление с приложением всех подтверждающих документов о необходимости подбора места практики с учетом его индивидуальных особенностей.

Кафедра и/или факультет должны своевременно информировать заведующего отделом учебных и производственных практик (минимум за 3 месяца до начала практики) о необходимости подбора места практики обучающегося с ограниченными возможностями здоровья в соответствии с его программой подготовки и индивидуальными особенностями.

Время проведения практики - 5 семестр..

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

В результате прохождения данной производственной практики у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции, установленные программой практики:

Наименование категории (группы) компетенций	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции (знать, уметь, владеть)
Универсальные компетенции			
Коммуникация	УК-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых)	УК-4.1. Демонстрирует умение вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке.

		языке(ах)	
Общепрофессиональные компетенции			
Теоретическая и практическая профессиональная подготовка	ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	<p>ОПК-4.1. Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока.</p> <p>ОПК-4.2. Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.</p> <p>ОПК-4.3. Применяет знания основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами.</p> <p>ОПК-4.4. Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств.</p>
	ОПК-5.	Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-5.2. Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками.
	ОПК-6.	Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной	<p>ОПК-6.1. Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность.</p> <p>ОПК-6.2. Обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность</p>

		деятельности	
Профессиональные компетенции			
Тип задач профессиональной деятельности: проектный			
<p>–Сбор и анализ данных для проектирования объектов профессиональной деятельности (ПД);</p> <p>– Составление конкурентно-способных вариантов технических решений при проектировании объектов ПД; – Выбор целесообразных решений и подготовка разделов предпроектной документации на основе типовых технических решений для проектирования объектов ПД. – контроль технического состояния технологического оборудования объектов ПД;</p> <p>– техническое</p>	ПК-1	Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций	ПК-1.4. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации

обслуживание и ремонт объектов ПД.			
Тип задач профессиональной деятельности: эксплуатационный			
<p>– контроль технического состояния технологического оборудования объектов ПД;</p> <p>– техническое обслуживание и ремонт объектов ПД.</p>	ПК-2	Способен участвовать в эксплуатации электрических станций и подстанций	<p>ПК-2.1. Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования электростанций</p> <p>ПК-2.2. Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций</p> <p>ПК-2.3. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования</p>

7. Структура и содержание производственной практики

Объем производственной практики (тип) составляет 324 зачетных единиц 9 академических часов. Контактная работа 3 академических часа.

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции
1	1. Организация практики	УК-4,ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2	УК-4.1; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-4.4; ОПК-5.2; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ПК-1.4; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3
2	2. Подготовительный этап	УК-4,ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2	УК-4.1; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-4.4; ОПК-5.2; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ПК-1.4; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3
3	3. Инструктаж по технике безопасности	УК-4,ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2	УК-4.1; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-4.4; ОПК-5.2; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ПК-1.4; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3
4	4.Производственный (экспериментальный, технологический) этап. Производственные вопросы: 1. Условия проведения работ при обслуживании осветительного оборудования расположенного в цехе. 2. Назначение технического обслуживания и различных ремонтов оборудования. 3. Основные требования, предъявляемые к силовым трансформаторам. 4. Практическое проведение осмотра силового трансформатора. 5. Основные режимы работы трансформаторов. 6. Условия параллельной работы трансформатора. 7. Надзор и уход за силовыми трансформаторами. 8. Требования к ведению документации энергетического оборудования. 9. Профилактические испытание силовых трансформаторов. 10. Эксплуатация трансформаторного масла. 11. Аварийный вывод трансформатора из работы. 12. Эксплуатация воздушных линий электропередач. 13. Эксплуатация кабельных линий. 14. Монтаж кабельных линий проложенных в траншее. 15. Монтаж кабельных линий проложенных открыто по стенам зданий и эстакадам.	УК-4,ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2	УК-4.1; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-4.4; ОПК-5.2; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ПК-1.4; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3

	16. Методы определения места повреждения кабельной линии. 17. Эксплуатация электрических контактов силового оборудования.		
5	Обработка и анализ полученной информации	УК-4,ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2	УК-4.1; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-4.4; ОПК-5.2; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ПК-1.4; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3
6	Подготовка отчета по практике	УК-4,ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2	УК-4.1; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-4.4; ОПК-5.2; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ПК-1.4; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3

8. Форма отчетности по практике. По окончании практики в недельный срок студент сдает отчетную документацию на кафедру электроснабжения. В обязательном порядке представляются:

1. Рабочий график (план);
2. Дневник;
3. Отчет;
4. Характеристика с места работы;
5. Командировочное удостоверение;
6. Другие документы, характеризующие прохождение практики, формы учета ремонта и отчетности.

Указанные документы, исключая отчет, а также представленные в оригинале (инструкции, наставления, рекомендации и т.д.) должны быть заверены подписью руководителя практики и соответствующей печатью. Отчет подписывает только практикант.

9 . Научно-исследовательские и научно-производственные технологии, используемые при проведении производственной практики Интерактивные методы (IT-методы), Case-study(метод конкретных ситуаций), поисковый метод, решение ситуационных задач, исследовательский метод.

10. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся, необходимое для проведения производственной практики

Каширин Д.Е., Нагаев Н.Б. Методические указания для производственной практики - эксплуатационной практики Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»Профиль подготовки «Электрические станции и подстанции». Квалификация (степень) выпускника «Бакалавр» : электрон. учеб.- метод. комплекс дисциплины / Д.Е. Каширин. Н.Б. Нагаев - ФГБОУ ВО РГАТУ, 2021

ФГБОУ ВО РГАТУ, 2020. Электронная Библиотека РГАТУ

<http://bibl.rgatu.ru/web>

11. Формы промежуточной аттестации (по итогам практики)

- зачет с оценкой на 1 курсе

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети «Интернет», необходимых для проведения производственной практики

а) печатные издания:

1. Онищенко, Г. Б.

Электрический привод [Текст] : учебник. - М. : ИНФРА-М, 2017. - 294 с. - (Высшее образование: Бакалавриат).

2. Проектирование электрических машин [Текст] : учебник для студентов электромеханических и электроэнергетических специальностей вузов / под ред. И.П. Копылова. - 4-е изд. ; перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2017. - 767 с. Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru> ЭБС «Юрайт»

3. Соколова, Е. М.

Электрическое и механическое оборудование: Общепромышленные механизмы и бытовая техника [Текст] : учебник. - 9-е изд., испр. - М. : Академия, 2017. - 224 с.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Лицензионные:

Office 365 для образования Е1 (преподавательский) 70dac036-3972-4f17-8b2c-626c8be57420

Свободно распространяемые

Альт Линукс 7.0 Школьный Юниор;

LibreOffice 4.2; Firefox 31.6.0; GIMP 2.8.14; WINE 1.7.42;

ЭБ «Академия». - Режим доступа: <http://www.academia-moscow.ru/>

ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>

ЭБС «IPRbooks». Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16402>

ЭБС «Лань». – Режим доступа: . <http://e.lanbook.com/>

13. Перечень информационных технологий, используемых при проведении производственной практики, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)_Лицензионные:

Office 365 для образования Е1 (преподавательский) 70dac036-3972-4f17-8b2c-626c8be57420

14. Материально-техническая база, необходимая для проведения учебной практики __

Амперметры постоянного, переменного тока и универсальные, ваттметры, фазометры, измерительные мосты емкости и индуктивности, осциллограф, цифровые мультиметры, измеритель параметров мощных транзисторов, электрический счетчик электромагнитной энергии, тахометр ТЦ-3М; Вольтметр В7-16; Сопротивления, реостаты, катушки индуктивности, батареи конденсаторов и сопротивлений; Трансформаторы, ЛАТРы; Нелинейные сопротивления (инфракрасные излучатели); Источники постоянного, переменного и трехфазного тока; асинхронные электродвигатели;

Мегомметр; Регулируемый источник тока; Регулируемый источник напряжения; Генератор пилообразного напряжения;

Тиристорный регулятор напряжения; Выпрямительный мост; Транзисторный усилитель; Мультивибратор; Триггеры;

Высокочастотный генератор; Генераторы сигналов синусоидальной и прямоугольной формы.
Ноутбуки AcerAspire.
Электрооборудование предприятий по месту прохождения практики

15. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по производственной практике.

Оформляется отдельным документом как приложение 1 к программе производственной практики.

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

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника



А.С. Морозов

« 31 » мая 2021 г.

Производственная практика - Технологическая практика

(наименование практики)

Уровень профессионального образования бакалавриат

(бакалавриат, специалитет, магистратура, подготовка кадров высшей квалификации)

Направление(я) подготовки (специальность) Электроэнергетика и электротехника

(полное наименование направления подготовки)

Направленность (Профиль(и)) Электрические станции и подстанции

(полное наименование направленности (профиля) направления подготовки из ООП)

Квалификация выпускника Бакалавр

Форма
обучения очная

(очная, заочная, очно-заочная)

Курс 2 Семестр 4

Курсовая(ой) работа/проект _____ семестр Зачет с оценкой 4 семестр

Рязань 2021 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника № 144

утвержденного 28.02.2018
(дата утверждения ФГОС ВО)

Разработчики Заведующий кафедрой «Электроснабжение»_Каширин Д.Е., доцент Нагаев Н.Б.

(должность, кафедра)



(подпись)

Каширин Д.Е.
(Ф.И.О.)



(подпись)

Нагаев Н.Б.
(Ф.И.О.)

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «_31_» ___мая___ 2021 г., протокол №10а

Заведующий кафедрой _____ Электроснабжение
(кафедра)



(подпись)

Каширин Д.Е.
(Ф.И.О.)

1. Цель производственной практики

Закрепление теоретических и практических знаний, полученных в ходе изучения специальных дисциплин;

- изучение технологических процессов с применением электрической энергии в промышленности;
- приобретение профессиональных навыков обслуживания электрооборудования и средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве;
- участие в проектировании технических средств, систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры предприятий;
- умение применять современные технологии и методы технического обслуживания, хранения, ремонта и восстановления деталей электрических машин для обеспечения постоянной их работоспособности;
- овладение навыками монтажа, наладки и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, машин и установок, в том числе работающих непосредственно в контакте с биологическими объектами.

2. Задачи производственной практики

- приобретение навыков инженерной деятельности по проектированию электрооборудования;
- изучение технической документации по электроустановкам и электротехнологиям;
- изучение систем электроснабжения электроустановок;
- изучение основных технологических процессов с применением электроэнергии на предприятии;
- изучение электротехнических материалов, используемых при эксплуатации и ремонте электрооборудования и электроустановок;
- приобретение навыков выполнения основных операций по монтажу электрооборудования и ведения текущей инженерной документации;
- изучение механизмов, инструментов и электротехнических материалов, применяемых при электромонтажных работах;
- изучение защитных мер электробезопасности при электромонтажных работах;

3. Тип производственной практики Производственная практика - Технологическая практика

4. Место производственной практики в структуре ООП Производственная практика - Технологическая практика Б2.О.02(П) входит в Блок 2. "Практика" Обязательная часть. Обеспечивающими дисциплинами для производственной практики - технологической практики являются дисциплины: «Электрические и электронные аппараты», «Общая энергетика» в производственных условиях познакомиться с устройством и назначением различного электрооборудования и технологиями.

5. Место и время проведения производственной практики _____

____Место проведения практики – энергетические организации и предприятия различных форм собственности, осуществляющих свою деятельность в областях, связанных с направлением обучения: ПАО «МРСК Центра и Приволжья» филиал «Рязаньэнерго», МУП «РГРЭС», Рязанское РДУ, Рязанская энергетическая сбытовая компания.; ООО «Универсал»; ООО «Энергоспецоборудование», лаборатории кафедры электротехники и физики, лаборатории кафедры электроснабжение.

5.1 Особенности организации практики обучающихся инвалидов и лиц с ОВЗ

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья форма проведения практики устанавливается факультетом с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья, в соответствии с требованиями образовательных стандартов.

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

При направлении инвалида и обучающегося с ограниченными возможностями здоровья в организацию или предприятие для прохождения предусмотренной учебным планом практики Университет согласовывает с организацией (предприятием) условия и виды труда с учетом рекомендаций медико-социальной экспертизы и индивидуальной программы реабилитации инвалида. При необходимости для прохождения практик могут создаваться специальные рабочие места в соответствии с характером нарушений, а также с учетом профессионального вида деятельности и характера труда, выполняемых студентом-инвалидом трудовых функций.

Обучающемуся с ограниченными возможностями здоровья необходимо написать заявление с приложением всех подтверждающих документов о необходимости подбора места практики с учетом его индивидуальных особенностей.

Кафедра и/или факультет должны своевременно информировать заведующего отделом учебных и производственных практик (минимум за 3 месяца до начала практики) о необходимости подбора места практики обучающемуся с ограниченными возможностями здоровья в соответствии с его программой подготовки и индивидуальными особенностями.

Время проведения практики - 4 семестр..

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

В результате прохождения данной производственной практики у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции, установленные программой практики:

Наименование категории (группы) компетенций	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции (знать, уметь, владеть)
Универсальные компетенции			
Коммуникация	УК-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и	УК-4.1. Демонстрирует умение вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке.

		иностранным(ых)) языке(ах)	
Общепрофессиональные компетенции			
Теоретическая и практическая профессиональная подготовка	ОПК-3.	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.6. Демонстрирует знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики.
	ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.5. Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик. ОПК-4.6. Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов.
	ОПК-5.	Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной	ОПК-5.1. Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности. ОПК-5.3. Выполняет расчеты на прочность простых конструкций.

		деятельности	
	ОПК-6.	Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	ОПК-6.1. Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность. ОПК-6.2. Обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность
Профессиональные компетенции			
Тип задач профессиональной деятельности: проектный			
–Сбор и анализ данных для проектирования объектов профессиональной деятельности (ПД); – Составление конкурентно-способных вариантов технических решений при проектировании объектов ПД; – Выбор целесообразных решений и подготовка разделов предпроектной документации на основе типовых технических решений для проектирования объектов ПД.	ПК-1	Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций	ПК-1.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений. ПК-1.2. Обосновывает выбор целесообразного решения ПК-1.3. Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений.

7. Структура и содержание производственной практики

Объем производственной практики (тип) составляет 432 зачетных единиц 12 академических часов. Контактная работа 4 академических часа.

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции
1	1. Организация практики	УК-4, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1	УК-4.1; ОПК-3.6; ОПК-4.5; ОПК-4.6; ОПК-5.1; ОПК-5.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
2	2. Подготовительный этап	УК-4, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1	УК-4.1; ОПК-3.6; ОПК-4.5; ОПК-4.6; ОПК-5.1; ОПК-5.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
3	3. Инструктаж по технике безопасности	УК-4, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1	УК-4.1; ОПК-3.6; ОПК-4.5; ОПК-4.6; ОПК-5.1; ОПК-5.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
4	4. Производственный (экспериментальный, технологический) этап. Производственные вопросы: 1. Практическое построение схем внешнего и внутреннего электроснабжения предприятия. 2. Классификация электроприемников и потребителей электрической энергии по категории надежности электроснабжения. 3. Выбор и техническое обоснование рационального варианта схемы электроснабжения. 4. Практические принципы построения схем распределительных сетей предприятия или организации. 5. Практические методы расчета токов короткого замыкания и оценка устойчивости системы электроснабжения предприятия. 6. Практическое применение устройств регулирования напряжения в системе электроснабжения предприятия и энергосистеме. 7. Мероприятия, обеспечивающие способы поддержания коэффициента мощности в энергосистеме. 8. Компенсация реактивной мощности в системе электроснабжения предприятия. 9. Применение силовых трансформаторов в системе электроснабжения предприятий и городов. 10. Требования к учету электрической энергии, практические схемы подключения счетчиков на подстанции. 11. Виды учета электрической энергии; автоматизированные системы учета электроэнергии и энергоресурсов (АСКУЭ)	УК-4, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1	УК-4.1; ОПК-3.6; ОПК-4.5; ОПК-4.6; ОПК-5.1; ОПК-5.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3

	12. Принципы функционирования устройств ПБВ и РПН в системах электроснабжения предприятия и энергосистеме.		
5	Обработка и анализ полученной информации	УК-4, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1	УК-4.1; ОПК-3.6; ОПК-4.5; ОПК-4.6; ОПК-5.1; ОПК-5.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
6	Подготовка отчета по практике	УК-4, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1	УК-4.1; ОПК-3.6; ОПК-4.5; ОПК-4.6; ОПК-5.1; ОПК-5.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3

8. Форма отчетности по практике По окончании практики в недельный срок студент сдает отчетную документацию на кафедру электроснабжения. В обязательном порядке представляются:

1. Рабочий график (план);
2. Дневник;
3. Отчет;
4. Характеристика с места работы;
5. Командировочное удостоверение;
6. Другие документы, характеризующие прохождение практики, формы учета ремонта и отчетности.

Указанные документы, исключая отчет, а также представленные в оригинале (инструкции, наставления, рекомендации и т.д.) должны быть заверены подписью руководителя практики и соответствующей печатью. Отчет подписывает только практикант.

9. Научно-исследовательские и научно-производственные технологии, используемые при проведении производственной практики Интерактивные методы (IT-методы), Case-study (метод конкретных ситуаций), поисковый метод, решение ситуационных задач, исследовательский метод.

10. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся, необходимое для проведения производственной практики

Каширин Д.Е., Нагаев Н.Б. Методические указания для производственной практики - Технологической практике Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» Профиль подготовки «Электрические станции и подстанции». Квалификация (степень) выпускника «Бакалавр»: электрон. учеб.- метод. комплекс дисциплины / Д.Е. Каширин, Н.Б. Нагаев - ФГБОУ ВО РГТУ, 2019

ФГБОУ ВО РГТУ, 2020. Электронная Библиотека РГТУ

<http://bibl.rgatu.ru/web>

11. Формы промежуточной аттестации (по итогам практики)

- зачет с оценкой на 1 курсе

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети «Интернет», необходимых для проведения производственной практики

а) печатные издания:

1. Онищенко, Г. Б.

Электрический привод [Текст] : учебник. - М. : ИНФРА-М, 2017. - 294 с. - (Высшее образование: Бакалавриат).

2. Проектирование электрических машин [Текст] : учебник для студентов электромеханических и электроэнергетических специальностей вузов / под ред. И.П. Копылова. - 4-е изд. ; перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2017. - 767 с. Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru> ЭБС «Юрайт»

3. Соколова, Е. М.

Электрическое и механическое оборудование: Общепромышленные механизмы и бытовая техника [Текст] : учебник. - 9-е изд., испр. - М. : Академия, 2017. - 224 с.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Лицензионные:

Office 365 для образования Е1 (преподавательский) 70dac036-3972-4f17-8b2c-626c8be57420

Свободно распространяемые

Альт Линукс 7.0 Школьный Юниор;

LibreOffice 4.2; Firefox 31.6.0; GIMP 2.8.14; WINE 1.7.42;

ЭБ «Академия». - Режим доступа: <http://www.academia-moscow.ru/>

ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>

ЭБС «IPRbooks». Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16402>

ЭБС «Лань». – Режим доступа: . <http://e.lanbook.com/>

13. Перечень информационных технологий, используемых при проведении производственной практики, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)_Лицензионные:

Office 365 для образования Е1 (преподавательский) 70dac036-3972-4f17-8b2c-626c8be57420

14. Материально-техническая база, необходимая для проведения учебной практики __

Амперметры постоянного, переменного тока и универсальные, ваттметры, фазометры, измерительные мосты емкости и индуктивности, осциллограф, цифровые мультиметры, измеритель параметров мощных транзисторов, электрический счетчик электромагнитной энергии, тахометр ТЦ-3М; Вольтметр В7-16; Сопротивления, реостаты, катушки индуктивности, батареи конденсаторов и сопротивлений; Трансформаторы, ЛАТРы; Нелинейные сопротивления (инфракрасные излучатели); Источники постоянного, переменного и трехфазного тока; асинхронные электродвигатели;

Мегомметр; Регулируемый источник тока; Регулируемый источник напряжения; Генератор пилообразного напряжения;

Тиристорный регулятор напряжения; Выпрямительный мост; Транзисторный усилитель; Мультивибратор; Триггеры;

Высокочастотный генератор; Генераторы сигналов синусоидальной и прямоугольной формы.
Ноутбуки AcerAspire.
Электрооборудование предприятий по месту прохождения практики

15. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по производственной практике.

Оформляется отдельным документом как приложение 1 к программе производственной практики.

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
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

 **А.С. Морозов**
« 31 » мая 2021 г.

Учебная практика - Ознакомительная практика

(наименование практики)

Уровень профессионального образования _____ бакалавриат _____

(бакалавриат, специалитет, магистратура, подготовка кадров высшей квалификации)

Направление(я) подготовки (специальность) Электроэнергетика и электротехника _____

(полное наименование направления подготовки)

Направленность (Профиль(и)) _____ Электрические станции и подстанции _____

(полное наименование направленности (профиля) направления подготовки из ООП)

Квалификация выпускника _____ Бакалавр _____

Форма обучения _____ очная _____

(очная, заочная, очно-заочная)

Курс _____ 1 _____ **Семестр** _____ 2 _____

Курсовая(ой) работа/проект _____ **семестр** _____ **Зачет с оценкой** _____ 2 _____ **семестр**

Рязань 2021г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника № 144

утвержденного 28.02.2018
(дата утверждения ФГОС ВО)

Разработчики Заведующий кафедрой «Электроснабжение»_Каширин Д.Е., доцент Нагаев Н.Б.

(должность, кафедра)



(подпись)

Каширин Д.Е.
(Ф.И.О.)



(подпись)

Нагаев Н.Б.
(Ф.И.О.)

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «_31_» __мая__ 2021 г., протокол №10а

Заведующий кафедрой _____ Электроснабжение
(кафедра)



(подпись)

Каширин Д.Е.
(Ф.И.О.)

1. Цель учебной практики

Закрепление теоретических и практических знаний, полученных в ходе изучения специальных дисциплин;

- изучение технологических процессов с применением электрической энергии в промышленности;
- приобретение профессиональных навыков обслуживания электрооборудования и средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве;
- участие в проектировании технических средств, систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры предприятий;
- умение применять современные технологии и методы технического обслуживания, хранения, ремонта и восстановления деталей электрических машин для обеспечения постоянной их работоспособности;
- овладение навыками монтажа, наладки и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, машин и установок, в том числе работающих непосредственно в контакте с биологическими объектами.

2. Задачи учебной практики

- приобретение навыков инженерной деятельности по проектированию электрооборудования;
 - изучение технической документации по электроустановкам и электротехнологиям;
 - изучение систем электроснабжения электроустановок;
 - изучение основных технологических процессов с применением электроэнергии на предприятии;
 - изучение электротехнических материалов, используемых при эксплуатации и ремонте электрооборудования и электроустановок;
 - приобретение навыков выполнения основных операций по монтажу электрооборудования и ведения текущей инженерной документации; -
 - изучение механизмов, инструментов и электротехнических материалов, применяемых при электромонтажных работах;
 - изучение защитных мер электробезопасности при электромонтажных работах;
- освоение технологии соединения, ответвления и оконцевания проводов и кабелей (пайки медных и алюминиевых жил проводов и кабелей, опрессовки жил, оконцевания жил проводов и кабелей при помощи пресс-клещей и изолированных наконечников).

3. Тип учебной практики Учебная практика - Ознакомительная практика

4. Место производственной практики в структуре ООП ___ Учебная практика - Ознакомительная практика Б2.О.01(П) входит в Блок 2. "Практика" Обязательная часть. Обеспечивающими дисциплинами для учебной ознакомительной практики являются дисциплины: «Введение в профессиональную деятельность», «Электроснабжающие организации и их взаимоотношения с потребителями» в производственных условиях познакомиться с устройством и назначением различного электрооборудования и технологиями.

5. Место и время проведения учебной практики _____

___Место проведения практики – энергетические организации и предприятия различных форм собственности, осуществляющих свою деятельность в областях, связанных с направлением обучения: ПАО «МРСК Центра и Приволжья» филиал «Рязаньэнерго», МУП «РГРЭС», Рязанское РДУ, Рязанская энергетическая сбытовая компания.; ООО «Универсал»; ООО

«Энергоспецоборудование», лаборатории кафедры электротехники и физики, лаборатории кафедры электроснабжение.

5.1 Особенности организации практики обучающихся инвалидов и лиц с ОВЗ

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья форма проведения практики устанавливается факультетом с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья, в соответствии с требованиями образовательных стандартов.

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

При направлении инвалида и обучающегося с ограниченными возможностями здоровья в организацию или предприятие для прохождения предусмотренной учебным планом практики Университет согласовывает с организацией (предприятием) условия и виды труда с учетом рекомендаций медико-социальной экспертизы и индивидуальной программы реабилитации инвалида. При необходимости для прохождения практик могут создаваться специальные рабочие места в соответствии с характером нарушений, а также с учетом профессионального вида деятельности и характера труда, выполняемых студентом-инвалидом трудовых функций.

Обучающемуся с ограниченными возможностями здоровья необходимо написать заявление с приложением всех подтверждающих документов о необходимости подбора места практики с учетом его индивидуальных особенностей.

Кафедра и/или факультет должны своевременно информировать заведующего отделом учебных и производственных практик (минимум за 3 месяца до начала практики) о необходимости подбора места практики обучающемуся с ограниченными возможностями здоровья в соответствии с его программой подготовки и индивидуальными особенностями.

Время проведения практики - 2 семестр..

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

В результате прохождения данной производственной практики у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции, установленные программой практики:

Наименование категории (группы) компетенций	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции (знать, уметь, владеть)
Универсальные компетенции			
Коммуникация	УК-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке	УК-4.1. Демонстрирует умение вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке.

		Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6.	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Эффективно планирует собственное время. УК-6.2. Планирует траекторию своего профессионального развития и предпринимает шаги по её реализации
Общепрофессиональные компетенции			
Фундаментальная подготовка	ОПК-3.	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-3.5. Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма
Теоретическая и практическая профессиональная подготовка	ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.4. Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств. ОПК-4.6. Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов.

7. Структура и содержание производственной практики

Объем производственной практики (тип) составляет 216 зачетных единиц 5 академических часов. Контактная работа 2 академических часа.

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции
1	1. Организация практики	УК-4,УК-6, ОПК-3,ОПК-4.	УК-4.1; УК-6.1; УК-6.2; ОПК-3.5; ОПК-4.4; ОПК-4.6
2	2. Подготовительный этап	УК-4,УК-6, ОПК-3,ОПК-4.	УК-4.1; УК-6.1; УК-6.2; ОПК-3.5; ОПК-4.4; ОПК-4.6
3	3. Инструктаж по технике безопасности	УК-4,УК-6, ОПК-3,ОПК-4.	УК-4.1; УК-6.1; УК-6.2; ОПК-3.5; ОПК-4.4; ОПК-4.6
4	4.Производственный (<i>ознакомительный</i>) этап. Рассматриваемые вопросы 1. Задачи и функции отдела главного энергетика предприятия. 2. Группы по электробезопасности электротехнического персонала и условия их присвоения. 3. Порядок и проведение работ в электроустановках. 4. Требования к организации энергохозяйства. 5. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках. 6. Лица, ответственных за безопасное ведение работ в ЭУ, их права и обязанности. 7. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ со снятием напряжения. 8. Нормативно-техническая документация, действующая в организации. 9. Организация, планирование и управление электрохозяйством предприятия (организации) 10. Основные экономические показатели работы системы электроснабжения и предприятия энергетики. 11. Организация системы заработной платы на предприятиях энергетики, системы морального и материального стимулирования. 12. Планирование смет расходов и затрат на осуществление электроснабжения предприятия. 13. Виды и разновидности тарифов на оплату за электрическую энергию. 14. Использование ценовых категорий при оплате за потребленную электрическую энергию на предприятии.	УК-4,УК-6, ОПК-3,ОПК-4.	УК-4.1; УК-6.1; УК-6.2; ОПК-3.5; ОПК-4.4; ОПК-4.6
5	Обработка и анализ полученной информации	УК-4,УК-6, ОПК-3,ОПК-4.	УК-4.1; УК-6.1; УК-6.2; ОПК-3.5; ОПК-4.4; ОПК-4.6

6	Подготовка отчета по практике	УК-4,УК-6, ОПК-3,ОПК-4.	УК-4.1; УК-6.1; УК-6.2; ОПК-3.5; ОПК-4.4; ОПК-4.6
---	-------------------------------	----------------------------	--

8. Форма отчетности по практике По окончании практики в недельный срок студент сдает отчетную документацию на кафедру электроснабжения. В обязательном порядке представляются:

1. Рабочий график (план);
2. Дневник;
3. Отчет;
4. Характеристика с места работы;
5. Командировочное удостоверение;
6. Другие документы, характеризующие прохождение практики, формы учета ремонта и отчетности.

Указанные документы, исключая отчет, а также представленные в оригинале (инструкции, наставления, рекомендации и т.д.) должны быть заверены подписью руководителя практики и соответствующей печатью. Отчет подписывает только практикант.

9. Научно-исследовательские и научно-производственные технологии, используемые при проведении производственной практики Интерактивные методы (IT-методы), Case-study(метод конкретных ситуаций), поисковый метод, решение ситуационных задач, исследовательский метод.

10. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся, необходимое для проведения производственной практики

Каширин Д.Е., Нагаев Н.Б. Методические указания для учебной практики - ознакомительной практики Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» Профиль подготовки «Электрические станции и подстанции». Квалификация (степень) выпускника «Бакалавр» : электрон. учеб.- метод. комплекс дисциплины / Д.Е. Каширин. Н.Б. Нагаев - ФГБОУ ВО РГАТУ, 2019

ФГБОУ ВО РГАТУ, 2020. Электронная Библиотека РГАТУ

<http://bibl.rgatu.ru/web>

11. Формы промежуточной аттестации (по итогам практики)

- зачет с оценкой на 1 курсе

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети «Интернет», необходимых для проведения производственной практики

а) печатные издания:

1. Онищенко, Г. Б.

Электрический привод [Текст] : учебник. - М. : ИНФРА-М, 2017. - 294 с. - (Высшее образование: Бакалавриат).

2. Проектирование электрических машин [Текст] : учебник для студентов электромеханических и электроэнергетических специальностей вузов / под ред. И.П. Копылова. - 4-е изд. ; перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2017. - 767 с. Режим доступа:<http://www.biblio-online.ru> ЭБС «Юрайт»

3. Соколова, Е. М.

Электрическое и механическое оборудование: Общепромышленные механизмы и бытовая техника [Текст] : учебник. - 9-е изд., испр. - М. : Академия, 2017. - 224 с.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Лицензионные:

Office 365 для образования E1 (преподавательский) 70dac036-3972-4f17-8b2c-626c8be57420

Свободно распространяемые

Альт Линукс 7.0 Школьный Юниор;

LibreOffice 4.2; Firefox 31.6.0; GIMP 2.8.14; WINE 1.7.42;

ЭБ «Академия». - Режим доступа: <http://www.academia-moscow.ru/>

ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>

ЭБС «IPRbooks». Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16402>

ЭБС «Лань». – Режим доступа: . <http://e.lanbook.com/>

13. Перечень информационных технологий, используемых при проведении производственной практики, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости) _Лицензионные:

Office 365 для образования E1 (преподавательский) 70dac036-3972-4f17-8b2c-626c8be57420

14. Материально-техническая база, необходимая для проведения учебной практики __

Амперметры постоянного, переменного тока и универсальные, ваттметры, фазометры, измерительные мосты емкости и индуктивности, осциллограф, цифровые мультиметры, измеритель параметров мощных транзисторов, электрический счетчик электромагнитной энергии, тахометр ТЦ-3М; Вольтметр В7-16; Сопротивления, реостаты, катушки индуктивности, батареи конденсаторов и сопротивлений; Трансформаторы, ЛАТРы; Нелинейные сопротивления (инфракрасные излучатели); Источники постоянного, переменного и трехфазного тока; асинхронные электродвигатели;

Мегомметр; Регулируемый источник тока; Регулируемый источник напряжения; Генератор пилообразного напряжения;

Тиристорный регулятор напряжения; Выпрямительный мост; Транзисторный усилитель; Мультивибратор; Триггеры;

Высокочастотный генератор; Генераторы сигналов синусоидальной и прямоугольной формы. Ноутбуки AcerAspire.

Электрооборудование предприятий по месту прохождения практики

15. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по производственной практике.

Оформляется отдельным документом как приложение 1 к программе производственной практики.



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению, защите выпускной квалификационной работы
и организации государственной итоговой аттестации

студентов инженерного факультета,
обучающихся по направлению подготовки
13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Рязань 2015

Методические указания по выполнению, защите выпускной квалификационной работы и организации государственной итоговой аттестации студентов бакалавриата инженерного факультета обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА /Бачурин А.Н., Гобелев С.Н., Каширин Д.Е. и др. Метод. реком. по организации выполнения и защиты ВКР – Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ, 2015. – 45 с.

Методические указания разработаны с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «03» сентября 2015 г. № 955 и ПОЛОЖЕНИЯ о проведении 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» утвержденном Ученым советом ФГБОУ ВО РГАТУ «31» августа 2015 года (протокол № 1).

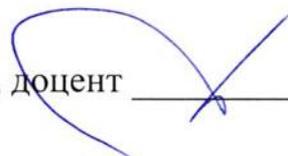
Разработчики:

Декан инженерного факультета, к.т.н., доцент А.Н. Бачурин
Доцент кафедры электроснабжения, к.т.н., доцент С.Н. Гобелев
Заведующий кафедрой электроснабжения, д.т.н., доцент Д.Е. Каширин
Заместитель декана инженерного факультета, ст.преподаватель С.Е. Крыгин
Заместитель декана инженерного факультета, к.т.н., доцент Н.Е. Лузгин
Заведующий кафедрой электротехники и физики, к.т.н., доцент С.О. Фатьянов
Заместитель декана инженерного факультета, ст.преподаватель Ю.В. Якунин

Рецензент:

профессор кафедры электротехники и физики, д.т.н. В.В. Макаров

Методические указания одобрены учебно-методической комиссией инженерного факультета « А » Ю 2015 г., протокол № 3

Председатель учебно-методической комиссии инженерного факультета, к.т.н., доцент  /Д.О. Олейник/

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
ВВЕДЕНИЕ	5
1. ТРЕБОВАНИЯ К ОСВОЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ВЫПУСКНИКОВ БАКАЛАВРИАТА	7
2. ВИДЫ И ОБЪЕМ ГОСУДАРСТВЕННЫХ АТТЕСТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ	9
3. ТЕМАТИКА, СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ	10
3.1. Обобщенные этапы работы над ВКР	12
3.2. Составление плана работы над ВКР	13
3.3. Сбор и анализ практического материала	13
3.4. Расчетно-аналитическая часть (основной раздел)	13
3.5. Структура ВКР	14
3.6. Порядок представления к защите в ГЭК	19
4. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ И ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ	21
5. СОСТАВ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ КОМИССИЙ И АПЕЛЛЯЦИОННЫХ КОМИССИЙ	29
6. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ АТТЕСТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ	30
7. ПОРЯДОК АПЕЛЛЯЦИИ НА ПРОВЕДЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННЫХ АТТЕСТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ	33
ЛИТЕРАТУРА	35
ПРИЛОЖЕНИЯ	38

ПРЕДИСЛОВИЕ

Методические указания по выполнению, защите выпускной квалификационной работы и организации государственной итоговой аттестации студентов бакалавриата инженерного факультета обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА подготовлены в соответствии с:

- 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 19.12.2013г. №1367;
- 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 образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата);
- 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 РГТУ;
- Локальными нормативными актами ФГБОУ ВО РГТУ.

ВВЕДЕНИЕ

Целью государственной итоговой аттестации выпускников инженерного факультета является определение уровня подготовки выпускника университета (обучающегося) освоившего основную образовательную программу по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника и соответствие результатов освоения требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата).

Область профессиональной деятельности бакалавров по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника включает:

- совокупность технических средств, способов и методов осуществления процессов: производства, передачи, распределения, преобразования, применения и управления потоками электрической энергии;
- разработку, изготовление и контроль качества элементов, аппаратов, устройств, систем и их компонентов, реализующих вышеперечисленные процессы.

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу, являются:

для электроэнергетики:

- электрические станции и подстанции;
- электроэнергетические системы и сети;
- системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объектов;
- установки высокого напряжения различного назначения, электроизоляционные материалы, конструкции и средства их диагностики, системы защиты от молнии и перенапряжений, средства обеспечения электромагнитной совместимости оборудования, высоковольтные электротехнологии;
- релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем;
- энергетические установки, электростанции и комплексы на базе возобновляемых источников энергии;

для электротехники:

- электрические машины, трансформаторы, электромеханические комплексы и системы, включая их управление и регулирование;
- электрические и электронные аппараты, комплексы и системы электромеханических и электронных аппаратов, автоматические устройства и системы управления потоками энергии;
- электромагнитные системы и устройства механизмов, технологических установок и электротехнических изделий, первичных преобразователей систем измерений, контроля и управления производственными процессами;
- электрическая изоляция электроэнергетических и электротехнических устройств, кабельные изделия и провода, электрические конденсаторы, материалы и системы электрической изоляции электрических машин, трансформаторов, кабелей, электрических конденсаторов;
- электрический привод и автоматика механизмов и технологических комплексов в различных отраслях;
- электротехнологические установки и процессы, установки и приборы электронагрева;
- различные виды электрического транспорта, автоматизированные системы его управления и средства обеспечения оптимального функционирования транспортных систем;
- элементы и системы электрического оборудования автомобилей и тракторов;
- судовые автоматизированные электроэнергетические системы, преобразовательные устройства, электроприводы энергетических, технологических и вспомогательных установок, их систем автоматизации, контроля и диагностики;
- электроэнергетические системы, преобразовательные устройства и электроприводы энергетических, технологических и вспомогательных установок, их системы автоматизации, контроля и диагностики на летательных аппаратах;
- электрическое хозяйство и сети предприятий, организаций и учреждений;
- электрооборудование низкого и высокого напряжения;

- потенциально опасные технологические процессы и производства;
- методы и средства защиты человека, промышленных объектов и среды обитания от антропогенного воздействия;
- персонал.

Образовательным стандартом установлены следующие *виды профессиональной деятельности*:

- научно-исследовательский;
- проектно-конструкторский;
- производственно-технологический;
- монтажно-наладочный;
- сервисно-эксплуатационный;
- организационно-управленческий.

1. ТРЕБОВАНИЯ К ОСВОЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ВЫПУСКНИКОВ БАКАЛАВРИАТА

Содержание государственных аттестационных испытаний должно учитывать область и вид будущей профессиональной деятельности выпускников бакалавриата и необходимость формирования у обучающихся компетенций, установленных основной профессиональной образовательной программой (ОПОП).

Выпускник программы бакалавриата должен обладать следующими **общекультурными компетенциями (ОК)**:

способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);

способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);

способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-3);

способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности (ОК-4);

способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);

способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);

способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

способностью использовать методы и инструменты физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8);

способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9).

Выпускник программы бакалавриата должен обладать следующими **общепрофессиональными компетенциями (ОПК)**:

ОПК-1 - Способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;

ОПК-2 - Способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;

ОПК-3 - Способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей.

Перечень *профессиональных задач*, к которым должен быть подготовлен бакалавр, определяется профилем подготовки и видами будущей деятельности выпускников.

научно-исследовательская деятельность:

изучение и анализ научно-технической информации;

применение стандартных пакетов прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов работы объектов;

проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов;

составление обзоров и отчетов по выполненной работе;

проектно-конструкторская деятельность:

сбор и анализ данных для проектирования;

участие в расчетах и проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования;

контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;

проведение обоснования проектных расчетов;

производственно-технологическая деятельность:

расчет схем и параметров элементов оборудования;
расчет режимов работы объектов профессиональной деятельности;
контроль режимов работы технологического оборудования;
обеспечение безопасного производства;
составление и оформление типовой технической документации;

монтажно-наладочная деятельность:

монтаж, наладка и испытания объектов профессиональной деятельности;

сервисно-эксплуатационная деятельность:

проверка технического состояния и остаточного ресурса, организация профилактических осмотров, диагностики и текущего ремонта объектов профессиональной деятельности;
составление заявок на оборудование и запасные части;

подготовка технической документации на ремонт;

организационно-управленческая деятельность:

организация работы малых коллективов исполнителей;
планирование работы персонала;
планирование работы первичных производственных подразделений;
оценка результатов деятельности;
подготовка данных для принятия управленческих решений;
участие в принятии управленческих решений.

Конкретные виды деятельности, к которым в основном готовится бакалавр, определяются высшим учебным заведением совместно с обучающимися, научно-педагогическими работниками высшего учебного заведения и объединениями работодателей.

Выпускная квалификационная работа должна способствовать завершению формирования у выпускников следующих **профессиональных компетенций (ПК)**, соответствующих видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована образовательная программа бакалавриата, как на основной и по которому выполняется выпускная квалификационная работа:

научно-исследовательская деятельность:

способностью участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике (ПК-1);

способностью обрабатывать результаты экспериментов (ПК-2);

проектно-конструкторская деятельность:

способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ПК-3);

способностью проводить обоснование проектных решений (ПК-4);

производственно-технологическая деятельность:

готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5);

способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6);

готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике (ПК-7);

способностью использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса (ПК-8);

способностью составлять и оформлять типовую техническую документацию (ПК-9);

способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда (ПК-10);

монтажно-наладочная деятельность:

способностью к участию в монтаже элементов оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-11);

готовностью к участию в испытаниях вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования (ПК-12);

способностью участвовать в пуско-наладочных работах (ПК-13);

сервисно-эксплуатационная деятельность:

способностью применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования (ПК-14);

способностью оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования (ПК-15);

готовностью к участию в выполнении ремонтов оборудования по заданной методике (ПК-16);

готовностью к составлению заявок на оборудование и запасные части и подготовке технической документации на ремонт (ПК-17);

организационно-управленческая деятельность:

способностью координировать деятельность членов коллектива исполнителей (ПК-18);

способностью к организации работы малых коллективов исполнителей (ПК-19).

способностью к решению задач в области организации и нормирования труда (ПК-20);

готовностью к оценке основных производственных фондов (ПК-21).

2. ВИДЫ И ОБЪЕМ ГОСУДАРСТВЕННЫХ АТТЕСТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ

Государственная итоговая аттестация выпускников бакалавриата на основе решения Ученого Совета инженерного факультета в соответствии с Положением о проведении государственной итоговой аттестации включает защиту выпускной квалификационной работы (ВКР).

ВКР, в соответствии с указанным Положением, выполняется в виде бакалаврской работы и представляет собой самостоятельную и логически завершенную выпускную квалификационную работу, связанную с решением профессиональных задач тех видов деятельности, к которым готовится будущий бакалавр. ВКР следует понимать и как законченное исследование на заданную тему, написанную лично автором под руководством научного руководителя, содержащее элементы научного исследования и свидетельствующее об умении автора работать с информационными источниками, обобщать и анализировать фактический материал, демонстрируя владение общекультурными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями, приобретенные в процессе обучения.

Выполнение ВКР имеет своей целью систематизацию, закрепление и расширение теоретических знаний и применение этих знаний при решении конкретных научных, технических и производственных задач.

Вид выпускной квалификационной работы, требования к ней, порядок выполнения и критерии ее оценки устанавливаются Университетом.

Защита выпускной квалификационной работы должна демонстрировать уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности.

Объем государственной итоговой аттестации бакалавров в соответствии с учебным планом разработанным на основе требований ФГОС ВО по направлению составляет **9** зачетных единиц. В этот объем входит подготовка к процедуре защиты и защита ВКР.

Для выполнения ВКР предусмотрена преддипломная практика в объеме **3** зачетных единиц.

Государственная итоговая аттестация проводится в сроки, определяемые вузом, но не позднее **30 июня**.

Программа государственной итоговой аттестации, критерии оценки защиты ВКР, утвержденные вузом, а также порядок подачи и рассмотрения апелляций доводятся до сведения обучающихся не позднее чем за **6** месяцев до начала государственной итоговой аттестации.

К государственным аттестационным испытаниям *допускается* студент, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план по образовательной программе бакалавриата.

Обеспечение проведения государственной итоговой аттестации осуществляется образовательной организацией. Взимание платы с обучающихся за прохождение государственной итоговой аттестации не допускается.

Особенности проведения государственных аттестационных испытаний с применением *электронного обучения*, дистанционных образовательных технологий определяются локальными нормативными актами организации. При проведении государственных аттестационных испытаний с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий образовательная организация обеспечивает идентификацию личности обучающегося и контроль соблюдения требований, установленных указанными локальными нормативными актами.

Обучающимся и лицам, привлекаемым к государственной итоговой аттестации, во время ее проведения запрещается иметь при себе и использовать *средства связи*.

Для обучающихся из числа инвалидов государственная итоговая аттестация проводится образовательной организацией с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

Обучающийся инвалид не позднее чем за 3 месяца до начала проведения государственной итоговой аттестации подает письменное заявление о необходимости создания для него специальных условий при проведении государственных аттестационных испытаний с указанием особенностей его психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

3. ТЕМАТИКА, СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ

Тематика выпускных квалификационных работ определяется выпускающими кафедрами вуза, утверждается советом факультета и доводится до сведения студентов не позднее чем за 6 месяцев до начала государственной итоговой аттестации. В перечень включаются темы исходя из региональных особенностей электроснабжения промышленных и сельскохозяйственных предприятий, тематики научных исследований кафедр. По своему содержанию темы выпускных работ должны отражать современный уровень науки, техники и технологии, реальные проблемы инженерно-технической сферы предприятий различных отраслей народного хозяйства и форм собственности.

Тематика должна соответствовать задачам профессиональной деятельности выпускников, определяемым образовательным стандартом, ежегодно пересматриваться и обновляться с учетом передовой практики, достижений науки и техники. Объектами разработки могут быть электрические машины, электротехнические установки, технологии, устройства для реально существующих или перспективных видов производств.

Тематика выпускных квалификационных работ студентов, обучающихся по программам академического бакалавриата, в основном должна соответствовать задачам научно-исследовательского вида деятельности. Темы и содержание выпускных работ предпочтительно формировать исходя из участия студентов в период их обучения в научных разработках кафедр.

Выпускники прикладного бакалавриата выполняют квалификационные работы применительно к производственно-технологическому, проектно-конструкторскому, монтажно-наладочному, сервисно-эксплуатационному или организационно-управленческому видам деятельности. Выполняемые работы должны быть нацелены на решение реальных инженерно-технических задач предприятий электроэнергетики и других отраслей народного хозяйства, способствующих эффективной реализации электрифицированных и автоматизированных производственных процессов.

Студенту предоставляется право выбора темы выпускной квалификационной работы. По письменному заявлению студента вуз может в установленном порядке предоставить студенту возможность подготовки и защиты выпускной квалификационной работы по предложенной им

теме в случае обоснованности целесообразности ее практического использования в сфере электроэнергетики или электротехники.

Для подготовки выпускной квалификационной работы за студентом (или несколькими студентами, выполняющими выпускную работу совместно) распорядительным актом образовательной организации закрепляется руководитель выпускной квалификационной работы из числа работников организации и при необходимости консультант (консультанты).

**Примерная тематика выпускных квалификационных работ
по образовательным программам бакалавриата,
направление подготовки «Электроэнергетика и электротехника»**

Профиль «Электроснабжение»

1. Микроэлектроника и элементы нанотехнологий в энергетике на примере электротехнического оборудования
2. Моделирование электрических полей на трансформаторных подстанциях 10/0,4 кВ
3. Расчёт комплексной трансформаторной подстанции КТП-10/0,4 кВ с заменой силового электрического оборудования
4. Расчет электроснабжения промышленного предприятия «_____» _____ района _____ области
5. Расчёт электроснабжения сельскохозяйственного предприятия ООО «_____» _____ района _____ области
6. Телемеханика и телемеханизация отдельных подстанций Рязанской области
7. Химические источники электрической энергии в системах автономного электроснабжения резервного питания
8. Электроснабжение промышленного предприятия
9. Электроснабжение группы цехов промышленного предприятия
10. Развитие системы электроснабжения сетевого района
11. Реконструкция системы электроснабжения района (города)
12. Реконструкция системы электроснабжения промышленного или сельскохозяйственного предприятия
13. Модернизация электрического оборудования мобильных машин (тракторов, автомобилей, комбайнов)
14. Электроснабжение диагностического центра ФГУ ДТС "Кирицы" Росздрава
15. Электроснабжение ОАО "_____" _____ района Рязанской области
16. Электроснабжение ПС "Печатная" с заменой силового трансформатора
17. Электроснабжение ПС "Рязань" 110/6 кВ с изучением технологии по замене масляного выключателя на элегазовый
18. Электроснабжение ПС "Факел" 110/25/4 кВ с расчетом автоматизированной системы контроля и учета электроэнергии
19. Электроснабжение ПС 35/10 кВ "Солотча" Рязанского района Рязанской области с разработкой релейной защиты ВЛ 10 КВ
20. Электроснабжение ТП "Житово" 110/27,5/10 с изучением технологии по замене масляного выключателя на вакуумный

Закрепление за студентами тем выпускных квалификационных работ, назначение руководителей и в случае необходимости консультантов осуществляется приказом ректора. Выпускающие кафедры должны разрабатывать и обеспечивать студентов методическими указаниями по выполнению ВКР.

Для руководства выпускной квалификационной работой студента назначается руководитель (или руководители) из числа профессоров, доцентов, ведущих преподавателей вуза. В порядке исключения руководителями могут назначаться ассистенты, научные сотрудники и высококвалифицированные специалисты предприятий.

Руководитель выполняет следующие функции:
в соответствии с темой выдает студенту задание;
оказывает помощь в разработке календарного плана на период дипломного проектирования, который утверждается заведующим кафедрой;
контролирует процесс выполнения работы;
определяет задачи по сбору материала в период преддипломной практики;
рекомендует литературу, справочные материалы;
проводит систематические консультации;
оказывает методическую помощь в написании работы;
дает письменный отзыв на законченную выпускную квалификационную работу.

По отдельным разделам могут назначаться консультанты с других кафедр, которые по завершении работы подписывают титульный лист, соответствующий раздел расчетно-пояснительной записки и листы графического материала. Все разделы должны быть тематически увязаны между собой и изложенный в них материал должен быть направлен на достижение цели выполняемой работы.

Ответственность за своевременное выполнение выпускной квалификационной работы в установленном объеме, принятые в ней технические решения, правильность всех вычислений и оформление проекта несет студент – автор ВКР.

3.1. Обобщенные этапы работы над ВКР

Планомерность работы студента обеспечивает должное качество ВКР. Для этого студентом совместно с руководителем составляется график выполнения ВКР, включающий сроки основных этапов и их вес в общем объеме работ.

При работе над ВКР можно условно выделить три этапа:

- Подготовительный, в течении которого конкретизируется задание, определяются возможные варианты решения поставленных задач, подбирается необходимая литература, составляется календарный план выполнения ВКР.
- Собственно работа над тематикой ВКР. На этом этапе ВКР должна быть выполнена в черновом виде со сформированными результатами, отработанными эскизами схем, чертежей и плакатов, выполнена экспериментальная часть исследования. Законченность ВКР подтверждается научным руководителем после ее проверки.
- Оформление ВКР начисто и подготовка к защите сопровождающих документов.

Распределение времени между первым и вторым этапами зависит в основном от того, в какой мере студент знаком с темой ВКР на момент получения задания. Если тема не нова и в процессе сквозного проектирования хорошо им изучен научный и учебный материал, уяснены пути решения задач, проработана экспериментальная часть, то в течение нескольких дней студент сможет составить календарный план работы и перейти ко второму этапу. Если же с выбранной темой студент встречается впервые, то на 1-й этап потребуется несколько большее время.

Студенты инженерного факультета очной формы обучения закрепляются за выпускающими кафедрами на 3-ем курсе в 6-ом семестре, а заочной формы обучения на 4-ом курсе после второй лабораторно-экзаменационной сессии и получают тему ВКР перед производственной практикой и в осеннем семестре на 4-ом (5-ом) курсе совместно с назначенным научным руководителем корректируют тему ВКР и оформляют задание на ее выполнение, которое утверждается заведующим кафедрой не позднее чем за 6 месяцев до защиты.

3.2. Составление плана работы над ВКР

План ВКР представляет собой составленный в определенном порядке наряду с введением и заключением перечень глав и развернутый перечень (параграфов к каждой главе) вопросов. Правильно составленный план служит основой в подготовке ВКР студентом-выпускником; помогает ему систематизировать научно-методический, научно-практический материал, обеспечить последовательность его изложения.

Предварительный план ВКР студент-выпускник составляет самостоятельно, а затем согласовывает и утверждает его с научным руководителем.

Согласно рекомендуемой структуре ВКР должна состоять из введения, основного раздела, заключения, списка литературы, приложений. В основном разделе должно быть 5-6 пунктов, как правило из 2 - 3 параграфов.

План ВКР имеет динамичный характер. В процессе работы план может уточняться: расширяться отдельные пункты и параграфы, вводиться новые параграфы с учетом собранного материала; другие параграфы, наоборот, могут сокращаться. Все изменения в плане должны быть согласованы с научным руководителем, окончательный вариант плана ВКР утверждается научным руководителем.

ВКР выполняется студентом-выпускником на основе анализа научной, практической и методической литературы, результатов научно-исследовательской работы, данных полученных во время прохождения производственной практики. Необходимая литература (в том числе и патентная) по теме ВКР подбирается студентом с учетом рекомендаций научного руководителя.

3.3. Сбор и анализ практического материала

Эффективность сбора практического материала для ВКР в значительной степени зависит от того, насколько студент-выпускник понимает предмет своего исследования. К числу основных материалов, которые необходимы для выполнения ВКР, относятся: технические описания (включая электрические схемы и алгоритмы работы электротехнического оборудования и средств автоматики) современных электротехнических устройств, функциональные возможности и параметры измерительных приборов, основные параметры, структурные схемы и их описания действующих систем электроснабжения и обработки информации, современные методы, технологии и алгоритмы обработки сигналов и т.п.

В процессе обработки полученных данных используются такие научные методы исследования, как анализ и синтез.

Анализ – логический прием разделения целого на отдельные элементы и изучение каждого из них в отдельности во взаимосвязи с целым.

Синтез – объединение результатов для формирования (проектирования) целого. При обработке практических материалов следует также использовать современные методы статистического и математического анализа с тем, чтобы выявить закономерности и сделать научно обоснованные выводы.

3.4. Расчетно-аналитическая часть (основной раздел)

Общим требованием к этой части является описание методики расчета с обоснованием ее выбора, приведение в ВКР собственных результатов расчета в виде таблиц, графиков и диаграмм, а также основных формул, по которым производится расчет, с обязательным раскрытием всех условных обозначений переменных и их размерностей. Результаты расчетов обязательно завершаются выводами.

Рекомендуется использование компьютерных программ для анализа практических материалов, проведения расчетов, моделирования работы, пр.

3.5. Структура ВКР

Результаты ВКР представляются в форме пояснительной записки и иллюстративных графических материалов. ВКР состоит из 3-5 разделов, выполняется в виде расчетно-пояснительной записки объемом 50-60 с. печатного текста (без учета приложений). Иллюстрационный (графический) материал необходимо органически увязывать с содержанием работы, он должен в наглядной форме иллюстрировать основные положения анализа и проектирования.

Структура расчетно-пояснительной записки

Титульный лист (Приложение А)

Задание, заверенное подписями студента, руководителя ВКР и заведующего кафедрой (Приложение Б)

Аннотация (краткое изложение сути работы и технические характеристики пояснительной записки) (Приложение Г)

Содержание

Введение, где отражается актуальность работы, цели и задачи работы, объект исследования, направленность работы

Основные разделы:

- параграф, содержащий характеристику объекта исследования;
- параграфы, содержащие анализ и соответствующие результаты исследований, расчетов, вычислительных экспериментов и т.п., необходимые для решения поставленных в работе задач;
- специальный вопрос (параграф), при необходимости (индивидуальное задание, связанное с научно исследовательской деятельностью студента).

Заключение

Список литературы

Приложения

Формы титульного листа, задания и отзыва руководителя дипломного проекта приведены в приложениях А–В.

З а д а н и е выдает руководитель, который определяет круг вопросов, подлежащих разработке в соответствии с темой. В задании также указываются консультанты по соответствующим разделам. Консультант(ы), при необходимости, дополняет задание для лучшего раскрытия темы. Задание выдается студенту до начала преддипломной практики, которая предназначена для выполнения ВКР. Календарный план заполняется при выдаче задания с указанием сроков выполнения отдельных разделов.

Таблица 3.1 - Примерная структура ВКР бакалавра по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование раздела	Объем страниц	Краткая характеристика
Титульный лист, задание	2	Единый образец, распространяется ежегодно по кафедрам деканатом перед началом ГИА
Содержание	1	
Введение	2	Указывается важность разрабатываемой темы для конкретного предприятия, решаемые профессиональные задачи, осваиваемые компетенции
Основной раздел		
1. Характеристика базового предприятия и его подразделений.	6-7	Указывается местоположение предприятия, основные направления деятельности и его показатели, структура предприятия.
2. Технологические расчеты.	15-20	1. Расчет электрических нагрузок производственных и бытовых потребителей; 2. Расчет мощности источников питания и электрических сетей напряжения 0,4 кВ,

		6-10 кВ, 35-110 кВ. 3. Расчет внутренней осветительной и силовой проводок. 4. Расчет пускорегулирующих и защитных аппаратов и приборов. 5. Организация монтажа, наладки, испытания и технической эксплуатации электрооборудования, используемого на предприятии.
3. Конструкторские (эксплуатационные) расчеты.	5	Приводятся анализ оборудования используемого для преобразования, распределения и потребления электрической энергии.
	15	Расчет электрооборудования используемого в технологических процессах при производстве, распределении и потреблении электрической энергии.
4. Техника безопасности	6	Инструкция по технике безопасности при работе с электроустановкой, электрооборудованием, расчет заземляющих устройств, молниезащиты зданий.
5. Экологическая экспертиза технологии и устройств.	1	Обзор законодательства в области охраны окружающей природной среды, определение влияния рассматриваемой технологии и конструкции на экологию.
6. Определение прямых эксплуатационных затрат	4	Расчет затрат на амортизацию, техническое обслуживание, заработную плату обслуживающего персонала и энергозатраты (ГСМ, электроэнергия и т.д.)
7. Список изученной литературы	2	Не менее 12 источников
8. Приложения		Например: Протокол испытания электрооборудования, технологические карты, распечатанная презентация

Примерное распределение иллюстрационного материала:

1. Генеральный план всего предприятия (хозяйства) со схемами электроснабжения, ТП, освещение.
2. План здания или зданий с размещенном в нем электрооборудованием, электропроводкой и т.д.
3. Технологическая схема релейной защиты в целом, что защищает, где установлена.
4. Функциональная схема устройств(а) релейной защиты.
5. Принципиальная схема устройств(а) релейной защиты.
6. Экономика, БЖД.

Во введении дается краткое обоснование выбора темы ВКР, обосновывается актуальность проблемы исследования, объект и предмет исследования, определяются цель и задачи, методы исследования, описывается структура работы (перечисляются названия разделов и параграфов, раскрывается их содержание).

Кроме того, должна быть четко определена теоретическая база исследования, т. е. научные или научно-практические исследования по данной проблеме; сформулировано и обосновано отношение студента-выпускника к их научным позициям.

Далее следует показать научную новизну и практическую значимость работы. В этой части необходимо отразить суть научного новшества, обеспечивающего, например:

- совершенствование технологического процесса и его управления;
- повышение качества и надежности электроснабжения;
- увеличение производительности;
- повышение экологичности и безопасности;
- снижение затрат на производство единицы продукта и др.

Рассмотрим основные элементы введения более подробно.

Актуальность. Обоснование актуальности темы исследования - одно из основных требований, предъявляемых к ВКР выпускника. Актуальность может быть определена как значимость, важность, приоритетность среди других тем и событий. Выпускник должен кратко обосновать причины выбора именно данной темы, недостаточность ее разработанности в научных исследованиях, необходимость изучения проблемы и т. п.

Объект и предмет исследования. Нередко объект исследования определить достаточно сложно из-за множественности понятий, предметов, связей в различных видах деятельности. Определение предмета исследования – это, прежде всего, в какой-то мере уточнение «места и времени» действия. Исследователь как бы заявляет: - да, я знаю, что существуют другие свойства и другие отношения, другие связи и другие отношения, но мои «интересы – здесь», поэтому я избрал именно эту сферу (этот предмет) и здесь будет проходить все действие. Другими словами, предмет исследования – это определенный элемент в избранной области профессиональной деятельности, который обладает очевидными границами либо относительной автономностью существования. Объект отражает проблемную ситуацию, рассматривает предмет (аспект) исследования во всех его взаимосвязях. Объект исследования всегда шире, чем его предмет. Если объект – это область деятельности, то предмет – это изучаемый процесс в рамках объекта исследования.

Цель исследования – это мысленное прогнозирование результата, определение оптимальных путей решения задач в условиях выбора методов и приемов исследования в процессе подготовки ВКР.

Задачи исследования ВКР определяются поставленной целью и представляют собой конкретные последовательные этапы (пути) решения проблемы по достижению основной цели.

Метод исследования – это способ получения достоверных научных знаний, умений, практических навыков и данных в различных областях профессиональной деятельности. Метод – это совокупность приемов. Другими словами, прием – это часть метода. Например, при проведении исследования возможно использовать следующие методы:

- изучение и анализ научной литературы;
- изучение и обобщение отечественной и зарубежной практики;
- моделирование, сравнение, анализ, синтез, интервьюирование и т.д.

Научная новизна. Определение научной новизны относится ко всему исследованию в целом. Научная новизна в зависимости от характера и сущности исследования может формулироваться по-разному. Так, для теоретических работ научная новизна определяется тем, что нового внесено в теорию и методику исследуемого предмета. Для работ практической направленности научная новизна определяется результатом, который был получен впервые, возможно подтвержден и обновлен или развивает и уточняет сложившиеся ранее научные представления и практические достижения. Важнейшее значение в определении научной новизны исследования при подготовке ВКР имеет также прогнозирование результата (цели исследования).

Не допускается введение составлять как аннотацию и не рекомендуется во введение включать таблицы и рисунки.

В основной части ВКР раскрывается основное содержание разработки. Данный раздел – одна из наиболее важных составных частей ВКР и характеризует готовность студента к самостоятельной творческой работе. Это - всесторонняя и глубокая проработка вопросов анализа и синтеза, разработки методов и алгоритмов реализации, конструкторские разработки, компьютерные эксперименты, модели и т. п.

Основная часть может носить характер конструкторской, технологической, расчетной или исследовательской работы, а так же их комбинации (см. виды профессиональной деятельности бакалавра).

Для конструкторского направления основная часть может состоять из следующих позиций:

- литературный (или патентный) обзор;
- назначение и область применения проектируемого решения(электротехнического элемента);

- техническая характеристика;
- описание и обоснование выбранной конструкции;
- расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции;
- методика получения результатов и их анализ.

Технологический раздел отражает проведенную разработку технологии электроснабжения или изготовления технического продукта, технологии монтажа и наладки оборудования.

Все приводимые при проектировании расчеты и построения должны быть полностью отражены в пояснительной записке ВКР. Технические расчеты должны содержать:

- эскиз или схему рассчитываемого устройства, установки, оборудования, изделия;
- задачу расчета (с указанием, что требуется определить при расчете);
- данные для расчета;
- расчет с анализом и обобщением полученных результатов;
- выбор одного проектного решения путем сравнения вариантов по техническим показателям.

В состав технических расчетов могут входить расчеты электрические, точности, чувствительности, быстродействия, производительности, и т.д.

При научно-исследовательском характере работы в первом разделе приводятся результаты исследования предметной области и предмета проектирования, синтеза и анализа вариантов решения поставленной задачи и выбора конкретного варианта. Этот раздел должен подробным образом описывать путь, посредством которого студент планирует реализовать поставленные в ВКР задачи. Следует представить как можно подробнее описание производственного процесса предмета защиты с указанием узких (с экономической, технологической и организационной точек зрения) мест и путей их преодоления. Отметить, соответствует ли действующая техническая система современному уровню и возможностям её эффективного управления. Особо указать, как функционирование действующей технической системы сказывается на конечных результатах исследуемого процесса.

Для чего необходимо оценить:

- сложность управления, количество и перечень основных входных и выходных параметров контроля и управления;
- заданность управляющих воздействий и необходимость их оптимизации и подстройки в соответствии с динамикой процесса;
- необходимую степень точности параметров;
- требуемую надёжность технической системы, др.

Примерное содержание разделов ВКР:

1) Первый раздел. Обычно является методологической, теоретической частью. В нем проблема решается абстрактно, умозрительно и даже гипотетически. В нем могут быть обзоры предшествующих работ по данной теме, некоторая предыстория вопроса, патентный обзор решений подобного рода проблем. В первом разделе «обрисовывается» проблема, намечаются пути ее решения (вырабатывается так называемый «эскизный» проект).

2) Раздел второй. Должен быть практическим, экспериментальным. В нем часто авторы применяют в качестве инструмента для объяснения или оценки каких-то реальных явлений те принципы, которые были обоснованы в предыдущем разделе. Раздел содержит подробный анализ предмета исследования, описываются его основные параметры и характеристики. Соотношение между первым и вторым разделами можно условно представить как отношение между тезисом и аргументом.

3) Третий раздел. Обычно в этом разделе приводятся доказательства ранее выдвинутых положений и строится аргументация, приводятся расчеты, формулируются выводы и предложения. Раздел представляет описание результата выполненной работы: разработанные схемы (и их описание), моделирование работы устройства, выявленные зависимости и предложенные методики, разработанное программное средство (структура, описание), пр.

В зависимости от особенностей ВКР отдельные разделы допускается объединять или исключать, а также вводить новые разделы в соответствии с требованиями задания.

Каждый раздел должен иметь логически вытекающие из его содержимого выводы.

В заключении делаются краткие выводы по выполнению задания на ВКР, описываются решения, принятые в разработках, их техническая целесообразность и предложения по их использованию, в том числе - внедрению в производство.

В Заключении следует отразить:

- основные выводы, результаты работы,
- дать самокритичную оценку тому, насколько удалось достигнуть провозглашенной во введении цели и выполнить поставленные задачи,
- насколько верными оказались методологические принципы, использованные в работе,
- спрогнозировать практическую полезность результатов проведенной работы,
- определить перспективы дальнейших исследований по данной теме.

Каждая рекомендация, сделанная в ВКР, должна быть обоснована с позиций эффективности, целесообразности и перспектив использования в практической деятельности или учебном процессе.

Список изученной литературы содержит сведения об источниках, использованных при выполнении (как правило, не старше 10 лет), а также ссылки на электронные издания и материалы в Интернете.

Сведения об источниках располагаются в порядке появления ссылок, а не по алфавиту, и нумеруются арабскими цифрами. Стандарты в список литературы не включают. При необходимости, ссылку на номер ГОСТ, технический регламент, нормативно-технические акты, в т.ч. по охране труда, пожарной безопасности и электробезопасности, указывают в тексте.

Описание книги начинается с фамилии автора, если авторов не более трех, например:

1. Андреев, В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения [Текст]: учебник для студентов вузов, обучающихся по спец. «Электроснабжение» / Андреев, Василий Андреевич. - 5-е изд.; стереотип. - М.: Высшая школа, 2007. - 639 с.

Описание книги начинается с заглавия, если она написана четырьмя и более авторами.

Примеры:

1. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению / В.А. Оськин, В.Н. Байкалова, В.Ф. Карпенков и др.; Под ред. В.А. Оськина и В.Н. Байкаловой. – М.: КолосС. – 2007. – 318 с.

2. Справочник технолога-машиностроителя. / Под ред. А.Г. Косиловой и П.М. Мещерякова. Т.1 и 2. – М.: Машиностроение, 2001.

При ссылке на статью из периодического издания (журнала, газеты) во второй части описания (за двумя косыми чертами) приводятся следующие сведения: название журнала (газеты, сборника); год издания; число и месяц (для газет); номер, выпуск, том; страницы, на которых помещена статья.

Примеры:

1. Широкобоков В.Г. Направления ревизития снабженческо-сбытовых потребительских кооперативов / В.Г. Широкобоков, Т.И. Кателикова//Бухучет в сельском хозяйстве. – 2012. – № 4. – С. 45–49.

2. Техника для ресурсосберегающих технологий /С.В. Кадыров, В.И. Прядкин, А.В. Русанов, В.Н. Бриндюк // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2012. – № 2. – С 44–47.

Электронные ресурсы в сети Интернет

1. Сафронов В.Е. Технология конструкционных материалов и материаловедение: МГТУ.[Электронный учебник]/В.Е. Сафронов. – Режим доступа:[www.http://mt2.bmstu.ru/technjl.php](http://mt2.bmstu.ru/technjl.php)

3. Приходько В.М., Фатюхин Д.С. Библиотека учебно-методической литературы. [Электронный ресурс]/В.М. Приходько, Д.С. Фатюхин. – Режим доступа: [www.http://library.tkm.front.ru](http://library.tkm.front.ru)

Приложение может быть одно или несколько. Если приложений больше одного, пишется слово «Приложения».

В приложения следует относить вспомогательный материал, который при включении его в основную часть работы загромождает текст. К вспомогательному материалу относятся промежуточные расчеты, таблицы вспомогательных цифровых данных, инструкции, методики, распечатки на ЭВМ, иллюстрации вспомогательного характера, заполненные формы отчетности, протоколы испытаний и других документов.

Текст пояснительной записки ВКР должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований. Не рекомендуется использовать глаголы в форме 1-го лица единственного числа («... выбираю метод ...»), следует применять глаголы в форме 1-го лица множественного числа («... выбираем метод ...») или в безличной форме («... выбирается метод ...»).

В тексте пояснительной записки ВКР не допускается применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке; не рекомендуется применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы.

Наиболее часто встречающиеся ошибки:

- казенный стиль (штампы), неудобный для восприятия;
- отсутствие собственных оценок, мыслей, предположений;
- отсутствие ссылок на исследования ученых и практиков и другие цитируемые источники;
- отсутствие аргументированных выводов, обоснованности предложений;
- несоответствие содержания и формы, т. е. несовпадение основного текста и выводов, как по главам, так и в целом по работе.

Написанный текст ВКР, прежде чем распечатывать, рекомендуется тщательно проверить, т. е. вычитать.

3.6. Порядок представления к защите в ГЭК

Законченный и подписанный автором ВКР передается руководителю, который после проверки составляет письменный отзыв и назначает дату предварительной защиты на кафедре. В отзыве руководитель отмечает проявленную студентом инициативу, творческую активность, личный вклад в разработку оригинальных решений, степень самостоятельности при выполнении работы, умение решать поставленные задачи, работать с технической литературой, другими источниками информации, включая компьютерные базы данных.

Следующим шагом является предварительное прослушивание материалов ВКР (так называемая «предзащита») перед специально назначенной комиссией из сотрудников кафедры и вуза (не позднее, чем за 7 дней до защиты). Основным назначением предзащиты (для студента-выпускника) является внесение рекомендаций по коррекции доклада, в т.ч. и презентации (пропорциональность составных частей доклада, расстановка акцентов, стиль изложения, пр.).

Важное место в подготовке к защите помимо других этапов занимает разработка доклада. Именно на основе доклада у членов ГЭК формируется представление о качестве предъявленной к защите ВКР и о компетентности автора.

Текст доклада должен быть максимально приближен к тексту ВКР, поэтому основу выступления составляют введение и заключение, которые зачастую используются в выступлении практически полностью. Также практически полностью используются выводы в конце каждого из разделов. Построение доклада должно обеспечивать логическую взаимосвязь темы, цели, актуальность ВКР, основного содержания полученных результатов и рекомендаций по их практическому применению. Тезисы доклада должны быть согласованы с научным руководителем ВКР, отработаны и прослушаны. Это способствует свободному изложению доклада без обращения к тексту.

Рекомендуется следующая структура доклада:

- отражение темы, актуальности и цели ВКР, направленности;
- постановка решаемых задач;

- изложение и краткое обоснование полученных результатов с указанием элементов новизны (по сравнению с известными подходами) решений;
- условия и результаты экспериментов (если имеются);
- рекомендации по дальнейшей разработке исследуемой темы и оценка эффективности полученных решений;
- заключение (выводы) по проделанной работе, перечисление основных результатов работы.

Для защиты ВКР бакалавра отводится 10-25 минут – это с представлением, докладом, зачитыванием отзыва и вопросами ГЭК. Оптимальным является доклад длительностью 6-8 минут, что соответствует примерно полторы страницы текста (формат А4, шрифт 12pt). Временная структура доклада с использованием компьютерной презентации представлена в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Временная структура доклада при защите ВКР

Раздел доклада	Длительность, минут	Количество слайдов
Введение. Обоснование темы исследования (актуальность, объект, предмет исследования, цель, задачи, методы и т.д.)	1-2	1-3
Краткое содержание работы (выводы по главам)	5-8	3-10
Результаты опытно-экспериментальной работы	1-3	3-5
Заключение (основные выводы, перспективы разработки проблемы)		1-2

Доклад должен быть неразрывно связан с иллюстрационной (графической) частью ВКР и сопровождаться ссылками на соответствующие чертежи. Вся графическая документация располагается в порядке изложения материала в докладе. В выступлении должны быть использованы только те графики, диаграммы и схемы, которые приведены в ВКР; использование в докладе данных, не вошедших в ВКР, недопустимо.

Любая фраза должна говорить за чем-то. Не просто потому, что проектант этим занимался в процессе работы. Каждая фраза должна логично подводить к следующим фразам, быть для них посылкой, и в конечном итоге всё выступление должно быть подчинено главной цели - донести до аудитории две-три по-настоящему ценных мысли. Тогда выступление будет цельным и оставит хорошее впечатление.

Большое значение имеет умение докладчика преподнести материал. Соблюдение норм литературного произношения является абсолютно необходимым. Отвечая на вопросы членов, следует продумать ответ и касаться только существа дела - ответы без подготовки нередко носят поверхностный характер.

Заведующий кафедрой на основании предварительной защиты решает вопрос о допуске студента к защите на заседании государственной экзаменационной комиссии (ГЭК).

В случае положительной рецензии деканат направляет ВКР в ГЭК для его защиты.

Тексты выпускных квалификационных работ, за исключением работ, содержащих сведения, составляющие государственную тайну, размещаются в электронно-библиотечной системе организации и проверяются на объём заимствования. Порядок размещения текстов выпускных квалификационных работ в электронно-библиотечной системе организации, проверки на объём заимствования, в том числе содержательного, выявления неправомерных заимствований устанавливается организацией.

Доступ лиц к текстам выпускных квалификационных работ должен быть обеспечен в соответствии с законодательством, с учетом изъятия производственных, технических, экономических, организационных и других сведений, в том числе о результатах интеллектуальной деятельности в научно-технической сфере, о способах осуществления профессиональной деятельности, которые имеют действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности третьим лицам, в соответствии с решением правообладателя.

4. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ И ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Расчетно-пояснительная записка (РПЗ) излагается на русском языке. Листы записки стандартные, формата А4 (297×210 мм), заполняются с одной стороны с помощью печатающих устройств (размер шрифта 14, интервал 1,5). Во всех случаях на одной странице должно быть не более 29 строк.

Текст рекомендуется записывать *в рамке с полями*: левое поле – 20 мм; верхнее, правое, нижнее – по 5 мм. Расстояние от текста до рамки в начале и в конце строки должно быть не менее 3 мм, а от верхней и нижней строки – не менее 10 мм. В соответствии с ГОСТ 7.32–2001 разрешается выполнение текстового документа (в частности расчетно-пояснительной записки) на листах *без нанесения рамки с полями* не менее: 30 мм – левое; 10 мм – правое; 15 мм – верхнее; 20 мм – нижнее.

Абзацы в тексте начинают отступом, равным 15 мм.

Текст расчетно-пояснительной записки делится на разделы и подразделы. Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов. Пункты могут быть разбиты на подпункты. Разделы и подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют. Разделы обозначаются порядковыми номерами в пределах всей записки арабскими цифрами. Перед введением, заключением, списком использованной литературы и приложением номер не ставится.

Текст расчетно-пояснительной записки должен быть кратким, четким, он не должен допускать различных толкований.

В расчетно-пояснительной записке должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

При изложении обязательных требований в тексте нужно применять слова: «должен», «следует», «необходимо», «требуется, чтобы», «разрешается только», «не допускается», «запрещается», «не следует». При изложении других положений следует применять слова – «могут быть», «как правило», «при необходимости», «в случае» и т.д.

Следует избегать длинных, запутанных предложений, которые затрудняют понимание текста, а также трафаретных выражений, например: имеет место, на сегодняшний день, что касается, с точки зрения, необходимо заметить и т.п. Вместо выражений «я предлагаю», «я разработал» будут уместны следующие: «рекомендуется», «разработано». При этом допускается использовать повествовательную форму изложения текста, например: *применяют, указывают* и т.п.

Нужно избегать тавтологии (повторений того же самого другими словами). Неприемлемы такие выражения, как «регулировка частоты вращения вала», «разборка насоса производится»; следует написать: *частоту вращения вала регулируют, насос разбирают*.

Не следует писать «величина скорости», «величина силы тока», «величина давления», поскольку скорость, сила тока, давление – физические величины.

В тексте расчетно-пояснительной записки не допускается:

- применять обороты разговорной речи;
- для одного и того же понятия использовать различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
- применять произвольные словообразования;
- применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, соответствующими стандартами, в частности ГОСТ 2.105–95 «Общие требования к текстовым документам».

В тексте пояснительной записки, за исключением формул, таблиц и рисунков, не допускается применять:

-математический знак «минус» (–) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);

- знак «Ø» для обозначения диаметра (следует писать «диаметр»). При указании размера или предельных отклонений диаметра на чертежах, помещенных в тексте документа, перед размерным числом следует ставить знак «Ø»;

- математические знаки без числовых значений, например: > (больше), < (меньше), = (равно), ≥ (больше или равно), ≤ (меньше или равно), ≠ (не равно), а также знаки № (номер), % (процент);

- индексы стандартов, технических условий и других документов без регистрационного номера.

В тексте перед обозначением параметра дают его пояснение, например: временное сопротивление разрыву σ_b .

При необходимости применения условных обозначений, изображений и знаков, не установленных действующими стандартами, их следует пояснять в тексте.

Наименования и обозначения физических величин должны соответствовать ГОСТ 8.417–2002: масса – килограмм (кг), длина – метр (м), время – секунда (с) и т.д. Наряду с единицами Международной системы единиц СИ, при необходимости, в скобках указываются единицы ранее применявшихся систем, разрешенных к применению. Так, разрешается использовать единицы, характерные для условий с.-х. производства: центнер (ц), гектар (га), литр (л), минута (мин), час (ч), градус Цельсия (°С) и угловые: плоский угол – радиан (рад), телесный угол – стерадиан (ср). Применение разных систем для обозначения физических величин в расчетно-пояснительной записке не допускается.

Числовые значения величин с обозначением единиц физических величин и единиц счета следует писать цифрами, а числа без обозначения единиц физических величин и единиц счета от единицы до девяти – словами.

Примеры:

1. Провести испытания пяти труб, каждая длиной 5 м.
2. Отобрать 15 труб для испытаний на давление.

Если в тексте приводится ряд числовых значений, имеющих одну и ту же единицу измерений, то ее указывают только после последнего числового значения диапазона, например: 1,5; 2,0 и 2,5 м.

Обозначение единицы физической величины для диапазона значений указывается после последнего числового значения диапазона, например: от плюс 10 до минус 40 °С; от 10 до 100 кг.

Порядковые числительные, обозначаемые арабскими цифрами, имеют падежные окончания: а) одну букву, если они оканчиваются на две согласные, на «й» и на согласную букву (например – 2-я, 20-й, 30-х); б) две буквы, если они оканчиваются на согласную и гласную буквы (например, 10-го класса).

Порядковые числительные, обозначенные арабскими цифрами, не имеют падежных окончаний, если они стоят после существительного, например: глава 1, часть 3, рис. 5.

Округление числовых значений до первого, второго и т.д. десятичного знака для разных типоразмеров, марок и тому подобных изделий одного наименования должно быть одинаковым, например, если градация толщины стальной горячекатаной ленты 0,25 мм, то весь ряд толщины ленты должен быть указан с таким же количеством десятичных знаков: 1,50; 1,75; 2,00.

Дробные числа необходимо приводить в виде десятичных дробей, за исключением размеров в дюймах, которые следует записывать $1/4''$, $1/2''$, (но не $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$). Если невозможно выразить числовое значение в виде десятичной дроби, допускается записывать простую дробь в одну строчку через косую черту: $5/32$; $(50A - 4C) / (40B + 20)$.

В пояснительной записке все слова, как правило, должны быть написаны полностью. Допускается отдельные слова и словосочетания заменять аббревиатурами и применять текстовые сокращения, если смысл их ясен из контекста и не вызывает различных толкований. Буквенные аббревиатуры пишутся без точек после букв и этим отличаются от буквенных сокращений.

Если сокращенное до начальных букв словосочетание при чтении требуется развертывать до полной формы (например: л.с. – лошадиная сила; н.м.т. – нижняя мертвая точка и т.п.), то после начальной строчной буквы ставится точка. Если же словосочетание из начальных букв при чтении произносится сокращенно, то это буквенная аббревиатура и точки не ставятся (например, ТВЧ – «тэвэчэ»).

Строчными буквами пишутся буквенные аббревиатуры, которые обозначают нарицательные названия, читаются по слогам и склоняются (вуз, нэп и др.). Прописными буквами пишутся буквенные аббревиатуры, которые представляют собой сокращение собственного имени, например названия организаций (МГУ, ГОСНИТИ); нарицательное название, читаемое по буквам (ОТК, РТК).

Аббревиатура, обозначающая нарицательное название и читаемая не по названиям букв, а по слогам, склоняется (ГОСТом, вуза), за исключением тех из них, в которых род ведущего слова не совпадает с родовой формой аббревиатуры. Например, СТОТ (станция технического обслуживания тракторов) – ведущее слово «станция» женского рода, а сама аббревиатура – мужского. Аббревиатура, читаемая по буквам, не склоняется (КБ, МТС, ТУ).

Формула включается в предложение как его равноправный элемент. Поэтому в конце формул и в тексте перед ними знаки препинания ставят в соответствии с правилами пунктуации. Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, отделяют запятой или точкой с запятой.

Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть непосредственно под формулой в той последовательности, в какой они приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Порядковые номера формул обозначают арабскими цифрами в круглых скобках у правого края страницы.

Пример.

Плотность каждого образца ρ , кг/м³, вычисляют по формуле:

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (1)$$

где m – масса образца, кг; V – объем образца, м³.

Нумеровать следует наиболее важные формулы, на которые имеются ссылки в последующем тексте. Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, отделенных точкой, например (3.1). Если в работе только одна формула или уравнение, то их не нумеруют.

Переносить формулу на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак «х».

Все иллюстрации (графики, схемы, чертежи, фотографии и т.п.) именуется в расчетно-пояснительной записке рисунками. На одном листе можно располагать несколько иллюстраций. При этом рисунки, расположенные на отдельных страницах РПЗ, включаются в общую нумерацию страниц. Размер иллюстрации не должен превышать размеров формата А3 (297×420 мм). Рисунки больше формата А3 помещают в приложениях.

Рисунки нумеруют либо сквозной нумерацией арабскими цифрами (рис. 1), либо в пределах раздела (рис.3.1). Во втором случае номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, отделенных точкой. Если рисунок один, его не нумеруют и слово «Рисунок» не пишут.

Рисунки альбомного формата следует размещать так, чтобы их можно было рассматривать, поворачивая страницу по часовой стрелке.

Рисунки размещают сразу после ссылки на них в тексте. Кроме наименования, иллюстрации могут иметь пояснительные данные, которые располагают под изображением и над названием рисунка. Если на рисунке изображены составные части изделия, то на этой иллюстрации должны быть указаны номера позиций этих составных частей, которые располагают в возрастающем порядке, за исключением повторяющихся позиций, а для электро- и радиоэлементов - позиционные обозначения, установленные в схемах данного изделия.



Рисунок 4.1.

Для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей используют таблицы. Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана на нее ссылка, или на следующей странице, а при необходимости, в приложении. Название следует помещать над таблицей (рис. 4.2).

Таблица ____ . _____
 номер название таблицы

Боковик Графы (колонки)
 (графа для заголовков)

Рисунок 4.2. - Оформление таблицы

Если строки или графы таблицы выходят за формат страницы, ее делят на части, помещая одну часть под другой или рядом, при этом в каждой части таблицы повторяют ее головку и боковик. Допускается при делении таблицы на части заменять ее головку или боковик соответственно номерами граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки первой части таблицы (ГОСТ 2.105–95).

При переносе части таблицы на ту же или другую страницу название помещают только над первой частью таблицы. Слово «Таблица...» указывают только над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы...»

Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается. При необходимости нумерации показателей, параметров или других данных порядковые номера (без точек) следует указывать в первой графе (боковике) таблицы непосредственно перед их наименованием. Перед числовыми значениями величин и обозначением типов, марок и т.п. порядковые номера не представляют.

Заголовки граф и строк пишут с прописной буквы, а 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 граф указывают в единственном числе.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение надо помещать над таблицей справа, под заголовком (например «В миллиметрах»).

Если в большинстве граф таблицы приведены показатели, выраженные в одних и тех же единицах физических величин, но имеются графы с показателями, выраженными в других единицах, то над таблицей следует писать наименование преобладающего показателя и обозначение его физической величины, например: «Размеры в миллиметрах», «Напряжение в вольтах». В подзаголовках остальных граф следует приводить наименования и (или) обозначения других единиц физических величин.

Числовые значения в каждой графе должны иметь одинаковое число десятичных знаков, причем классы чисел во всех графах должны быть расположены точно один под другим.

Текст, повторяющийся в строках одной и той же графы и состоящий из одиночных слов, чередующихся с цифрами, заменяют кавычками. Если повторяющийся текст состоит из двух и более слов, при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее кавычками. Если предыдущая фраза является частью последующей, то допускается заменять ее словами «То же» и после точки с прописной буквы приводить дополнительные сведения. *Заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки процента, обозначения марок материала, обозначения нормативных документов не допускается.*

Если объем цифрового материала небольшой, его лучше оформлять не таблицей, а текстом, располагая цифровые данные в виде колонок.

Пример

Предельные отклонения профилей всех номеров:

по высоте..... $\pm 2,5 \%$

по ширине полки..... $\pm 1,5 \%$

по толщине стенки..... $\pm 0,3 \%$

по толщине полки..... $\pm 0,3 \%$

Материал, дополняющий текст расчетно-пояснительной записки (графический материал, таблицы большого формата, расчеты, описания алгоритмов и программ задач, решаемых на ЭВМ, и т.д.), а также листы спецификации по конструкторской разработке помещаются в приложениях.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху страницы слова «Приложение» и его порядкового номера.

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, например: «Приложение 1.1».

Формулы и иллюстрации, помещаемые в приложениях, должны нумероваться в пределах каждого приложения с добавлением перед их порядковым номером номера приложения, например: формула (1.1), рисунок (1.1).

Все приложения должны приводиться в оглавлении с указанием их номеров и заголовков.

Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте пояснительной записки, за исключением информационного приложения «Список литературы», которое располагают последним.

Требования к оформлению графических материалов. При оформлении *графических материалов* следует руководствоваться соответствующими государственными стандартами. Графический материал выполняется карандашом или тушью на чертежной бумаге формата А1 (594×841 мм) или с применением компьютерной техники.

ГОСТ 2.302–68 устанавливает следующие масштабы при выполнении графических изображений:

Масштаб уменьшения – 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25

Натуральная величина – 1:1

Масштаб увеличения – 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1

На всех листах графической части в правом нижнем углу располагают основные надписи: на листах формата А4 вдоль короткой стороны; на листах формата больше А4 – вдоль длин-

ной или короткой стороны. В соответствии с ГОСТ 2.104–2006 установлены единые формы основной надписи для конструкторских документов ЕСКД (приложение 6):

Форма 1 (размеры 55×185 мм) – для чертежей и схем;

Форма 2 (размеры 40×185 мм) – для текстовых документов, графиков, диаграмм, таблиц и т.п.;

Форма 2а (размеры 15×185 мм) – упрощенная форма для последующих листов текстовых и графических документов.

Графы во всех трех формах пронумерованы одинаково, в формах 2 и 2а отдельные графы отсутствуют.

В графе 1 (для формы 1) основной надписи указывается *наименование* изделия (листа графической части проекта). Наименование изделия (листа) записывается в именительном падеже единственного числа. В наименовании, состоящем из нескольких слов, должен быть прямой порядок слов, например: «Вал распределительный». На сборочном чертеже коробки передач в графе 1 основной надписи должно быть записано: «Коробка передач».

Для формы 2 – наименование изделия и (ниже) наименование документа, если он имеет стандартный шифр. На ведомости покупных изделий этой же сборочной единицы в графе 1 основной надписи должно быть записано: «Коробка передач. Ведомость покупных изделий».

На всех графических и текстовых документах, разработанных в дипломном проекте в виде отдельных листов, представляющих графики, диаграммы, таблицы, планы участков и т.п., в графе 1 основной надписи записывают наименование листа в порядке, принятом в технической литературе, например: «Экономические показатели», «Генеральный план» и др.

Для обозначения приводимого на листе документа в графе 2 основной надписи записывают шифр документа: монтажный чертеж (МЧ), сборочный чертеж (СБ); чертеж общего вида (ВО), теоретический чертеж (ТЧ), габаритный чертеж (ГЧ), график загрузки мастерской (ГЗ), таблицы (ТБ), расчеты (РР), ведомость покупных изделий (ВП), технические условия (ТУ) и др. В дипломном проекте шифры чертежей общего вида, сборочной единицы, схем и т.п. состоят из следующих групп индексов - 00.00.00.00.00.00:

первая группа – индекс типа проекта (дипломный – ДП);

вторая группа – последние две цифры года;

третья группа – номер кафедры;

четвертая группа – номер сборочной единицы (указывается только в шифре чертежа сборочной единицы);

пятая группа номер детали сборочной единицы (указывается в группе рабочего чертежа детали);

шестая группа – аббревиатура вида чертежа, схемы, графика.

Пример шифра для сборочного чертежа дипломного проекта: ДП.14.55.01.00.СБ.

Графа 3 заполняется только на чертежах деталей, в ней указываются *марка и стандарт материала деталей*.

Условные обозначения могут содержать только качественную характеристику материала детали (если технология изготовления детали связана с изменением формы заготовки, когда применение сортовых материалов, т. е. имеющих определенные профиль и размеры, не предусматривается).

Условное обозначение может содержать также характеристику профиля сортового материала, из которого изготовлена деталь, например:

Круг $\frac{B20 \text{ ГОСТ } 2590 - 71}{Ст3 \text{ ГОСТ } 380 - 88}$ – горячекатаная круглая сталь обычной точности прокатки

диаметром 20 мм по ГОСТу 2590–71 марки Ст3, поставляемая по техническим требованиям ГОСТа 380–88;

Труба $\frac{\text{вн } 70 \times 16 \text{ ГОСТ } 8732 - 78}{120 \text{ ГОСТ } 8734 - 74}$ – стальная бесшовная труба по ГОСТу 8732–78 с внут-

ренним диаметром 70 мм, толщиной стенки 16 мм, немерной длины, из стали марки 20 категории 1, изготовленной по группе А (ГОСТ 8731–74).

Общие требования к рабочим чертежам и требования к отдельным их разновидностям содержатся в ГОСТ 2.109–73.

При выполнении рабочих чертежей на изделие надо предусматривать:

- 1) широкое использование стандартных изделий, уже освоенных производством и отвечающих современному уровню техники;
- 2) рациональное ограничение номенклатуры размеров, предельных отклонений резьб, шлицев и т.п. элементов деталей, а также материалов и покрытий;
- 3) использование принципов взаимозаменяемости, простоты и удобства в эксплуатации и при ремонте изделия.

На рабочих чертежах технологических указаний не дают, за исключением следующих:

- 1) указывается способ или операция изготовления, если они являются единственными и гарантирующими необходимое качество;
- 2) указываются виды и способы получения сварных и паяных швов, сшивки и других операций или приемов, гарантирующих обеспечение отдельных требований к изделию;
- 3) на чертежах изделий индивидуального и вспомогательного производства, которые изготавливаются для использования на конкретном предприятии, допускаются технологические указания.

При выполнении чертежей следует помнить, что главное изображение должно давать наиболее полное представление о форме и размерах изделия.

Главное изображение располагают на фронтальной плоскости; сборочные единицы вычерчивают в рабочем положении, а детали (на чертежах деталей) – в положении, обеспечивающем удобное пользование чертежом в процессе изготовления деталей.

Тела вращения (валы, шкивы, шестерни, винты и т.п.) располагают на чертежах так, чтобы ось вращения была параллельна основной надписи на чертеже.

Чертеж общего вида является обязательным конструкторским документом и служит исходным материалом для разработки рабочей документации. Выполнение изображений осуществляется с упрощениями, принятыми стандартами для рабочих чертежей, но не в ущерб пониманию конструкции, взаимодействия составных частей и принципа работы изделия.

На разработанных чертежах общего вида (в двух или трех проекциях), выполняемых по ЕСКД ГОСТ 2.109, 2.119, 2.120–73 и др.), проставляются номера позиций составных частей, габаритные размеры, размеры с допусками между осями валов и рабочих отверстий, расстояния от осей до базовых поверхностей устройства, а также посадки с допусками на основные сопрягаемые детали конструкции по СТ СЭВ 144–88, 145–75, пределы рабочих ходов подвижных элементов.

На чертеже текстом указывается техническая характеристика устройства, а также технические требования на сборку, регулировку и испытание конструкции. На отдельных листах, по согласованию с руководителем проекта, вычерчиваются отдельные узлы конструкции, а также кинематическая, электрическая и другие схемы или выполняется детализация одного из узлов устройства.

Рабочий чертеж детали является основным конструкторским документом детали и, следовательно, включает все необходимые данные для ее производства и контроля.

Чертеж детали должен содержать:

- 1) минимум изображений детали, обеспечивающих полное и однозначное понимание ее конструкции;
- 2) размеры с предельными отклонениями и допуски формы и расположения поверхностей детали;
- 3) обозначения шероховатости поверхностей детали;

4) указание о материале, из которого выполняется деталь. Марка и стандарт материала записываются в основной надписи чертежа. Если предусмотрены заменители материала, то их указывают в технических требованиях чертежа;

5) технические требования, т. е. текстовые указания, содержащие все графически не изображаемые, но необходимые требования к готовой детали.

Технические требования на чертежах по возможности группируют и располагают в следующем порядке:

- требования, предъявляемые к материалу заготовки, термообработке и свойствам материала готовой детали; указание заменителей материала;
- требования к качеству поверхности; указания к их отделке, покрытию;
- размеры, предельные отклонения размеров, допуска формы и взаимного расположения поверхностей.

Технические требования имеют сквозную нумерацию арабскими цифрами и размещаются над основной надписью чертежа. Каждое требование начинается с новой строки. Заголовок «Технические требования» не пишут.

Сборочный чертеж является обязательным конструкторским документом для любой сборочной единицы.

На сборочном чертеже должны быть приведены:

1) изображение сборочной единицы, обеспечивающее ясное представление о взаимном расположении составных частей (сборочных единиц, деталей);

2) размеры, предельные отклонения и требования, которые необходимо выполнить или проконтролировать при сборке;

3) указания о характере соединений, если точность последних обеспечивается не предельными отклонениями, а подбором, подгонкой и т.п.;

4) указания о способе получения неразъемных соединений (клепка, сварка и т.п.);

5) номера позиций, составных частей;

6) габаритные, установочные и присоединительные размеры;

7) при необходимости, изображение соседних деталей и техническая характеристика изделия.

На сборочных чертежах допускается не изображать отдельные мелкие элементы конструкции деталей (фаски, углубления, выступы, накатки, насечки, зазоры между стержнем и отверстием и т.п.).

Допускается изображать упрощенно (контурными очертаниями):

1) составные части изделия, являющиеся покупными или типовыми, а также составные части, на которые выполнены самостоятельные сборочные чертежи;

2) повторяющиеся одинаковые составные части, одна из которых показана подробно.

Монтажный чертеж является документом, по которому выполняется монтаж изделия на месте его работы.

Такой чертеж должен содержать:

1) упрощенное (контурное) изображение монтируемого изделия;

2) изображение мест крепления и крепежных изделий, необходимых для осуществления монтажа;

3) изображение (полное или частичное) устройства, на котором монтируется данное изделие;

4) установочные и присоединительные размеры с предельными отклонениями;

5) технические требования к монтажу.

Монтируемое изделие и все элементы монтажа изображают сплошными линиями; устройство, на котором монтируется изделие, - сплошными тонкими линиями.

Среди конструкторских документов широкое применение имеют *схемы* – графические документы, схематически представляющие структуру изделия, взаимосвязь его составных частей и принцип работы.

В зависимости от типа элементов изделия и связей между ними схемы подразделяются на виды: электрические (Э), гидравлические (Г), пневматические (П), кинематические (К), оптические (Л), вакуумные (В), газовые (Х), схемы автоматизации (А), комбинированные (С).

В зависимости от назначения схемы делятся на типы: структурные (1), функциональные (2), принципиальные (3), соединений (4), подключений (5), общие (6), расположения (7), прочие (8), объединенные (0).

В обозначение схемы изделия должны входить обозначение изделия и буквенно-цифровой шифр, определяющий вид и тип схемы.

Схемы выполняют без учета действительного пространственного расположения элементов изделия и без масштаба. Все элементы изображают условными графическими знаками, предусмотренными ЕСКД, и нестандартными (в виде упрощенных внешних контуров). Обводка знаков и линий связи между ними – сплошная линия толщиной 0,3-0,5 мм.

Основные положения, касающиеся построения и использования *диаграммы*, подробно изложены в ГОСТ 2.319–81.

Диаграммы строят в прямоугольной системе координат. Независимую переменную указывают, как правило, на горизонтальной оси; положительные значения величин откладывают на осях вправо и вверх от начала отсчета.

Диаграмма информационного значения имеет оси без шкал; дается только указание о величинах, откладываемых на осях, и направление (стрелкой) возрастания величин. Такая диаграмма выполняется в одном линейном масштабе во всех направлениях координат.

Как правило, оси координат несут на себе шкалы откладываемых величин. Масштаб может быть разным для каждого направления координат. Шкалы располагаются непосредственно на осях или изображаются параллельно осям.

На поле диаграмм обычно выполняется координатная сетка, что облегчает чтение диаграмм.

Текстовая часть диаграммы, поясняющая характер величин, откладываемых на осях, характер отдельных точек функциональной зависимости и т.п., обычно располагается параллельно осям. Наименования величин и числа у шкал, как правило, размещаются горизонтально вне поля диаграммы.

В графической части может представляться технологическая **документация** в виде маршрутных, операционных карт, карт технологического процесса, карт эскизов, оформляемых в соответствии со стандартами, а также информация об экономической эффективности предложений в виде таблиц или диаграмм.

5. СОСТАВ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ КОМИССИЙ И АПЕЛЛЯЦИОННЫХ КОМИССИЙ

Для проведения государственной итоговой аттестации и проведения апелляций по результатам государственной итоговой аттестации в вузе создаются государственные экзаменационные комиссии (ГЭК) и апелляционные комиссии. Комиссии действуют в течение календарного года.

Комиссии создаются по каждому направлению подготовки, или по каждой образовательной программе, или по ряду направлений подготовки, или по ряду образовательных программ.

Председатель государственной экзаменационной комиссии утверждается учредителем образовательной организации по представлению этой организации не позднее **31** декабря, предшествующего году проведения государственной итоговой аттестации.

Образовательная организация утверждает составы комиссий не позднее, чем **за 1 месяц** до даты начала государственной итоговой аттестации.

Председатель государственной экзаменационной комиссии утверждается из числа лиц, не работающих в данной организации, имеющих ученую степень доктора наук и (или) ученое

звание профессора либо являющихся ведущими специалистами – представителями работодателей или их объединений в соответствующей области профессиональной деятельности.

Председателем апелляционной комиссии утверждается руководитель организации или лицо уполномоченное руководителем организации (на основании распорядительного акта организации).

Председатели комиссий организует и контролирует деятельность комиссий, обеспечивают единство требований, предъявляемых к обучающимся при проведении государственной итоговой аттестации.

В состав государственной экзаменационной комиссии включаются не менее 4 человек, из которых не менее 2 человек являются ведущими специалистами – представителями работодателей или их объединений в соответствующей области профессиональной деятельности (далее – специалисты), остальные – лицами, относящимися к профессорско-преподавательскому составу данной организации и (или) иных организаций и (или) научными работниками данной организации и (или) иных организаций, имеющими ученое звание и (или) ученую степень.

В состав апелляционной комиссии включается не менее 4 человек из числа лиц, относящихся к профессорско-преподавательскому составу организации и не входящих в состав государственных экзаменационных комиссий.

Из числа лиц, включенных в состав комиссий, председателями комиссий назначаются *заместители председателей комиссий*.

На период проведения государственной итоговой аттестации председателем государственной комиссии назначается ее *секретарь* из числа лиц, относящихся к профессорско-преподавательскому составу, научным или административным работникам организации. Секретарь государственной экзаменационной комиссии не является ее членом.

Секретарь государственной экзаменационной комиссии обеспечивает работу ГЭК, ведет протоколы ее заседаний, представляет необходимые материалы в апелляционную комиссию.

Основной формой деятельности комиссий являются заседания. Заседания комиссий правомочны, если в них участвуют не менее двух третей от числа членов комиссий.

Заседания комиссий проводятся председателями комиссий, а в случае их отсутствия – заместителями председателей комиссий.

6. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ АТТЕСТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ

Порядок проведения государственных аттестационных испытаний разрабатывается высшим учебным заведением с учетом Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры (утвержден приказом Минобрнауки России от 29.06.2015 №636).

Порядком проведения государственных аттестационных испытаний в вузе должны быть установлены:

- сроки проведения государственных аттестационных испытаний по каждой ООП;
- форма проведения государственных аттестационных испытаний;
- требования к выпускным квалификационным работам и иным материалам, предоставляемым как к государственному экзамену, так и к защите выпускной квалификационной работы;
- обязанности и ответственность руководителя выпускной квалификационной работы;
- процедура проведения государственных аттестационных испытаний;
- возможность использования печатных материалов, вычислительных и иных технических средств;
- критерии оценки результатов сдачи государственных экзаменов и защиты выпускных квалификационных работ;

- порядок проведения государственных аттестационных испытаний лицами, не проходившими государственных аттестационных испытаний в установленный срок по уважительной причине;

- условия и порядок проведения апелляций.

Не позднее, чем за **30** календарных дней до дня проведения первого государственного испытания образовательная организация утверждает распорядительным актом расписание государственных аттестационных испытаний, в котором указываются даты, время и место проведения государственных аттестационных испытаний и предэкзаменационных консультаций, и доводит до сведения выпускников, членов ГЭК и апелляционных комиссий, секретарей ГЭК, руководителей и консультантов ВКР.

При формировании расписания устанавливается перерыв между государственными аттестационными испытаниями продолжительностью не менее **7** календарных дней.

После завершения подготовки студентом выпускной квалификационной работы руководитель ВКР представляет в деканат письменный отзыв о работе студента в период подготовки выпускной квалификационной работы.

Студент должен быть ознакомлен с отзывом не позднее чем за **5** дней до защиты ВКР.

Выпускная квалификационная работа и отзыв передаются в государственную комиссию не позднее чем за **2** календарных дней до дня защиты ВКР.

Государственная итоговая аттестация проводится по месту нахождения вуза или его структурного подразделения. В случае выполнения выпускных квалификационных работ при участии работодателей могут быть организованы выездные заседания ГЭК.

К началу защиты работ деканатом предоставляются в ГЭК следующие документы:

- решение совета об аттестационных испытаниях, порядке, сроках выполнения и защиты работ;

- приказ о составе ГЭК;

- приказ о закреплении тем и руководителей выпускных квалификационных работ;

- критерии оценки выпускной работы;

- списки студентов, допущенных к защите;

- справка о выполнении студентом учебного плана и полученных оценках;

- выпускная квалификационная работа;

- зачетная книжка студента;

- отзыв руководителя.

Защита выпускных квалификационных работ проводится на открытых заседаниях ГЭК с участием *не менее двух третей* ее состава. Заседания ГЭК проводятся под руководством председателя комиссии, а в случае его отсутствия заместителем председателя комиссии.

После объявления председателем темы, информации об авторе и руководителе проекта и выпускающей кафедре студенту предоставляется время для доклада (10-15 минут), затем члены комиссии задают вопросы студенту, заслушивают его ответы на вопросы и отзыв руководителя.

Доклад студент может представить в виде слайдовой **презентации** с использованием программы PowerPoint. Иногда слово «слайды» применяют как синоним слова «презентация». Однако презентация более широкое понятие. Слайдовая презентация требует: 1) опыта отбора и структурирования материала, 2) знаний правил создания слайдов (лаконичность текста, не более 7 строк на слайде, качественных изображений, подбора шрифтов, цвета, фона и др.), 3) навыков техники выступления (ясность, доступность, темп изложения, контакт с аудиторией и др.).

Хорошие слайды должны *убеждать, объяснять, впечатлять*, а также *напоминать* выступающему, о чем следует говорить далее. Навык подготовки качественных презентаций, умение донести свои идеи до слушателей является важнейшим фактором формирования у выпускников общекультурной компетенции – способности к коммуникации в устной и письменной форме.

После защиты квалификационных работ на закрытом заседании ГЭК обсуждаются результаты государственного аттестационного испытания и выносится решение об оценке, при-

своении квалификации и выдаче диплома о высшем образовании, а также о рекомендации по продолжению обучения выпускника в магистратуре.

Решения государственных экзаменационных комиссий принимаются простым большинством голосов членов комиссий, участвующих в заседании. При равном числе голосов председательствующий обладает правом решающего голоса.

Решения, принятые комиссиями, оформляется *протоколами*.

В протоколе заседания ГЭК по приему государственного аттестационного испытания отражается перечень заданных студенту вопросов и характеристика ответов на них, мнения членов ГЭК о выявленном уровне подготовленности выпускника к решению профессиональных задач, а также о выявленных недостатках в теоретической и практической подготовке выпускника.

Протоколы заседаний комиссий подписываются председательствующим и секретарем ГАК. Протоколы заседаний комиссий сшиваются в книги и хранятся в архиве образовательной организации.

Результаты каждого государственного аттестационного испытания определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение государственного аттестационного испытания.

Результаты государственного аттестационного испытания, проводимого в устной форме, объявляются в день его проведения, а в письменной форме – на следующий день после его проведения.

Успешное прохождение государственной итоговой аттестации является основанием для выдачи обучающемуся документа о высшем образовании и квалификации «БАКАЛАВР» образца, установленного Минобрнауки России.

Примерные критерии оценки выпускных квалификационных работ. Членам экзаменационной комиссии рекомендуется оценивать квалификационные работы по следующим критериям:

- соответствие содержания работы теме ВКР;
- обоснованность выбора методов решения поставленной задачи;
- степень участия в исследовательской работе;
- уровень выполнения инженерных расчетов;
- достоверность полученных результатов;
- практическая ценность работы и возможность внедрения;
- применение информационных технологий при выполнении работы;
- качество оформления и соответствие чертежей требованиям стандартов;
- качество доклада;
- правильность и полнота ответов на вопросы;
- степень использования информационных материалов.

Более высоко оцениваются работы, направленные на решение реальных задач применительно к предприятиям и организациям агропромышленного комплекса, а также работы, содержащие результаты НИР студента, связанные с повышением эффективности эксплуатации машин и оборудования, разработкой новой техники, технологий, материалов, способов, методических подходов.

Рекомендуется учитывать наличие у студента знаний и умений пользоваться научными методами познания, творческого подхода к решению поставленной задачи, владения навыками находить теоретическим путем ответы на сложные вопросы производства, а также оценивать уровень освоения профессиональных компетенций, позволяющих выявить способность выпускника к решению инженерных задач.

Оценку «отлично» рекомендуется выставлять студенту, если работа выполнена на актуальную тему, разделы разработаны грамотно, инженерные решения обоснованы и подтверждены расчетами. Содержание работы отличается новизной и оригинальностью, чертежи и пояснительная записка выполнены качественно, выпускник сделал логичный доклад, раскрыл особен-

ности работы, проявил большую эрудицию, аргументировано ответил на примерно 86...100 % вопросов, заданных членами ГЭК.

Оценка *«хорошо»* выставляется студенту, если работа выполнена в соответствии с заданием, расчеты выполнены грамотно, но большинство решений типовые или их обоснование не является достаточно глубоким, при этом ошибки не носят принципиальный характер, а работа оформлена с небольшими отклонениями от установленных требований. Студент сделал хороший доклад и правильно ответил на 66...85 % вопросов, заданных членами ГЭК.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется, если работа выполнена в полном объеме, но содержит недостаточно убедительное обоснование, представлены типовые решения, в которых имеются существенные технические ошибки, свидетельствующие о пробелах в знаниях студента, но в целом не ставящие под сомнение его теоретическую подготовку; графическая часть и пояснительная записка выполнены небрежно, выпускник не раскрыл основные положения своей работы, ответил правильно на 50...65 % вопросов, заданных членами ГЭК, показал минимум теоретических и практических знаний, которые, тем не менее, позволят выпускнику выполнять обязанности специалиста с высшим образованием, а также самостоятельно повышать свою квалификацию.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется, если работа содержит грубые ошибки в расчетах и при принятии инженерных решений, количество и характер которых указывает на недостаточную подготовку выпускника к профессиональной деятельности. Доклад сделан неудовлетворительно, содержание основных глав работы не раскрыто, качество оформления работы низкое, студент неправильно ответил на большинство вопросов, показал слабую общеинженерную и профессиональную подготовку.

Более подробно критерии оценки ВКР представлены в Приложение 1 «Фонд оценочных средств» к рабочей программе Государственной итоговой аттестации.

7. ПОРЯДОК АПЕЛЛЯЦИИ НА ПРОВЕДЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННЫХ АТТЕСТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ

По результатам государственных аттестационных испытаний обучающийся имеет право на апелляцию. Письменная апелляция о нарушении, по мнению обучающегося, установленной процедуры проведения государственного аттестационного испытания и (или) несогласия с результатами государственного экзамена подается в апелляционную комиссию.

Апелляция подается лично обучающимся в апелляционную комиссию не позднее **следующего** рабочего дня после объявления результатов государственного аттестационного испытания.

Для рассмотрения 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 и отзыв - для рассмотрения апелляции по проведению защиты выпускной квалификационной работы.

Апелляция рассматривается не позднее **2** рабочих дней со дня подачи апелляции на заседании апелляционной комиссии, на которое приглашаются председатель государственной экзаменационной комиссии и обучающийся, подавший апелляцию.

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.

При рассмотрении апелляции *о нарушении порядка 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.

В последнем случае результат государственной итоговой аттестации подлежит аннулированию, в связи с чем протокол о рассмотрении апелляции не позднее следующего рабочего дня передается в государственную экзаменационную комиссию для реализации решения комиссии. Обучающемуся предоставляется возможность пройти государственное аттестационное испытание в сроки, установленные образовательной организацией.

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.

Решение апелляционной комиссии не позднее следующего дня передается в государственную экзаменационную комиссию. Решение апелляционной комиссии является основанием для аннулирования ранее выставленного результата государственного аттестационного испытания и выставления нового.

Решение апелляционной комиссии является окончательным и пересмотру не подлежит.

Повторное проведение государственного аттестационного испытания осуществляется в присутствии одного из членов апелляционной комиссии не позднее **15 июля**.

Апелляция на повторное проведение государственного аттестационного испытания не принимается.

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения [Текст]: учебник для студентов вузов, обучающихся по спец. "Электроснабжение" / Андреев, Василий Андреевич. - 5-е изд.; стереотип. - М.: Высшая школа, 2007. - 639 с.
2. Воронцов Г. А. Труд студента: ступени успеха на пути к диплому: Учебное пособие / Г.А. Воронцов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 256 с.: 60x88 1/16 + (Доп. мат. znanium.com). - (ВО: Бакалавриат). Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=448923>
3. Дипломное проектирование [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы для студентов специальности 270102.65 направления 270000/ — Электрон. текстовые данные.— Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, Поволжский государственный технологический университет, ЭБС АСВ, 2012.— 34 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22571>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
4. Дубинский Г.Н. Наладка устройств электроснабжения напряжением свыше 1000 вольт [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дубинский Г.Н., Левин Л.Г.— Электрон. текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009.— 416 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8670>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Карпухина, С.И. Информационные исследования при курсовом и дипломном проектировании : метод. указания / С.И. Карпухина .— М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011 <http://rucont.ru/efd/287666>
6. Сипайлова Н.Ю. Вопросы проектирования электрических аппаратов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Сипайлова Н.Ю.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2014.— 168 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34657>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
7. Уханов В.С. Организация преддипломной практики [Электронный ресурс]: методические указания/ Уханов В.С., Солдаткина О.В.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 30 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21627>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

Дополнительная литература

1. Александров К.К., Кузьмина Е.Г. Электротехнические чертежи и схемы. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 300 с.
2. Атабеков Г. И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи [Текст] : учебное пособие / Атабеков, Григорий Иосифович. - 7-е изд. ; стереотип. - СПб. : Лань, 2009. - 592 с.
3. Атабеков Г. И. Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле. [Текст] : учебное пособие / Атабеков, Григорий Иосифович. - 5-е изд. ; стереотип. - СПб. : Лань, 2009. - 432 с.
4. Бородин И. Ф. Автоматизация технологических процессов : Учебник / Бородин, Иван Федорович, Судник, Юрий Александрович. - М. : КолосС, 2003. - 344 с. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высших учебных заведений).
5. Бушуева О.А., Барабошкина Т.В. Выбор силовых трансформаторов на цеховых подстанциях: методические указания для самостоятельной работы студентов. ГОУВПО «Ивановский гос. энерг. ун-т». – Иваново, 2005. – 36 с.
6. Бушуева О.А., Рыжов О.И. Компенсация реактивной мощности в системах электроснабжения промышленных предприятий: метод.указания для самост. работы студентов. ГОУВПО «Ивановский гос. энерг. ун-т». – Иваново, 2005. – 36 с.
7. Бушуева О.А., Тютикова Е.В. Расчет показателей качества электрической энергии: метод.указания для самостоятельной работы студентов. ГОУВПО «Ивановский гос. энерг. ун-т им. В. И. Ленина». – Иваново, 2010. – 36 с.
8. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего

назначения. – М.: «Стандартинформ», 2013, 25 с.

9. Дипломное проектирование / С.А. Кузнецов, В.Г. Гниломёдов, В.М. Янзин, Д.С. Сазонов, И.Н. Гужин, М.П. Ерзамаев. — Самара : РИЦ СГСХА, 2014. – Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/327161>

10. Дюбей Г. К. Основные принципы устройства электроприводов [Текст]: пер. с англ. / Дюбей Г. К.; - М.: Техносфера, 2009. - 480 с.

11. Епифанов А. П. Основы электропривода [Текст]: учеб. пособие для вузов / Епифанов А. П.; - СПб., М., Краснодар: Лань, 2008. - 192 с.

12. Иванов В.С., Соколов В.И. Режимы потребления и качество электроэнергии систем электроснабжения промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 256 с.

13. Исаев Ю.Н., Купцов А.М. Практика использования системы Math-CAD в расчетах электрических и магнитных цепей. М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2013, 180 с.

14. Капустин Н. М Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для вузов / Капустин Н. М., Кузнецов П. М., Схиртладзе А. Г., и др.; под ред. Н.М. Капустина. - 2-е изд., стер. - М.: Высш. шк., 2007. – 415 с.

15. Карташов И.И. Качество электроэнергии в системах электроснабжения. Способы его контроля и обеспечения: учебное пособие. – М.: Изд-во МЭИ, 2001. – 72 с.

16. Корякин-Черняк С.Л., Партала О.Н., Давиденко Ю.Н., Володин В.Я. Электротехнический справочник [Электронный ресурс].- М.: Наука и Техника, 2009 г.- 464с.– Режим доступа www.knigafund.ru

17. Кужеков С.Л., Гончаров С.В. Городские электрические сети: учебное пособие. – Ростов Н/Д: Издательский центр «Мир», 2001. – 256 с.

18. Кужеков С.Л., Гончаров С.В. Практическое пособие по электрическим сетям и электрооборудованию. Феникс, 2012, 492 с.

19. Куликов, В.П. Дипломное проектирование. Правила написания и оформления [Электронный ресурс] : учебное пособие – М.: Форум, 2008 . – 160с. – Режим доступа: <http://ebs.rgazu.ru/?q=node/375> - ЭБС «AgriLib»

20. Лимонов Л. Г. Автоматизированный электропривод промышленных механизмов [Текст]: / Лимонов Л. Г.;- Харьков: ФОРТ, 2009. - 272 с.

21. М.: Издательский дом МЭИ, – 2010. – 745 с.

22. М.: ЭНИС, 2013, 720 с.

23. Маньков В.Д. Основы проектирования систем электроснабжения. Справочное пособие. – СПб: НОУ ДПО «УМИТЦ «Электро Сервис», 2010. – 664 с.

24. НТП-94. Электроснабжение промышленных предприятий. Нормы технологического проектирования. – М.: ВНИПКИ «Тяжпромэлектропроект», 1994.

25. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы – Новосибирск, Сибирское университетское изд-во, 2008, 854 с.

26. Программа расчета установившегося режима электрической системы (RS-3) / Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 15.04.2013. Свидетельство № 2013613725.

27. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы Журнал «Новости электротехники» [сайт]. URL: <http://www.new.elteh.ru/>.

28. РД 34.20.185-94. Инструкция по проектированию городских электрических сетей. – М.: Энергоиздат, 1995. – 46 с.

29. Соколов М.И. Выбор силовых трансформаторов подстанций энергосистем и промышленных предприятий с учетом допустимых нагрузок: методические указания к курсовому и дипломному проектам. ГОУВПО «Ивановский гос. энерг. ун-т». – Иваново, 2010. – 36 с.

30. Семенов Б.Ю. Силовая электроника: от простого к сложному [Электронный ресурс].- М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009.- 416с.– Режим доступа www.knigafund.ru

31. Сивков А.А. Основы электроснабжения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Сивков А.А., Герасимов Д.Ю., Сайгаш А.С.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2014.— 174 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34694>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

32. Соснин О. М. Основы автоматизации технологических процессов и производств : учеб. пособие для вузов / Соснин О. М.; - М.: Академия, 2007. - 240 с.
33. Справочник по энергоснабжению и электрооборудованию про-мышленных предприятий и гражданских зданий / Т.В. Анчарова [и др.]. –
34. Фадеева Г.А., Федин В.Т. Проектирование распределительных электрических сетей. Минск, Вышейшая школа, 2009, 365 с.
35. Феоктистов Н.А., Ромаш Э.М., Уфремов В.В. Электронные устройства информационных систем и автоматики [Электронный ресурс]: Учебник.- М.: Дашков и К, 2011.-248с. (Учебник для Вузов). – Режим доступа www.knigafund.ru
36. Шишмарев В. Ю. Автоматизация технологических процессов: учеб. пособие / Шишмарев В. Ю.; 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2008. - 352 с.
37. Электрические станции и сети. Сборник нормативных документов.
38. Юндин, М.А. Курсовое и дипломное проектирование по электроснабжению сельского хозяйства [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.А. Юндин, Королев А. М. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 320 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=1810 — ЭБС «Лань»

Периодические издания

- «Достижения науки и техники в АПК»,
- «Механизация и электрификация сельского хозяйства»,
- «Сельский механизатор»,
- «Техника и оборудование для села»,
- «Техника в сельском хозяйстве»,
- «Новое сельское хозяйство»,
- Вестник РАСХН,
- Вестник РГАТУ.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) "AgriLib" [Электронный ресурс]// <http://ebs.rgazu.ru>
2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Лань» [Электронный ресурс]// <http://e.lanbook.com/>
3. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «БиблиоРоссика»// <http://bibliorossica.com/>
4. Электронно-библиотечная система «IPRbooks»// <http://iprbookshop.ru/>
5. Электронно-библиотечная система Znanium.com // <http://znanium.com/>

ПРИЛОЖЕНИЯ

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева»

Направление подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Кафедра _____

Допустить к защите.
Зав. кафедрой _____

« _____ » _____ 201__ г.

**Выпускная квалификационная работа
на тему:**

профиль _____

Студент _____ / _____ /
(ФИО, подпись)

Руководитель _____ / _____ /
(ученая степень, ученое звание, ФИО, подпись)

Консультанты по разделам:

_____/_____/_____
_____/_____/_____
_____/_____/_____
_____/_____/_____

Рязань 201__ г.

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

Факультет инженерный Кафедра _____
Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Профиль подготовки Электроснабжение

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____/_____/

« ___ » _____ 201__ г.

З А Д А Н И Е
ПО ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
СТУДЕНТА

(фамилия, имя, отчество)

1. Тема _____

утверждена приказом по университету от « ___ » _____ 201__ г № _____

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР в деканат _____

3. Исходные данные к ВКР _____

4. Содержание расчётно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

**Рекомендации по структуре отзыва научного руководителя ВКР
(рекомендуемое)**

В отзыве оценивается работа студента в период написания ВКР (его целеустремленность, компетентность, аналитические способности, знания, умения и др.)

В отзыв руководителя рекомендуется включать следующие разделы:

1) Характеристика студента:

- индивидуальные деловые и личностные качества студента, степень самостоятельности при выполнении исследования, полноты выполнения задания по ВКР;

- отношение к процессу выполнения ВКР: выполнение студентом индивидуального календарного плана работы, дисциплинированность, организованность, ответственность, регулярность и характер консультаций с научным руководителем и др.

2) Характеристика ВКР:

- мотив выбора темы ВКР: следует отметить степень самостоятельности, заинтересованности, активности студента, а также предварительные основания выбора – выполнение курсовых работ, участие в научно-исследовательской работе, прослушивание курсов по выбору, специализацию и др.;

- научный анализ, глубина раскрытия темы исследования, завершенность ВКР, научная и практическая значимость.

3) Уровень общенаучной, специальной подготовленности студента, сформированность общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций.

4) Результаты проверки выпускной квалификационной работы на объем заимствования, в том числе содержательного, детализированные по разделам работы, комментарии научного руководителя по обнаруженному заимствованию.

Отзыв подписывается руководителем с указанием его ученой степени, звания и должности, а также места работы.

Рекомендации по структуре аннотации ВКР

Аннотация

Пояснительная записка 53 с., 8 рисунков, 11 таблиц, 18 источников, 4 приложения.

Ключевые слова приводятся в именительном падеже и записываются в строку через запятые.

Объект исследования или разработки –

Цель работы –

Метод исследования и аппаратура –

Полученные результаты и их новизна –

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики -

Степень внедрения –

Рекомендации по внедрению или итоги внедрения результатов –

Область применения –

Экономическая эффективность или значимость работы –

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования -

Примечание:

Если документ не содержит сведений по какой-либо из перечисленных структурных частей аннотации, то в тексте аннотации она опускается, при этом последовательность изложения сохраняется.

Рекомендации по структуре рецензии на ВКР (при наличии)

Рецензия содержит оценку непосредственно самой ВКР, анализ ее основных положений, подходов к раскрытию темы, обоснованность выводов и т. п.

В рецензию рекомендуется включать следующие разделы:

а) общая характеристика ВКР:

- актуальность темы, ее обоснование рецензентом;
- аргументированность автором ВКР мотивов выбора темы;
- способность студента разрабатывать исследовательский аппарат;
- правильность и логика постановки вопросов (план работы) для рассмотрения в ВКР;
- количественная и качественная оценка литературных источников, привлеченных к освещению темы;
- качество проведения экспериментов, уровень теоретического осмысления;
- соблюдение студентом основных требований к структуре, содержанию и оформлению ВКР;

б) характеристика основного содержания ВКР:

- оценка всесторонности и глубины раскрытия основной теоретической проблемы;
- полнота и глубина представления в ВКР практического опыта, экспериментального материала;
- оценка анализа источников с точки зрения теории вопроса;
- оценка стиля изложения и его соответствие логике теоретико-практической направленности определенного автором круга вопросов;
- отношение автора к рассматриваемым вопросам, новизна мыслей, выраженных в его оценочных суждениях по изученной теме;

в) замечания и вопросы по содержанию исследования;

г) оценка результатов и качества ВКР:

- уровень и качество выполнения ВКР;
- соответствие содержания ВКР заявленной теме;
- оценка теоретической и практической значимости работы;
- оценка уровня овладения выпускником исследовательскими навыками;
- оценка качества подготовки студента.
- соответствие выполненной ВКР требованиям ГОСа;
- рекомендация к защите ВКР;
- прямая оценка ВКР;

д) отметка качества профессиональной подготовки студента, на основе текста представленной ВКР («неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично») и возможность/невозможность присвоения квалификации «бакалавр» выпускнику.

Рецензия подписывается рецензентом с указанием его ученой степени, звания и должности, а также места работы.

Примечание:

Предложенная структура рецензии не исключает возможности изменений/дополнений с учётом опыта работы выпускающей кафедры и специфики ВКР.

Алексей Николаевич Бачурин, Сергей Николаевич Гобелев,
Дмитрий Евгеньевич Каширин, Станислав Евгеньевич Крыгин,
Николай Евгеньевич Лузгин, Сергей Олегович Фатьянов,
Юрий Викторович Якунин

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению, защите выпускной квалификационной работы
и организации государственной итоговой аттестации

студентов инженерного факультета,
обучающихся по направлению подготовки
13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Методические указания по выполнению, защите выпускной квалификационной работы и организации государственной итоговой аттестации студентов бакалавриата инженерного факультета обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА /Бачурин А.Н., Гобелев С.Н., Каширин Д.Е. и др. Метод. реком. по организации выполнения и защиты ВКР – Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ, 2015. – 45 с.

Методические рекомендации по организации выполнения и защиты ВКР предназначены для студентов очной и заочной форм обучения инженерного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника и руководителей выпускных квалификационных работ бакалавров, рецензентов. Могут использоваться студентами других направлений подготовки.

Подписано в печать 28.12.2015. Формат 60x84. Пробел 1/16.

Бумага офсетная. Печать трафаретная.

Усл. печ. л. 2,6. Тираж _____ экз. Заказ № _____

Отпечатано в издательстве учебной литературы и
учебно-методических пособий федерального
государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева»
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»

Утверждаю:

Председатель учебно-методической
комиссии по направлению подготовки
13.03.02. Электроэнергетика и
электротехника

(код)

(название)



А.С. Морозов

И.О. Фамилия

«_31_» _____ мая _____ 2021 г.

ПРОГРАММА

ИТОГОВОЙ (ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ) АТТЕСТАЦИИ

Уровень профессионального образования

бакалавриат

(бакалавриат, специалитет, магистратура)

Направление подготовки

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

(полное наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль)

«Электрические станции и подстанции»

(полное наименование направленности (профиля) программы подготовки из ООП)

Квалификация выпускника

бакалавр

Форма обучения

Очная, заочная

(очная, заочная, очно-заочная)

Рязань 2021

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденного «28» февраля 2018 года № 144

Разработчики:

Декан инженерного факультета,

доцент кафедры ЭМТП

Бачурин А.Н.

Заведующий кафедрой ТМ и РМ

Рембалович Г.К.

Заведующий кафедрой ТС в АПК

Ульянов В.М.

Заведующий кафедрой электроснабжения

Каширин Д.Е.

Заведующий кафедрой

электротехники и физики

Фатьянов С.О.

Старший преподаватель кафедры ТС в АПК

Крыгин С.Е.

Старший преподаватель кафедры ЭМТП

Якунин Ю.В.

Рассмотрена и утверждена на заседании учебно-методической комиссии по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» «_31_» _____ мая _____ 2021 _____ г. Протокол № _____ 10а _____

Председатель учебно-методической комиссии
по направлению подготовки
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

(Подпись)

Морозов А.С.

(Ф.И.О.)

1. Цель и задачи ГИА

Цель: государственная итоговая аттестация проводится в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися основной образовательной программы соответствующим требованиям Федерального государственного образовательного стандарта, а также установления уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденного «28» февраля 2018 года №144 и основной образовательной программы высшего образования (ООП ВО) по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) программы «Электрические станции и подстанции», разработанной в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ).

Задачи ГИА:

- - расширение, закрепление и систематизация теоретических знаний полученных в процессе освоения обучающимися образовательной программы;
- - приобретение навыков практического применения теоретических знаний при решении конкретных производственно-технологических, научно-исследовательских, проектно-конструкторских, монтажно-наладочных, сервисно-эксплуатационных и организационно-управленческих задач;
- - формирование навыков ведения самостоятельных теоретических, проектных и опытно-экспериментальных исследований;
- - приобретение опыта обработки, анализа и систематизации результатов исследований, оценки их практической значимости;
- - определение уровня сформированности у выпускников общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций;
- - определение готовности выпускников к самостоятельному решению профессиональных задач в соответствии с основным видом профессиональной деятельности.

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)
01 Образование и наука (в сфере научных исследований) 20 Электроэнергетика	Научно-исследовательский	- анализ и обработка научно-технической информации по тематике исследования из отечественных и зарубежных	- электрические станции и подстанции; - электроэнергетические системы и сети; - системы электроснабжения

		<p>источников;</p> <ul style="list-style-type: none"> – проведение экспериментов по заданной методике, обработка и анализ результатов исследований; – составление отчетов и представление результатов выполненной работы. 	<p>городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объектов;</p> <ul style="list-style-type: none"> - установки высокого напряжения различного назначения, электроизоляционные материалы, конструкции и средства их диагностики, системы защиты от молнии и перенапряжений, средства обеспечения электромагнитной совместимости оборудования, высоковольтные электротехнологии; - релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем; - энергетические установки, электростанции и комплексы на базе возобновляемых источников энергии; - электрические машины, трансформаторы, электромеханические комплексы и системы, включая их управление и регулирование, электроэнергетические и электротехнические установки высокого напряжения; - электрические и электронные аппараты, комплексы и системы электромеханических и электронных аппаратов, автоматические устройства и системы преобразования и управления потоками энергии и информации; - электрический привод механизмов и
<p>16 Строительство и ЖКХ</p> <p>17 Транспорт 20 Электроэнергетика</p> <p>24 Атомная промышленность</p> <p>40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности</p>	Проектный	<ul style="list-style-type: none"> – сбор и анализ данных для проектирования объектов профессиональной деятельности (ПД); – составление конкурентно-способных вариантов технических решений при проектировании объектов ПД; – выбор целесообразных решений и подготовка разделов предпроектной документации на основе типовых технических решений для проектирования объектов ПД. 	
<p>20 Электроэнергетика</p> <p>40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности</p>	Конструкторский	<ul style="list-style-type: none"> – разработка конструкторской документации; – контроль соответствия разрабатываемой конструкторской документации нормативным документам. 	

<p>16 Строительство и ЖКХ 20 Электроэнергетика 27 Металлургическое производство 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности</p>	<p>Технологический</p>	<p>– расчет показателей функционирования технологического оборудования и систем технологического оборудования объектов ПД; – ведение режимов работы технологического оборудования и систем технологического оборудования объектов ПД.</p>	<p>технологических комплексов, включая электрические машины, преобразователи электроэнергии, сопрягающие, управляющие и регулирующие устройства, во всех отраслях хозяйства; - электротехнологические процессы и установки с системами питания и управления, установки и приборы бытового электронагрева; - тяговый электропривод и электрооборудование железнодорожного и городского электрического транспорта, устройства и электрооборудование систем тягового электроснабжения; - элементы и системы электрического оборудования автомобилей и тракторов; - судовые автоматизированные электроэнергетические системы, преобразовательные устройства, электроприводы энергетических, технологических и вспомогательных установок, их систем автоматики, контроля и диагностики;</p>
<p>16 Строительство и ЖКХ 17 Транспорт 19 Добыча, переработка, транспортировка нефти и газа 20 Электроэнергетика 24 Атомная промышленность 27 Металлургическое производство 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности</p>	<p>Эксплуатационной</p>	<p>– контроль технического состояния технологического оборудования объектов ПД; – техническое обслуживание и ремонт объектов ПД.</p>	<p>элементы и системы электрического оборудования автомобилей и тракторов; - судовые автоматизированные электроэнергетические системы, преобразовательные устройства, электроприводы энергетических, технологических и вспомогательных установок, их систем автоматики, контроля и диагностики;</p>
<p>16 Строительство и ЖКХ 20 Электроэнергетика 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности</p>	<p>Организационно-управленческий</p>	<p>– организация работы малых коллективов исполнителей; – контроль и обеспечение соблюдения требований охраны труда, техники безопасности и экологической безопасности.</p>	<p>элементы и системы электрического оборудования автомобилей и тракторов; - судовые автоматизированные электроэнергетические системы, преобразовательные устройства, электроприводы энергетических, технологических и вспомогательных установок, их систем автоматики, контроля и диагностики;</p>
<p>20 Электроэнергетика</p>	<p>Монтажный</p>	<p>– монтаж объектов профессиональной деятельности.</p>	<p>технологических комплексов, включая электрические машины, преобразователи электроэнергии, сопрягающие, управляющие и регулирующие устройства, во всех отраслях хозяйства;</p>

<p>20 Электроэнергетика</p>	<p>Наладочный</p>	<p>– наладка и испытания объектов профессиональной деятельности.</p>	<p>автоматики, контроля и диагностики на летательных аппаратах;</p> <ul style="list-style-type: none"> - электрическое хозяйство промышленных предприятий, организаций и учреждений, электротехнические комплексы, системы внутреннего и внешнего электроснабжения предприятий и офисных зданий, низковольтное и высоковольтное электрооборудование, системы учета, контроля и распределения электроэнергии; - электрическая изоляция электроэнергетических, электротехнических устройств и устройств радиотехники, кабельные изделия и провода, электрические конденсаторы, материалы, полуфабрикаты и системы электрической изоляции; - потенциально опасные технологические процессы и производства в электроэнергетике и электротехнике, методы и средства защиты человека, электроэнергетических и электротехнических объектов и среды обитания от опасностей и вредного воздействия, методы и средства оценки опасностей, правила нормирования опасностей и антропогенного воздействия на среду обитания; - организационные подразделения систем управления государственными,
---------------------------------	-------------------	--	---

			<p><i>акционерными и частными фирмами, научно-производственными объединениями, научными, конструкторскими и проектными организациями, функционирующими в областях электротехники и электроэнергетики в целях рационального управления экономикой, производством и социальным развитием вышеперечисленных объектов, правовая, юридическая, организационно-финансовая документация.</i></p>
--	--	--	---

2. Место ГИА в структуре образовательной программы

Область (области) профессиональной деятельности и сфера (сферы) профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу включает(ют):

01 Образование и наука (в сфере научных исследований);

16 Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство (в сфере проектирования и эксплуатации объектов электроэнергетики);

17 Транспорт (в сфере проектирования и эксплуатации электротехнического оборудования электрического транспорта);

19 Добыча, переработка, транспортировка нефти и газа (в сфере эксплуатации газотранспортного оборудования и газораспределительных станций);

20 Электроэнергетика (в сферах электроэнергетики и электротехники,

24 Атомная промышленность (в сферах: проектирования и эксплуатации объектов электроэнергетики; технического обслуживания и ремонта электромеханического оборудования);

27 Металлургическое производство (в сфере эксплуатации электротехнического оборудования);

40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сферах: производства волоконно-оптических кабелей; проектирования и эксплуатации электроэнергетических систем, электротехнических комплексов, систем электроснабжения, автоматизации и механизации производства).

3. Формы ГИА

В блок 3 Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденного «28» февраля 2018 года Министерством образования и науки РФ №144, входит «Государственная итоговая аттестация», которая предусматривает защиту выпускной квалификационной работы (ВКР), включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, а также подготовку к сдаче и сдачу государственного экзамена.

Государственная итоговая аттестация выпускников по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) программы «Электрические станции и подстанции», проводится в форме:

- защиты выпускной квалификационной работы бакалавра, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты;
- государственного экзамена, включающего подготовку к сдаче и сдачу государственного экзамена.

4. Объем и сроки ГИА

Согласно требованиям соответствующего ФГОС ВО общий объем государственной итоговой аттестации по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» составляет 9 зачетных единиц (324 часа).

Контактная работа - 6 часов, самостоятельная работа 318 часов.

Срок проведения ГИА 25 мая – 5 июля, государственные итоговые аттестационные испытания в соответствии с утвержденным расписанием.

Государственная итоговая аттестация выпускников проводится в форме:

*защиты выпускной квалификационной работы,
государственного экзамена.*

5. Планируемые результаты ГИА*

5.1. Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
<i>Системное и</i>	<i>УК-1. Способен</i>	<i>УК-1.1. Выполняет поиск</i>

<i>критическое мышление</i>	<i>осуществлять, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</i>	<i>необходимой информации, её критический анализ и обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи. УК-1.2. Использует системный подход для решения поставленных задач.</i>
<i>Разработка и реализации проектов</i>	<i>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</i>	<i>УК-2.1. Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение. УК-2.2. Выбирает оптимальный способ решения задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения.</i>
<i>Командная работа и лидерство</i>	<i>УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде</i>	<i>УК-3.1. Определяет стратегию сотрудничества для достижения поставленной цели. УК-3.2. Взаимодействует с другими членами команды для достижения поставленной задачи.</i>
<i>Коммуникация</i>	<i>УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и</i>	<i>УК-4.1. Демонстрирует умение вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке. УК-4.2. Демонстрирует умение вести</i>

	<i>иностранном(ых) языке(ах)</i>	<i>обмен деловой информацией в устной и письменной формах не менее чем на одном иностранном языке. УК-4.3. Использует современные информационно-коммуникативные средства для коммуникации.</i>
<i>Межкультурное взаимодействие</i>	<i>УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах</i>	<i>УК-5.1. Анализирует современное состояние общества на основе знания истории. УК-5.2. Интерпретирует проблемы современности с позиций этики и философских знаний. УК-5.3. Демонстрирует понимание общего и особенного в развитии цивилизаций, религиозно-культурных отличий и ценностей локальных цивилизаций.</i>
<i>Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)</i>	<i>УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни</i>	<i>УК-6.1. Эффективно планирует собственное время. УК-6.2. Планирует траекторию своего профессионального развития и предпринимает шаги по её реализации.</i>

	<p><i>УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности</i></p>	<p><i>УК-7.1. Понимает влияние оздоровительных систем физического воспитания на укрепление здоровья, профилактику профессиональных заболеваний.</i></p> <p><i>УК-7.2. Выполняет индивидуально подобранные комплексы оздоровительной или адаптивной физической культуры.</i></p>
<p><i>Безопасность жизнедеятельности</i></p>	<p><i>УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций</i></p>	<p><i>УК-8.1. Выявляет возможные угрозы для жизни и здоровья человека, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций. УК-8.2. Понимает, как создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций. УК-8.3. Демонстрирует приемы оказания первой помощи пострадавшему.</i></p>

5.2. Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

<p>Категория общепрофессиональных компетенций</p>	<p>Код и наименование общепрофессиональной компетенции</p>	<p>Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции</p>
<p><i>Информационная культура</i></p>	<p><i>ОПК-1. Способен осуществлять поиск, обработку и анализ</i></p>	<p><i>ОПК-1.1 Алгоритмизирует решение задач и реализует алгоритмы с использованием</i></p>

	<p><i>информации из различных источников и представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий</i></p>	<p><i>программных средств.</i></p> <p><i>ОПК-1.2. Применяет средства информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации.</i></p> <p><i>ОПК-1.3. Демонстрирует знание требований к оформлению документации (ЕСКД, ЕСПД, ЕСТД) и умение выполнять чертежи простых объектов.</i></p>
<p><i>Фундаментальная подготовка</i></p>	<p><i>ОПК-2. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач</i></p>	<p><i>ОПК-2.1. Применяет математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной; ОПК-2.2. Применяет математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений; ОПК-2.3. Применяет математический аппарат теории вероятностей и математической статистики; ОПК-2.4. Применяет математический аппарат численных методов.</i></p> <p><i>ОПК-2.5. Демонстрирует</i></p>

		<p><i>понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма.</i></p> <p><i>ОПК-2.6. Демонстрирует знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики.</i></p>
<p><i>Теоретическая и практическая профессиональная подготовка</i></p>	<p><i>ОПК-3. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин</i></p>	<p><i>ОПК-3.1. Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока.</i></p> <p><i>ОПК-3.2. Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.</i></p> <p><i>ОПК-3.3. Применяет знания основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами.</i></p> <p><i>ОПК-3.4. Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств.</i></p> <p><i>ОПК-3.5. Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик.</i></p>

		<p><i>ОПК-3.6. Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов.</i></p>
	<p><i>ОПК-4. Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности</i></p>	<p><i>ОПК-4.1. Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности.</i></p> <p><i>ОПК-4.2. Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками.</i></p> <p><i>ОПК-4.3. Выполняет расчеты на прочность простых конструкций.</i></p>

	<i>ОПК-5. Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности</i>	<i>ОПК-5.1. Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин ОПК-5.2 Обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность</i>
--	---	---

5.3. Обязательные профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Обязательные профессиональные компетенции выпускников по направлению подготовки не устанавливаются.

5.4. Рекомендуемые профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения (при наличии)

Задача ПД	Объект или область знания (при необходимости)	Категория профессиональных компетенций (при необходимости)	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ опыта)
Направленность (профиль), специализация			«Электрические станции и подстанции»		
Тип задач профессиональной деятельности:			проектный		
–Сбор и анализ данных для проектирования объектов профессиональной деятельности (ПД); – Составление конкурентно-	Электрические станции и подстанции		ПК-1 Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций	ПК-1.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений.	Анализ отечественного и зарубежного опыта

<p>способных вариантов технических решений при проектировании объектов ПД;</p> <p>– Выбор целесообразных решений и подготовка разделов предпроектной документации на основе типовых технических решений для проектирования объектов ПД.</p>				<p>ПК-1.2. Обосновывает выбор целесообразного решения</p> <p>ПК-1.3. Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений.</p> <p>ПК-1.4. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации</p>	
<p>Тип задач профессиональной деятельности: эксплуатационный</p>					
<p>– контроль технического состояния технологического оборудования объектов ПД;</p> <p>– техническое обслуживание и ремонт объектов ПД.</p>	<p>Электрические станции и подстанции</p>		<p>ПК-2 Способен участвовать в эксплуатации электрических станций и подстанций</p>	<p>ПК-2.1. Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования электростанций</p> <p>ПК-2.2. Демонстрирует знания организации</p>	<p>анализ опыта</p> <p>ПС</p> <p>20.012, 20.026, 20.032.</p>

				<p>технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций ПК-2.3.</p> <p>Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования</p>	
--	--	--	--	---	--

5.5. Самостоятельно-устанавливаемые профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения (при наличии)

Самостоятельно-устанавливаемые профессиональные компетенции выпускников по направлению подготовки не устанавливаются.

***Перечисляются ВСЕ компетенции в соответствии со стандартом и ООП**

6. Содержание ГИА

№ п/п	Наименование разделов ГИА	Компетенции*	Форма контроля
1	Теоретическая подготовка к решению профессиональных задач	УК-1; УК-2; УК-3; УК-4; УК-5; УК-6; УК-7; УК-8; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ПКР-1; ПКР-2	Государственный экзамен
2	Обобщение и оценка результатов исследования (подготовка (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО))	УК-1; УК-2; УК-3; УК-4; УК-5; УК-6; УК-7; УК-8; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ПКР-1; ПКР-2	Защита выпускной квалификационной работы

*Каждая компетенция из ООП должна быть учтена хотя бы в одном разделе. Раздел 2 - Обобщение и оценка результатов исследования (подготовка (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО)) – должен содержать по крайней мере базовые ПК (и ПКР при наличии). ПК из основного вида деятельности должны быть в обязательном порядке.

7. Учебно-методическое обеспечение ГИА

7.1. Основная литература

1. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения [Текст]: учебник для студентов вузов, обучающихся по спец. "Электроснабжение" / Андреев, Василий Андреевич. - 5-е изд.; стереотип. - М.: Высшая школа, 2017. - 639 с.

2. Воронцов Г. А. Труд студента: ступени успеха на пути к диплому: Учебное пособие / Г.А. Воронцов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 256 с.: 60x88 1/16 + (Доп. мат. znanium.com). - (ВО: Бакалавриат). Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=448923>

3. Дипломное проектирование [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы для студентов специальности 270102.65 направления 270000/ — Электрон. текстовые данные.— Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, Поволжский государственный технологический университет, ЭБС АСВ, 2018.— 34 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22571>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

4. Дубинский Г.Н. Наладка устройств электроснабжения напряжением свыше 1000 вольт [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дубинский Г.Н., Левин Л.Г.— Электрон. текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2019.— 416 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8670>.— ЭБС «IPRbooks»

5. Карпухина, С.И. Информационные исследования при курсовом и дипломном проектировании : метод. указания / С.И. Карпухина .— М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019 <http://rucont.ru/efd/287666>

6. Сипайлова Н.Ю. Вопросы проектирования электрических аппаратов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Сипайлова Н.Ю.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский

политехнический университет, 2016.— 168 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34657>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

7. Уханов В.С. Организация преддипломной практики [Электронный ресурс]: методические указания/ Уханов В.С., Солдаткина О.В.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2018.— 30 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21627>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

7.2 Дополнительная литература

1. Атабеков Г. И. Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле. [Текст] : учебное пособие / Атабеков, Григорий Иосифович. - 5-е изд. ; стереотип. - СПб. : Лань, 2009. - 432 с.

2. Атабеков Г. И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи [Текст] : учебное пособие / Атабеков, Григорий Иосифович. - 7-е изд. ; стереотип. - СПб. : Лань, 2009. - 592 с.

3. Бородин И. Ф. Автоматизация технологических процессов : Учебник / Бородин, Иван Федорович, Судник, Юрий Александрович. - М. : КолосС, 2003. - 344 с. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высших учебных заведений).

4. Дипломное проектирование / С.А. Кузнецов, В.Г. Гниломёдов, В.М. Янзин, Д.С. Сазонов, И.Н. Гужин, М.П. Ерзамаев .— Самара : РИЦ СГСХА, 2014. – Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/327161>

5. Дюбей Г. К. Основные принципы устройства электроприводов [Текст]: пер. с англ. / Дюбей Г. К.; - М.: Техносфера, 2009. - 480 с.

6. Елифанов А. П. Основы электропривода [Текст]: учеб. пособие для вузов / Елифанов А. П.;- СПб., М., Краснодар: Лань, 2008. - 192 с.

7. Капустин Н. М. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для вузов / Капустин Н. М., Кузнецов П. М., Схиртладзе А. Г., и др.; под ред. Н.М. Капустина. - 2-е изд., стер. - М.: Высш. шк., 2007. – 415 с.

8. Корякин-Черняк С.Л., Партала О.Н., Давиденко Ю.Н., Володин В.Я. Электротехнический справочник [Электронный ресурс].-М.: Наука и Техника, 2009 г.-464с.– Режим доступа www.knigafund.ru

9. Куликов, В.П. Дипломное проектирование. Правила написания и оформления[Электронный ресурс] : учебное пособие – М.: Форум, 2008 . – 160с. – Режим доступа: <http://ebs.rgazu.ru/?q=node/375> - ЭБС «AgriLib»

10. Лимонов Л. Г. Автоматизированный электропривод промышленных механизмов [Текст]: / Лимонов Л. Г.;- Харьков: ФОРТ, 2009. - 272 с.

11. Семенов Б.Ю. Силовая электроника: от простого к сложному [Электронный ресурс].- М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009.- 416с.– Режим доступа www.knigafund.ru

12. Сивков А.А. Основы электроснабжения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Сивков А.А., Герасимов Д.Ю., Сайгаш А.С.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2014.— 174 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34694>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

13. Соснин О. М. Основы автоматизации технологических процессов и производств : учеб. пособие для вузов / Соснин О. М.;- М.: Академия, 2007. - 240 с.

14. Феоктистов Н.А., Ромаш Э.М., Уфремов В.В. Электронные устройства информационных систем и автоматики [Электронный ресурс]: Учебник.- М.: Дашков и К, 2011.-248с. (Учебник для Вузов). – Режим доступа www.knigafund.ru

15. Шишмарев В. Ю. Автоматизация технологических процессов: учеб. пособие / Шишмарев В. Ю.; 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2008. - 352 с.

16. Юндин, М.А. Курсовое и дипломное проектирование по электроснабжению сельского хозяйства [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.А. Юндин, Королев А. М. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 320 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1810 — ЭБС «Лань».

7.2 Законодательно-нормативная литература

1. <http://www.garant.ru/> Гарант
2. <http://www.consultant.ru/> КонсультантПлюс

7.4 Периодические издания

- «Достижения науки и техники в АПК»,
- «Механизация и электрификация сельского хозяйства»,
- «Сельский механизатор»,
- «Техника и оборудование для села»,
- «Техника в сельском хозяйстве»,
- «Новое сельское хозяйство»,
- Вестник РАСХН,
- Вестник РГАТУ.

7.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Профессиональные БД	
Сайты официальных организаций	
Информационные справочные системы	
http://www.garant.ru/	Гарант
http://www.consultant.ru/	КонсультантПлюс

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) "AgriLib" [Электронный ресурс]// <http://ebs.rgazu.ru>

2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Лань» [Электронный ресурс]// <http://e.lanbook.com/>

3. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «БиблиоРоссика»// <http://bibliorossica.com/>

4. Электронно-библиотечная система «IPRbooks»// <http://iprbookshop.ru/>

5. Электронно-библиотечная система Znanium.com // <http://znanium.com/>

6. Электронная библиотека РГАТУ: Режим доступа: <http://bibl.rgatu.ru/web>

7.6 Методические указания к ГИА

1. Методические указания по подготовке к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) программы «Электрические станции и подстанции» Рязань, 2020 год, [Электронный ресурс] – Рязань: Издательство ФГБОУ ВО РГТУ, 2019. – ЭБС РГТУ.

2. Программа по подготовке к государственному экзамену по направлению подготовки/13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) программы «Электрические станции и подстанции» - Рязань, 2020 год, [Электронный ресурс] – Рязань: Издательство ФГБОУ ВО РГТУ, 2019. – ЭБС РГТУ.

8. Перечень информационных технологий (лицензионное программное обеспечение, информационно-справочные системы, современных профессиональных баз данных).

№	Программный продукт	№ лицензии	Количество лицензий
1	Office 365 для образования E1 (преподавательский)	70dac036-3972-4f17-8b2c-626c8be57420	без ограничений
2	ВКР ВУЗ	Лицензионный договор №5004/19; №5081/19	1300
3	Система тестирования INDIGO	Лицензионное соглашение (договор) № Д-53609/2	75
4	7-Zip	свободно распространяемая	без ограничений
5	Adobe Acrobat Reader	свободно распространяемая	без ограничений
6	Advego Plagiatus	свободно распространяемая	без ограничений
7	Edubuntu	свободно распространяемая	без ограничений
8	eTXT Антиплагиат	свободно распространяемая	без ограничений
9	GIMP	свободно распространяемая	без ограничений
10	Google Chrome	свободно распространяемая	без ограничений
11	LibreOffice 4.2	свободно распространяемая	без ограничений
12	Mozilla Firefox	свободно распространяемая	без ограничений
13	Opera	свободно распространяемая	без ограничений
14	Thunderbird	свободно распространяемая	без ограничений
15	WINE	свободно распространяемая	без ограничений
24	Windows XP Professional SP3 OLP NL	См. приложение	501

	AcademicEdition		
16	Справочная Правовая Система Консультант Плюс	Договор об информационной поддержке от 26.08.2016	без ограничений
17	Справочно-правовая система "Гарант"	свободно распространяемая	без ограничений
18	AutoCAD Electrical 2016	558-26215506	250

И другое в соответствии с ООП

9. Фонды оценочных средств для итоговой (государственной итоговой) аттестации обучающихся оформляются отдельным документом как приложение 1 к программе итоговой (государственной итоговой) аттестации.

10. Материально-техническое обеспечение. Приложение 9 к ООП Материально-техническое обеспечение основной образовательной программы

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ
К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ПРОЦЕДУРА ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

(указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО)

по направлению подготовки/специальности

13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

**направленность (профиль) программы
«Электрические станции и подстанции »**

Рязань 2020

УДК

ББК

Рецензенты:

Декан инженерного факультета, к.т.н., доцент А.Н. Бачурин

Доцент кафедры электроснабжения, к.т.н., доцент С.Н. Гобелев

Заведующий кафедрой электроснабжения, д.т.н., доцент Д.Е. Каширин

Заместитель декана инженерного факультета, ст.преподаватель С.Е. Крыгин

Заведующий кафедрой электротехники и физики, к.т.н., доцент С.О. Фатьянов

Ст.преподаватель Ю.В. Якунин

Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки 13.03.02

Электроэнергетика и электротехника к.т.н., доцент по кафедре электротехники и

физики А.С. Морозов

Методические указания по подготовке к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленность (профиль) программы «Электрические станции и подстанции» – Рязань: Издательство ФГБОУ ВО РГТУ, 2020. – ЭБС РГТУ

Рассмотрены и утверждены на заседании ученого совета инженерного факультета» «31» августа 2020 г. Протокол № 1

Председатель учебно-методической комиссии
по направлению подготовки

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»



(Подпись)

А.С. Морозов

(Ф.И.О.)

СОДЕРЖАНИЕ*

ВВЕДЕНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ЗАЩИТЕ
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ (ВКР) (указывается
вид ВКР в соответствии с уровнем ВО)

1.1 Подготовка к процедуре защиты ВКР

1.2 Процедура защиты ВКР

2. МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ
РАБОТЫ (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО)

2.1. Выбор темы и основные этапы выполнения

2.2. Структура и содержание выпускной квалификационной работы
(указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО)

3. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ (указывается вид ВКР в соответствии
с уровнем ВО)

3.1. Титульный лист

3.2. Задание на выпускную квалификационную работу

3.3. Аннотация

3.4. Изложение текстового материала

3.5. Таблицы и иллюстрации

3.6. Сокращения, условные обозначения, формулы, единицы измерения и
ссылки

3.7. Оформление списка используемых источников

3.8. Приложения

4. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ВКР

ПРИЛОЖЕНИЯ

ВВЕДЕНИЕ

Государственная итоговая аттестация обучающихся по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленность (профиль) программы «Электрические станции и подстанции» в ФГБОУ ВО РГАТУ установлена учебным планом основной образовательной программы в соответствии с требованиями ФГОС ВО 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и проводится в форме:

проводится в форме:

- государственного экзамена;
- выпускной квалификационной работы.

Методические указания по подготовке к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы бакалавра по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленность (профиль) программы «Электрические станции и подстанции» регламентируют методику подготовки, требования к оформлению выпускной квалификационной работы бакалавра.

Методические указания по подготовке к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы бакалавра по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленность (профиль) программы «Электрические станции и подстанции» подготовлены в соответствии со следующими документами:

- Федеральным законом от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в 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 05.04.2017г. №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 N 636;
- Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»;
- Законодательными актами Российской Федерации, нормативными актами Министерства образования и науки Российской Федерации, регламентирующими образовательную деятельность;
- Уставом ФГБОУ ВО РГАТУ;
- Локальными нормативными актами ФГБОУ ВО РГАТУ.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ЗАЩИТЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО)

1.1. Подготовка к процедуре защиты ВК

1.1.1 Выпускная квалификационная работа бакалавра 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.

1.1.2 Выпускная квалификационная работа по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» выполняется в виде выпускной квалификационной работы бакалавра.

1.1.3 Основными качественными критериями оценки выпускной квалификационной работы являются:

- актуальность и новизна темы;
- достаточность использованной литературы по теме;
- обоснованность привлечения тех или иных методов решения поставленных задач;
- глубина и обоснованность анализа полученных результатов;
- четкость и грамотность изложения материала, качество оформления работы;
- умение вести полемику по теоретическим и практическим вопросам выпускной квалификационной работы;
- правильность ответов на вопросы членов ГЭК.

1.1.4 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. Факт ознакомления обучающегося с примерными темами выпускных квалификационных работ удостоверяется подписью обучающегося.

1.1.5 После выбора темы каждому обучающемуся необходимо написать заявление на имя декана факультета (Приложение № 1).

1.1.6 По письменному заявлению обучающегося (нескольких обучающихся, выполняющих выпускную квалификационную работу совместно) может быть предоставлена возможность подготовки и защиты выпускной квалификационной работы по теме, предложенной обучающимся, в случае обоснованности целесообразности ее разработки для практического применения в соответствующей области профессиональной деятельности или на конкретном объекте профессиональной деятельности.

1.1.7 Темы для выполнения выпускной квалификационной работы обучающимися утверждаются приказом ректора не позднее начала преддипломной

практики. Для подготовки выпускной квалификационной работы за обучающимся (несколькими обучающимися, выполняющими выпускную квалификационную работу совместно) приказом ректора закрепляется научный руководитель выпускной квалификационной работы из числа работников университета и при необходимости консультант (консультанты). Изменение темы выпускной квалификационной работы осуществляется по заявлению студента, подписанного научным руководителем и заведующим кафедрой. Изменение темы выпускной квалификационной работы возможно не позднее, чем по истечении 1/3 срока, отведенного на ее подготовку. Изменение темы оформляется приказом ректора.

1.1.8 По письменному заявлению нескольких обучающихся допускается выполнение выпускной квалификационной работы совместно. В этом случае в задании на ВКР должен содержаться принцип равноценности вклада каждого обучающегося в содержание ВКР.

1.1.9 Примерные правила оформления выпускной квалификационной работы приведены в Приложении № 3.

1.1.10 Процесс выполнения выпускной квалификационной работы включает в себя ряд взаимосвязанных этапов:

- выбор темы и ее утверждение в установленном порядке;
- формирование структуры и календарного графика выполнения работы, согласование с научным руководителем;
- составление библиографии, ознакомление с законодательными актами, нормативными документами и другими источниками, относящимися к теме работы;
- сбор фактического материала в статистических органах, на предприятиях различных форм собственности и других организациях;
- обработка и анализ полученной информации с применением современных методов;
- формулирование основных теоретических положений, практических выводов и рекомендаций по результатам анализа;
- оформление ВКР в соответствии с установленными требованиями и представление ее руководителю;
- доработка первого варианта выпускной квалификационной работы с учетом замечаний научного руководителя;
- чистовое оформление выпускной квалификационной работы, списка использованных документальных источников и литературы, приложений;
- подготовка доклада для защиты выпускной квалификационной работы на заседании экзаменационной комиссии;
- подготовка демонстрационных чертежей или раздаточного материала, включающего в себя в сброшюрованном виде компьютерные распечатки схем, графиков, диаграмм, таблиц, рисунков и т.п.;
- получение допуска к защите выпускной квалификационной работы.

1.1.11 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.

1.1.12 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.

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

1.1.14 По предложению научного руководителя ВКР в случае необходимости кафедре предоставляется право приглашать консультантов по отдельным узконаправленным разделам ВКР за счет лимита времени, отведенного на руководство ВКР. Консультантами по отдельным разделам ВКР могут назначаться профессора и преподаватели университета, а также высококвалифицированные специалисты и научные работники других учреждений и предприятий. Консультанты проверяют соответствующую часть выполненной обучающимся ВКР и ставят на ней свою подпись.

1.1.15 Консультанты уточняют с обучающимся объем и содержание работ по соответствующим разделам, оказывают им методическую помощь и консультации при выполнении намеченных работ, проверяют и оценивают качество выполненной работы и ставят свою подпись на титульном листе пояснительной записки и в графической части по своему разделу.

1.1.16 Кафедра устанавливает календарный график периодической проверки хода выполнения выпускной квалификационной работы. В указанные сроки обучающийся отчитывается перед руководителем выпускной квалификационной работы.

1.1.17 После завершения подготовки обучающимся выпускной квалификационной работы научный руководитель выпускной квалификационной работы представляет на кафедру, где выполняется выпускная квалификационная работа, письменный отзыв о работе обучающегося в период подготовки выпускной квалификационной работы (далее - отзыв). В случае выполнения выпускной квалификационной работы несколькими обучающимися научный руководитель выпускной квалификационной работы представляет на кафедру, где выполняется выпускная квалификационная работа, отзыв об их совместной работе в период подготовки выпускной квалификационной работы.

1.1.18 Подготовленная к защите выпускная квалификационная работа представляется выпускником научному руководителю, не позднее, чем за неделю до ее защиты.

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

1.1.20 Научный руководитель готовит отзыв (Приложение № 6) 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.

1.1.21 Результаты проверки выпускной квалификационной работы на объем заимствования, в том числе содержательного выявления неправомерных заимствований в обязательном порядке прилагаются к отзыву с последующим представлением в ГЭК. Результаты проверки должны быть подписаны научным руководителем.

1.1.22 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).

1.1.23 Научный руководитель должен оценить работу обучающегося во время выполнения данной выпускной квалификационной работы, приобретенные знания и сформированные компетенции.

1.1.24 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.

1.1.25 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.

1.1.26 При наличии допуска к защите и отзыва научного руководителя выпускная квалификационная работа представляется к защите в государственной экзаменационной комиссии. Обучающийся имеет право на публичную защиту выпускной квалификационной работы при отрицательном отзыве научного руководителя и рецензента.

1.1.27 Выпускник, получив положительный отзыв о ВКР от научного руководителя ВКР, и разрешение о допуске к защите, должен подготовить доклад (до 10 минут), в котором четко и кратко излагаются основные результаты исследования, проведенные при выполнении ВКР. При этом целесообразно

пользоваться техническими средствами и (или) использовать раздаточный материал для председателя и членов ГЭК.

1.1.28 Доклад включает в себя: актуальность выбранной темы, предмет изучения, методы, использованные при изучении проблемы, новые результаты, достигнутые в ходе исследования и вытекающие из исследования, основные выводы.

1.1.29 Текст доклада должен быть максимально приближен к тексту ВКР, поэтому основу выступления составляют введение и заключение, которые зачастую используются в выступлении практически полностью. Также практически полностью используются выводы в конце каждого из разделов. Построение доклада должно обеспечивать логическую взаимосвязь темы, цели, актуальность ВКР, основного содержания полученных результатов и рекомендаций по их практическому применению. Тезисы доклада должны быть согласованы с научным руководителем ВКР, отработаны и прослушаны. Это способствует свободному изложению доклада без обращения к тексту.

Рекомендуется следующая структура доклада:

- отражение темы, актуальности и цели ВКР, направленности;
- постановка решаемых задач;
- изложение и краткое обоснование полученных результатов с указанием элементов новизны (по сравнению с известными подходами) решений;
- условия и результаты экспериментов (если имеются);
- рекомендации по дальнейшей разработке исследуемой темы и оценка эффективности полученных решений;
- заключение (выводы) по проделанной работе, перечисление основных результатов работы.

Для защиты ВКР бакалавра отводится 10-25 минут – это с представлением, докладом, зачитыванием отзыва и вопросами ГЭК. Оптимальным является доклад длительностью 6-8 минут, что соответствует примерно полторы страницы текста (формат А4, шрифт 12pt). Временная структура доклада с использованием компьютерной презентации представлена в таблице.

Таблица - Временная структура доклада при защите ВКР

Раздел доклада	Длительность, минут	Количество слайдов
Введение. Обоснование темы исследования (актуальность, объект, предмет исследования, цель, задачи, методы и т.д.)	1-2	1-3
Краткое содержание работы (выводы по главам)	5-8	3-10
Результаты опытно-экспериментальной работы	1-3	3-5
Заключение (основные выводы, перспективы разработки проблемы)		1-2

Доклад должен быть неразрывно связан с иллюстрационной (графической) частью ВКР и сопровождаться ссылками на соответствующие чертежи. Вся графическая документация располагается в порядке изложения материала в докладе. В выступлении должны быть использованы только те графики, диаграммы и схемы, которые приведены в ВКР; использование в докладе данных, не вошедших в ВКР, недопустимо.

Любая фраза должна говориться зачем-то. Не просто потому, что проектант этим занимался в процессе работы. Каждая фраза должна логично подводить к

следующим фразам, быть для них посылкой, и в конечном итоге всё выступление должно быть подчинено главной цели - донести до аудитории две-три по-настоящему ценных мысли. Тогда выступление будет цельным и оставит хорошее впечатление.

1.1.30 Кафедра университета обеспечивает ознакомление обучающегося с отзывом не позднее чем за 5 календарных дней до дня защиты выпускной квалификационной работы. Факт ознакомления обучающегося удостоверяется подписью.

1.1.31 Выпускная квалификационная работа, отзыв и (при наличии) передаются в государственную экзаменационную комиссию не позднее чем за 2 календарных дня до дня защиты выпускной квалификационной работы.

1.1.32 Тексты выпускных квалификационных работ, за исключением текстов выпускных квалификационных работ, содержащих сведения, составляющие государственную тайну, размещаются в электронно-библиотечной системе университета и проверяются на объем заимствования. Порядок размещения текстов выпускных квалификационных работ в электронно-библиотечной системе университета, проверки на объем заимствования, в том числе содержательного, выявления неправомерных заимствований устанавливается университетом в соответствии с Положением о порядке размещения текстов выпускных квалификационных работ и научных докладов обучающихся в электронно-библиотечной системе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» и проверке их на объём заимствования.

1.1.33 Доступ третьих лиц к электронным версиям ВКР осуществляется по заявлению на имя первого проректора.

Доступ лиц к текстам выпускных квалификационных работ должен быть обеспечен в соответствии с законодательством Российской Федерации, с учетом изъятия по решению правообладателя производственных, технических, экономических, организационных и других сведений, в том числе о результатах интеллектуальной деятельности в научно-технической сфере, о способах осуществления профессиональной деятельности, которые имеют действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности их третьим лицам.

1.2 Процедура защиты выпускной квалификационной работы

1.2.1 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, практических навыков, знаний и умений, определяющих его способность к профессиональной деятельности.

1.2.2 Защита выпускной квалификационной работы проводится по месту нахождения университета. В случае выполнения выпускных квалификационных работ по заявкам работодателей могут быть организованы выездные заседания государственной экзаменационной комиссии, если защита выпускной

квалификационной работы требует специфического материально-технического оснащения.

1.2.3 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.

1.2.4 Процедура защиты ВКР может включать в себя следующие дополнительные элементы:

- заслушивание отзыва научного руководителя. Если научный руководитель не присутствует на защите, зачитывается его отзыв одним из членов ГЭК.
- ответы выпускника на замечания членов ГЭК и лиц, выступивших в ходе обсуждения ВКР.

1.2.5 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).

1.2.6 Обучающийся, не явившийся на защиту выпускной квалификационной работы без уважительной причины в соответствии с утвержденной очередностью, считается не прошедшим защиту выпускной квалификационной работы.

1.2.7 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 неправомерных заимствований;
- материалы, характеризующие научную и практическую ценность работы (при наличии).

1.2.8 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.

1.2.9 Защита выпускных квалификационных работ должна носить характер научной дискуссии и проходить в обстановке высокой требовательности и принципиальности.

1.2.10 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 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. Обучающимся и лицам, привлекаемым к государственной итоговой аттестации, во время защиты ВКР запрещается иметь при себе и использовать средства связи. Не допускается использование обучающимися при защите ВКР справочной литературы, печатных материалов, вычислительных и иных технических средств.

1.2.11 Обучающемуся рекомендуется сделать распечатку ключевых слайдов презентации для каждого члена ГЭК.

1.2.12 Для демонстрации компьютерной презентации и иллюстративных материалов аудитория, в которой проводится защита выпускной квалификационной работы, оснащается соответствующими техническими средствами (ноутбук, проектор, экран).

1.2.13 После доклада обучающегося ему задаются вопросы по теме работы, причем вопросы могут задавать не только члены ГЭК, но и все присутствующие.

1.2.14 В процессе защиты выпускной квалификационной работы члены государственной экзаменационной комиссии должны быть ознакомлены с отзывом научного руководителя выпускной квалификационной работы.

1.2.15 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.

Затем председатель выясняет у членов ГЭК, удовлетворены ли они ответом обучающегося, и просит присутствующих выступить по существу выпускной квалификационной работы.

1.2.18 Общее время защиты одной выпускной квалификационной работы не более 20 минут.

1.2.19 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, выявленном уровне подготовленности обучающегося к решению профессиональных задач.

1.2.20 Каждый член ГЭК дает свою оценку работы (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно) и, после обсуждения, выносятся 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».

1.2.21 Обобщенная оценка защиты выпускной квалификационной работы определяется с учетом отзыва научного руководителя, качества презентации результатов работы (демонстрационных материалов), оценки ответов на вопросы членов ГЭК.

1.2.22 Критерии оценок размещены в фонде оценочных средств для государственной итоговой аттестации.

1.2.23 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.

1.2.24 По завершении работы секретарь ГЭК проставляет оценки в протоколах и зачетных книжках, а также делает запись в зачетных книжках о форме, теме, руководителе и дате защиты выпускной квалификационной работы, присвоении выпускнику соответствующей квалификации и выдаче диплома (с отличием или без отличия). Все члены ГЭК ставят свои подписи в зачетных книжках.

1.2.25 Запись о выпускной квалификационной работе, защищенной на «неудовлетворительно» в зачетную книжку не вносится.

1.2.26 Результаты защиты выпускных квалификационных работ объявляются в тот же день после оформления протоколов заседаний ГЭК.

1.2.27 По окончании оформления всей необходимой документации в аудиторию приглашаются обучающиеся, защитившие выпускные квалификационные работы, и все присутствующие на заседании. Председатель ГЭК объявляет оценки и решение комиссии о присвоении квалификации выпускникам и о выдаче дипломов.

1.2.28 Протокол во время заседания ведет секретарь ГЭК. Протокол заседания государственной экзаменационной комиссии подписывается председателем государственной экзаменационной комиссии (в случае отсутствия председателя - его заместителем) и секретарем государственной экзаменационной комиссии и хранится в архиве университета.

1.2.29 Особенности подготовки к процедуре защиты и защита ВКР для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья регламентируются соответствующим Положением университета.

1.2.30 Порядок подачи и рассмотрения апелляционных заявлений осуществляется в соответствии с положением университета.

2. МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО)

2.1. Выбор темы и основные этапы выполнения

Выпускная квалификационная работа бакалавра выполняется на актуальную тему, соответствующую современному состоянию и перспективам развития науки управления.

Выбор темы является первым этапом работы и осуществляется в соответствии с установленной на кафедре тематикой. При этом обучающемуся предоставляется право самостоятельного выбора темы с учетом ее актуальности и практической значимости, планируемого места работы, научных интересов и т.д. Однако в этих случаях тема квалификационная работа бакалавра должна соответствовать программе подготовки выпускника и быть в рамках основных направлений исследований, проводимых кафедрой.

Закрепление темы квалификационная работа бакалавра производится на основании его письменного заявления и по представлению кафедры оформляется приказом по университету. Изменение темы квалификационная работа бакалавра во время ее выполнения должно иметь веские основания и осуществляется только решением кафедры по ходатайству руководителя.

После утверждения темы руководитель оформляет задание на подготовку квалификационная работа бакалавра по установленной форме (Приложение 4). Задание, которое вместе с выполненной работой представляется в ГЭК, утверждает заведующий кафедрой.

Весь процесс выбора темы, выяснения возможности ее выполнения, оформления заявления, утверждения и выдачи обучающемуся задания должен быть закончен до начала преддипломной практики.

Таблица 1 - График выполнения выпускной квалификационной работы (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО)

№ п.п.	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения
1.	Общая характеристика хозяйства и его основные технико-экономические показатели	
2.	Определение состава машинно-тракторного парка и планирование работ в хозяйстве	
3.	Конструкторские расчеты	
4.	Безопасность жизнедеятельности	
5.	Экологическая безопасность	
6.	Научно-исследовательская работа	
7.	Определение прямых эксплуатационных затрат	

Форма графика представлена в Приложении.

2.2. Структура и содержание выпускной квалификационной квалификационная работа бакалавра

Выпускная квалификационная работа (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) должна иметь органичную структуру, которая обеспечивала бы последовательное и логичное раскрытие темы и состояла бы из нескольких частей: введения; основной части, состоящей из глав (разделенных на части); выводов и предложений; списка используемых источников; при необходимости – приложений (графики, таблицы, схемы, бухгалтерская отчетность и др.). Каждый элемент работы имеет свою специфику и отличается друг от друга. Кроме этого, выпускная

квалификационная работа магистра (магистерская диссертация) включает титульный лист, задание на ВКР, график выполнения ВКР, аннотацию.

Общий объем выпускной квалификационной работы (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) составляет 70-90 страниц текста, набранных на компьютере через полтора межстрочных интервала шрифтом TimesNewRoman 14 pt.

Содержание структурных элементов квалификационная работа бакалавра представлено ниже.

Во введении дается краткое обоснование выбора темы ВКР, обосновывается актуальность проблемы исследования, объект и предмет исследования, определяются цель и задачи, методы исследования, описывается структура работы (перечисляются названия разделов и параграфов, раскрывается их содержание).

Кроме того, должна быть четко определена теоретическая база исследования, т. е. научные или научно-практические исследования по данной проблеме; сформулировано и обосновано отношение студента-выпускника к их научным позициям.

Далее следует показать научную новизну и практическую значимость работы. В этой части необходимо отразить суть научного новшества, обеспечивающего, например:

- совершенствование технологического процесса и его управления;
- повышение качества и надежности электроснабжения;
- увеличение производительности;
- повышение экологичности и безопасности;
- снижение затрат на производство единицы продукта и др.

Рассмотрим основные элементы введения более подробно.

Актуальность. Обоснование актуальности темы исследования - одно из основных требований, предъявляемых к ВКР выпускника. Актуальность может быть определена как значимость, важность, приоритетность среди других тем и событий. Выпускник должен кратко обосновать причины выбора именно данной темы, недостаточность ее разработанности в научных исследованиях, необходимость изучения проблемы и т. п.

Объект и предмет исследования. Нередко объект исследования определить достаточно сложно из-за множественности понятий, предметов, связей в различных видах деятельности. Определение предмета исследования – это, прежде всего, в какой-то мере уточнение «места и времени» действия. Исследователь как бы заявляет: - да, я знаю, что существуют другие свойства и другие отношения, другие связи и другие отношения, но мои «интересы – здесь», поэтому я избрал именно эту сферу (этот предмет) и здесь будет проходить все действие. Другими словами, предмет исследования – это определенный элемент в избранной области профессиональной деятельности, который обладает очевидными границами либо относительной автономностью существования. Объект отражает проблемную ситуацию, рассматривает предмет (аспект) исследования во всех его взаимосвязях. Объект исследования всегда шире, чем его предмет. Если объект – это область деятельности, то предмет – это изучаемый процесс в рамках объекта исследования.

Цель исследования – это мысленное прогнозирование результата, определение оптимальных путей решения задач в условиях выбора методов и приемов исследования в процессе подготовки ВКР.

Задачи исследования ВКР определяются поставленной целью и представляют собой конкретные последовательные этапы (пути) решения проблемы по достижению основной цели.

Метод исследования – это способ получения достоверных научных знаний, умений, практических навыков и данных в различных областях профессиональной деятельности. Метод – это совокупность приемов. Другими словами, прием – это часть метода. Например, при проведении исследования возможно использовать следующие методы:

- изучение и анализ научной литературы;
- изучение и обобщение отечественной и зарубежной практики;
- моделирование, сравнение, анализ, синтез, интервьюирование и т.д.

Научная новизна. Определение научной новизны относится ко всему исследованию в целом. Научная новизна в зависимости от характера и сущности исследования может формулироваться по-разному. Так, для теоретических работ научная новизна определяется тем, что нового внесено в теорию и методику исследуемого предмета. Для работ практической направленности научная новизна определяется результатом, который был получен впервые, возможно подтвержден и обновлен или развивает и уточняет сложившиеся ранее научные представления и практические достижения. Важнейшее значение в определении научной новизны исследования при подготовке ВКР имеет также прогнозирование результата (цели исследования).

Не допускается введение составлять как аннотацию и не рекомендуется во введение включать таблицы и рисунки.

В основной части ВКР раскрывается основное содержание разработки. Данный раздел – одна из наиболее важных составных частей ВКР и характеризует готовность студента к самостоятельной творческой работе. Это - всесторонняя и глубокая проработка вопросов анализа и синтеза, разработки методов и алгоритмов реализации, конструкторские разработки, компьютерные эксперименты, модели и т. п.

Основная часть может носить характер конструкторской, технологической, расчетной или исследовательской работы, а так же их комбинации (см. виды профессиональной деятельности бакалавра).

Для конструкторского направления основная часть может состоять из следующих позиций:

- литературный (или патентный) обзор;
- назначение и область применения проектируемого решения(электротехнического элемента);
- техническая характеристика;
- описание и обоснование выбранной конструкции;
- расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции;
- методика получения результатов и их анализ.

Технологический раздел отражает проведенную разработку технологии электроснабжения или изготовления технического продукта, технологии монтажа и наладки оборудования.

Все приводимые при проектировании расчеты и построения должны быть полностью отражены в пояснительной записке ВКР. Технические расчеты должны содержать:

- эскиз или схему рассчитываемого устройства, установки, оборудования, изделия;
- задачу расчета (с указанием, что требуется определить при расчете);
- данные для расчета;
- расчет с анализом и обобщением полученных результатов;
- выбор одного проектного решения путем сравнения вариантов по техническим показателям.

В состав технических расчетов могут входить расчеты электрические, точности, чувствительности, быстродействия, производительности, и т.д.

При научно-исследовательском характере работы в первом разделе приводятся результаты исследования предметной области и предмета проектирования, синтеза и анализа вариантов решения поставленной задачи и выбора конкретного варианта. Этот раздел должен подробным образом описывать путь, посредством которого студент планирует реализовать поставленные в ВКР задачи. Следует представить как можно подробнее описание производственного процесса предмета защиты с указанием узких (с экономической, технологической и организационной точек зрения) мест и путей их преодоления. Отметить, соответствует ли действующая техническая система современному уровню и возможностям её эффективного управления. Особо указать, как функционирование действующей технической системы сказывается на конечных результатах исследуемого процесса.

Для чего необходимо оценить:

- сложность управления, количество и перечень основных входных и выходных параметров контроля и управления;
- заданность управляющих воздействий и необходимость их оптимизации и подстройки в соответствии с динамикой процесса;
- необходимую степень точности параметров;
- требуемую надёжность технической системы, др.

Примерное содержание разделов ВКР:

1) Первый раздел. Обычно является методологической, теоретической частью. В нем проблема решается абстрактно, умозрительно и даже гипотетически. В нем могут быть обзоры предшествующих работ по данной теме, некоторая предыстория вопроса, патентный обзор решений подобного рода проблем. В первом разделе «обрисовывается» проблема, намечаются пути ее решения (вырабатывается так называемый «эскизный» проект).

2) Раздел второй. Должен быть практическим, экспериментальным. В нем часто авторы применяют в качестве инструмента для объяснения или оценки каких-то реальных явлений те принципы, которые были обоснованы в предыдущем разделе. Раздел содержит подробный анализ предмета исследования, описываются его основные параметры и характеристики. Соотношение между первым и вторым разделами можно условно представить как отношение между тезисом и аргументом.

3) Третий раздел. Обычно в этом разделе приводятся доказательства ранее выдвинутых положений и строится аргументация, приводятся расчеты, формулируются выводы и предложения. Раздел представляет описание результата

выполненной работы: разработанные схемы (и их описание), моделирование работы устройства, выявленные зависимости и предложенные методики, разработанное программное средство (структура, описание), пр.

В зависимости от особенностей ВКР отдельные разделы допускается объединять или исключать, а также вводить новые разделы в соответствии с требованиями задания.

Каждый раздел должен иметь логически вытекающие из его содержимого выводы.

В заключении делаются краткие выводы по выполнению задания на ВКР, описываются решения, принятые в разработках, их техническая целесообразность и предложения по их использованию, в том числе - внедрению в производство.

В Заключении следует отразить:

- основные выводы, результаты работы,
- дать самокритичную оценку тому, насколько удалось достигнуть провозглашенной во введении цели и выполнить поставленные задачи,
- насколько верными оказались методологические принципы, использованные в работе,
- спрогнозировать практическую полезность результатов проведенной работы,
- определить перспективы дальнейших исследований по данной теме.

Каждая рекомендация, сделанная в ВКР, должна быть обоснована с позиций эффективности, целесообразности и перспектив использования в практической деятельности или учебном процессе.

С п и с о к и з у ч е н н о й л и т е р а т у р ы содержит сведения об источниках, использованных при выполнении (как правило, не старше 10 лет), а также ссылки на электронные издания и материалы в Интернете.

Сведения об источниках располагаются в порядке появления ссылок, а не по алфавиту, и нумеруются арабскими цифрами. Стандарты в список литературы не включают. При необходимости, ссылку на номер ГОСТ, технический регламент, нормативно-технические акты, в т.ч. по охране труда, пожарной безопасности и электробезопасности, указывают в тексте.

3. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО)

3.1. Титульный лист

Титульный лист выпускной квалификационной работы (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) должен содержать важнейшие выходные сведения о ней: надзаголовочные данные; тема; сведения о студенте, выполнившем работу; научном руководителе; месте и времени подготовки работы. Эти сведения позволяют установить автора ВКР, других лиц, имеющих отношение к ее созданию и оценке. На основании данных сведений в сочетании с другими реализуется авторское право и при необходимости его защита в случае нарушения.

Титульный лист размещается и нумеруется первым, но номер на нем не проставляется. Выполняется на компьютере шрифтом, соответствующим стандарту. Перенос слов на титульном листе не допускается (Приложение №_).

3.2. Задание на выпускную квалификационную работу (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО)

Задание на выпускную квалификационную работу (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) выдается руководителем работы и утверждается заведующим кафедры. В задании должны быть указаны: название министерства и учебного заведения, кафедра; тема работы; кому выдано и когда; дата сдачи выполненной работы; исходные данные; содержание основных разделов; перечень графического материала; распределение объема работы по разделам и сроки их сдачи; подписи руководителя, консультанта (если таковой был) и обучающегося.

Задание на выпускную квалификационную работу (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) располагается после титульного листа должно быть набрано на компьютере.

3.4. Изложение текстового материала

Выпускную квалификационную работу (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) выполняют на стандартных листах формата А4 и оформляют, как правило, в твердую обложку. Допускается представлять иллюстрации, таблицы и распечатки с компьютеров на листах формата А3.

Работа может быть представлена в машинописном виде или с применением печатающих и графических устройств компьютера на одной стороне листа белой бумаги через 1,5 интервала с использованием 14 размера шрифта.

Текст выпускной квалификационной работы (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое – 10 мм, левое, верхнее, нижнее – 20 мм.

Вписывать формулы, условные знаки и отдельные слова, выполнять рисунки, исправлять после аккуратной подчистки мелкие опечатки, опiski и графические неточности, обнаруженные в процессе оформления выпускной квалификационной работы (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) допускается от руки чернилами (пастой) или тушью (не более 2^x на страницу). При крупных ошибках материал соответственно перепечатывают.

В тексте работы необходимо соблюдать общепринятые экономические, технические, международные терминологии и выдерживать абзацы. Абзац состоит из одного или нескольких предложений и выделяется отступом вправо в первой строке на 1,25 см.

Основная часть работы состоит из разделов, подразделов и пунктов. Разделы нумеруются арабскими цифрами без точки в пределах всей научной работы. Нумерация подразделов осуществляется в пределах каждого раздела и состоит из номера раздела и номера подраздела, разделяемых точкой. Например: 1.3. - это третий параграф первой главы, 2.4. - четвертый параграф второй главы и т.д. Номер раздела или параграфа указывают перед их заголовком. Нумерация пунктов осуществляется в пределах подраздела. Заголовки разделов, подразделов и пунктов следует записывать с абзаца с прописной буквы.

Заголовки «Введение», «Содержание», «Выводы и предложения», «Список используемых источников» и «Приложения» записываются в центре строки с

прописной буквы и не нумеруются.

Все страницы текста работы должны иметь сквозную нумерацию, начиная с титульного листа и заканчивая последней страницей последнего приложения, но сам номер страницы проставляется, начиная с содержания.

Номер страницы проставляется арабскими цифрами в центре нижней части листа без точки.

Расстояния между заголовками и последующим текстом оставляют равным 2 интервалам, а между последней строкой текста и расположенным ниже заголовком - 3 интервала. Названия разделов и параграфов должны соответствовать их содержанию и быть краткими.

3.5. Таблицы и иллюстрации

Таблицы. Основную часть, цифрового материала работы оформляют в таблицах, которые представляют собой систематизировано расположенные числа, характеризующие те или иные явления и процессы. Они должны в сжатом виде содержать необходимые сведения и легко читаться. Поэтому не рекомендуется перегружать их множеством показателей.

Таблицы сопровождают текстом, который полностью или частично должен предшествовать им, содержать их анализ с соответствующими выводами и не повторять приведенные в них цифровые данные. Нумерация таблиц сквозная, в пределах всей работы (до приложений к ней).

Таблицы размещают после первой ссылки на них в тексте или на следующей странице. При первой ссылке принято указывать в скобках сокращенное слово «таблица» и полный номер ее, а при повторной, кроме того, сокращенное слово «смотри», например: табл. 3, «см. табл. 3». Располагают таблицы так, чтобы можно было читать их без поворота работы или, что менее желательно, с поворотом ее по часовой стрелке, но не иначе. При переносе таблицы на следующую страницу головку ее повторяют и над ней помещаются слова «продолжение табл.» (пишут с прописной буквы) с указанием номера, например: продолжение табл. 1. Если таблица громоздкая, то пронумеровывают графы ниже их заголовков (подзаголовков) и повторяют эту нумерацию на следующей странице вместо головки.

Не следует включать в таблицу графы «№ п/п и «Единицы измерения», так как из-за них искусственно увеличивается ее объем и нарушается компактность цифрового материала. При необходимости порядковые номера ставят в начале строк боковицы таблицы. Сокращенные обозначения единиц измерения указывают в конце этих строк или заголовков (подзаголовков) граф, отделяя от них запятой, при условии, что все данные соответствующей строки или графы имеют одну размерность. В том случае, когда все показатели одной размерности, единицу измерения в скобках помещают над ней в конце ее заголовка.

Если же большинство граф и строк имеют одинаковую размерность, а отдельные из них - другую, то единицу измерения указывают как над таблицей, так и в соответствующих графах или строках.

Дробные числа в таблицах приводят в виде десятичных дробей. При этом числовые значения в пределах одной графы должны иметь одинаковое количество

десятичных знаков (также в том случае, когда после целого числа следуют доли, например, 100,0). Показатели могут даваться через тире (30-40; 150-170 и т.д.), со словами «свыше» (св.20) и «до» (до 20). Если цифровые или другие данные в таблице не указывают, то ставят прочерк.

Пример оформления таблицы:

Таблица 2 – Численность занятых в регионе по отраслям

Показатели	20__г	20__г	20__г	20__г	20__г	20__г в % к 20__г
1	2	3	4	5	6	7

Иллюстрации. Наряду с таблицами важное место в выпускной квалификационной работе магистра (магистерской диссертации) занимают иллюстрации (схемы, рисунки, чертежи, графики и т.п.), которые именуется рисунками. Их количество должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста, но необходимо иметь в виду, что они не всегда обеспечивают лучшую наглядность, чем таблицы.

Рисунки нумеруют арабскими цифрами. Нумерация сквозная в пределах всей работы (до приложений к ней). Название указывают после номера, но в отличие от таблицы, не сверху, а под рисунком. Размещают рисунки по тексту после ссылки на них или на следующей странице.

Первую ссылку обозначают следующим образом: (рис.3), вторую - (см. рис.3). Расположение рисунков должно позволять рассматривать их без поворота работы, а если это невозможно сделать, то с поворотом по часовой стрелке.

3.6. Сокращения, условные обозначения, формулы, единицы измерения и ссылки

Сокращения и условные обозначения. Сокращение слов в тексте выпускной квалификационной работы магистра (магистерской диссертации), заголовках глав, параграфов, таблиц и приложений, в подписях под рисунками, как правило, не допускается, за исключением общепринятых: тыс., млн., млрд. Условные буквенные и графические обозначения величин должны соответствовать установленным стандартам. Могут применяться узкоспециализированные сокращения, символы и термины. В таких случаях необходимо один раз детально расшифровать их в скобках после первого упоминания, например, МО (муниципальное образование). В последующем тексте эту расшифровку повторять не следует.

Формулы. Каждое значение символов и числовых коэффициентов располагают с новой строки непосредственно под формулой в той последовательности, в которой они даны в ней. Первую строку начинают со слова «где». Двоеточие после него не ставят. Формулы, на которые имеются ссылки в тексте, нумеруют в пределах каждой главы двумя арабскими цифрами, разделенные точкой. Первая из них означает номер главы, вторая - формулы. Этот номер заключают в скобки и размещают на правом поле листа на уровне нижней строки

формулы, к которой он относится. В таком виде его указывают и при ссылке в тексте.

Единицы измерения необходимо указывать в соответствии со стандартом и другими общепринятыми правилами. Например. Принято называть вес массой, обозначать сокращенно единицы измерения массы: грамм - г, килограмм - кг, центнер - ц, тонна - т, времени: секунда - с, минута - мин, час - ч; длины: миллиметр - мм, сантиметр - см, метр - м, километр - км; площади: квадратный метр – м², гектар - га; объема: кубический метр - м³; скорости: метр в секунду - м/с, километр в час - км/ч; затрат труда: человеко-час - чел.- ч, человеко-день - чел.-день и т.п. После таких сокращений сточку не ставят. Денежные единицы измерения обозначают с точкой: руб.

Ссылки. При ссылке в тексте выпускной квалификационной работы магистра (магистерской диссертации) на приведенные в конце ее литературные источники указывают их порядковый номер, заключенный в скобки, например: (3), (7) и т.д. Допускается также излагать используемый материал в собственной редакции, но с соблюдением его смыслового содержания, при этом кавычки не ставят.

3.6. Порядок представления к защите в ГЭК

Законченный и подписанный автором ВКР передается руководителю, который после проверки составляет письменный отзыв и назначает дату предварительной защиты на кафедре. В отзыве руководитель отмечает проявленную студентом инициативу, творческую активность, личный вклад в разработку оригинальных решений, степень самостоятельности при выполнении работы, умение решать поставленные задачи, работать с технической литературой, другими источниками информации, включая компьютерные базы данных.

Следующим шагом является предварительное прослушивание материалов ВКР (так называемая «предзащита») перед специально назначенной комиссией из сотрудников кафедры и вуза (не позднее, чем за 7 дней до защиты). Основным назначением предзащиты (для студента-выпускника) является внесение рекомендаций по коррекции доклада, в т.ч. и презентации (пропорциональность составных частей доклада, расстановка акцентов, стиль изложения, пр.).

Важное место в подготовке к защите помимо других этапов занимает разработка доклада. Именно на основе доклада у членов ГЭК формируется представление о качестве предъявленной к защите ВКР и о компетентности автора.

Текст доклада должен быть максимально приближен к тексту ВКР, поэтому основу выступления составляют введение и заключение, которые зачастую используются в выступлении практически полностью. Также практически полностью используются выводы в конце каждого из разделов. Построение доклада должно обеспечивать логическую взаимосвязь темы, цели, актуальность ВКР, основного содержания полученных результатов и рекомендаций по их практическому применению. Тезисы доклада должны быть согласованы с научным руководителем ВКР, отработаны и прослушаны. Это способствует свободному изложению доклада без обращения к тексту.

Рекомендуется следующая структура доклада:

- отражение темы, актуальности и цели ВКР, направленности;

- постановка решаемых задач;
- изложение и краткое обоснование полученных результатов с указанием элементов новизны (по сравнению с известными подходами) решений;
- условия и результаты экспериментов (если имеются);
- рекомендации по дальнейшей разработке исследуемой темы и оценка эффективности полученных решений;
- заключение (выводы) по проделанной работе, перечисление основных результатов работы.

Для защиты ВКР бакалавра отводится 10-25 минут – это с представлением, докладом, зачитыванием отзыва и вопросами ГЭК. Оптимальным является доклад длительность 6-8 минут, что соответствует примерно полторы страницы текста (формат А4, шрифт 12pt). Временная структура доклада с использованием компьютерной презентации представлена в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Временная структура доклада при защите ВКР

Раздел доклада	Длительность, минут	Количество слайдов
Введение. Обоснование темы исследования (актуальность, объект, предмет исследования, цель, задачи, методы и т.д.)	1-2	1-3
Краткое содержание работы (выводы по главам)	5-8	3-10
Результаты опытно-экспериментальной работы	1-3	3-5
Заключение (основные выводы, перспективы разработки проблемы)		1-2

Доклад должен быть неразрывно связан с иллюстрационной (графической) частью ВКР и сопровождаться ссылками на соответствующие чертежи. Вся графическая документация располагается в порядке изложения материала в докладе. В выступлении должны быть использованы только те графики, диаграммы и схемы, которые приведены в ВКР; использование в докладе данных, не вошедших в ВКР, недопустимо.

Любая фраза должна говориться зачем-то. Не просто потому, что проектант этим занимался в процессе работы. Каждая фраза должна логично подводить к следующим фразам, быть для них посылкой, и в конечном итоге всё выступление должно быть подчинено главной цели - донести до аудитории две-три по-настоящему ценных мысли. Тогда выступление будет цельным и оставит хорошее впечатление.

Большое значение имеет умение докладчика преподнести материал. Соблюдение норм литературного произношения является абсолютно необходимым. Отвечая на вопросы членов, следует продумать ответ и касаться только существа дела - ответы без подготовки нередко носят поверхностный характер.

Заведующий кафедрой на основании предварительной защиты решает вопрос о допуске студента к защите на заседании государственной экзаменационной комиссии (ГЭК).

В случае положительной рецензии деканат направляет ВКР в ГЭК для его защиты.

Тексты выпускных квалификационных работ, за исключением работ, содержащих сведения, составляющие государственную тайну, размещаются в электронно-библиотечной системе организации и проверяются на объём заимствования. Порядок размещения текстов выпускных квалификационных работ в электронно-библиотечной системе организации, проверки на объём заимствования, в том числе содержательного, выявления неправомерных заимствований устанавливается организацией.

Доступ лиц к текстам выпускных квалификационных работ должен быть обеспечен в соответствии с законодательством, с учетом изъятия производственных, технических, экономических, организационных и других сведений, в том числе о результатах интеллектуальной деятельности в научно-технической сфере, о способах осуществления профессиональной деятельности, которые имеют действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности их третьим лицам, в соответствии с решением правообладателя.

3.7. Оформление списка используемых источников

Чтобы оформить список используемых источников, необходимо:

1. Описать собранную литературу и другие источники по вопросу.
2. Произвести отбор произведений, подлежащих включению в список.
3. Правильно сгруппировать материал.

В список используемых источников включается литература, которая была изучена в процессе освоения темы. Часть этой литературы, может быть, и не цитировалась в тексте, но оказала несомненную помощь в работе.

В начале списка выделяются официальные материалы:

1. Законы РФ (список по хронологии).
2. Указы президента (список по хронологии).
3. Постановления Правительства РФ (список по хронологии).
4. Нормативные материалы министерств, администрации, инструкции, метод. указания и т.п. (список по хронологии).

Далее следует вся остальная литература: книги, статьи и т.д. в алфавитном порядке фамилий авторов или заглавий (названий), если издание описано под заглавием, в конце списка помещаются описания литературы на иностранных языках. список используемых источников должен иметь сквозную нумерацию.

При оформлении списка используемых источников необходимо придерживаться ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Полный текст ГОСТа размещен на сайте Российской книжной палаты: <http://www.bookchamber.ru/gost/htm>, а также с ним можно ознакомиться в библиотеке РГАТУ (ауд. 206 Б).

Примеры библиографических записей:

Книги с одним автором (запись под заголовком)

Рубцов, Б. Б. Мировые фондовые рынки : современное состояние и закономерности развития [Текст] / Б. Б. Рубцов. – М. : Дело, 2001. – 311 с.

Книги с двумя авторами (запись под заголовком)

Новиков, Ю. Н. Персональные компьютеры : аппаратура, системы, Интернет [Текст] / Ю. Н. Новиков, А. Черепанов. – СПб. : Питер, 2001. – 458 с.

Книги с тремя авторами (запись под заголовком)

Амосова, В. В. Экономическая теория [Текст] : учеб. для экон. фак. техн. и гуманитар. вузов / В. Амосова, Г. Гукасян, Г. Маховикова. – СПб. : Питер, 2001. – 475 с.

Запись под заглавием

Книги четырех авторов (запись под заглавием)

Внешний вектор энергетической безопасности России [Текст] / Г. А. Телегина [и др.]. – М. : Энергоатомиздат, 2000. – 335 с.

5 и более авторов (запись под заглавием)

Моделирование систем : учеб. пособие для направления 651900 «Автоматизация и управление» [Текст] / Б. К. Гришутин, А. В. Зарщиков, М. В. Земцев и [др.] ; М-во образования Рос. Федерации, Моск. гос. ун-т печати (МГУП). – М. : МГУП, 2001. – 90 с. : ил.

Сборник научных статей

Валютно-финансовые операции в условиях экономической глобализации: международный опыт и российская практика [Текст] : сб. науч. ст. аспирантов каф. МЭО / С.-Петербург. гос. ун-т экономики и финансов. каф. междунар. экон. отношений. – СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2001. – 82 с.

Труды

Феномен Петербурга [Текст] : труды Второй междунар. конф., (2000 ; С.-Петербург) / Отв. ред. Ю.Н. Беспярых. – СПб. : БЛИЦ, 2001. – 543 с.

Записки

Бурышкин, П. А. Москва купеческая [Текст] : записки / П. А. Бурышкин. – М. : Современник, 1991. – 301 с.

Сборник официальных документов

Государственная служба [Текст] : сб. нормат. док. для рук. и организаторов обучения, работников кадровых служб гос. органов и образоват. учреждений / Акад. нар. хоз-ва при Правительстве Рос. Федерации. – М. : Дело, 2001. – 495 с.

Уголовный кодекс Российской Федерации [Текст] : офиц. текст по состоянию на 1 июня 2000 г. / М-во юстиции Рос. Федерации. – М. : Норма : ИНФРА-М, 2000. – 368 с.

Справочник, словарь

Справочник финансиста предприятия [Текст] / Н. П. Баранникова [и др.]. – 3-е изд., доп. и перераб. – М. : ИНФРА-М, 2001. – 492 с. – (Справочник «ИНФРА-М»).

Нобелевские лауреаты XX века. Экономика [Текст] : энциклопед. словарь / авт.-сост. Л. Л. Васина. – М. : РОССПЭН, 2001. – 335 с.

Хрестоматия

Психология самопознания [Текст] : хрестоматия / ред.-сост. Д. Я. Райгородский. – Самара : Бахрах-М, 2000. – 672 с.

Многотомное издание

Документ в целом

Безуглов, А. А. Конституционное право России [Текст] : учебник для юрид. вузов : в 3 т. / А. А. Безуглов, С. А. Солдатов. – М. : Профтехобразование, 2001. – Т.1 – 3.

Кудрявцев, В. Н. Избранные труды по социальным наукам [Текст] : в 3 т. / В. Н. Кудрявцев ; Рос. акад. наук. – М. : Наука, 2002. – Т.1, 3.

Удалов, В. П. Малый бизнес как экономическая необходимость [Текст] : в 2 кн. / В. П. Удалов. – СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2002. – Кн. 1–2.

Отдельный том

Абалкин, Л. И. Избранные труды. В 4 т. Т.4. В поисках новой стратегии [Текст] / Л. И. Абалкин ; Вольное экон. о-во России. – М. : Экономика, 2000. – 797 с.

Банковское право Российской Федерации. Особенная часть [Текст] : учебник. В 2 т. Т. 1 / А. Ю. Викулин [и др.] ; отв.ред Г. А. Тосунян ; Ин-т государства и права РАН, Академ. правовой ун-т.- М. : Юристь, 2001. – 352 с.

Нормативно-технические и производственные документы

Стандарт государственный

ГОСТ Р 51771-2001. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры и типы соединений. Технические требования [Текст]. – Введ. 2002-01-01. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2001. – IV, 2 с. : ил.

Патентные документы

Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК7 H04B1/38, H04J13/00. Приемопередающее устройство [Текст] / Чугаева В. И. ; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи. - № 2000131736/09 ; заявл. 18.12.00 ; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с. : ил.

Неопубликованные документы

Автореферат диссертации

Егоров, Д. Н. Мотивация поведения работодателей и наемных работников на рынке труда : автореф. дис... канд. экон. наук : 08.00.05 [Текст] / Д.Н. Егоров ; С.-Петербург. гос. ун-т экономики и финансов.- СПб. : Изд-во Европ. ун-та, 2003. – 20 с.

Диссертация

Некрасов, А. Г. Управление результативностью межотраслевого взаимодействия логических связей [Текст] : дис... д-ра экон. наук : 08.00.05 / Некрасов А. Г. - М., 2003. – 329 с.

Депонированная научная работа

Викулина, Т. Д. Трансформация доходов населения и их государственное регулирование в переходной экономике [Текст] / Т. Д. Викулина, С. В. Днепровая ; С.-Петербург. гос. ун-т экономики и финансов. – СПб., 1998. – 214 с. – Деп. в ИНИОН РАН 06.10.98, № 53913.

Составные части документов.

Статьи из газет.

Габуев, А. Северная Корея сложила ядерное оружие [Текст] : [к итогам 4-го раунда шестисторон. переговоров по ядерн. проблеме КНДР, Пекин] / Александр Габуев, Сергей Строкань // Коммерсантъ. – 2005. – 20 сент. – С. 9.

Петровская, Ю. Сирийский подход Джорджа Буша [Текст] : [о политике США в отношении Сирии] / Юлия Петровская, Андрей Терехов, Иван Грошков // Независимая газета. – 2005. – 11 окт. – С. 1, 8.

Разделы, главы и другие части книги.

Гончаров, А. А. Разработка стандартов [Текст] / А. А. Гончаров, В. Д. Копылов // Метрология, стандартизация и сертификация / А. А. Гончаров, В. Д. Копылов. – 2-е изд., стер. - М., 2005. – Гл. 11. – С. 136-146.

Статьи из журналов.

Один автор

Ивашкевич, В. Б. Повышение прозрачности информации о ценных бумагах [Текст] / В. Б. Ивашкевич // Финансы. – 2005. – № 3. – С. 16-17.

Два автора

Бакунина, И. М. Управление логической системой (методологические аспекты) [Текст] / И. М. Бакунина, И. И. Кретов // Менеджмент в России и за рубежом. – 2003. – № 5. – С. 69–74.

Три автора

Еремина, О. Ю. Новые продукты питания комбинированного состава [Текст] / О. О. Еремина, О. К. Мотовилов, Л. В. Чупина // Пищевая промышленность. – 2009. – № 3. – С. 54-55.

Четыре автора

Первый главный конструктор ГосМКБ «Вымпел» Иван Иванович Торопов [1907-1977] [Текст] / Г. А. Соколовский, А. Л. Рейдель, В. С. Голдовский, Ю. Б. Захаров // Полет. – 2003. – № 9. – С. 3-6.

Пять и более авторов

О прогнозировании урожая дикорастущих ягодных растений [Текст] / В. Н. Косицин, Г. В. Николаев, А. Ф. Черкасов [и др.] // Лесное хозяйство. – 2000. – № 6. – С. 32-33.

Статьи из сборников

Веснин, В. Р. Конфликты в системе управления персоналом [Текст] / В. Р. Веснин // Практический менеджмент персонала. - М. : Юрист, 1998. – С. 395-414.

Проблемы регионального реформирования [Текст] // Экономические реформы / под ред. А. Е. Когут. – СПб. : Наука, 1993. – С. 79-82.

Описание официальных материалов

О базовой стоимости социального набора: Федеральный Закон от 4 февраля 1999 N21-ФЗ [Текст] // Российская газета. – 1999. – 11.02. – С. 4.

О правительственной комиссии по проведению административной реформы: Постановление Правительства РФ от 31 июля 2003 N451 [Текст] // Собрание законодательства РФ. – 2003. – N31. – Ст. 3150.

Нормативно-правовые акты

О поставках продукции для федеральных государственных нужд: Федеральный закон РФ от 13.12.2000 № 60–ФЗ [Текст] // Российская газета. – 2000. – 3 марта. – С. 1.

Об учете для целей налогообложения выручки от продажи валюты [Текст] : Письмо МНС РФ от 02.03.2000 № 02-01-16/27 // Экономика и жизнь. – 2000. – № 16. – С.7.

О некоторых вопросах Федеральной налоговой полиции [Текст] : Указ Президента РФ от 25.02.2000 № 433 // Собрание законодательства РФ. – 2000. – № 9. – Ст.1024.

Электронные ресурсы

Ресурсы на CD-ROM

Смирнов, В.А. Модель Москвы [Электронный ресурс] :электрон.карта Москвы и Подмосковья / В.А. Смирнов. – Электрон.дан. и прогр. – М. :МИИГиК, 1999. – (CD-ROM).

Светуньков, С. Г. Экономическая теория маркетинга [Электронный ресурс]: Электрон. версия монографии / С. Г. Светуньков. - Текстовые дан. (3,84 МВ). – СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2003. – (CD-ROM).

Internet шаг за шагом [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. и прогр. – СПб. : Питерком, 1999. – (CD-ROM).

Официальные и нормативные документы из Справочных правовых систем

Об обязательных нормативах кредитных организаций, осуществляющих эмиссию облигаций с ипотечным покрытием: Инструкция ЦБ РФ от 31.03.2004 N 112-И (Зарегистрировано в Минюсте РФ 05.05.2004 N 5783) // Консультант Плюс. Законодательство. ВерсияПроф [Электронный ресурс] / АО «Консультант Плюс». – М., 2004.

Ресурсы удаленного доступа (INTERNET)

Библиотека электронных ресурсов Исторического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова [Электронный ресурс] / Ред. В. Румянцев. – М., 2001. – Режим доступа :<http://hronos.km.ru/proekty/mgu>

Непомнящий, А.Л. Рождение психоанализа : Теория соблазнения [Электрон.ресурс] / А.Л. Непомнящий. – 2000. – Режим доступа :<http://www.psvchoanatvsis.pl.ru>

Авторефераты

Иванова, Н.Г. Императивы бюджетной политики современной России (региональный аспект) [Электронный ресурс]: Автореф. дис...д-ра экон. наук: 08.00.10 - Финансы, денеж. обращение и кредит / Н.Г. Иванова ; С.-Петербург. гос. ун-т экономики и финансов. – СПб., 2003. – 35с. – Режим доступа :<http://www.lib.fines.ru>

Журналы

Исследовано в России [Электронный ресурс] : науч. журн. / Моск. Физ.-техн. ин-т. – М. : МФТИ, 2003. – Режим доступа :<http://zhurnal.mipt.rssi.ru>

Статья из электронного журнала

Малютин, Р.С. Золотодобывающая промышленность России : состояние и перспективы / Р. С. Малютин [Электронный ресурс] // БИКИ. – 2004. – N 1. – Режим доступа :<http://www.vniki.ru>

Мудрик А.В. Воспитание в контексте социализации // Образование : исследовано в мире [Электронный ресурс] / Рос.акад. образования. - М. : [OIM.RU](http://www.oim.ru), 2000–2001. – Режим доступа :<http://www.oim.ru>

Тезисы докладов из сборника

Орлов А.А. Педагогика как учебный предмет в педагогическом вузе // Педагогика как наука и как учебный предмет: Тез. докл, междунар. науч.-практ. конф., 26-28 сент. 2000г. [Электронный ресурс] / Тул. гос. пед. ин-т. – Тула, 2000–2001. – С. 9–10. – Режим доступа :<http://www.oim.ru>

Образцы библиографического описания изданий из ЭБС

1 автор:

Орлов, С. В. История философии [Электронный ресурс] : крат. курс / С. В. Орлов. – Электрон. текстовые дан. – СПб. : Питер, 2009. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>

2 автора:

Гиляровская, Л. Т. Анализ и оценка финансовой устойчивости коммерческих организаций [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студентов вузов / Л. Т. Гиляровская, А. В. Ендовицкая. – Электрон. текстовые дан. – М. :Юнити-Дана, 2006. - Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>

3 автора:

Бауков, Ю. Н. Волновые процессы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. Н. Бауков, И. В. Колодина, А. З. Вартанов. – Электрон. текстовые дан. – М. :Моск. гос. гор. ун-т, 2010. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>

4 и более авторов:

Государственное и муниципальное управление [Электронный ресурс] : учеб.-практ. пособие / В. В. Крупенков [и др.]. - Электрон. текстовые дан. – М. :Евраз. открытый ин-т, 2012. – Режим доступа: <https://rucont.ru/>

3.8. Приложения

После списка используемых источников в тексте научной работы следуют приложения, в которых даются иллюстративный материал, таблицы, инструктивные материалы, образцы документов, другие вспомогательные материалы. Они имеют общий заголовок (Приложения). Далее следуют отдельные приложения, которые кроме первого, начинаются с нового листа со слова «приложение» в правом верхнем углу. Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв: Ё,З,Й,О,Ч,Ы,Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.

Текст приложения оформляется в соответствии с требованиями, предъявляемыми к оформлению основного текста. Если приложение занимает несколько страниц, то на каждой последующей странице в правом верхнем углу записывается словосочетание «Продолжение приложения (буква)», но заголовок приложения не воспроизводится.

Приложения должны иметь общую с остальной частью научной работы сквозную нумерацию страниц.

Ссылки на приложения в основном тексте научной работы оформляются аналогично ссылкам на разделы и подразделы основного текста. Например: «*Подробное изложение методики расчета показателей эффективности представлено в Приложении А*», или «*Исходные данные для расчета затрат (см. приложение Б) позволяют вывести...*».

4. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ВКР

Примерная тематика выпускных квалификационных работ
по образовательным программам бакалавриата,
направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

1. Расчет основного оборудования открытого распределительного устройства напряжением кВ электростанции (с указанием принадлежности – ОГК, ПАО, ООО и т.д.)
2. Расчет основного электрооборудования трансформаторной подстанции напряжением кВ (с указанием принадлежности – ПАО, ОАО, ООО и т.д.)
3. Расчет главной электрической схемы трансформаторной подстанции напряжением кВ (с указанием принадлежности – ПАО, ОАО, ООО и т.д.)
4. Электроснабжение производственного объекта (**при наличии распределительного устройства на ниже 35 кВ** и с указанием принадлежности – ПАО, ОАО, ООО и т.д. и географического расположения (город, район, область))
5. Диагностика (*указать электрооборудование*) на электростанции, РП, РУ, ЦП, ТП, предприятии (с указанием принадлежности – ПАО, ОАО, ООО и т.д. и – для предприятия – географического расположения (город, район, область)).

Приложение № 1

к Методическим указаниям по подготовке к процедуре защиты процедура защиты выпускной квалификационной работы (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО)

Форма заявления на закрепление темы выпускной квалификационной работы

Декану факультета _____

_____ (ФИО)

обучающегося(ейся)

очной (заочной, очно-заочной) формы
направления

_____ курса
Ф.И.О. _____

ЗАЯВЛЕНИЕ

Прошу разрешить выполнить выпускную квалификационную работу
на кафедре _____
на тему _____

Прошу назначить научного руководителя

Подпись научного руководителя _____

Подпись студента _____

(дата)

Заведующий кафедрой _____

Декан факультета _____

(подпись и дата)

Приложение № 2

к Методическим указаниям по подготовке к процедуре защиты
и процедура защиты выпускной квалификационной работы
(указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО)

Форма заявления на изменение темы выпускной квалификационной работы и руководителя выпускной квалификационной работы

Декану _____ факультета

студента(ки) _____ курса _____ группы _____
формы обучения, обучающегося (ейся) за счет
бюджетных ассигнований федерального бюджета
/на месте с оплатой стоимости обучения на
договорной основе по

_____ (специальность/направление подготовки)

_____ (Ф.И.О. полностью в родительном падеже)

Контактный телефон _____

З А Я В Л Е Н И Е

Прошу изменить мне тему выпускной квалификационной работы с

_____ (старое наименование темы)

на _____

_____ (новое наименование темы)

и оставить (назначить) руководителем _____

_____ (ФИО, должность, место работы)

Причиной изменения является _____

_____ (обоснование причины)

_____ (дата)

_____ (личная подпись студента)

Согласовано:

Руководитель темы ВКР _____
_____ (ФИО, ученая степень, звание, должность)

_____ (личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____

к Методическим указаниям по подготовке к процедуре защиты процедура защиты выпускной квалификационной работы (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО)

Примерные правила оформления и защиты выпускной квалификационной работы

1. Правильность оформления выпускной квалификационной работы влияет на конечную оценку работы. В связи с этим при оформлении работы необходимо выполнить все требования, изложенные в данных методических рекомендациях.
2. После согласования окончательного варианта выпускной квалификационной работы с руководителем ВКР работу брошюруют в специальной папке или переплетают.
3. При защите выпускных квалификационных работ особое внимание уделяется недопущению нарушения студентами правил профессиональной этики. К таким нарушениям относятся в первую очередь плагиат, фальсификация данных и ложное цитирование.
 - Под плагиатом понимается наличие прямых заимствований без соответствующих ссылок из всех печатных и электронных источников, защищенных ранее выпускных квалификационных работ, кандидатских и докторских диссертаций.
 - Под фальсификацией данных понимается подделка или изменение исходных данных с целью доказательства правильности вывода (гипотезы и т.д.), а также умышленное использование ложных данных в качестве основы для анализа.
 - Под ложным цитированием понимается наличие ссылок на источник, когда данный источник такой информации не содержит. Обнаружение указанных нарушений профессиональной этики является основанием для снижения оценки, вплоть до выставления оценки «неудовлетворительно».
4. Схема доклада по защите выпускной квалификационной работы:
 - **Обращение.** Уважаемые члены государственной итоговой экзаменационной комиссии!
Вашему вниманию предлагается выпускная квалификационная работа на тему...
В 2-3 предложениях дается характеристика актуальности темы.
Приводится краткий обзор литературных источников по избранной проблеме (степень разработанности проблемы).
 - Цель выпускной квалификационной работы - формулируется цель работы.
 - Формулируются задачи, приводятся названия глав. При этом в формулировке должны присутствовать глаголы типа - изучить, рассмотреть, раскрыть, сформулировать, проанализировать, определить и т.п.
 - Из каждой главы используются выводы или формулировки, характеризующие результаты. Здесь можно демонстрировать «раздаточный материал». При демонстрации плакатов не следует читать текст, изображенный на них. Надо только описать изображение в одной-двух фразах. Если демонстрируются

графики, то их надо назвать и констатировать тенденции, просматриваемое на графиках. При демонстрации диаграмм обратить внимание на обозначение сегментов, столбцов и т.п. Графический материал должен быть наглядным и понятным со стороны. Текст, сопровождающий диаграммы, должен отражать лишь конкретные выводы. Объем этой части доклада не должен превышать 1,5-2 стр. печатного текста.

- В результате проведенного исследования были сделаны следующие выводы: (формулируются основные выводы, вынесенные в заключение).
 - Опираясь на выводы, были сделаны следующие предложения: (перечисляются предложения).
5. Завершается доклад словами: спасибо за внимание.

Приложение № 4
к Методическим указаниям
по подготовке к процедуре защиты
и процедура защиты выпускной
квалификационной работы
(указывается вид ВКР в соответствии с
уровнем ВО)

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева»

Направление подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и
электротехника

Кафедра _____

Допустить к защите

Зав. кафедрой _____.

« _____ » _____ 201_г.

Выпускная квалификационная работа бакалавра

на тему:

(название темы)

Студент _____
(ФИО, подпись)

Руководитель _____
(ученая степень, ученое звание, ФИО, подпись)

Рязань 201_ г.

Приложение № 5

к Методическим указаниям
по подготовке к процедуре защиты
и процедура защиты выпускной
квалификационной работы
(указывается вид ВКР в соответствии с
уровнем ВО)

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

Факультет _____
Кафедра _____

Направление подготовки _____

Профиль подготовки _____

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой _____ Бачурин А.Н.
« ___ » _____ 201_ г.

З А Д А Н И Е
по выпускной квалификационной работе
бакалавра

(фамилия, имя, отчество)

1. Тема _____

утверждена приказом по университету от « ___ » _____ 201_ г. № ___

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР в деканат _____

3. Исходные данные к ВКР: _____

4. Содержание расчётно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов):

5. Перечень материала, выносимого на сопровождающую ВКР презентацию:

6. Календарный план

№ п.п.	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения
1.		
2.		

7. Дата выдачи задания _____

Руководитель _____
(подпись)

Задание принял к исполнению _____

(подпись студента)

Приложение № 6
к Методическим указаниям
по подготовке к процедуре защиты
и процедура защиты выпускной
квалификационной работы бакалавра

Отзыв

*на выпускную квалификационную работу бакалавра обучающегося инженерного факультета
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени
П.А.Костычева»*

Ф.И.О.

на тему: _____
выполненную на кафедре _____
под руководством _____

Общая характеристика работы и ее автора:

Положительные стороны работы

Предложения

Заключение

Руководитель _____ (подпись)

« ____ » _____ 201 ____ г.

Ученое звание, Ф.И.О. _____

Место работы, должность _____

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
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

 А.С. Морозов
« 31 » мая 2021 г.

Производственная практика - Проектная практика по электрическим станциям и подстанциям

(наименование практики)

Уровень профессионального образования бакалавриат

(бакалавриат, специалитет, магистратура, подготовка кадров высшей квалификации)

Направление(я) подготовки (специальность) Электроэнергетика и электротехника

(полное наименование направления подготовки)

Направленность (Профиль(и)) Электрические станции и подстанции

(полное наименование направленности (профиля) направления подготовки из ООП)

Квалификация выпускника Бакалавр

Форма обучения очная

(очная, заочная, очно-заочная)

Курс 3,4 Семестр 6,7

Курсовая(ой) работа/проект _____ семестр Зачет с оценкой 6,7 семестр

Рязань 2021 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника № 144

утвержденного 28.02.2018
(дата утверждения ФГОС ВО)

Разработчики Заведующий кафедрой «Электроснабжение»_Каширин Д.Е., доцент Нагаев Н.Б.

(должность, кафедра)



(подпись)

Каширин Д.Е.
(Ф.И.О.)



(подпись)

Нагаев Н.Б.
(Ф.И.О.)

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «_31_» ___ мая ___ 2021 г., протокол №10а

Заведующий кафедрой _____ Электроснабжение
(кафедра)



(подпись)

Каширин Д.Е.
(Ф.И.О.)

1. Цель производственной практики

Закрепление теоретических и практических знаний, полученных в ходе изучения специальных дисциплин;

- изучение технологических процессов с применением электрической энергии в промышленности;
- приобретение профессиональных навыков обслуживания электрооборудования и средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве;
- участие в проектировании технических средств, систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры предприятий;
- умение применять современные технологии и методы технического обслуживания, хранения, ремонта и восстановления деталей электрических машин для обеспечения постоянной их работоспособности;
- овладение навыками монтажа, наладки и поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, машин и установок, в том числе работающих непосредственно в контакте с биологическими объектами.

2. Задачи производственной практики

- приобретение навыков инженерной деятельности по проектированию электрооборудования;
- изучение технической документации по электроустановкам и электротехнологиям;
- изучение систем электроснабжения электроустановок;
- изучение основных технологических процессов с применением электроэнергии на предприятии;
- изучение электротехнических материалов, используемых при эксплуатации и ремонте электрооборудования и электроустановок;
- приобретение навыков выполнения основных операций по монтажу электрооборудования и ведения текущей инженерной документации; -
- изучение механизмов, инструментов и электротехнических материалов, применяемых при электромонтажных работах;
- изучение защитных мер электробезопасности при электромонтажных работах;
- освоение технологии безаварийной эксплуатации электрооборудования станций и подстанций
- разработка проектов подстанций 6-10 кВ.

3. Тип производственной практики Проектная практика по электрическим станциям и подстанциям

4. Место производственной практики в структуре ООП Проектная практика по электрическим станциям и подстанциям Б2.В.01(П) входит в Блок 2. "Практика" Вариативная часть. Обеспечивающими дисциплинами для Производственная практика - Эксплуатационная практика: «Электроснабжение», «Электрическая часть электростанций и подстанций» «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» в производственных условиях познакомиться с устройством и назначением различного электрооборудования и технологиями.

5. Место и время проведения производственной практики _____

_____Место проведения практики – энергетические организации и предприятия различных форм собственности, осуществляющих свою деятельность в областях, связанных с направлением обучения:

ПАО «МРСК Центра и Приволжья» филиал «Рязаньэнерго», МУП «РГРЭС», Рязанское РДУ, Рязанская энергетическая сбытовая компания.; ООО «Универсал»; ООО «Энергоспецоборудование», лаборатории кафедры электротехники и физики, лаборатории кафедры электроснабжение.

5.1 Особенности организации практики обучающихся инвалидов и лиц с ОВЗ

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья форма проведения практики устанавливается факультетом с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья, в соответствии с требованиями образовательных стандартов.

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

При направлении инвалида и обучающегося с ограниченными возможностями здоровья в организацию или предприятие для прохождения предусмотренной учебным планом практики Университет согласовывает с организацией (предприятием) условия и виды труда с учетом рекомендаций медико-социальной экспертизы и индивидуальной программы реабилитации инвалида. При необходимости для прохождения практик могут создаваться специальные рабочие места в соответствии с характером нарушений, а также с учетом профессионального вида деятельности и характера труда, выполняемых студентом-инвалидом трудовых функций.

Обучающемуся с ограниченными возможностями здоровья необходимо написать заявление с приложением всех подтверждающих документов о необходимости подбора места практики с учетом его индивидуальных особенностей.

Кафедра и/или факультет должны своевременно информировать заведующего отделом учебных и производственных практик (минимум за 3 месяца до начала практики) о необходимости подбора места практики обучающемуся с ограниченными возможностями здоровья в соответствии с его программой подготовки и индивидуальными особенностями.

Время проведения практики - 6,7 семестр..

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

В результате прохождения данной производственной практики у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции, установленные программой практики:

Наименование категории (группы) компетенций	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции (знать, уметь, владеть)
Профессиональные компетенции			
Тип задач профессиональной деятельности: проектный			
<p>–Сбор и анализ данных для проектирования объектов профессиональной деятельности (ПД);</p> <p>– Составление конкурентно-способных вариантов технических решений при проектировании объектов ПД; – Выбор целесообразных решений и подготовка разделов предпроектной документации на основе типовых технических решений для проектирования объектов ПД.</p>	ПК-1	Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций	<p>ПК-1.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений.</p> <p>ПК-1.2. Обосновывает выбор целесообразного решения</p> <p>ПК-1.3. Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений.</p> <p>ПК-1.4. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации</p>
<p>– контроль технического состояния технологического оборудования объектов ПД;</p> <p>– техническое обслуживание и</p>	ПК-2	Способен участвовать в эксплуатации электрических станций и подстанций	ПК-2.3. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования

ремонт объектов ПД.			
---------------------	--	--	--

7. Структура и содержание производственной практики

Объем производственной практики (тип) составляет 648(324+324) зачетных единиц 18 академических часов. Контактная работа 4,5 академических часа.

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции
1	1. Организация практики	ПК-1 ПК-2	ПР-1.1; ПР-1.2; ПР-1.3; ПР-1.4; ПР-2.3
2	2. Подготовительный этап	ПК-1 ПК-2	ПР-1.1; ПР-1.2; ПР-1.3; ПР-1.4; ПР-2.3
3	3. Инструктаж по технике безопасности	ПК-1 ПК-2	ПР-1.1; ПР-1.2; ПР-1.3; ПР-1.4; ПР-2.3
4	4. Производственный (<i>проектный</i>) этап. Рассматриваемые вопросы: 1. Схемы КЭС. 2. Схемы ТЭЦ. 3. Схемы ГЭС. 4. Схемы РУВН ПС с ВН 110 кВ. 5. Схемы РУВН ПС с ВН 220 кВ. 6. Схемы РУВН ПС с ВН 330-750 кВ. 7. Схемы РУВН ПС. 8. Схемы РУВН ПС. 9. Схемы РУВН ПС с ВН 35 кВ. 10. Выбор и проверка разъединителей. 11. Выбор и проверка трансформаторов тока. 12. Выбор и проверка трансформаторов напряжения. 13. Конструкции трансформаторов напряжения. 14. Конструкция КРУЭ. 16. Конструкция КРУ и КРУН. 17. Конструкция масляных выключателей. 18. Конструкция воздушных выключателей. 19. Конструкция вакуумных выключателей. 20. Конструкция элегазовых выключателей.	ПК-1 ПК-2	ПР-1.1; ПР-1.2; ПР-1.3; ПР-1.4; ПР-2.3
5	5. Обработка и анализ полученной информации	ПК-1 ПК-2	ПР-1.1; ПР-1.2; ПР-1.3; ПР-1.4; ПР-2.3
6	6. Подготовка отчета по практике	ПК-1 ПК-2	ПР-1.1; ПР-1.2; ПР-1.3; ПР-1.4; ПР-2.3

8. Форма отчетности по практике По окончании практики в недельный срок студент сдает отчетную документацию на кафедру электроснабжения. В обязательном порядке представляются:

1. Рабочий график (план);
2. Дневник;
3. Отчет;
4. Характеристика с места работы;
5. Командировочное удостоверение;

6. Другие документы, характеризующие прохождение практики, формы учета ремонта и отчетности.

Указанные документы, исключая отчет, а также представленные в оригинале (инструкции, наставления, рекомендации и т.д.) должны быть заверены подписью руководителя практики и соответствующей печатью. Отчет подписывает только практикант.

9. Научно-исследовательские и научно-производственные технологии, используемые при проведении производственной практики Интерактивные методы (IT-методы), Case-study(метод конкретных ситуаций), поисковый метод, решение ситуационных задач, исследовательский метод.

10. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся, необходимое для проведения производственной практики

Каширин Д.Е., Нагаев Н.Б. Методические указания для производственной практики «проектная практика по электрическим станциям и подстанциям» Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» Профиль подготовки «Электрические станции и подстанции». Квалификация (степень) выпускника «Бакалавр»: электрон. учеб.- метод. комплекс дисциплины / Д.Е. Каширин. Н.Б. Нагаев - ФГБОУ ВО РГАТУ, 2021

ФГБОУ ВО РГАТУ, 2020. Электронная Библиотека РГАТУ

<http://bibl.rgatu.ru/web>

11. Формы промежуточной аттестации (по итогам практики)

_____ - зачет с оценкой на 1 курсе

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети «Интернет», необходимых для проведения производственной практики

Герасименко, А. А. Передача и распределение электрической энергии [Текст] : учебное пособие / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. — 4-е изд., стер. — Москва : КноРус, 2014. - 648 с. - (Бакалавриат). - Библиогр. : с. 642-645.- ISBN 978-5-406-03226-8. (25 экз.)

2. Фролов, Ю.М. Основы электроснабжения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. -480 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/4544/page478/>

3. Сибикин, Ю. Д. Основы электроснабжения объектов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. Д. Сибикин. – М. - Берлин : Директ-Медиа, 2014. – 328 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=229842

4. Сибикин, Ю. Д. Электрические подстанции [Электронный ресурс] : учебное пособие для высшего и среднего профессионального образования / Ю. Д. Сибикин. – М. : Директ-Медиа, 2014. – 414 с. – ISBN 978-5-4458-5749-5. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=229240

5. Сибикин, Ю. Д. Охрана труда и электробезопасность [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. Д. Сибикин. – М. : Директ-Медиа, 2014. – 360 с. ISBN 978-5-4458-5746-4. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=235424

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Лицензионные:

Office 365 для образования E1 (преподавательский) 70dac036-3972-4f17-8b2c-626c8be57420

Свободно распространяемые

Альт Линукс 7.0 Школьный Юниор;

LibreOffice 4.2; Firefox 31.6.0; GIMP 2.8.14; WINE 1.7.42;

ЭБ «Академия». - Режим доступа: <http://www.academia-moscow.ru/>

ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>

ЭБС «IPRbooks». Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16402>

ЭБС «Лань». – Режим доступа: . <http://e.lanbook.com/>

13. Перечень информационных технологий, используемых при проведении производственной практики, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)_Лицензионные:

Office 365 для образования E1 (преподавательский) 70dac036-3972-4f17-8b2c-626c8be57420

14. Материально-техническая база, необходимая для проведения учебной практики __

Амперметры постоянного, переменного тока и универсальные, ваттметры, фазометры, измерительные мосты емкости и индуктивности, осциллограф, цифровые мультиметры, измеритель параметров мощных транзисторов, электрический счетчик электромагнитной энергии, тахометр ТЦ-3М; Вольтметр В7-16; Сопротивления, реостаты, катушки индуктивности, батареи конденсаторов и сопротивлений; Трансформаторы, ЛАТРы; Нелинейные сопротивления (инфракрасные излучатели); Источники постоянного, переменного и трехфазного тока; асинхронные электродвигатели;

Мегомметр; Регулируемый источник тока; Регулируемый источник напряжения; Генератор пилообразного напряжения;

Тиристорный регулятор напряжения; Выпрямительный мост; Транзисторный усилитель; Мультивибратор; Триггеры;

Высокочастотный генератор; Генераторы сигналов синусоидальной и прямоугольной формы. Ноутбуки AcerAspire.

Электрооборудование предприятий по месту прохождения практики

15. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по производственной практике.

Оформляется отдельным документом как приложение 1 к программе производственной практики.

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
13.03.02. Электроэнергетика и
электротехника

(код)

(название)



__А.С.

Морозов

И.О. Фамилия

« 31 » _____ мая _____ 2021 г..

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

«Производственная практика - научно-исследовательская работа»

(наименование учебной дисциплины)

Уровень профессионального образования _____ бакалавриат _____

(бакалавриат, специалитет, магистратура, подготовка кадров высшей квалификации)

Направление(я) подготовки (специальность) Электроэнергетика и электротехника _____

(полное наименование направления подготовки)

Направленность (Профиль(и)) _____ Электрические станции и подстанции _____

(полное наименование направленности (профиля) направления подготовки из ООП)

Квалификация выпускника _____ Бакалавр _____

Форма обучения _____ очная _____

(очная, заочная, очно-заочная)

Курс _____ 3 _____

Семестр _____ 6 _____

Дифференцированный зачет _____ 6 _____ семестр

Рязань 2021

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника № 144

утвержденного 28.02.2018
(дата утверждения ФГОС ВО)

Разработчики:

доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка» И.Ю. Богданчиков
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «31» мая 2021 г. протокол №10а

Заведующий кафедрой «Эксплуатация машинно-тракторного парка» А.Н. Бачурин
(кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

1. Цель научно-исследовательской работы

Целью научно-исследовательской работы является формирование у студентов практических навыков проведения научно-исследовательских работ, умение владеть методами обработки теоретико-экспериментальных данных путем непосредственного участия в научно-исследовательской деятельности структур университета, и собрать научно-аналитический материал для написания выпускной квалификационной работы бакалавра.

2. Задачи научно-исследовательской работы

Задачами научно-исследовательской работы является приобретение опыта в исследовании актуальной научной проблемы, а также подбор необходимых материалов для выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра.

В эту задачу входят:

- приобретение навыков поиска инновационных решений в инженерно-технической сфере АПК;
- приобретение практических навыков подготовки и проведения экспериментальных исследований;
- приобретение практических навыков оценки результатов научных исследований, внедрения их в производство, подготовки и публикации научных статей.

Кроме того, во время практики обучающийся должен получить навыки разработки программы исследований, разработки методики исследований, освоить основы планирования экспериментов сделать анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме исследований, теоретическое или экспериментальное исследование в рамках поставленных задач; сравнить результаты исследования предлагаемой им разработки с отечественными и зарубежными аналогами, а также технико-экономическую эффективность разработки.

3. Место научно-исследовательской работы в структуре ООП бакалавриата

«Производственная практика – Научно-исследовательская работа» относится к разделу Б2.О.04(П) блока Б2 «Производственная практика», курс 3 семестр 6.

Для освоения НИР обучающиеся используют знания, умения, навыки, полученные и сформированные в ходе освоения дисциплин:

базового цикла:

- Теоретические основы электротехники.

- Математические задачи в электроэнергетике.

вариативной части:

- Экономика электроэнергетики.

- Электроснабжающие организации и их взаимоотношения с потребителями.

дисциплин по выбору:

- Нетрадиционная электроэнергетика.

- Накопители энергии.

Освоение материалов НИР является условием для прохождения производственной практики - проектной практике по электрическим станциям и подстанциям Б2.В.01(П)

Научно-исследовательская работа является необходимым подготовительным этапом для выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра.

4. Вид практики – производственная практика (научно-исследовательская работа).

Способ проведения практики – стационарная, выездная.

Форма проведения практики – дискретная.

Тип практики Производственная практика - Проектная практика по электрическим станциям и подстанциям

5. Место и время проведения практики «Научно-исследовательская работа».

Научно-исследовательская работа проводится в течение 2-х недель в шестом семестре третьего курса, в лабораториях кафедр «Технические системы в АПК», «Электроснабжение», «Электротехника и физика», «Эксплуатация машино-тракторного парка», «Технология металлов и ремонт машин» и «Лаборатория инновационных энергоресурсосберегающих технологий и средств механизации в растениеводстве и животноводстве» ФГБОУ ВО РГАТУ, обладающих необходимым кадровым и научно-исследовательским потенциалом, а также на базе научных организаций области и страны на основании договоров о сотрудничестве.

Инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специализированные условия прохождения производственной практики «Научно-исследовательская работа».

6. Компетенции обучающегося, формируемые в результате прохождения научно-исследовательской работы.

В результате прохождения научно-исследовательской работы обучающийся должен приобрести следующие практические навыки, умения, универсальные и профессиональные компетенции:

Код	Формулировка компетенции	Планируемые результаты
-----	--------------------------	------------------------

УК-4.1	<i>Демонстрирует умение вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке.</i>	Знать источники информации, необходимой для решения поставленных задач.
		Уметь организовать поиск информации для решения поставленных задач, а также проводить его критический анализ и синтез
		Иметь навыки (владеть) навыками поиска, критического анализа и синтеза информации
УК-4.3	<i>Использует современные информационно-коммуникативные средства для коммуникации.</i>	Знать методы поиска информации
		Уметь искать и критически анализировать информацию для решения поставленной задачи
		Иметь навыки (владеть) критического анализа информации
УК-6.1	<i>Эффективно планирует собственное время.</i>	Знать методики проведения основных измерений.
		Уметь проводить оценку решения поставленных задач
		Иметь навыки (владеть) оценки решения поставленных задач
ОПК-1.1	<i>Алгоритмизирует решение задач и реализует алгоритмы с использованием программных средств.</i>	Знать методы поиска и анализа нормативных правовых документов, регламентирующих различные аспекты профессиональной деятельности в области агроинженерии
		Уметь пользоваться методами поиска и анализа нормативных правовых документов, регламентирующих различные аспекты профессиональной деятельности в области агроинженерии
		Иметь навыки (владеть) поиска и анализа нормативных правовых документов, регламентирующих различные аспекты профессиональной деятельности в области агроинженерии
ОПК-1.2	<i>Применяет средства информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации.</i>	Знать требования природоохранного законодательства Российской Федерации при работе техникой и оборудованием
		Уметь работать с соблюдением требований природоохранного законодательства Российской Федерации при работе техникой и оборудованием
		Иметь навыки (владеть) работы с соблюдением требований природоохранного законодательства Российской Федерации при работе техникой и оборудованием
ОПК-2.1	<i>Применяет математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной</i>	Знать нормативные правовые документы, нормы и регламенты проведения работ в области агроинженерии
		Уметь использовать нормативные правовые документы, нормы и регламенты проведения работ в области агроинженерии.
		Иметь навыки (владеть) использовать нормативные правовые документы, нормы и регламенты проведения работ в области агроинженерии
ОПК-2.2	<i>Применяет математический аппарат теории</i>	Знать специальные документы для осуществления эксплуатации и ремонта машин и оборудования
		Уметь оформлять специальные документы для

	<i>функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений</i>	осуществления эксплуатации и ремонта машин и оборудования Иметь навыки (владеть) оформления специальных документов для осуществления эксплуатации и ремонта машин и оборудования
ОПК-2.3	<i>Применяет математический аппарат теории вероятностей и математической статистики</i>	Знать правила ведения учетно-отчетной документации по эксплуатации и ремонту сельскохозяйственной техники и оборудования, в том числе в электронном виде
		Уметь вести учетно-отчетную документацию по эксплуатации и ремонту сельскохозяйственной техники и оборудования, в том числе в электронном виде
		Иметь навыки (владеть) ведения учетно-отчетную документацию по эксплуатации и ремонту сельскохозяйственной техники и оборудования, в том числе в электронном виде
ОПК-2.4	Под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении экспериментальных исследований в области агроинженерии	Знать профессиональную предметную область исследований
		Уметь проводить экспериментальные исследования в области агроинженерии под руководством специалиста более высокой квалификации
		Иметь навыки (владеть) проведения экспериментальных исследований в области агроинженерии под руководством специалиста более высокой квалификации
ПК-1.1	Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений.	Знать профессиональную предметную область исследований
		Уметь под руководством специалиста более высокой квалификации проводить испытание сельскохозяйственной техники по стандартным методикам
		Иметь навыки (владеть) под руководством специалиста более высокой квалификации проводить испытание сельскохозяйственной техники по стандартным методикам
ПК-2.1	Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования электростанций	Знать методику статистической обработки результатов опытов
		Уметь проводить статистическую обработку результатов опытов
		Иметь навыки (владеть) статистической обработки результатов опытов
ПК-2.2	Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и	Знать профессиональную предметную область исследований
		Уметь обобщать результаты опытов и формулировать выводы
		Иметь навыки (владеть) обобщения результатов опытов и формирования выводов

подстанций

7. Структура и содержание НИР

Общая трудоемкость научно-исследовательской практики составляет 3 зачетных единицы - 108 часов.

Работа по практической подготовке связанной с будущей профессиональной деятельностью 108 часов.

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Виды производственной работы на практике (в часах)					Формируемые компетенции	Практическая подготовка
		Инструктажи	Ознакомительная лекция	Выполнение исследований	Обработка материалов	СРС		
1	Подготовительный этап	2	2					Подготовительный этап
1.1	- ознакомление с программой, местом и временем проведения НИР	1	1				УК-4.1; УК-4.3; УК-6.1; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ПК-1.1; ПК-2.1; ПК-2.2	- ознакомление с программой, местом и временем проведения НИР
1.2	- проведение инструктажа по технике безопасности	1					УК-4.1; УК-4.3; УК-6.1; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ПК-1.1; ПК-2.1; ПК-2.2	- проведение инструктажа по технике безопасности
1.3	- ознакомление с формой отчетности и подведения итогов НИР		1				УК-4.1; УК-4.3; УК-6.1; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ПК-1.1; ПК-2.1; ПК-2.2	- ознакомление с формой отчетности и подведением итогов НИР
2	Основной этап	1	7	10	30	34		Основной этап

2.1	- знакомство с методикой выбора направлений исследований		1		4	4	УК-4.1; УК-4.3; УК-6.1; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ПК-1.1; ПК-2.1; ПК-2.2	- знакомство с методикой выбора направлений исследований
2.2	- знакомство с методами определения темы научных исследований и обоснование ее актуальности		1		6	6	УК-4.1; УК-4.3; УК-6.1; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ПК-1.1; ПК-2.1; ПК-2.2	- знакомство с методами определения темы научных исследований и обоснование ее актуальности
2.3	- изучение методов анализа и систематизации информации по выбранной теме		1			6	УК-4.1; УК-4.3; УК-6.1; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ПК-1.1; ПК-2.1; ПК-2.2	- изучение методов анализа и систематизации информации по выбранной теме
2.4	- изучение программ и методик научных исследований		1			6	УК-4.1; УК-4.3; УК-6.1; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ПК-1.1; ПК-2.1; ПК-2.2	- изучение программ и методик научных исследований
2.5	- разработка частных программ и методик исследований		1			6	УК-4.1; УК-4.3; УК-6.1; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ПК-1.1; ПК-2.1; ПК-2.2	- разработка частных программ и методик исследований
2.6	- проведение экспериментов по теме ВКР	1	1	10	14	6	УК-4.1; УК-4.3; УК-6.1; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.1;	- проведение экспериментов

						ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ПК-1.1; ПК-2.1; ПК-2.2	нтов по теме ВКР
2.7	- изучение ГОСТов по составлению отчета НИР		1		6	УК-4.1; УК-4.3; УК-6.1; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ПК-1.1; ПК-2.1; ПК-2.2	- изучение ГОСТов по составлению отчета НИР
3	Заключительный этап		2		20		Заключительный этап
3.1	- анализ и обработка материалов НИР		1		12	УУК-4.1; УК-4.3; УК-6.1; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ПК-1.1; ПК-2.1; ПК-2.2	- анализ и обработка материалов в НИР
3.2	- подготовка отчета по НИР и его защита в форме собеседования		1		8	УК-4.1; УК-4.3; УК-6.1; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ПК-1.1; ПК-2.1; ПК-2.2	- подготовка отчета по НИР и его защита в форме собеседования
	Итого	3	11	10	50	34	

Форма отчетности по производственной практике отчет по научно-исследовательской работе

8. Научно-исследовательские и научно-производственные технологии, используемые на практике «Научно-исследовательская работа».

В процессе прохождения научно-исследовательской работы студенты используют современные информационные и научно-производственные технологии и программные средства.

9. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов в процессе освоения производственной практики «Научно-исследовательская работа»

Методические указания по проведению производственной практики «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА» для студентов бакалавриата инженерного факультета очной и заочной форм обучения направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», профили подготовки – «Технические системы в агробизнесе», «Электрооборудование и электротехнологии», «Технический сервис в агропромышленном комплексе», направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль подготовки – «Электроснабжение», «Электрические станции и подстанции» / Богдаников И.Ю., Лузгин Н.Е., Утолин В.В. – Рязань, ИРИЦ ФГБОУ ВО РГАТУ, 2020.

10. Формы промежуточной аттестации (по итогам НИР)

Завершением научно-исследовательской работы служит оформление и защита студентом отчета.

За период проведения научно-исследовательской работы студент готовит и представляет руководителю не позднее 5 дней после окончания практики (включая выходные и праздничные дни) следующие отчетные документы:

- журнал научно-исследовательской работы;
- отчет о научно-исследовательской работе;
- письменный отзыв научного руководителя о работе студента в период научно-исследовательской работы с рекомендованной оценкой.

Все указанные документы заверяются подписью научного руководителя.

При оценке работы студента в период научно-исследовательской работы научный руководитель исходит из следующих критериев:

- общая систематичность и ответственность работы в ходе НИР (посещение базы практики и консультации с научным руководителем не реже двух раз в неделю, выполнение индивидуального плана);
- степень личного участия студента в представляемой исследовательской работе;
- качество выполнения поставленных задач;
- корректность в сборе, анализе и интерпретации представляемых научных данных;
- качество оформления отчетных документов.

Аттестация по НИР студентов бакалавриата осуществляется на третьем курсе в шестом семестре дифференцированно, посредством выставления оценок по 4-х балльной шкале в ведомость и зачетную книжку. Оценки выставляются факультетским руководителем НИР на основании отчетов, представленных студентом и завизированных непосредственным руководителем практики от кафедры.

11. Учебно-методическое и информационное обеспечение НИР

11.1. Основная литература

1. Челноков, М. Б. Основы научного творчества : учебное пособие / М. Б. Челноков. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 172 с. — ISBN 978-5-8114-3864-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126916>

2. Рыков, С. П. Основы научных исследований : учебное пособие для вузов / С. П. Рыков. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 132 с. — ISBN 978-5-8114-5902-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159496>

11.2. Дополнительная литература

1. Шутов А.И. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шутов А.И., Семикопенко Ю.В., Новописный Е.А.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013.— 101 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28378>.— ЭБС «IPRbooks»

2. Вайнштейн М.З. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Вайнштейн М.З., Вайнштейн В.М., Кононова О.В.— Электрон. текстовые данные.— Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, Поволжский государственный технологический университет, ЭБС АСВ, 2011.— 216 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22586>.— ЭБС «IPRbooks»

3. Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л.— Электрон. текстовые данные.— Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 271 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7003>.— ЭБС «IPRbooks»

4. Кузнецов, И.Н. Основы научных исследований: Учебное пособие для бакалавров [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М.: Дашков и К, 2014. — 283 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56264 — Загл. с экрана.

5. Рыжков, И.Б. Основы научных исследований и изобретательства [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 223 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2775 — Загл. с экрана.

6. Жистин, Е.А. Основы проведения научных исследований [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Е.А. Жистин, В.А. Авроров. — Электрон. дан. — Пенза : ПензГТУ (Пензенский государственный технологический университет), 2010. — 28 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=62642 — Загл. с экрана.

7. Шкляр М.Ф. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие для бакалавров/ Шкляр М.Ф.— Электрон. текстовые

данные.— М.: Дашков и К, 2015.— 208 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10946>.— ЭБС «IPRbooks»

8. Вербицкий В.И. Оптимизация процессов с помощью эксперимента [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Основы научных исследований и техника эксперимента»/ Вербицкий В.И., Коротченко А.Ю.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010.— 20 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31486>.— ЭБС «IPRbooks»

11.3 Периодическая литература

1. Механизация и электрификация сельского хозяйства.
2. Сельский механизатор.
3. Вестник РГАТУ

12. Программное обеспечение и Интернет- ресурсы

Программное обеспечение

НазваниеПО	№ лицензии	Количество мест
Office 365 для образования E1 (преподавательский)	70dac036-3972-4f17-8b2c-626c8be57420	без ограничений
Windows XP Professional SP3 Rus	63508759	без ограничений
Архиватор 7-Zip	свободно распространяемая	без ограничений
Браузеры Opera, Google Chrome, Mozilla Firefox	свободно распространяемая	без ограничений
Thunderbird	свободно распространяемая	без ограничений
AdobeAcrobatReader	свободно распространяемая	без ограничений
Справочная Правовая Система Консультант Плюс	договор 2674	без ограничений
Справочно-правовая система "Гарант"	свободно распространяемая	без ограничений

Электронно-библиотечные системы (интернет-ресурсы):

ЭБ «Академия». - Режим доступа: <http://www.academia-moscow.ru/>

ЭБС «Юрайт». Режим доступа:<http://www.biblio-online.ru>

ЭБС «IPRbooks». Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16402>

ЭБС «Лань». – Режим доступа: . <http://e.lanbook.com/>

12.1 Методические указания для прохождения производственной практики

Методические указания по проведению производственной практики «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА» для студентов бакалавриата инженерного факультета очной и заочной форм обучения направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», профили подготовки – «Технические системы в агробизнесе», «Электрооборудование и электротехнологии», «Технический сервис в агропромышленном комплексе», направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль подготовки – «Электроснабжение», «Электрические станции и подстанции»/ Богданчиков И.Ю., Лузгин Н.Е., Утолин В.В. – Рязань, ИРИЦ ФГБОУ ВО РГАТУ, 2020.

13. Материально-техническое обеспечение производственной практики «Научно-исследовательская работа».

Приложение 9 к ООП Материально-техническое обеспечение основной образовательной программы

14. Фонды оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестаций обучающихся (приложение 1)

15. Материально-техническое обеспечение. Приложение 9 к ООП
Материально-техническое обеспечение основной образовательной программы