



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



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



# НАУЧНЫЕ ПРИОРИТЕТЫ В АПК: ВЫЗОВЫ СОВРЕМЕННОСТИ

МАТЕРИАЛЫ 75-Й ЮБИЛЕЙНОЙ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Часть II

25 апреля 2024 года  
г. Рязань

2024

УДК: 631.171:338.43

ББК: 40.7

Н - 34

**Научные приоритеты в АПК: вызовы современности** : Материалы 75-й юбилейной Международной научно-практической конференции, Рязань, 25 апреля 2024 года.– Рязань : Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2024. – Часть II. – 592 с.

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Шемякин А.В.** – д-р техн. наук, профессор, ректор федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ).

**Рембалович Г.К.** – д-р техн. наук, профессор, проректор по научной работе ФГБОУ ВО РГАТУ.

**Бакулина Г.Н.** – канд. экон. наук, доцент, декан факультета экономики и менеджмента ФГБОУ ВО РГАТУ;

**Бачурин А.Н.** – канд. техн. наук, доцент, декан инженерного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ;

**Быстрова И.Ю.** – д-р с.-х. наук, профессор, декан факультета ветеринарной медицины и биотехнологии ФГБОУ ВО РГАТУ;

**Аникин Н.В.** – канд. техн. наук, доцент, декан автодорожного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ;

**Черкасов О.В.** – канд. с.-х. наук, доцент, декан технологического факультета ФГБОУ ВО РГАТУ;

**Антошина О.А.** – канд. с.-х. наук, доцент, заместитель декана технологического факультета ФГБОУ ВО РГАТУ;

**Богданчиков И.Ю.** – канд. техн. наук, доцент, заместитель декана инженерного факультета по научной и инновационной работе, председатель Совета молодых учёных, доцент кафедры Эксплуатации машинно-тракторного парка ФГБОУ ВО РГАТУ;

**Конкина В.С.** – канд. экон. наук, доцент, заместитель декана факультета экономики и менеджмента ФГБОУ ВО РГАТУ;

**Голиков А.А.** – д-р техн. наук, заместитель декана автодорожного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ;

**Федосова О.А.** – канд. биол. наук, заместитель декана факультета ветеринарной медицины и биотехнологии ФГБОУ ВО РГАТУ;

**Чивилева И.В.** – канд. психол. наук, начальник информационно-аналитического отдела ФГБОУ ВО РГАТУ;

**Князькова О.И.** – аналитик информационно-аналитического отдела ФГБОУ ВО РГАТУ.

В часть II сборника вошли доклады и научные статьи по результатам работы секций «Инженерно-технические решения для АПК», «Современные направления развития транспорта и дорожной инфраструктуры» и «Проблемы совершенствования профессионального образования и воспитания».

Рецензируемое научное издание.

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

## Оглавление

### *Инженерно-технические решения для АПК*

<i>Абрамов Ю.Н., Кузнецова Э.В., Горохов А.А.</i> Диагностирование технического состояния тракторов сельскохозяйственного назначения в полевых условиях.....	8
<i>Байбобоев Н.Г., Тоштиллаев Ш.А., Хайдаров А.К., Камбаров Э.А.</i> Конструктивное решение по совершенствованию сепарирующих рабочих органов картофелекопателя КТН-2В.....	13
<i>Безруков А.В., Липин В.Д., Даниленко Ж.В., Подлеснова Т.В.</i> Культиватор-гребнеобразователь Иксион, принятый за базовую машину .....	19
<i>Богданчиков И.Ю., Борычев С.Н., Бачурин А.Н., Богданчиков Ю.А.</i> Использование соломы в качестве удобрения под картофель .....	25
<i>Бойко А.И., Заровник А.Д.</i> Вопросы бытового водоснабжения в Рязанской области .....	31
<i>Булгаков В.И.</i> Польдерные мелиоративные системы в гумидной зоне России .....	36
<i>Ванюшина О.И., Мартынушкин А.Б., Барсукова Н.В., Лозовая О.В., Поляков М.В.</i> Организационно-технологическое обоснование функционирования отрасли животноводства.....	47
<i>Гаврилина О.П., Васин Д.А., Карпушина С.П.</i> Инновационные решения в капитальном ремонте гидротехнических сооружений .....	54
<i>Гаврилина О.П., Щур А.С.</i> Инженерно-технические решения для АПК .....	60
<i>Гобелев С.Н., Горностаева Ю.А.</i> Оптосенсорное устройство для определения уровня молока в вымени .....	67
<i>Желтоухов А.А., Рембалович Г.К.</i> Анализ современных самоходных картофелеуборочных машин .....	72
<i>Завадский Н.В., Мажайский Ю.А., Мартынушкин А.Б., Родин И.К., Поляков М.В.</i> Система менеджмента качества в управлении отраслью растениеводства региона Беларуси.....	79
<i>Каширин Д.Е., Павлов В.В., Глухих Я.М.</i> Исследование термостимулированных токов и стабильности заряда в диэлектрике .....	87
<i>Кистанова С.А., Пашканг Н.Н., Мартынушкин А.Б., Родин И.К., Поляков М.В.</i> Организационно-технологическое обоснование производства кисломолочных продуктов.....	93
<i>Костенко М.Ю., Семенин М.В.</i> Влияние углов установки управляемых колес на силовое взаимодействие с почвой.....	100
<i>Латышенко Н.М., Слободскова А.А., Максименко О.О., Пимеруков А.А.</i> Анализ существующих режимов хранения зерна.....	104
<i>Лимаренко Н.В., Юмаев Д.М., Ушанев А.И., Успенский И.А.</i> Повышение эффективности работы автомобилей на линии с помощью информационных технологий .....	112
<i>Липатова М.А., Борычев С.Н.</i> Теоретическое обоснование параметров разработанного устройства для отделения клубней от примесей .....	119
<i>Липин В.Д., Даниленко Ж.В., Подлеснова Т.В., Безруков А.В.</i> Пропашной универсальный культиватор РКТ, принятый за базовую машину .....	124

<i>Липин В.Д., Подлеснова Т.В., Липин М.Д.</i> Картофелесажалка КС-01 для посадки семенного картофеля .....	131
<i>Морозов А.С., Фатьянов С.О., Клочков А.Я., Пустовалов А.П., Кутейникова А.П.</i> Измерение химического состава молока с помощью инфракрасного электромагнитного излучения.....	137
<i>Морозов А.С., Фатьянов С.О., Пустовалов А.П., Мишина Т.О., Кутейникова А.П.</i> Влияние полива и подогрева воды на выращивание салата в теплицах .....	144
<i>Нагаев Н.Б., Скороходов М.Ю., Макаров Г.Н., Малянов А.С.</i> Эффективность использования 3D печати предприятиями АПК.....	151
<i>Нагаев Н.Б., Скороходов М.Ю., Лузгин Н.Е., Макаров Г.Н., Хотько А.А.</i> Аспекты использования светодиодных источников излучения .....	158
<i>Париков А.В.</i> Влияние размерно-массовых характеристик клубней картофеля на их повреждаемость .....	165
<i>Подлеснова Т.В., Липин В.Д., Лучкова И.В., Липин М.Д., Париков А.В.</i> Регулирование глубины подкапывания клубней картофелеуборочным комбайном AVR Spirit 5200 .....	170
<i>Рахматуллин С.С.</i> Особенности применения телемеханики в системах автоматизации управления и энергообеспечения объектов АПК .....	176
<i>Семина Е.С., Максименко О.О., Слободскова А.А., Латышенок Н.М., Денисов А.И.</i> Управление энергетическими ресурсами в сельской местности: разработка моделей прогнозирования спроса на энергию в сельских районах, оптимизация распределения и использования энергетических ресурсов.....	183
<i>Сепик О.О., Чжан Л.</i> Технические решения контроля влажности почвы.....	190
<i>Слободскова А.А., Латышенок Н.М., Семина Е.С., Пимеруков А.А.</i> Оптимизация системы безопасности электроустановок в инфраструктуре агропромышленного комплекса.....	203
<i>Слободскова А.А., Латышенок Н.М., Пимеруков А.А.</i> Имитации техногенных процессов в человеко-машинной системе.....	211
<i>Старунский А.В., Котов М.Е., Скрипкин Н.В., Чадин С.М.</i> Обоснование оптимальных алгоритмов управления автоматизированными машинно-тракторными агрегатами .....	219
<i>Терентьев В.В., Кожин С.А., Боронин М.А.</i> Анализ систем воздухоподготовки двигателей тракторов и техники, применяемой в сельском хозяйстве.....	225
<i>Терентьев В.В., Макаров В.А., Непарко Т.А.</i> Аналитические исследования устойчивости движения секции культиватора в продольно-вертикальной плоскости .....	231
<i>Тесаловский Д.Э., Афанасьев М.Ю., Клочков А.Я., Мишина Т.О., Кутейникова А.П.</i> Предпосевная обработка семян физическими методами .....	238
<i>Ткач Т.С., Гаврилина О.П., Карпушина С.П., Васин Д.А.</i> Использование сточных вод в сельскохозяйственном орошении для сохранения водных ресурсов.....	244
<i>Туркин В.Н., Попов А.С., Марьяшин А.Н.</i> Контактные давления бинарных фундаментов-оболочек при строительстве зданий и сооружений .....	250
<i>Туркин В.Н., Попов А.С., Марьяшин А.Н.</i> Повышение эффективности строительства фундаментов посредством инноваций бинарного фундамента-оболочки с шарнирным стержнем .....	255

<i>Ульянов В.М., Утолин В.В., Ефремов Д.Н.</i> Машина для распределения подстилки .....	262
<i>Успенский И.А., Кутыраев А.А.</i> Опыт совершенствования механизации уборки картофеля .....	267
<i>Федоскина И.В., Демочкин В.В., Федяшов Д.А., Даниленко Ж.В., Попов Ю.А.</i> Организационно-технологическое обоснование формирования кормовой базы отрасли животноводства .....	274
<i>Чернышев А.Д., Костенко М.Ю.</i> Технические решения проблем упаковки компонентов комбикорма в мешки .....	281
<i>Чурилов Д.Г., Полищук С.Д., Арапов И.А., Шемякин А.В., Рембалович Г.К.</i> Создание износостойких композиционных покрытий для ремонта сельскохозяйственной техники .....	286
<i>Юдаев Ю.А., Соблуков И.А., Ушаков А.Н., Чернышева А.В.</i> Последствия перенапряжения в линиях электропередач .....	292
<i>Юдаев Ю.А., Кощеев И.И., Соблуков И.А., Ушаков А.Н., Кирьяков О.В.</i> Построение системы защиты электрооборудования при воздействии грозового разряда .....	297
<i>Юдаев Ю.А., Кощеев И.И., Соблуков И.А., Ушаков А.Н., Кирьяков О.В.</i> Трехуровневая система защиты для устранения последствий удара молнии .....	303
<i>Юмаев Д.М., Костенко М.Ю., Рембалович Г.К.</i> Анализ современных машин для выравнивания микрорельефа и планировки поверхности поля .....	308
<i>Якутин Н.Н., Борычев С.Н., Симонова Н.В., Енгальчев Р.Н.</i> Экспериментальные исследования усовершенствованного рыхлителя .....	316

### **Современные направления развития транспорта и дорожной инфраструктуры**

<i>Антонова О.Ю., Попов А.С.</i> Особенности регулирования теплового режима при эксплуатации зданий с неventилируемые крыши в теплый период времени .....	323
<i>Борисов Б.С., Комлев А. Б., Лаушкин А.В., Хазиев А. А.</i> Применение инфракрасной спектроскопии для анализа моторных масел .....	328
<i>Борычев С.Н., Колошеин Д.В., Щур А.С.</i> Инновационные технологии в автодорожном строительстве .....	334
<i>Глухих В.Д., Шуханов С.Н.</i> Особенности адаптивной подвески мобильных машин .....	340
<i>Егоришин С.Н., Воротников Е.С.</i> Роль диагностики в современной эксплуатации транспорта .....	345
<i>Колотов А.С.</i> Хранение сельскохозяйственной техники под навесом .....	351
<i>Колошеин Д.В., Ткач Т.С., Щур А.С.</i> Геологическое проектирование автомобильных дорог .....	357
<i>Лимаренко Н.В., Филюшин О.В., Сачков П.В.</i> Перспективы повышения эксплуатационных показателей транспортных средств при внутривозвратных перевозках плодоовощной продукции .....	363
<i>Максименко О.О., Семина Е.С., Чивилева И.В., Милониди П.В.</i> Оценка частотных характеристик двигателей на виброизолирующей подвеске .....	369
<i>Максименко О.О., Семина Е.С., Чивилева И.В., Милониди П.В.</i> О расчете тепловыделения в дизелях .....	375

<i>Максименко О.О., Семина Е.С., Чивилева И.В., Милониди П.В.</i> Расчетно-экспериментальное исследование влияния несоосности коренных шеек на нагруженность коленчатого вала и его подшипников.....	382
<i>Миловидов Н.В., Голиков А.А.</i> Рынок новых автомобилей в РФ.....	389
<i>Орловский С.Н., Саая С.Ш., Кежикей Ч.В.</i> Анализ развития систем отопления кабин тракторов с двигателями воздушного охлаждения.....	394
<i>Панова А.А., Юхин И.А.</i> Контейнерные перевозки сельскохозяйственных грузов.....	398
<i>Рязанцев М.А., Супрун П.Г., Воротников Е.С.</i> Транспортные работы в сельском хозяйстве.....	404
<i>Самусик Г.С., Шуханов С.Н.</i> Особенности воздушного пуска ДВС.....	411
<i>Терентьев В.В., Шемякин А.В., Рябчиков Д.С., Мальчиков В.Н., Тимакина А.А.</i> Методы и алгоритмы использования информационных систем в логистическом процессе перевозки сельскохозяйственной продукции.....	418
<i>Терентьев В.В., Шемякин А.В., Рембалович Г.К., Старунский А.В.</i> Применение технологии 3D-печати в автомобильной отрасли.....	425
<i>Терентьев В.В., Рябчиков Д.С., Мальчиков В.Н.</i> Аналитика тары для транспортировки зерна.....	430
<i>Успенский И.А., Рябчиков Д.С., Куминов Н.М.</i> Основные принципы управления пассажирскими перевозками.....	436
<i>Успенский И.А.</i> Особенности эксплуатации автомобильных шин.....	442
<i>Ушанев А.И.</i> Очистка сельскохозяйственной техники в малых хозяйствах.....	449
<i>Филюшин О.В.</i> Хранение автотракторной техники в сельскохозяйственной отрасли.....	457

### ***Проблемы совершенствования профессионального образования и воспитания***

<i>Владимиров А.Ф.</i> Об операторах в преподаваемой математике, которые связывают переменную и обогащают язык математики.....	463
<i>Владимиров А.Ф.</i> Методика преподавания раздела «Комплексные числа» для студентов ФГБОУ ВО РГАТУ.....	471
<i>Забара А.Л., Забара К.А.</i> Социальные отношения в малой группе.....	483
<i>Забара К.А., Мартынова С.А.</i> Основы российской государственности: обзор.....	488
<i>Забара К.А., Князькова О.И.</i> Мировоззрение как система субъективного восприятия человеком объективной реальности.....	493
<i>Князькова О.И., Лазуткина Л.Н.</i> Особенности работы с научным текстом в рамках дисциплины Иностранный язык.....	500
<i>Князькова О.И., Лазуткина Л.Н.</i> Особенности научного стиля в английском языке.....	505
<i>Князькова О.И., Чивилева И.В., Романов В.В., Степанова Е.В.</i> Искусственный интеллект как средство повышения иноязычной профессиональной компетенции студентов аграрных вузов.....	511
<i>Макарова А.С.</i> Особенности преподавания «Истории России» для непрофильных специальностей.....	517
<i>Мартынова С.А., Мошин А.М.</i> Функции философии в научном познании.....	522

<i>Нефедова И.Ю.</i> Формирование саногенного мышления студентов в процессе изучения психологии.....	527
<i>Романов В.В., Чивилева И.В., Князькова О.И., Степанова Е.В., Жебраткина И.Я.</i> Формирование лидерских качеств обучающихся и умения работать в команде на занятиях по иностранному языку.....	532
<i>Романов В.В., Чивилева И.В., Степанова Е.В., Князькова О.И., Жебраткина И.Я.</i> Учебно-методическая работа преподавателя иностранного языка (на примере автодорожного факультета).....	538
<i>Ручкина Е.В.</i> Средневековые интеллектуалы и народная культура. Интерпретация образа философа Пьера Абеляра в средневековой народной комедии.....	543
<i>Сапченко Н.А.</i> Рефлексивные стратегии как базовый компонент совершенствования профессионализма педагога.....	548
<i>Симонян Э.Г.</i> Механизмы внедрения мыслекоммуникативных технологий в процессе работы с образовательным текстом.....	554
<i>Симонян Э.Г., Ковров Э.Л., Ухов А.Е.</i> Революционные возможности искусственного интеллекта в образовании и научной деятельности.....	559
<i>Степанова Е.В., Князькова О.И., Чивилева И.В., Романов В.В.</i> Грамматика как ключевой аспект при изучении английского языка в аграрном вузе .....	565
<i>Степанова Е.В., Князькова О.И., Чивилева И.В., Романов В.В.</i> Обзор современных подходов к организации высшего аграрного образования.....	571
<i>Чивилева И.В., Романов В.В.</i> Интернационализмы в немецком языке .....	577
<i>Шабанов Г.И.</i> Демонстрационно-обучающая система для изучения технических процессов различной физической природы .....	581
<i>Якунина Ю.А.</i> Развитие коммуникативной компетенции студентов при обучении грамматике на примерах использования в текстах научно-делового характера конструкций с инфинитивом).....	586

УДК 631.372

*Абрамов Ю.Н., канд. техн. наук,  
Кузнецова Э.В.,  
Горохов А.А.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### **ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАКТОРОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ**

Статья посвящена анализу конкретных проблем, которые стоят перед предприятиями российских регионов и связаны с эксплуатационным отказом тракторов сельскохозяйственного назначения, оснащённых импортными бортовыми компьютерами. Сельскохозяйственные марки из Европы, покинувшие рынок, отключают российских дилеров от своих электронных систем, необходимых для технического обслуживания. Большая часть российских дилеров уже сейчас не может воспользоваться дилерскими программами для диагностики технического состояния тракторов сельскохозяйственного назначения [1, с. 137].

Известно, что ключевым вопросом АПК является поддержание исправного технического состояния импортных тракторов с электронными блоками управления. Решением данной проблемы является разработка отечественных методов диагностирования и мультимарочных сканеров для импортных тракторов сельскохозяйственного назначения [2, с. 3].

В каталоге компактных тракторов «John Deere» представлены серии: 6В, 6М, 8R, 9R, 9RX, оснащённые дизельными двигателями. Цифры, расположенные в индексе каждой модели, обозначают максимальную мощность двигателя (например: индексы 6095В, 6110В, 6135В это серия 6В с мощностью 95, 110, 135 л.с.). Дизельные двигатели «Power Tech» серии 6В – четырёх – цилиндровые, рядные, рабочий объём 4,5 л, мощность 110 и 135 л.с. На двигатели устанавливается электронная система впрыска «Common Rail» с топливной рампой высокого давления (HP – CR), турбонаддувом, системой рециркуляции отработанных газов (EGR) и электронным блоком управления двигателем (ЭБУД). Электронный блок управления двигателем тракторов сельскохозяйственного назначения (на примере «John Deere») представлен на рисунке 1.

Электронный блок управления двигателем содержит внутренний источник питания и цифровой преобразователь, который установлен на дизельном двигателе «Power Tech» серии 6В, и принимает сигналы от датчиков [3, с. 54]:

- Датчик массового расхода воздуха.
- Датчик температуры охлаждающей жидкости.



- Датчик давления моторного масла.
- Датчик кислорода.
- Датчик детонации.



ДМРВ – датчик массового расхода воздуха; ДТОЖ – датчик температуры; охлаждающей жидкости; ДДММ – датчик давления моторного масла; ДК – датчик кислорода; ДД – датчик детонации

Рисунок 1 – Электронный блок управления двигателем тракторов сельскохозяйственного назначения (на примере «John Deere»)

Датчики дизельного двигателя передают фактические значения эксплуатационных показателей (ЭП), (например: массовый расход воздуха; температура охлаждающей жидкости, давление моторного масла, количество оставшегося кислорода в отработанных газах) на цифровой преобразователь, который передаёт цифровой сигнал на процессор. На основе программного обеспечения (ПО) «защитой» в энергонезависимой памяти EEPROM, RAM и оперативной ROM (энергозависимой) процессор сравнивает фактические значения ЭП с нормативно – технической документацией (НТД).

- При фактических значениях ЭП в рамках НТД процессор принимает решение по управлению двигателем и передаёт команду через аналоговый преобразователь и транзитные ключи на исполнительные механизмы (например: форсунки, клапана) [4, с. 77].

- При выходе фактических значений ЭП за пределы НТД сигнал ошибки направляется на панель приборов, а код ошибки записывается в память RAM [1]. Считывание и расшифровка кодов ошибок позволяет оценить техническое

состояние двигателя путём доступа к памяти RAM через контроллер и диагностический разъём, который установлен в кабине тракториста [5, с. 122].

Авторы предложили разделить ЭП на прямые (ПП) и обратные (ПО). Прямые это такие показатели, которые при уменьшении фактических значений ухудшают ТС, а обратные – при увеличении фактических значений ухудшают ТС [6, с. 215].

Прямой показатель ПП определяется по формуле:

$$ПП = \frac{9 \cdot (ПП_{\text{факт}} - ПП_{\text{min}})}{ПП_{\text{max}} - ПП_{\text{min}}}, \text{ балл} \quad (1)$$

$ПП_{\text{факт}}$  – фактическое значение прямого показателя;

$ПП_{\text{min}}$  – минимальное значение прямого показателя;

$ПП_{\text{max}}$  – максимальное значение прямого показателя.

Обратный показатель ПО определяется по формуле:

$$ПО = \frac{9 \cdot (ПО_{\text{факт}} - ПО_{\text{max}})}{ПО_{\text{min}} - ПО_{\text{max}}}, \text{ балл} \quad (2)$$

$ПО_{\text{факт}}$  – фактическое значение обратного показателя;

$ПО_{\text{min}}$  – минимальное значение обратного показателя;

$ПО_{\text{max}}$  – максимальное значение обратного показателя.

Комплексный показатель ПК определяется по формуле:

$$ПК = \frac{\sum ПП + \sum ПО}{n}, \text{ балл} \quad (3)$$

ПП – прямой показатель, балл;

ПО – обратный показатель, балл;

n – количество показателей, шт.

Техническое состояние двигателей тракторов сельскохозяйственного назначения [6] определяется по формуле [7, с. 150]:

$$ТС_{\text{ТСН}} = \frac{ПК_{\text{ДМРВ}} + ПК_{\text{ДТОЖ}} + ПК_{\text{ДДММ}} + ПК_{\text{ДК}} + ПК_{\text{ДД}}}{N}, \text{ балл} \quad (4)$$

$ПК_{\text{ДМРВ}}$  – комплексный показатель массового расхода воздуха, балл;

$ПК_{\text{ДТОЖ}}$  – комплексный показатель температуры охлаждающей жидкости, балл;

$ПК_{\text{ДДММ}}$  – комплексный показатель давления моторного масла, балл;

$ПК_{\text{ДК}}$  – комплексный показатель кислорода, балл;

$ПК_{\text{ДТ}}$  – комплексный показатель детонации, балл;

N – количество датчиков, которые установлены на дизельном двигателе, шт.

Для прогнозирования выхода фактических значений за рамки нормативно – технической документации авторы выделили категории ТС [8, 9, 10, 11, 12]. Категории технического состояния в рамках нормативно – технической документации [13, 14, 15, 16]:

I категория:  $0 \leq ТС_{\text{ТСН}} \leq 3$  «Обкаточная»

II категория:  $3 < ТС_{\text{ТСН}} < 6$  «Эксплуатационная»

III категория:  $6 \leq ТС_{\text{ТСН}} \leq 9$  «Предельная»

Метод диагностирования технического состояния тракторов сельскохозяйственного назначения в полевых условиях представлен на рисунке 2.

			Прямые показатели, ПП			
			I кат.	II кат.	III кат.	ППmax
ППmin			0	3	6	9
			0	+g	+2g	+3g
<hr/>						
			Стандартное отклонение технического состояния, g			
-3g	-2g	-g				
Обратные показатели, ПО			III кат.	II кат.	I кат.	ПОmin
ПОmax			9	6	3	0

Рисунок 2 – Метод диагностирования технического состояния тракторов сельскохозяйственного назначения в полевых условиях

Таким образом, разработанный метод диагностирования технического состояния дизельных двигателей на основе прогнозирования предельной категории технического состояния (III категория:  $6 \leq T_{СТСН} \leq 9$  «Предельная») позволяет предотвратить эксплуатационный отказ тракторов сельскохозяйственного назначения, оснащённых ЭБУ.

### **Библиографический список**

1. Факторы, определяющие поперечно – горизонтальную устойчивость движения транспортных средств в сельском хозяйстве / Н.В. Аникин и др. // Повышение эффективности функционирования механических и энергетических систем : Материалы Всероссийской научно-технической конференции. - Саранск, 2009. - С. 326–330.

2. Патент на полезную модель № 157 837 U1 Российская Федерация, МПК F02M 43/00. Трёх – топливная система питания тракторного дизеля: № 201511650/06 24.04.2015: опубл. 10.12.2015: бюл. № 34 / Н.В. Бышов, Бачурин А.Н., Корнюшин В.М., Горохов А.А.; заявитель Рязанская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора П.А. Костычева.

3. Юхин, И.А. Факторы, влияющие на уровень повреждений перевозимой сельскохозяйственной продукции / И.А. Юхин, Н.В. Аникин, И.А. Успенский //

Сборник научных трудов профессорско-преподавательского 37 состава и молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева : Материалы научно – практической конференции. Том I. - Рязань, 2009. - С. 18 – 20.

4. Юхин, И.А. Устройство для стабилизации движения транспортного средства / И.А. Юхин, И.А. Успенский // Сборник научных трудов профессорско – преподавательского состава и молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева : Материалы науч.-практ. конференции. Том II. - Рязань, 2009. - С. 158 – 160.

5. Устойчивость транспортного средства при вывозе картофеля с поля / Н.В. Бышов и др. // Повышение эффективности функционирования механических и энергетических систем : Материалы Всероссийской научно-технической конференции. - Саранск, 2009. - С. 324-326.

6. Горохов, А.А. Исследование зоны работы двухступенчатого регистрового наддува корабельного дизеля «MTU» / А.А. Горохов, А.В. Дергачев, П.С. Ларин // Сборник статей и докладов. III научно – техническая конференция операторов десятой научной роты МТО: Перспективные направления развития системы материально-технического обеспечения: Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева. Научно-исследовательский институт военно-системных исследований МТО ВС РФ». - Санкт-Петербург, 2017. - С. 215-218.

7. Горохов, А.А. Определения условий устойчивого самовоспламенения топлива при работе дизеля по полужамкнутому циклу / А.А. Горохов, А.В. Дергачев // Актуальные проблемы военной науки и политехнического образования ВМФ : Сборник статей и докладов. Часть II. Межведомственная научно – техническая конференция. ВМПИ ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия им. Н.Г. Кузнецова. – Санкт-Петербург, 2017. - С. 147-151.

8. Бачурин, А. Н. Диагностика автотракторной техники : Лабораторный практикум / А. Н. Бачурин, И. Ю. Богданчиков, Д. О. Олейник. – Рязань : РГАТУ, 2021. – 81 с.

9. Повышение информативности процесса диагностирования двигателей автомобилей за счет технической эндоскопии / Е. В. Агеев, А. В. Щербаков, Ю. Г. Алехин, С. А. Грашков // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2018. – № 1(76). – С. 18-26.

10. Диагностирование дизельных двигателей автотракторной техники / А. В. Шемякин [и др.]. – Рязань : РГАТУ, 2021. – 130 с.

11. Стенд для тестирования панели приборов автомобилей / Д. С. Вебер [и др.] // Инженерные решения для агропромышленного комплекса : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 24 марта 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 15-19.

12. Терентьев, О. В. Современные технологии в сельском хозяйстве / О.В. Терентьев, В.В. Терентьев // Горинские чтения. Инновационные решения

для АПК : Материалы международной студенческой конференции. – Майский, 2024. – С. 135-136.

13. Перспективы технической эксплуатации мобильных средств сельскохозяйственного производства / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Н. В. Аникин [и др.]. – Рязань: РГАТУ, 2015. – 192 с.

14. Диагностика современного автомобиля / Ю. Н. Храпов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 118. – С. 1001-1025.

15. Лозовая, О.В. Значение отечественного сельскохозяйственного машиностроения и опыт применения техники в АПК / О.В. Лозовая, Н.В. Барсукова, О.И. Ванюшина // Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование : Сборник научных статей Международной научно-технической конференции. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. - С. 146-150.

16. Совершенствование системы подготовки трактористов-машинистов сельскохозяйственного производства / С. Е. Крыгин, И. Д. Васильев, В. В. Утолин, Н. Е. Лузгин // Инновационный вектор развития отечественного АПК : Материалы III Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 23 ноября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 430-435.

**УДК 621.785.5**

*Байбобоев Н.Г., д-р техн.наук,  
Тоштиллаев Ш.А.,  
Хайдаров А.К.,  
Камбаров Э.А.,  
НамИСИ, г. Наманган, Узбекистан*

## **КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СЕПАРИРУЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КАРТОФЕЛЕКОПАТЕЛЯ КТН-2В**

В настоящее время картофель возделывается в 138 странах мира на площади 20-22 млн га, ежегодно собирается 320-335 млн тонн картофеля. Средняя урожайность картофеля в мире составляет 150-170 ц/га [1].

Крупнейшими производителями картофеля являются Китай (72,0 млн тонн), Россия (35,7 млн тонн), США (17,7 млн тонн) Германия (11,6 млн тонн) и Польша (11,2 млн тонн). В семи странах мира: Голландии, Бельгии, Англии, Дании, США, Германии и Швейцарии средний урожай составляет 350-400 ц/га и более [2, 3, 4, 5]. В настоящее время основными факторами повышения производительности картофелеуборочных машин являются усовершенствование сепарирующих рабочих органов. В связи с этим в мире

проводятся научные исследования по созданию новых технологий и технических средств для уборки картофеля, позволяющие отделения клубней картофеля из почвенной массы на уровне агротребований, минимальными повреждениями, потерями, и укладки картофеля в валок на поле непосредственно за копателем.

Вопросы по изучению разработок картофелеуборочных машин и параметров сепарирующих рабочих органов были рассмотрены в работах Г.Д. Петрова, А.А. Сорокина, И.А.Успенского, Н.В.Бышова, М.Ю.Костенко и других [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14]. В этих исследованиях изучены конструкции, энергетические и агротехнические показатели технических средств уборки картофеля [15, 16, 17, 18, 19, 20].

Однако в перечисленных исследованиях недостаточно изучены вопросы влияния сепарирующих рабочих органов на работу уборочной техники. Поэтому необходимо вести исследования по разработке новой конструкции машин для уборки картофеля

Современные картофелеуборочные машины обеспечивают требуемые показатели эффективности в благоприятных условиях эксплуатации. В неблагоприятных условиях полнота сепарации клубней от примесей снижается, а потери и повреждения клубней картофеля растут. Данная ситуация связана с несовершенством сепарирующих рабочих органов картофелекопателя. Вследствие этого производительность картофелекопателей в целом определяется пропускной способностью их сепарирующих рабочих органов.

В настоящее время наиболее распространение и применение получили прутковые элеваторы, оснащенные различными интенсификаторами. Поэтому повышение эффективности и качества работы сепарирующих рабочих органов картофелекопателя путем применения новых конструкции интенсификаторов является актуальной научно-технической задачей.

В этом направлении с учетом почвенно-климатических условий и свойства клубней картофеля большое внимание уделяется оптимизации процессов уборки картофеля, созданию более совершенных, высокопроизводительных рабочих органов для сепарации почвенной массы от клубней картофеля, совершенствованию конструкции механизмов передачи движения активным рабочим органом картофелеуборочных машин, а также обоснованию их технологических рабочих процессов, режимов работы и параметров.

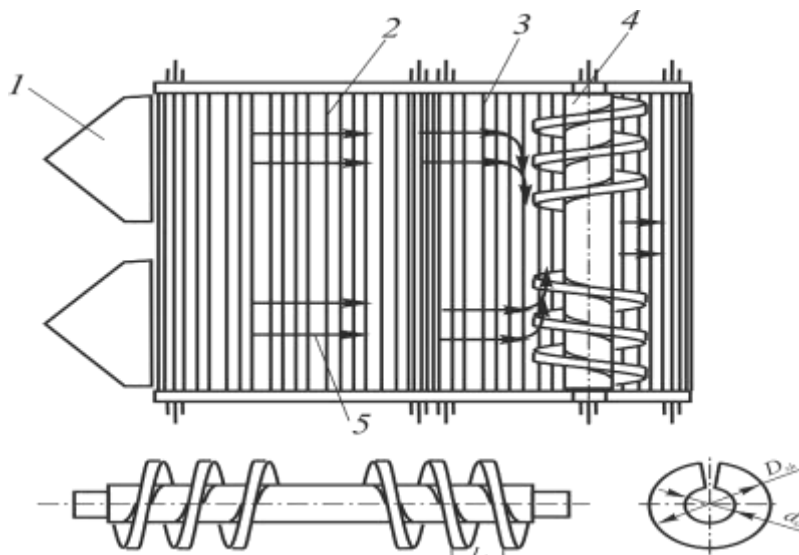
При выполнении этих задач важным является техническое и технологическое совершенствование и обоснование основных параметров высокопроизводительных энергосберегающих картофелеуборочных машин способных уборки картофеля с минимальным повреждением и потерей клубней картофеля.

Поэтому в этой работе предложен для сепарации почвы элеватор с сужающим сепарирующим шнековым барабаном.

Шнековый валкообразователь клубнеплодов, включающий лемех, сепарирующие устройства, прутковый транспортер, над полотном которого

расположены сужающий-сепарирующий шнековый барабан с левой и правой навивки. Сужающий-сепарирующий шнековый барабан расположен на всю ширину пруткового транспортёра. Между тем на средний шнековый барабан для прохода от сепарированных клубнеплодов от почвы оставлен зазор шириной 300 мм (Рисунок 1).

Совершенствованная картофелеуборочная машина состоит из рамы 2, лемеха 1, элеватора 3, шнекового барабана 4. При движении копателя лемех выкапывает слой почвы с находящимся в нем клубнем картофеля и направляет на основной элеватор, где разрушенные почвы частично сепарируются и оставшаяся масса попадает на каскадный элеватор. Между элеватором и шнековым барабаном почвенно-клубненоносная масса перемещается пол поперечному направлению с правой и левой стороны в середину элеватора и за счет воздействия шнеков отделенные клубни картофеля от почвы скапливаются в середине каскадного элеватора и укладываются в валок на поле за копателем. Такое положение облегчает и ускоряет процесс ручного сбора картофеля рабочим.



1 – лемех; 2,3 – соответственно основной и каскадный элеваторы;  
4 – шнековый барабан; 5 – направление движения массы

Рисунок 1 – Технологическая схема предлагаемой картофелеуборочной машины

Диаметр шнекового барабана определяем с учетом сгруживания массы перед шнеком в элеваторе по следующему выражению

$$D_{sh} \geq K_y \sqrt{\frac{Bb}{\pi} v_u K_p (900 v_a K_\alpha K_n K_\beta)^{-1} + d_v^2}. \quad (1)$$

где  $K_y$  – коэффициент, учитывающий образование сгруживания массы в элеваторе;  $B$  – ширина захвата копателя;  $b$  – высота массы;  $v_u$  – скорость поступательного движения агрегата;  $K_p$  – коэффициент массы разрыхления комков;  $v_a$  – скорость элеватора, м/с;  $K_\alpha$  – коэффициент, учитывающий угол наклона лопасти шнека к горизонту;  $K_n$  – коэффициент, учитывающий

наполнение шнека массой;  $K_\beta$  – коэффициент, учитывающий угол наклона шнека к горизонту;  $d_v$  – диаметр вала шнека, м.

Расчеты, проведенные по выражению (1) при  $K_y=3,5$ ,  $h_n=0,2$  м,  $B=1,4$  м,  $K_r=1,0$ ,  $V_u=1,2$  м/с,  $\pi=3,14$ ,  $V_a=2$  м/с,  $K_a=0,9$ ,  $K_n=0,8$ ,  $K_\beta=1$ ,  $d_v=0,08$  м показали, что диаметр шнека должен быть не менее 22,5 см.

Шаг шнека определяется в зависимости от его диаметра по следующему выражению

$$l_{sh} = K_a K_y \sqrt{\frac{Bb}{\pi} v_u K_p (900 v_a K_a K_n K_\beta)^{-1} + d_v^2}. \quad (2)$$

Поставляя вышеприведенные значения  $B$ ,  $b$ ,  $v_u$ ,  $K_r$ ,  $v_a$ ,  $K_y$ ,  $K_a$ ,  $K_n$ ,  $K_\beta$  и  $d_v$  в выражение (2) установлено, что шаг шнека должен быть 20,3 см.

Число оборотов шнека определяем из условия,

$$\Pi_{\dot{y}} > \Pi_b. \quad (3)$$

где,  $\Pi_{\dot{y}}$  – производительность шнека направленная по оси шнека;  $\Pi_b$  – производительность шнека в продольном направлении.

При невыполнении этого условия перед шнеком происходит сгуживания массы и, в результате наблюдается нарушение технологического процесса

$$\Pi_b = \frac{Bb}{\pi} v_u \quad (4)$$

$$\Pi_{\dot{y}} = S_{uu} V_T K_n K_{\dot{y}}, \quad (5)$$

где  $S_{uu}$  – площадь поперечного сечения массы, сдвигаемая шнеком, м<sup>2</sup>;  $V_T$  – скорость движения массы, м/с  $K_{\dot{y}}$  – коэффициент, учитывающая изменчивость поверхности элеватора в продольном направлении.

Площадь поперечного сечения массы, сдвигаемой шнеком, и скорость ее перемещения определяются выражениями:

$$S_{sh} = \frac{Bb}{\pi}, \quad (6)$$

$$v_T = \frac{l_{sh} n_{sh}}{60}. \quad (7)$$

Поставляя выражения (6) и (7) в выражение (5), получим,

$$\Pi_{\dot{y}} = \frac{B h_n l_{uu} n_{uu} \varphi}{60 \pi} K_n K_{\dot{y}}. \quad (8)$$

Поставив выражения (4) и (8) в неравенство (3) будем иметь

$$\frac{B h_n l_{uu} n_{uu} K_n K_{\dot{y}}}{60 \pi} > \frac{B h_u}{\pi} v_u \quad (9)$$

Решая выражение (8) относительно  $n_{uu}$  получим следующее

$$n_{sh} > \frac{60 v_u}{l_{sh} K_n K_o}. \quad (10)$$

Поставив значения  $v_u=0,75$  м/с,  $l_{sh}=0,21$  м,  $K_n=0,8$  и  $K_o=2,8$  на это выражение получим  $n_{sh}=99,25$  г/мин. Принимаем эту как  $n_{sh}=100$  г/мин.



## *Заключение*

1. В условиях Узбекистана проблема уборки картофеля решена недостаточно, это требует проектирование конструкции машины для уборки картофеля, обосновать ее кинематическую схему, определить оптимальные значения параметров рабочих органов и разработать опытный образец копателя, а также проведение экспериментальных испытаний.

2. Проведенный анализ литературных и патентных материалов позволил разработать копателя, оборудованный шнековым барабаном, обеспечивающий отделения клубней картофеля от почвенно-клубненоносной массы без повреждений.

3. На основании теоретических исследований шнекового барабана имеющегося поперечного переменного сечения, установленного на рабочей поверхности каскадного элеватора в различных положениях относительно направления движения элеватора определены следующие параметры: частота вращения барабана  $n_b=80-120$  об/мин; угол установки лопастей  $10^\circ$ , шаг шнека 16 см, диаметр шнека  $D=0,23-0,030$  м; длина шнекового барабана  $L_b=0,9-1,2$  м; рабочий зазор  $h=0,05-0,10$  м; угловая скорость барабана  $\omega=(8,5\div 15)$  с<sup>-1</sup>.

## *Библиографический список*

1. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины / Г.Д. Петров. – М.: Машиностроение, 1984. – 320 с.

2. Принципы и методы расчета и проектирования рабочих органов картофелеуборочных машин: Учебное пособие / Н. В. Бышов [и др.]. – Рязань : РГАТУ, 2005. – 284 с.

3. Борычев, С. Н. Технологии и машины для механизированной уборки картофеля (обзор, теории, расчет) : монография / С.Н. Борычев. –Рязань : РГСХА, 2006. – 220 с.

4. Бышов, Н. В. Научно-методические основы расчета сепарирующих рабочих органов и повышение эффективности картофелеуборочных машин: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Бышов Николай Владимирович. – Рязань, 2000. – 414 с.

5. Костенко, М.Ю. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением инновационных решений в конструкции и обслуживании уборочных машин : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Костенко Михаил Юрьевич. – Рязань, 2011. – 462 с.

6. Рембалович, Г.К. Повышение эффективности уборки картофеля на тяжелых суглинистых почвах совершенствованием сепарирующих органов комбайнов: автореф. дис. ... док.техн.наук / Рембалович Георгий Константинович. – Рязань, 2014. – 38 с.

7. Перспективная схема картофелеуборочного комбайна с взаимозаменяемыми сепарирующими модулями / И.А. Успенский и др. // Техника и оборудование для села. – Рязань. 2015. - №6. – С. 35-38.

8. Байбобоев, Н.Г. Оптимизация распределения потока энергии к вращающимся звеньям машины для уборки топинамбура / Н.Г. Байбобоев, Ж.М. Мухамедов, А.А. Хамзаев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2015. – №. 2 (26). – С. 31-35.

9. Байбобоев, Н. Г. Совершенствование конструкции сепарирующих рабочих органов картофелекопателя-ктн-2в / Н.Г. Байбобоев, У. Гойипов, Ш. Акбаров // Решение проблем инновационного развития сельскохозяйственной техники: материалы Международной заочной научно-практической конференции / Российский государственный аграрный заочный университет. – Балашиха: Изд-во ФГБОУ ВО РГАЗУ, 2021.–172 с. – 2021. – С. 5.

10. Байбобоев, Н. Г. Результаты исследований по обоснованию параметров планчатого катка комбинированного агрегата / Н.Г. Байбобоев, С.К. Кучкоров, А.А. Косимов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2015. – №. 4 (28). – С. 43-44.

11. Байбобоев, Н. Г. Расчет кинетической энергии пруткового элеватора с центробежной сепарацией / Н.Г. Байбобоев, А.А. Хамзаев, Х.Т. Рахмонов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – №. 2 (22). – С. 19-21.

12. Байбобоев, Н. Г. Обоснование влияния параметров машины-сепаратора на эффективность сепарации почвы / Н.Г. Байбобоев, Д.О. Рахманов, А.А. Хамзаев // Международный научно-исследовательский журнал. – 2013. – №. 5-1 (12). – С. 93-96.

13. Захаров, А. В. Анализ условий и результатов функционирования картофелеуборочных машин в условиях сельскохозяйственных предприятий / А. В. Захаров, Р. А. Крупчатников, С. А. Грашков // Молодежь и XXI век - 2022 : Материалы 12-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах, Курск, 17–18 февраля 2022 года / Отв. редактор М.С. Разумов. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 299-301.

14. Усовершенствованное устройство для сепарирования клубней картофеля/ Н.В. Бышов [и др.] // Сельский механизатор. – 2016. – № 11. – С. 6-7.

15. Уборка и хранение картофеля: отдельные аспекты/ И.В. Лучкова [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2022. - № 175. - С. 91-100.

16. Патент № 194510 U1 Российская Федерация, МПК А01D 33/00. Каток опорный картофелеуборочного комбайна: № 2019126717: заявл. 23.08.2019: опубл. 12.12.2019 / И.В. Лучкова, Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, В.Д. Липин, Д.В. Колошеин; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

17. Петрухин, А. С. Выращиваем экологически безопасный картофель / А. С. Петрухин, В. И. Левин // Картофель и овощи. – 2017. – № 4. – С. 31-33.

18. Способы повышения урожайности картофеля / Т. Ю. Амелина, А. Н. Гордиенко, И. А. Кабанова, Г. Н. Фадькин // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиком МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том 1. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 59-61.

19. Классификация сепарирующих рабочих органов механического принципа действия / Н. В. Бышов, С. В. Галушкин, С. Е. Крыгин, Ю. В. Якунин // Юбилейный сборник научных трудов сотрудников и аспирантов РГСХА : 50-летию академии посвящается / Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. Том 1. – Рязань : Сахара, 1999. – С. 277-279.

20. Анализ обеспеченности картофелеводства сельскохозяйственных организаций Рязанской области уборочной техникой за тридцатилетний период / И.К. Родин, А.Б. Мартынушкин, М.В. Поляков, С.А. Кистанова // Инновационный вектор развития отечественного АПК. Материалы III Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова. – Рязань: РГАТУ, 2023. - С. 124-129.

**УДК 631.316.44**

*Безруков А.В.,  
Липин В.Д., канд. техн. наук,  
Даниленко Ж.В.,  
Подлеснова Т.В.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### **КУЛЬТИВАТОР-ГРЕБНЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ИКСИОН, ПРИНЯТЫЙ ЗА БАЗОВУЮ МАШИНУ**

ООО «Колнаг» – это предприятие со 100% российским капиталом, работающими собственниками, имеющее статус малого предприятия и выпускающее машины для возделывания и уборки картофеля, а также производства и раздачи кормов [1, 2, 3].

Технологическое оснащение предприятия таково, что позволяет ООО «Колнаг» изготавливать и выпускать сложную современную технику с надежностью и качеством, не уступающим европейским оригиналам, что позволяет компании осуществлять экспорт своей продукции [4, 5, 6].

Полный цикл производства начинается с заготовительных операций, выполняемых с помощью: автоматизированных ленточнопильных машин, машин плазменной и газовой резки, лазерного трубореза, автоматизированного листогибочного прессы, прессы с усилием 630 тонн, трубогибочной машины,

автоматизированных вальцов и т. д. Лазерный раскрой деталей, а также гальваническое покрытие осуществляются подрядными организациями [1, 7, 8].

ООО «Колнаг» успешно наладил производство культиватора – гребнеобразователя ИКСИОН, который пользуется спросом аграрных предприятий [9].

Культиватор – гребнеобразователь ИКСИОН (Рисунок 1) предназначен для сплошного фрезерования почвы с образованием ровной поверхности поля (модификации ШК) или с формированием четырех гряд после основной обработки почвы, выполненной плугами, а также плоскорезами и чизелями.

Допускается использование культиватора-гребнеобразователя на невспаханном поле после прохода луцильника. Глубина обработки в зависимости от состояния почвы и мощности трактора до 15 см. Твердость почвы на глубину обработки 15 см должна быть не выше 2 Мпа.



Рисунок 1 – Культиватор-гребнеобразователь ИКСИОН

Культиватор-гребнеобразователь также используется при проведении междурядной обработки посадок картофеля для рыхления (фрезерования) почвы в междурядьях шириной 75, 90 см и одновременного формирования четырех высокообъемных гребней с мелкокомковатой структурой почвы после посадки картофеля до появления всходов высотой 5-7 см.

Культиватор ИКСИОН может поставляться заказчику в следующих модификациях (Таблица 1).

Таблица 1 – Модификации культиватора-гребнеобразователя ИКСИОН

№ п.п.	Обозначение	Шифр	Характеристики
1	KOL 000445	Иксион 4x75-1000	Культиватор с валом для междурядной обработки, гребнеобразователем 4x75 и редуктором для ВОМ с количеством оборотов 1000 об/мин.
2.	KOL 000673	Иксион 4x90-1000	Культиватор Иксион с валом для междурядной обработки, гребнеобразователем 4x90 и редуктором для ВОМ с количеством оборотов 1000 об/мин.
3.	KOL 000674	Иксион 3,0 ШК	Культиватор Иксион шириной захвата 3м с валом для сплошной обработки, опорным широкозахватным катком.

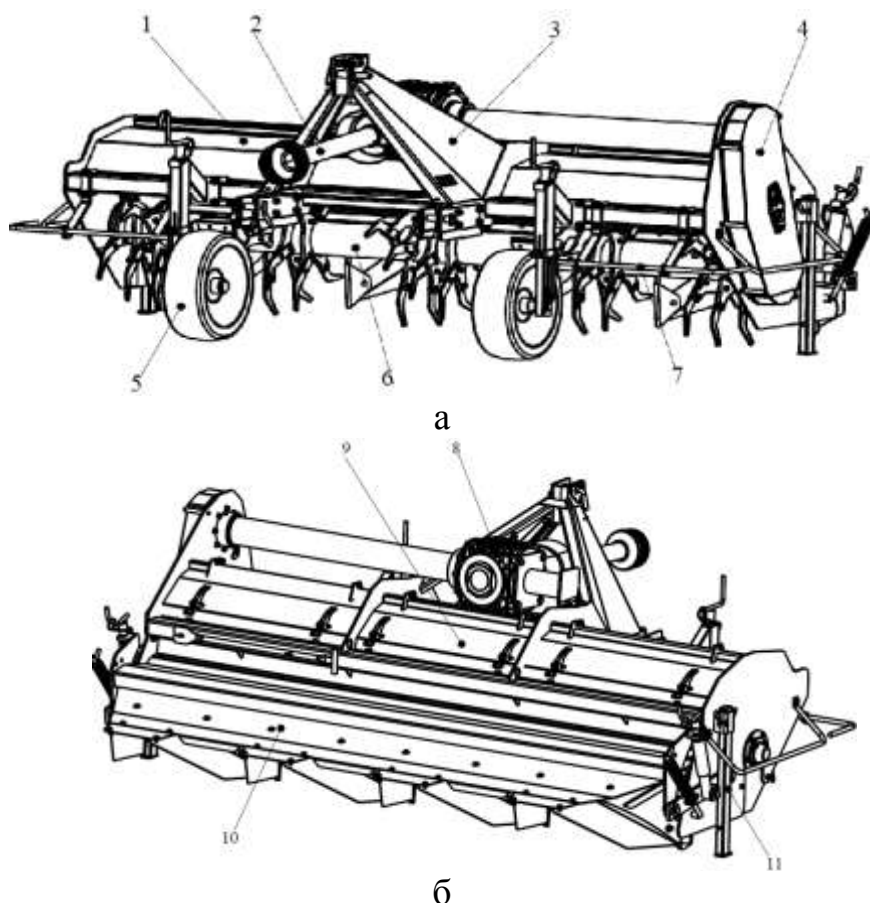
Культиватор может применяться во всех почвенно-климатических зонах, где возделывается картофель и овощные культуры. Применение культиватора на почвах, засорённых камнями (кроме модификаций с валом для каменистых почв), содержащих кучи грубостебельных растительных остатков, не рекомендуется. Не рекомендуется также применять культиватор на почвах, подверженных ветровой эрозии.

Культиватор является навесным орудием. Культиватор с шириной захвата 4х75 (3,0 м) и валом для междурядной обработки агрегируется с тракторами класса 1,4-3, мощность не менее 80 л. с.

Культиватор с шириной захвата 4х75 (3,0 м) и валом для сплошной обработки и культиватор Иксион с шириной захвата 4х90 (3,6 м) и валом для междурядной обработки агрегируются с тракторами класса 2-3, мощность не менее 120 л. с.

Культиватор с шириной захвата 4х90 (3,6м) и валом для сплошной обработки агрегируется с тракторами класса 2-3, мощность не менее 150 л. с.

Все трактора должны быть снабжены независимым валом отбора мощности (ВОМ) и оборудованы передними дополнительными грузами для обеспечения необходимой нагрузки на переднюю ось.

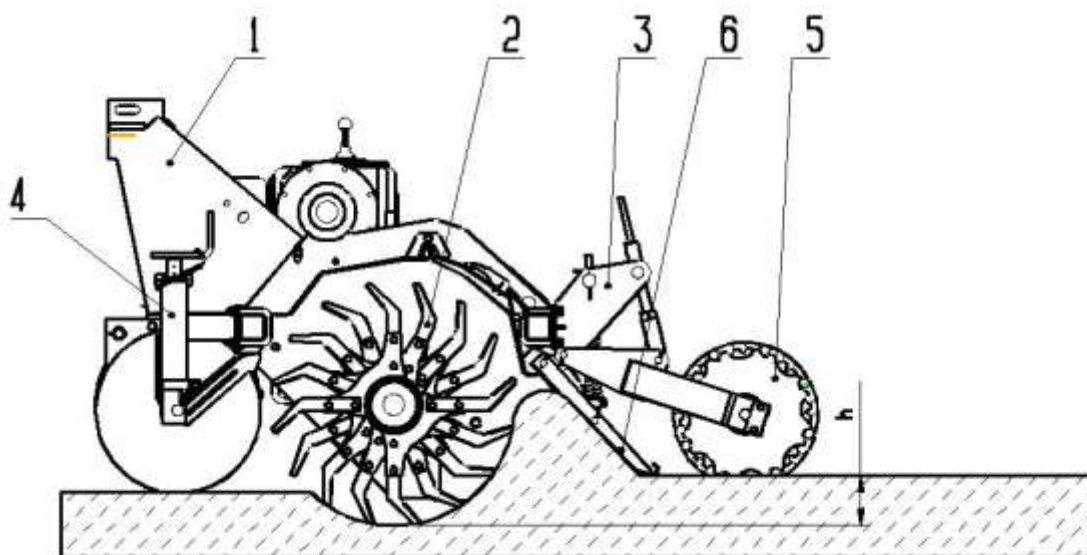


а – вид спереди, слева; б – вид сзади, справа; 1 – рама; 2 – карданный вал; 3 – навесное устройство; 4 – цепная передача-боковой редуктор; 5 - колесо опорное с механизмом регулировки глубины обработки; 6 – вал в сборе; 7 – защита; 8 – коробка передач; 9 – крышки; 10 – гребнеобразователь с нажимным механизмом; 11 – стойка

Рисунок 2 – Культиватор-гребнеобразователь Иксион 4х75

Общий вид культиватора Иксион 4х75 представлен на рисунке 2. Культиватор состоит из рамы в сборе 1 с навесным устройством 3, вала карданного с предохранительной муфтой 2, цепной передачи 4, двух опорных колес 5 с механизмами регулирования глубины обработки, вала в сборе 6, защиты 7, коробки передач 8, крышки 9, гребнеобразователя с нажимным механизмом 10, стойки 11.

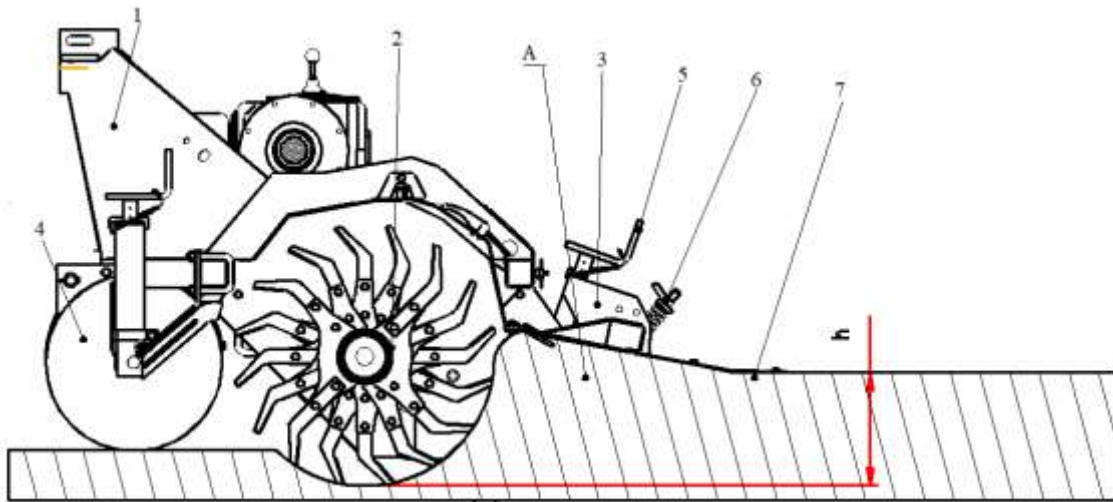
Технологическая схема варианта культиватора для сплошного рыхления (фрезерования) почвы с образованием ровной поверхности поля (модификация ИКСИОН 3,0 ШК) приведена на рисунке 3. Культиватор 1 оборудован валом для сплошной обработки 2 и опорным широкозахватным катком 3. Опорные колеса 4 культиватора могут не использоваться. Глубина обработки  $h$  задается положением трубчатого катка 5. Крюки вала 2 разрыхляют почву и отбрасывают ее назад на выравнивающую пластину 6 опорного широкозахватного катка 3.



1 – культиватор ИКСИОН 3,0 ШК; 2 – вал для сплошной обработки;  
3 – опорный широкозахватный каток FH 4х75; 4 – опорные колеса; 5 – трубчатый каток;  
6 – выравнивающая пластина

Рисунок 3 – Технологическая схема варианта культиватора для сплошного рыхления (фрезерования) почвы с образованием ровной поверхности поля

Технологическая схема вариантов культиватора для междурядного рыхления (фрезерования) почвы с образованием четырех гребней (модификации ИКСИОН 4х75, ИКСИОН 4х90) приведена на рисунке 4. Культиватор 1 оборудован валом для междурядной обработки 2 и гребнеобразователем 3. Опорные колеса 4 культиватора задают глубину обработки почвы. Крюки вала разрыхляют почву и отбрасывают ее назад в туннели А гребнеобразователя с уплотняющими пластинами 7 удлинителей лемехов. Высота  $h$  гребней и их плотность регулируются соответственно рукоятками 5 и гайками 6 гребнеобразователя.



1 – культиватор; 2 – вал для междурядной или сплошной обработки;  
 3 – гребнеобразователь 4x75 (4x90); 4 – опорные колеса; 5 – рукоятки для регулировки  
 высоты гребня; 6 – гайки для регулировки плотности гребня; 7 – удлинители лемехов  
 Рисунок 4 – Технологическая схема варианта культиватора для междурядного  
 рыхления (фрезерования) почвы с образованием четырех гребней

Технологическая схема вариантов культиватора для сплошного рыхления (фрезерования) почвы с образованием четырех гребней (укомплектованного валом для сплошной обработки) аналогична технологической схеме вариантов культиватора для междурядного рыхления (фрезерования) почвы с образованием четырех гребней. Отличие – вместо вала 2 для междурядной обработки (Рисунок 4) оборудован валом 2 для сплошной обработки.

Культиватор-гребнеобразователь ИКСИОН принят за базовую машину при проведении научно-исследовательских работ по разработке энергосберегающей технологии для возделывания и уборки экологически чистого картофеля [10,11, 12, 13-15].

### ***Библиографический список***

1. Самоходный картофелеуборочный комбайн AVR Puma 4.0. Колнаг. – Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://kolnag.ru>
2. Картофелесажалка AVR CR 450M/ Колнаг. – Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://kolnag.ru/kartofelesazhalka-avr-cr450m.html?ysclid=lnyoaiizjg845833770>.
3. Машинные технологии и техника для производства картофеля / С.С. Туболев, С.И. Шеломенцев, К.А. Пшеченков, В.Н. Зейрук. Под общей редакцией Н.Н. Колчина. – М. Агроспас, 2010. - С/ 121-123.
4. Туболев, С.С. Отечественному картофелеводству нужны современные механизированные технологии и машины / С.С. Туболев // Картофель и овощи. - 2006. - № 6. - С. 2-3.
5. Применение машинных технологий производства картофеля в России. / С.С. Туболев и др. // Картофель и овощи. - 2007. - № 5. - С. 2-4.

6. Туболев, С.С. Производство отечественной техники для картофелеводства должно стать приоритетной государственной задачей / С.С. Туболев, Н.Н. Колчин // Картофель и овощи. - 2009. - № 7. - С. 2-4.

7. Грядоборозователь роликовый RUNPTSTAD RSRR 4x75 (4x70)/ М.С. Туболев, В.Д. Липин, Т.В. Подлеснова, Ж.В. Даниленко // Транспортная отрасль Российской Федерации: Текущее состояние и перспективы развития : материалы всероссийской студенческой науч.-практ. конф., посвященной Дню Российской науки, Рязань, 8 февраля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. - С. 88-95.

8. Культиватор-гребнеобразователь КГП-4. / В. Д. Липин [и др.] // Инженерные решения для АПК – 2023 : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 84-летию со дня рождения профессора А.М. Лопатина, 16-17 ноября 2023 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВО РГАТУ. – С. 17-24.

9. Техническое обслуживание культиватора-гребнеобразователя КГП-4 / В. Д. Липин, М. С. Туболев, Т. В. Подлеснова, Ж.В. Даниленко // Транспортная отрасль Российской Федерации: Текущее состояние и перспективы развития : материалы всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной Дню Российской науки, Рязань, 8 февраля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. - С. 27-34.

10. Липин, В.Д. Энергосберегающая технология возделывания и уборки экологически чистого картофеля / В.Д. Липин, Т.В. Подлеснова, М.Д. Липин // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве - 2023 : Материалы национальной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Бычкова Валерия Васильевича, Рязань, 28 февраля 2023. – Рязань: РГАТУ, С. 178-185.

11. Липин, В. Д. Сельскохозяйственные машины. Картофелеуборочные комбайны : учебное пособие / В. Д. Липин. – Санкт-Петербург • Москва • Краснодар, 2023. – 167 с.

12. Захаров, А. В. Модели технологического процесса подкапывания гребня рабочими органами, общая характеристика их функционирования / А. В. Захаров, Р. А. Крупчатников, С. А. Грашков // Молодежь и XXI век - 2022 : Материалы 12-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах, Курск, 17–18 февраля 2022 года / Отв. редактор М.С. Разумов. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 301-303.

13. Петрухин, А. С. Выращиваем экологически безопасный картофель / А. С. Петрухин, В. И. Левин // Картофель и овощи. – 2017. – № 4. – С. 31-33.

14. Способы повышения урожайности картофеля / Т. Ю. Амелина, А. Н. Гордиенко, И. А. Кабанова, Г. Н. Фадькин // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиком МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том 1. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 59-61.



15. Нурғалиев, Л. М. Виды чизелевания почвы и требования, предъявляемые к ним / Л. М. Нурғалиев, Н. Е. Лузгин // I юбилейные чтения Бойко Ф. К. : Материалы международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию Бойко Ф. К., 21 февраля 2020 года. Том 2, 2020. – С. 291-296.

**УДК 631.171**

*Богданчиков И.Ю., канд. техн. наук,  
Борычев С.Н., д-р техн. наук,  
Бачурин А.Н., канд. техн. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ  
Богданчиков Ю.А.  
ООО «Стройсистемы», г. Рязань, РФ*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛОМЫ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ ПОД КАРТОФЕЛЬ**

Исследования проводились в 2022-2023 год на опытном поле садового товарищества «Холодок» Рязанского района Рязанской области. Целью проводимого исследования было проверить эффективность использования соломы в качестве удобрения под картофель. Важно было рассмотреть, как влияет полнота разложения растительных остатков в почве на развития последующих растений.

Заложенный опыт включал следующие варианты:

1. Внесение соломы обработанной деструктором (рабочий раствор Стернифаг СП 80 гр. + 300 л воды на га);
2. Солома без обработки;
3. Контроль, без внесения соломы.

Учётная площадь делянки составляла 50 м<sup>2</sup> с четырехкратной повторностью и рандомизированным размещением вариантов внутри повторений.

Почва опытного участка представляет собой темно-серую лесную, по механическому составу суглинистый, пахотный слой 30 см, агрохимический анализ представлен в таблице 1 [1, 2, 11, 12, 13, 14, 15, 16], получен в ФГБУ Станция агрохимическая «Рязанская» в соответствии с ГОСТ 26483, ГОСТ Р 54650, ГОСТ 26951 и ГОСТ 26213.

Таблица 1 – Агрохимический анализ почвы опытного участка

Показатель	Значение
Органическое вещество, %	2,7
Фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), мг/кг почвы	161,0
Калий (K <sub>2</sub> O), мг/кг почвы	145,0
Азот (NO <sub>3</sub> ), мг/кг почвы	10,7
Кислотность (рН соляной вытяжки)	5,1

В опыте использовалась солома озимой пшеницы, которая специально подготавливалась при помощи специальной машины [3, 4]: измельчалась до средней длины частиц 50 см. и обработанной биопрепаратом-деструктором Стернифаг СП из расчёта 0,04 гр. + 0,15 л. воды на 1 кг соломы. Заделка соломы осуществлялась запашкой на глубину 15 см в октябре 2022 г. Характеристика погодных условий представлена в виде графика на рисунке 1.

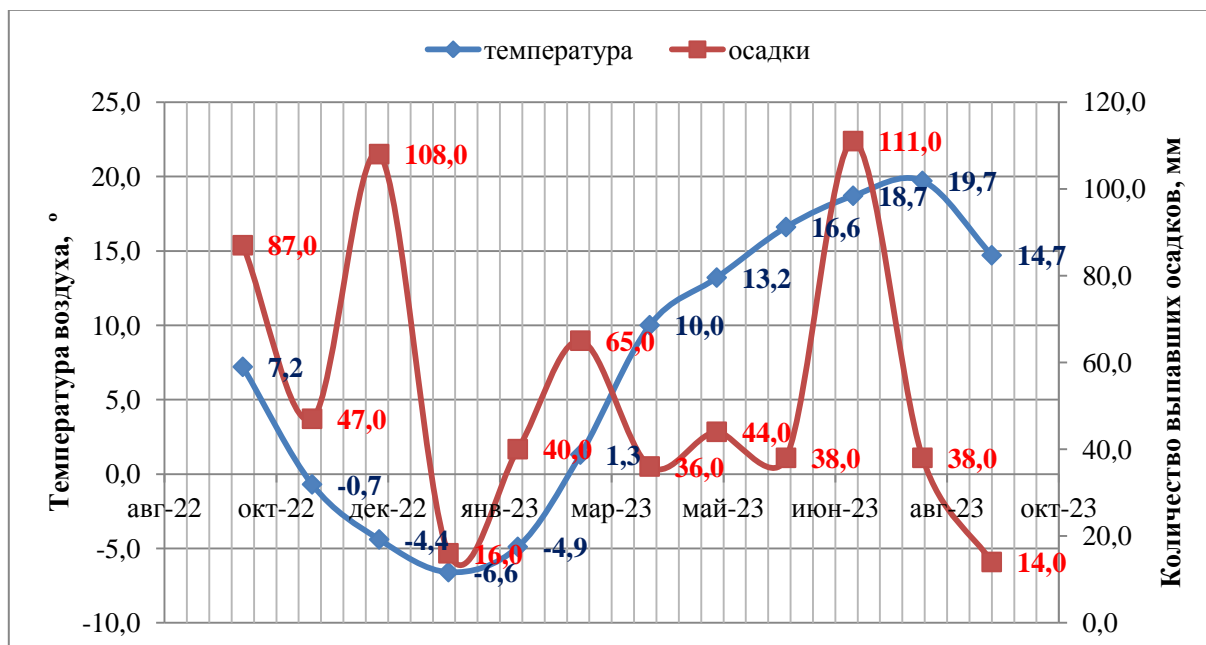


Рисунок 1 – Погодные условия за время проведения опыта

Отметим, что после заделки соломы в почву в октябре 2022 года (Рисунок 1) были положительные температуры и обилие влаги +143% от нормы, что очень важно для начала процесса гумификации растительных остатков. Скорость разложения соломы оценивали по интенсивности разложения льняных полотен [5] (по 5 полотен в одном варианте на каждую выемку).

8 мая 2023 был высажен картофель средней фракции (50-70 гр.) сорта Санте. Основная и весенняя подготовка почвы под картофель была общепринятой для Рязанской области. Весной при культивации вносились азотно-фосфорно-калийные удобрения с соотношением питательных элементов NPK 10:26:26 [6].

Скорость разложения соломы до посадки картофеля представлена на графике (Рисунок 2) с прогнозом до 300 дней.

На рисунке 3 представлено фото всходов картофеля на 40 сутки (260 сутки после заделки соломы) на варианте с соломой обработанной деструктором (слева) и нет (справа).

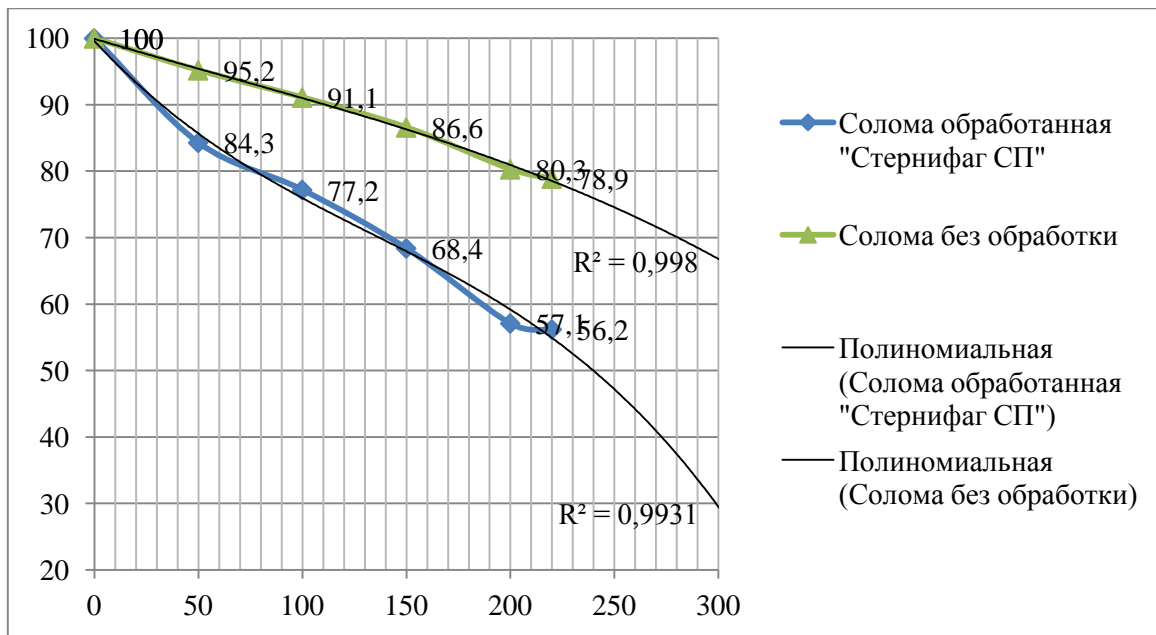


Рисунок 2 – Динамика разложения соломы по вариантам опыта



Рисунок 3 – Угнетение развития картофеля на варианте с необработанной деструктором соломой

Как видно из рисунка 3, гнилостные процессы, возникающие при разложении соломы в почве, угнетают развитие последующих растений, что

отчётливо видно на варианте без обработки соломы деструктором [7], ботва значительно ниже, цветение еще не началось.

В таблице 2 представлены результаты урожайности картофеля по вариантам опыта.

Таблица 2 – Урожайность картофеля по вариантам опыта

вариант	показатель	Урожайность, т/га
Солома, обработанная деструктором (Стрнифаг СП)		36,1
Солома, без обработки деструктором		32,1
Контроль		32,9

Наилучший показатель урожайности был, достигнут на варианте с использованием соломы обработанной биопрепаратом-деструктором Стернифаг СП. В момент посадки картофеля почти половина заделанного в почву растительного материала разложилась, а к началу июля солома разложилась более чем на 70% от исходной массы. Не полностью разложившаяся солома оказала отрицательное воздействие на развития картофеля, прослеживался дефицит азотного питания. Внесенные минеральных удобрений во время весенней культивации благоприятно сказалось на процессе разложения растительных остатков, что может служить подтверждением гипотезе о необходимости повторного внесения деструктора в сочетании с азотными удобрениями в весенний период [8, 9].

Следует отметить эффективную работу агрегата для утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения на полях не большой площади (средняя длина гоне не превышает 100 метров), без комплекса для заделки готового удобрения в почву. Заделка обработанной и измельченной соломы производилась в течение 40 минут, формировался защитный слой толщиной 22 мм [10].

Проведенный корреляционно-регрессивный анализ выявил высокую взаимосвязь между урожайностью картофеля (x) и полноты разложения заделанной соломы (y). Коэффициент корреляции (r) составил 0,980, а уравнение имеет вид:

$$y = 4,5726 \cdot x - 118,27 \quad (1)$$

Таким образом, использование соломы в качестве удобрения под картофель является эффективным только в сочетании с её обработкой препаратами-деструкторами и позволило получить прибавку в урожайности в среднем на 3,2 т/га (на 9,7%). В весенний период следует осуществлять повторное внесение препаратов-деструкторов в сочетании с азотными удобрениями для поддержания активности целлюлозразлагающих бактерий в почве. Установлено, что растительные остатки (более 70% от первоначальной массы) оставшиеся в почве в момент посадки картофеля оказывают отрицательное воздействие на его развитие. Выявлена достоверная закономерность полноты разложения соломы в почве на урожайность картофеля.

### *Библиографический список*

1. Мусаев, Ф. А. Мониторинг химических элементов в серой лесной почве разной степени окультуренности / Ф. А. Мусаев, О. А. Захарова, Р. Н. Ушаков // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 8-1. – С. 29-36.
2. Химический состав основных почв Рязанской области / А. В. Ручкина, Р. Н. Ушаков, А. О. Елизарова, Т. Ю. Амелина // *Интеграция научных исследований в решении региональных экологических и природоохранных проблем : Материалы научно- практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Рязань, 28 февраля 2020 года – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 110-115.*
3. Bogdanchikov, I. Y. Digital technology for the disposal of the non-cereal portion of the crop as fertilizer / I. Y. Bogdanchikov, V. A. Romanchuk // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : conference proceedings, Krasnoyarsk, Russia, 13–14 ноября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 421. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 42008.*
4. Устройство для утилизации незерновой части урожая / И. Ю. Богданчиков, Н. В. Бышов, А. Н. Бачурин [и др.] // *Сельский механизатор*. – 2018. – № 2. – С. 2-3.
5. Use of straw in organic farming / I. Y. Bogdanchikov, N. V. Byshov, A. N. Bachurin, M. A. Yesenin // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Omsk City, Western Siberia, 04–05 июля 2020 года. – Omsk City, Western Siberia, 2021. – P. 012220.*
6. Савина, О. В. Влияние биологических мелиорантов на урожайность картофеля и структуру урожая / О. В. Савина, О. В. Платонова // *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева*. – 2022. – Т. 14, № 4. – С. 47-54.
7. Русакова, И. В. Теоретические основы и методы управления плодородием почв при использовании растительных остатков в земледелии / И. В. Русакова. - Иваново: Издательско-полиграфический комплекс "ПрессСто", 2016. - 131 с.
8. Богданчиков, И. Ю. Способ утилизации соломы в качестве удобрения / И. Ю. Богданчиков // *Материалы XXX Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых "Ломоносов" : Электронный ресурс, Москва, 10–21 апреля 2023 года. – Москва: ООО "МАКС Пресс", 2023.*
9. Патент № 2771939 С1 Российская Федерация, МПК А01С 21/00, А01D 43/10. Способ разложения соломы и пожнивных остатков: № 2020143657: заявл. 28.12.2020: опубл. 13.05.2022 / И.Ю. Богданчиков, Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО РГАТУ.
10. Богданчиков, И. Ю. Результаты лабораторных исследований процесса распространения рабочего раствора в соломе / И. Ю. Богданчиков // *Вестник*

Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – № 4(44). – С. 76-81. – DOI 10.36508/RSATU.2019.63.19.013.

11. Крупчатников, Р.А. Результаты исследований влияния конструктивных и технологических параметров на качественные показатели картофелеуборочных машин / Р. А. Крупчатников, А. В. Захаров, С. А. Грашков // Молодежь и XXI век - 2022 : Материалы 12-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах, Курск, 17–18 февраля 2022 года / Отв. редактор М.С. Разумов. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 316-317.

12. Гордиенко, А. Н. Влияние гуматов и минеральных удобрений на урожай картофеля / А. Н. Гордиенко, Г. Н. Фадькин // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения: Материалы 71-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. Том Часть 2. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 10-13.

13. Способы повышения урожайности картофеля / Т. Ю. Амелина, А. Н. Гордиенко, И. А. Кабанова, Г. Н. Фадькин // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 59-61.

14. Технологии уборки незерновой части урожая / С. Р. Высоколов, Н. Е. Лузгин, В. В. Утолин, М. В. Поляков // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2022. – № 3(16). – С. 86-92.

15. Зотова, М. Ю. Применение органических удобрений в агроэкосистеме. / М. Ю. Зотова, О. А. Федосова // Научные приоритеты современной ветеринарной медицины, животноводства и экологии в исследованиях молодых ученых : материалы Национальной научно-практической конференции. Рязань, 18 марта 2021 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева. – 2021. – С. 88-94.

16. Гаврикова, А.В. Повышение урожайности зерновых сельскохозяйственных культур в результате применения соломы в системе удобрения / А.В. Гаврикова, Н.В. Барсукова // Юность и знания - гарантия успеха -2019. Сборник научных трудов 6-й Международной молодежной научной конференции. – Курск: ЮЗГУ, 2019. - С. 177-180.

## **ВОПРОСЫ БЫТОВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

В данной работе мы рассмотрим бытовое использование воды, добытой из подземных источников. Вопрос считаем актуальным, поскольку в настоящее время городские жители получили возможность выбора: какую воду использовать для питья и приготовления пищи из водопровода или привозную артезианскую. Значительная часть этих жителей отдала предпочтение привозной воде, которую носит в канистрах в свои квартиры. Однако, стоит задуматься: неужели привозная вода из подземных источников так хороша и полезна? Нюанс состоит в том, что в отличие от городского водопровода, где большой водоразбор и вода не застаивается, а также осуществляется хоть какой-то контроль параметров воды, привозная вода из автоцистерны разливается по емкостям ларьков-автоматов по продаже воды, где потом хранится продолжительное время в ожидании реализации. Еще любопытнее выглядит ситуация, когда привозную воду раскупают в тех районах, где в водопровод попадает только вода из скважин. Таким образом, здесь мы наблюдаем конкуренцию двух подземных источников (артезианских скважин) примерно одного и того же горизонта подземных вод, однако расположенных на удалении друг от друга в пределах 30 км. По нашему мнению, приобретение привозной воды целесообразно в том случае, если в водопроводе присутствует вода из поверхностных источников - загрязненных водоемов (например, крупных рек), что особенно важно: в период паводка или сразу после него.

Привозная и бутилированная вода, обычно, добывается из подземных источников. В наше время за такими источниками закрепилось название «артезианские». Само название «артезианская вода» появилось из вольного перевода провинции Артуа, что находится во Франции. Там из-за значительного межпластового давления в геологических слоях наблюдался самоизлив из скважины, что в те времена привлекло внимание ученых и вызвало всеобщий интерес. На рис. 1 показан геологический разрез с артезианской скважиной, имеющей самоизлив.

Основными недостатками воды, добытой с больших глубин, являются:

- высокие энергозатраты на подъем воды;
- значительная минерализация воды кальциевыми и магниевыми солями (проходит через слои известняка и его размывает);
- повышенная жесткость воды;
- повышенное содержание железа в воде (на примере г. Рязани и его окрестностей).

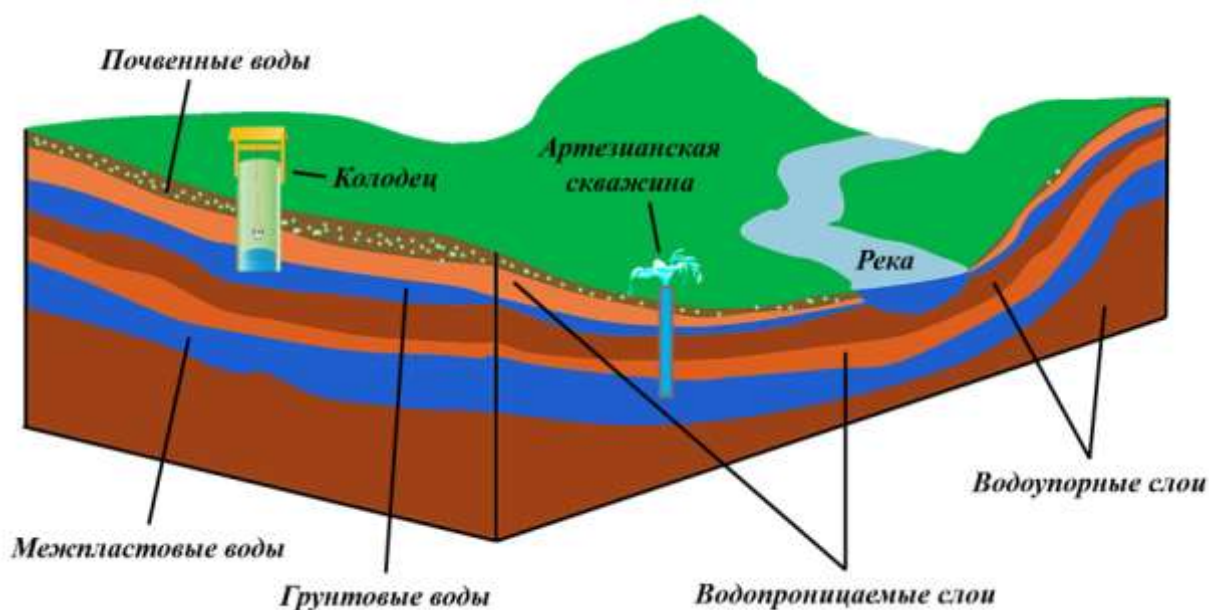


Рисунок 1 – Примерный геологический разрез.

Именно повышенное содержание солей кальция и магния, а также железа заставляет потребителя искать более чистую питьевую и техническую воду. Часто приходится наблюдать, как соли железа в водонагревателях превращаются в мелкую черную крупу, которая забивает трубы и вытекает из крана, меняя цвет воды на серый или коричневый. А соли кальция и магния, откладывают труднорастворимые твердые отложения не только в трубах, но и на поверхности сантехники. Они способствуют раннему выходу из строя водонагревателей, стиральных машин, посудомоечных машин, а также кранов с керамическими элементами.

Задумаемся над вопросом: какие источники воды предпочтительнее?

Исторически, люди старались селиться у источников воды: озер и рек. Таким образом, их основным источником воды были поверхностные воды. Их отличает легкая доступность, низкая минерализация (0,2-0,5 мг/л). Сегодня их считают не пригодными к употреблению без глубокой очистки, поскольку они зависимы от качества внешних осадков, от стока с сельскохозяйственных угодий удобрений и химикатов и пр.

Вторым, не менее важным источником служили колодцы (см. рис.2), по минерализации вода из колодца близка к поверхностным водам, а по химическому и биологическому составу намного чище. Однако, следует понимать, что колодец нужно копать только в водоносных жилах (необходимы знания гидрогеологии участка). Но даже при соблюдении этого правила, суточный объем воды, добываемой из колодца обычно, невелик. Уровень воды (высота зеркала воды) в колодце сильно зависит от мощности водоносной жилы, уровня грунтовых вод и количества осадков: нередко случаи, когда в засуху такие колодцы пересыхали.



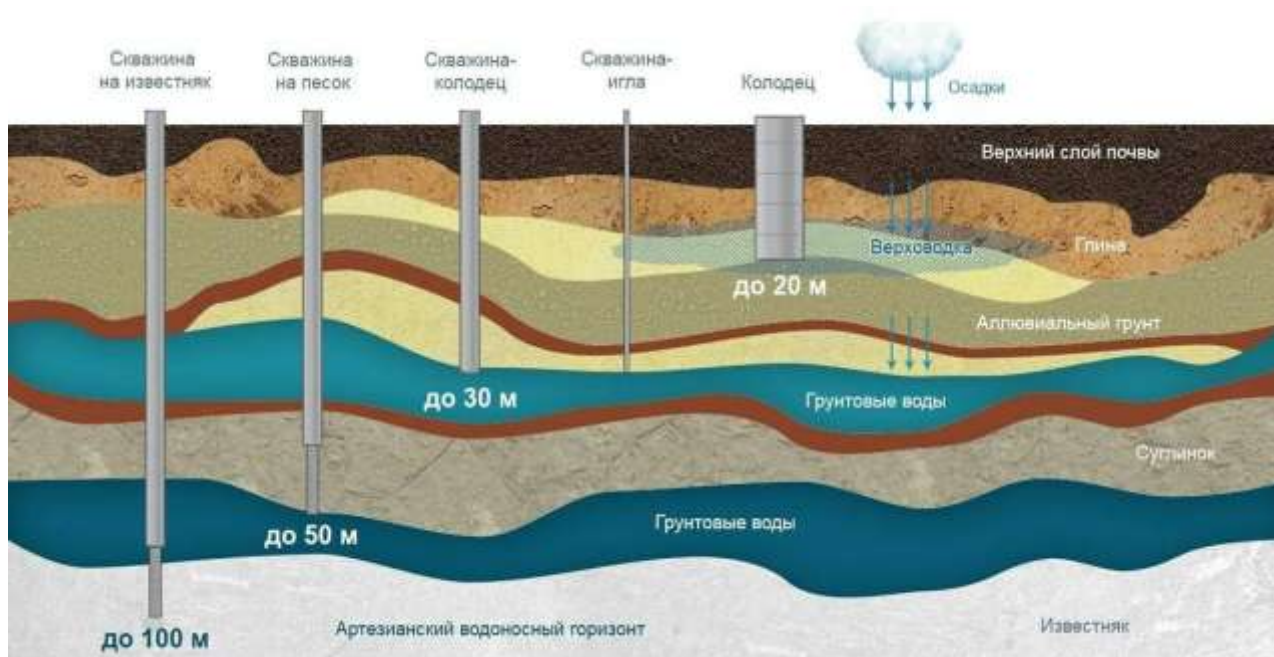


Рисунок 2 – Примерная схема источников воды

Поэтому, последующие этапы жизни человечества были связаны с поиском более пригодных для бытового использования источников воды. Так, например, из засушливых регионов к нам пришли скважина-игла (называемая абиссинским колодцем, термин пошел из Эфиопии – другое название страны Абиссиния) это неглубокая (обычно 5-15 м) скважина диаметром от 25 до 40 мм. Бурится до первого водоносного горизонта и считается хорошим способом обеспечить дом водой на первое время. Обычно такие скважины служат до нескольких лет. Примерно похожий вариант, только более надежный (нет капризного быстро забиваемого илистыми частицами фильтра и можно использовать более мощный специальный погружной колодезный насос) – скважина-колодец. Однако, даже опытные буровики скважин категорически отказываются принимать участие в копке колодцев (особенно глубоких), не без оснований считая это опасным. Стоимость такого источника на порядок выше, чем скважины-иглы. Главным недостатком скважины на первый грунтовый водоносный горизонт – высокая вероятность загрязнения в связи со слабым водоупорным слоем над ним.

Вариантом, который заслуживает наше внимание, является скважина на песок, в Рязанском или Рыбновском районе. Глубина такой скважины редко превышает 30 м. Но у скважины, пробуренной в этих районах, имеется существенный недостаток - повышенное содержание железа (до 2,5-5 ПДК), несмотря на это, по показателям жесткости – она вполне укладывается в нормы. По оценкам бурильщиков, почти во всех районах Рязанской области, вода оценивается как непригодная для прямого употребления в пищу, встречаются, конечно, и исключения. Скважина на песок является хорошей альтернативой скважине на известняк, как по дебиту (производимый объем воды из скважины, например, свыше 120 л/мин), так и по химическому

составу, содержащему меньшие концентрации солей кальция и магния. Кроме того, цены на такие скважины в несколько раз ниже, чем на скважины на известняк. Однако имеются и недостатки: при неправильном устройстве/либо эксплуатации – возможно заиливание самой важной части скважины – фильтра, что приведет к потере производительности скважины. По нашим наблюдениям, на воде из песчаной скважины (глубиной 27 м) после отказа от воды из известняковой скважины (системы водоснабжения поселка) срок службы ТЭНа водонагревателя увеличился в 2 раза. Исчезла коричневая крупа в горячей воде, пропал запах сероводорода от воды, уменьшился расход стирального порошка, вода при закипании не образует белые хлопья, кроме этого сантехника стала раза в 3 реже требовать уход за ней.

Известняковые скважины. Организации, которые занимаются их устройством, пишут, что такая скважина решит все проблемы с водой. Кроме того, считается, что их качество воды не зависит от вредных веществ, которые попадают в поверхностные воды. Однако, по результатам анализов [1] в воде из скважин промышленного назначения в Рыбновском районе помимо микробного загрязнения воды обнаружено превышение ПДК железа в 4 раза, фтора – в 2 раза, свинца – в 1,5 раза, бора – в 1,16 раз. К тому же, жесткость воды – более 10 мг/экв/л при норме в 7 мг/экв/л. Все это грозит бесплодием и внутриутробными уродствами у плода, раком, развитием болезней пищеварительной системы, крови, нервной и эндокринной систем, почек, зубов и костей, кожи, снижает иммунитет и способствует выпадению волос.

Аналогично тот же источник указывает, что в Рязанском районе помимо микробного загрязнения превышено в 5 раз содержание железа в воде и в 2 раза – фтора.

Для удаления вредных примесей нужно сначала проводить следующие этапы водоочистки: удаление механических примесей, обезжелезивание и осмотическая очистка. Сразу со скважины гнать воду в осмотическую станцию водоочистки бессмысленно – она не справляется с удалением малоактивного железа и катастрофически укорачивается срок службы осмотической полупроницаемой мембраны. Требуется либо каталитическое отделение примесей железа, марганца и пр., либо аэрационное.

На рисунке 3 представлено изображение части системы механической очистки, накопления и хранения воды для небольшого частного дома. Она не предназначена для обезжелезивания воды. Для этой цели существуют более технически сложные и дорогостоящие системы водоподготовки.

Таким образом, для получения пригодной для пищевых целей воды, добытой в указанных выше районах Рязанской области, требуется специальная дорогостоящая водоподготовка и очистка. Поэтому организациям, реализующим привозную и бутилированную воду необходимо также выполнять водоподготовку и водоочистку.



Рисунок 3 – Элементы системы водоснабжения в частном доме: (фильтры механической очистки и накопительный мембранный бак)

### ***Библиографический список***

1. Кудряшова, А. Железо, бор, свинец. В 20 районах Рязанской области сырую воду пить опасно. / А. Кудряшова // Комсомольская правда. - 26.04.2016. – URL: <https://www.ryazan.kp.ru/daily/26521/3538186/>
2. Редкие типы минеральных вод среднерусского артезианского бассейна. / А.И.Коротков и др. // Наука. - Санкт-Петербург, 2013.
3. Бойко, А.И. Экономная технология водоснабжения в индивидуальном строительстве / А.И.Бойко, Р.А.Чесноков // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы конференции. - Рязань: РГАТУ, 2019.
4. Бойко, А.И. Оригинальная технология для строительства доступного жилья / А.И. Бойко, А.А. Куколев // Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона: Материалы 67-ой Международной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016.- Часть II. –С. 33-38.

## ПОЛЬДЕРНЫЕ МЕЛИОРАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ В ГУМИДНОЙ ЗОНЕ РОССИИ

Особенностью польдерных систем является различный водный режим, зависящий от высокого положения, связанного с высотным положением рельефа типа почв, конструкции осушительной сети, характерной неравномерности осушения при удалении от насосной станции, что должно учитываться при сельскохозяйственном использовании.

Цель работы: Наблюдение за уровнем вод. Защита населения и промышленных предприятий от затопляемых территорий и подтоплений. В сельскохозяйственном производстве расчёт агроресурсного потенциала почвы и подготовка по рациональному использованию польдеров.

Выделяют три группы польдерных массивов: низкого, среднего и высокого уровней:

- польдеры низкого уровня с абсолютными отметками поверхности до 1 м всегда находятся ниже уровня воды в водоприемниках;

- польдеры среднего уровня с отметками поверхности 1-3 м только в паводковый период находятся ниже уровня воды в водоприемниках, а в межень подтапливаются;

- польдеры высокого уровня - с отметками поверхности выше 3 м уровня воды в водоприемниках только во время прохождения паводка выше их поверхности.

*Мелиоративный комплекс ФГБУ» Управление «Калининград мелиоводхоз».* В Калининградской области размещается около 70% всех польдерных систем и 23% всех осушаемых земель России. От уровня их мелиоративной обустроенности зависит развитие сельскохозяйственного производства, обеспечение жизнедеятельности населения области.

Отличительной особенностью является то, что польдерные системы Калининградской области с площадью сельхозпроизводства расположены в пределах 100,4 тыс. га расположены в древней дельте р. Неман, в пойме р. Преголя, на побережье Куршского и Калининградского заливов.

От затопления со стороны рек и Куршского залива польдерные земли дамбами общей, которые по высоте являются незатопляемыми. Откачка воды с польдеров насосными станциями. Всего на балансе ФГБУ находятся 93 насосных станций.

Осушительная сеть на польдерах состоит из открытых магистральных, проводящих каналов и открытой и закрытой регулирующей сети.

Годовой объем сбрасываемой воды в водоприемники составляет 4190,320 млн. м<sup>3</sup>. Отвод воды с польдерных систем осуществляется осевыми насосами. Всего в Калининградской области числится 114 насосных станций. Количество

насосов, откачивающих воду с каждой польдерной системы, в зависимости от площади и процента занимаемых их в системе, колеблется от 1 до 14 единиц.

Таблица 1 – Площадь и номера насосных станций, находящихся на балансе ФГБУ «Калининградмелиоводхоз» подлежащие новому строительству и реконструкции на период до 2030 г.

№	Новое строительство			Требуется реконструкция		
	площадь, га	№ станции	тех. состояние	площадь, га	№ станции	тех. состояние
1	2015	5	неработоспособн.	1045	1	работоспособн
2	1607	59	неработоспособн	1344	3	работоспособн.
3	1365	14а	неработоспособ.	574	8	работоспособн
4	288	15б	неработоспособн	2035	11	работоспособн
5	710	18	неработоспособн	325	17	работоспособн
6	905	18а	неработоспособн	720	17а	работоспособн
7	3520	35	неработоспособн	1537	20а	работоспособн
8	1000	40	неработоспособн	1075	21а	работоспособн
9	4063	52	неработоспособн	2960	29б	работоспособн
10	531	54	неработоспособн. довоенного пр-ва	3250	32а	работоспособн
11	470	54а	неработоспособн	4270	36а	работоспособн
12	1680	100	неработоспособн	2079	41	работоспособн
13	149	65	неработоспособн довоенного. пр-ва	470	42	работоспособн
14	234	66а	неработоспособн довоенного пр-ва	1454	42а	работоспособн
15	1260	69	неработоспособн	1848	43	работоспособн
16	260	83	неработоспособн	323	45	работоспособн
17	98	84б	неработоспособн довоенного пр-ва	1040	46	работоспособн
18	346	86	неработоспособн	575	47	работоспособн
19	207	87	неработоспособн довоенного пр-ва	2856	48а	работоспособн
20	418	87а	неработоспособн довоенного пр-ва	2856	48б	работоспособн
21	375	88а	неработоспособн довоенного пр-ва	1920	49а	работоспособн
22	80	89	неработоспособн довоенного пр-ва	4063	53	работоспособн
23	234	91	неработоспособн довоенного пр-ва	1861	55б	работоспособн
24	304	93в	неработоспособн	285	79б	работоспособн
25	390	94	неработоспособн довоенного пр-ва			
26	470	94а	неработоспособн довоенного пр-ва			
	<b>22979</b>			<b>40765</b>		

В таблице 1 представлен польдер осушительных систем, их площадь и номер станций в зависимости от нового строительства и реконструкции с учетом цифровой технологии. Ограниченно работающие станции попадают по реконструкцию, а устаревшие – под новое строительство. Всего площадь защищенных осушаемых земель составит 63744 тыс. га в том числе под новое строительство 22979 тыс.га, под реконструкцию - 40765 тыс.га.

В таблице 2 представлены дамбы, их техническое состояние, протяженность защищаемой площади при реконструкции, ремонте и эксплуатационном уходе в Калининградской области на польдерных системах.

Таблица 2 – Дамбы, техническое состояние, протяженность и защищаемая площадь орошаемых земель

№ п/п	Требуется реконструкция				Ремонт				Эксплуатационный уход			
	наименование объекта	место расположения	протяженность, км	защит. площадь, га	наименование объекта	место расположения	протяженность, км	защит. площадь, га	наименование объекта	место расположения	протяженность, км	защит. площадь, га
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Водозащитная дамба польдера насосной станции № 100	п.Приморское	8,16	2205	Разделительная дамба польдеров насосных станций №2 и №4	п.Беломорское	0,62		Водозащитная дамба польдера насосной станции № 87а	п.Стрельцово	6,00	418
2	Водозащитная дамба польдера насосной станции № 106	п.Щукино	4,20	1 068	Разделительная дамба польдеров насосных станций № 6 и № 8	п.Разино	0,38		Водозащитная дамба польдеров насосных станций № 91а и 91б	п.Ушаково	2,19	579
3	Водозащитная дамба польдера насосной станции № 92 а	п.Малиновка	1,80	144	Водозащитная дамба Приморская	п.Ильинка, п.Красное, п.Разино, п.Головкин	23,54	1 320	Водозащитная дамба Раздельная	п.Ушаково	1,20	470
4	Водозащитная дамба канала МПРО-15-1	п.Малиновка	0,90	120	Водозащитная левобережная дамба канала Западный	п.Добрино	12,9	2 300	Водозащитная дамба реки Лобовка (Л)	п. Вербное	2,70	400
5	Водозащитная дамба польдера насосной станции № 96а	п.Комсомольск	1,10	345	Водозащитная правобережная дамба канала Западный	п.Добрино	13,1	2 400	Водозащитная дамба польдера насосной станции №7	п.Разино	2,75	742
6	Водозащитная дамба канала МПО-14	п.Комсомольское	1,90	586	Водозащитная левобережная дамба канала В-2	п.Придорожное	1,14	50	Разделительная дамба польдеров насосных станций №	п.Июльское	5,57	

№ п.п.	Требуется реконструкция				Ремонт				Эксплуатационный уход			
	наименование объекта	место расположения	протяженность, км	защитная площадь, га	наименование объекта	место расположения	протяженность, км	защитная площадь, га	наименование объекта	место расположения	протяженность, км	защитная площадь, га
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Водозащитная дамба польдера насосной станции № 100	п.Приморское	8,16	2205	Разделительная дамба польдеров насосных станций №2 и №4	п.Беломорское	0,62		Водозащитная дамба польдера насосной станции № 87а	п.Стрельцово	6,00	418
2	Водозащитная дамба польдера насосной станции № 106	п.Щукино	4,20	1 068	Разделительная дамба польдеров насосных станций № 6 и № 8	п.Разино	0,38		Водозащитная дамба польдеров насосных станций № 91а и 91б	п.Ушаково	2,19	579
3	Водозащитная дамба польдера насосной станции № 92 а	п.Малиновка	1,80	144	Водозащитная дамба Приморская	п.Ильинка, п.Красное, п.Разино, п.Головкин	23,54	1 320	Водозащитная дамба Раздельная	п.Ушаково	1,20	470
4	Водозащитная дамба канала МПРО-15-1	п.Малиновка	0,90	120	Водозащитная левобережная дамба канала Западный	п.Добрино	12,9	2 300	Водозащитная дамба реки Лобовка (Л)	п. Вербное	2,70	400
									60 и № 62			
7	Водозащитная дамба польдера насосной станции № 94 а	п.Высокое	7,50	470	Водозащитная правобережная дамба канала В-2	п.Придорожное	0,4	35	Водозащитная дамба польдеров насосных станций № 60 и № 62	п.Июльское	5,35	1 250
8	Водозащитная дамба польдера насосной станции №94	п.Высокое	5,60	402	Водозащитная левобережная дамба канала им.Матросова от развилки до реки Немонин	п. Городково п. Заповедное	40 81	63 600	Водозащитная правобережная дамба реки Ржевка	п. Гастеллово п. Охотное	18,0	7 097
9	Водозащитная дамба польдера насосной станции №91	п.Ушаково	2,70	304	Водозащитная левобережная дамба реки Немонинка	п. Ленинское п. Заповедное	16,8	12 645	Водозащитная правобережная дамба канала Немонинский	п. Заповедное	7,3	3 520

№ пп	Требуется реконструкция				Ремонт				Эксплуатационный уход			
	наименование объекта	место расположения	протяженность, км	защитная площадь, га	наименование объекта	место расположения	протяженность, км	защитная площадь, га	наименование объекта	место расположения	протяженность, км	защитная площадь, га
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Водозащитная дамба польдера насосной станции № 100	п.Приморское	8,16	2205	Разделительная дамба польдеров насосных станций №2 и №4	п.Беломорское	0,62		Водозащитная дамба польдера насосной станции № 87а	п.Стрельцово	6,00	418
2	Водозащитная дамба польдера насосной станции № 106	п.Щукино	4,20	1 068	Разделительная дамба польдеров насосных станций № 6 и № 8	п.Разино	0,38		Водозащитная дамба польдеров насосных станций № 91а и 91б	п.Ушаково	2,19	579
3	Водозащитная дамба польдера насосной станции № 92 а	п.Малиновка	1,80	144	Водозащитная дамба Приморская	п.Ильинка, п.Красное, п.Разино, п.Головкин	23,54	1 320	Водозащитная дамба Раздельная	п.Ушаково	1,20	470
4	Водозащитная дамба канала МПРО-15-1	п.Малиновка	0,90	120	Водозащитная левобережная дамба канала Западный	п.Добрино	12,9	2 300	Водозащитная дамба реки Лобовка (Л)	п. Вербное	2,70	400
10	Водозащитная дамба польдера насосной станции № 84а	п.Низовье	2,50	93	Водозащитная правобережная дамба реки Шлюзовая	п. Вишневка п. Хрустальное	8,5	1 260	Водозащитная правобережная дамба реки Луговая	п. Большакове п. Победино	16,3	4214
1	Водозащитная дамба польдера насосной станции № 94а	п.Стрельцово	4,60	402	Водозащитная левобережная дамба реки Неман	п. Ленинское п. Левобережное п. Ясное	28,0	24 330	Водозащитная правобережная дамба реки Большаковка	п. Победино	1,50	315
1	Водозащитная дамба польдера насосной станции №89	п.Рыбное	1,28	96					Водозащитная правобережная дамба реки Немонин	п. Заповедное	7,58	3 520
1	Водозащитная дамба польдера насосной станции № 87	п.Рыбное	1,39	207					Водозащитная левобережная дамба реки Немонин	п. Заповедное	4,05	1 877



Износ польдорных мелиоративных систем 100% – требуется реконструкция.

*Мелиоративный комплекс ФГБУ «Управление «Вологдамелиоводхоз»*

*Комплекс ГТС польдерной системы на Кубенской низменности (польдер «Кубенский»)* введен в эксплуатацию в 1989-1992 гг. Процент износа системы составляет 72% и подлежит реконструкции. Общая площадь осушения 1569 тыс. га, сельхозугодий 1,446 тыс. га, и используется в сельхозпроизводстве 0,982 тыс.га. Системы двойного регулирования.

Таблица 3 – Польдерные системы ФГБУ «Управление «Брянскмелиоводхоз»

Название	Площадь ГМС (площадь осушения), тыс.га	Площадь польдерная в системах, га	Площадь водозборки	Процент износа, %	Дата ввода в эксплуатацию	Водоисточник
Польдерная система польдер «Творишино»	0,659	0,659	36км <sup>2</sup> *100	100%	1986	р. Ипать
Польдерная система польдер «Гордеевский»	0,690	0,690	25км <sup>2</sup> *100	100%	1976	р. Ипать
	<b>1,349</b>					

Износ польдорных мелиоративных систем 100% – требуется реконструкция.

*Мелиоративный комплекс ФГБУ «Управление «Вологдамелиоводхоз»*

*Комплекс ГТС польдерной системы на Кубенской низменности (польдер «Кубенский»)* введен в эксплуатацию в 1989-1992 гг. Процент износа системы составляет 72% и подлежит реконструкции. Общая площадь осушения 1569 тыс.га, сельхозугодий 1,446 тыс. га, и используется в сельхозпроизводстве 0,982 тыс.га. Системы двойного регулирования.

#### 1. Оросительная система.

Насосы центробежные ЦН-400-105 в количестве 7 штук; протяжённость магистрального трубопровода от временной стоянки передвижных насосных станций до насосной станции составляет 1710 м. Оросительная насосная станция построена с расчётом на подачу воды для орошения 1392,4 га. Фактически оросительная сеть построена только на участке «Фетинино» на площади 401 га. В связи с отсутствием энергоснабжения к насосным станциям, отсутствием дождевальных машин, неудовлетворительным состоянием оросительных трубопроводов на участке орошения «Фетинино» поливы не проводятся.

#### 2. Осушительная насосная станция.

Насосная станция (НС) расположена в 5,6 км от д. Фетинино. Максимальная проектная производительность насосной станции – 3,3 м<sup>3</sup>/с. Фактически имеется один насос, находящийся на хранении на производственной базе

Потребителем услуги по проведению водоотливных работ на осушительной насосной станции не проводились. Для вовлечения в оборот неиспользуемых сельхозугодий при увеличении сельхозпроизводства осушительную насосную станцию возможно включить в работу.

### 3. Дамбы на польдере «Кубенский»

Дамбы насыпные из местного грунта (торфа). В настоящее время дамбы находятся в удовлетворительном состоянии. В 2021 году на объекте были проведены противопаводковые мероприятия в размере 3039 тыс. рублей.

В рамках проведения противопаводковых мероприятий восстановлены функциональные пользовательские характеристики дамб.

4. Комплекс ГТС польдерной системы на Присухонской низменности (польдер «Присухонский») введен в эксплуатацию 1989-1990гг. Процент износа системы составляет 70% и подлежит реконструкции. Общая площадь осушения 1,082 тыс. га, используется в сельхозпроизводстве 0,871 тыс. га.

Общая протяженность дамб – 12670 м. Максимальная отметка гребня дамб – 112,80 м. Требуется планировка дамб, ремонт самотечного трубопровода и восстановление двухочкового трубопереезда на оградительном канале.

Таблица 4 – Характеристика дамб

Дамба	Тип сооружения	Покрытие дамб (м)	Высота дамб (м)		Длина плотины (м)	Ширина по гребню (м)	Ширина по основанию (м)
			Макс.	Мин.			
Северная	Земляная, однородная, насыпная, дамба из торфа	0,5	3,27	2,25	5122	12,5	153
Восточная	Земляная, однородная, насыпная, дамба из торфа	0,5	3,05	1,89	3000	3,0	107,75
Южная	Земляная, однородная, насыпная, дамба из торфа	0,5	112,88	3,05	1078	3,0	107,35

Требуется расчистка магистральных каналов мелиоративной системы от древесно-кустарниковой заросли.

Самотечный сбросной водопровод. Для сброса воды с польдера в отводящий канал, при низких уровнях воды в р. Вологда, через Южную дамбу построен самотечный сбросной трубопровод. Работа его целесообразна при уровнях воды в польдере на 0,5 м выше горизонта воды за его пределами. Год сдачи насосной станции в эксплуатацию – 1998г.

В состав насосной станции входят следующие сооружения: осушительная насосная станция; дренажная насосная станция, заглублённая в трубчатом колодце; трансформаторная подстанция 10/0,4 -630 кВт; кабельная линия 10кВ -120 п. м; вспомогательные каналы - 496 п.м. Насосная станция предназначена для удаления избыточных вод с территории польдера, поддержания горизонтов воды в каналах осушительной сети. Из здания насосной станции предусмотрен вывод дренажного коллектора из приямка с отводом воды в аванкамеру.

Основные насосы: Д 3200-33-2 – 2 шт. (№№ 1, 2) и 550 Д 22А – 3шт. (№№ 3, 4, 5 (неисправен). Производительность при 4-х исправных насосах составляет 6100 м<sup>3</sup>/час (1,7 м<sup>3</sup>/сек).

*Мелиоративный польдерный комплекс ФГБУ «Управление «Новгородмелиоводхоз»*

Насосная станция, входящая в состав мелиоративной осушительной системы «Поозерье» построена и введена в эксплуатацию в 1981 году, процент износа на 01.01.2022 год составляет 44%. Основное назначение польдера – защита сельскохозяйственных земель и населенных пунктов, расположенных внутри границ польдера, от подтопления водами озера Ильмень с помощью оградительных дамб, системы осушительного дренажа, открытых каналов и насосной станции. Уровень воды в польдере регулируется работой насосной станции.

Используемая площадь мелиоративной осушительной системы «Поозерье» в сельхозпроизводстве составляет 649 га.

*Мелиоративный польдерный комплекс ФГБУ «Управление «Карелмелиоводхоз»*

Польдерная осушительная система «Низовье» расположена в Прионежском районе Республики Карелия, в 2 км от п. Мелиоративный. Земли польдера находятся в пользовании ОАО «Агрокомплекс им. В.М. Зайцева». Площадь осушения 0,300 тыс. га. Процент износа составляет 100%. Требуется реконструкция. За ФГБУ «Управление мелиорации по Республике Карелия» на праве оперативного управления закреплено следующее имущество: здание насосной станции «Низовье», дамба обвалования, водозабор и водовыпуск №1 ж/б, магистральный канал №1, магистральный канал №2. Поскольку по причине отказа пользователя земель система не эксплуатируется. Реконструкции не проводилось.

Польдерная осушительная система «Пандас-2» расположена в Прионежском районе Республики Карелия, пос. Шуя. Земли польдера находятся в пользовании ОАО «Агрокомплекс им. В.М. Зайцева». Процент износа составляет 100%. Требуется реконструкция.

В состав ГТС входит: насосная станция; водозабор; водовыпуск; дамба обвалования; осушительная сеть; магистральный канал. За ФГБУ «Управление мелиорации земель и сельхозводоснабжения по Республике Карелия» на праве оперативного управления закреплены здание насосной станции «Падос» и водозабор и водовыпуск №2 ж/б. Остальные сооружения, входящие в состав ГТС (дамба обвалования, осушительная сеть, магистральный канал), находятся

в эксплуатации ОАО «Агрокомплекс им. В.М. Зайцева». Площадь осушительной системы составляет 4 км<sup>2</sup> или 400 га. Осушительная сеть представлена закрытым дренажем и открытой сетью. Пolderная осушительная система «Падас-2» сдана в эксплуатацию в 1980 году. Реконструкция не проводилась. *Насосная станция.* Расчетная максимальная производительность 0,89 м<sup>3</sup>/сек. Расчетная минимальная производительность- 0,07 м<sup>3</sup>/сек. Для перекачки расчетных расходов в здании станции установлено два насоса

*Водозабор и водовыпуск.* К насосам вода подводится по двум ниткам трубопроводов диаметром 630 мм протяженностью 36 м и двум ниткам диаметром 325 мм протяженностью 33 м. Нитки водоподающих трубопроводов проложены подземно. Забор воды насосной станцией осуществляется из водоприемных колодцев водоприемной камеры. К водовыпуску вода подводится по 2 напорным трубопроводам диаметром 630 мм и протяженностью 28 м. Напорные трубопроводы проложены подземно. Водовыпускное сооружение представляет собой приемный колодец - водослив.

*Мелиоративный пolderный комплекс ФГБУ «Управление «Ленмелиоводхоз»*

Площадь осушения пolderных систем составляет 9,29 тыс. га (пolderный комплекс «Пашский» - 5,2 тыс. га, «Доможиронский» - 3,32 тыс. га, «Заостровский» - 0,77 тыс. га).

Таблица 5 – Данные технико-эксплуатационных карт мелиоративных систем по паспортам ФГБУ на 01.01.2022 г.

Название	Работоспособное состояние, да/нет	Процент износа, %	Дата ввода в экс	Водоприемник/водоисточник	Фактическая площадь, тыс. га		Примечание
					осушение	осушено	
1	2	3	4	6	7	8	9
1 Дамба обвалования, пolder «Междуречье»	да	64	1978	р. Бабыя	0,847		Кормовые культуры
2 Дамба обвалования, пolder «Викшеньга 1»	да	71	1975	р. Свирь	0,601		Кормовые культуры
3 Дамба обвалования, пolder «Пашский Мох»	да	50	1984	Староладожский канал	2,458		Кормовые культуры
4 Дамба обвалования, пolder «Латушки»	да	56	1987	р. Свирь	0,377		Кормовые культуры
5 Дамба обвалования, пolder «Доможирово»	да	90	1971	р. Кислая Оять	1,388		Кормовые культуры
6 Дамба обвалования, пolder «Карпино»	да	29	1973	р. Касопаша	1,263		Кормовые культуры
7 Дамба обвалования, пolder «Между каналами»	да	50	1978	р. Куйвасырь	0,974		Пolderные земли не востребованы

Название	Работоспособное	Процент износа	Дата ввода в эксплуатацию	Водопроемник/водоизост	Фактическая площадь, тыс. га		Примечание
8 Дамба обвалования, польдер «Остров Заостровье»	да	75	1986	р. Свирь	0,391		Сброс воды происходит самотеком через регулирующее водосборное сооружение, 391 га не востребованы в с/х производстве
9 Дамба обвалования, польдер «Сермакса»	Да	75	1978	р. Свирь	0,345		Кормовые культуры

В ФГБУ «Управление «Ленмелиоводхоз» всего осушено земель и защищено дамбами 8,644 тыс.га. На остальных площадях требуется реконструкция.

*Мелиоративный польдерный комплекс ФГБУ «Управление «Рязаньмелиоводхоз»*

Площадь осушения польдерных систем составляет 5,108 тыс.га («Порцевка» – 1,012 тыс. га, «Задне-Пилево» – 0,984 тыс. га, «Ершово» – 0,150 тыс. га, «Взвоз» – 0,272 тыс. га, «Линево» – 0,919 тыс. га, «Макеевский мыс» – 1,771 тыс. га).

Процент износа польдерной системы «Порцевка» составляет 90% и требуется реконструкция. По данным, поступившим от ФГБУ «Управление «Рязаньмелиоводхоз», польдерные системы «Задне-Пилево», «Ершово», «Взвоз», «Линево», «Макеевский мыс» числятся как «бесхозные», требуется перевести в муниципальную собственность

*Мелиоративный польдерный комплекс ФГБУ «Управление «Ярославльмелиоводхоз»*

Площадь осушения польдерных систем составляет 0,622 тыс. га («Ниже-Прасловская» – 0,429 тыс. га, «Макаровски» – 0,193 тыс. га). Насосная станция №7 – износ 70% Защитные земляные дамбы: протяженность – 9,84 км, износ – 43,6%. Сооружения построены при строительстве осушительных мелиоративных систем «Ниже – Прасловская» и «Макаровский». Требуется реконструкция.

### **Выводы**

Таким образом, общая площадь польдерных систем в гумидной зоне составляет 120,949 тыс.га. Из них в сельскохозяйственном производстве используется 112,826 тыс.га.

В Калининградской области подлежит новому строительству 23 и реконструкции 27 насосных станций обслуживающих площади с/х культур 63,659 тыс. га;

ФГБУ «Управление «Вологдамелиоводхоз» л – 2 системы, обслуживающие площадь 1,569 тыс.га и 1,082 тыс.га и подлежат реконструкции;

ФГБУ «Управление «Новгородмелиоводхоз» – 1 система площадью обслуживания 0,650 тыс.га, подлежит реконструкции;

ФГБУ «Управление «Карелмелиоводхоз» – 2 система площадью обслуживания 0,400 тыс.га и 0,400 тыс.га, подлежат реконструкции;

ФГБУ «Управление «Ленмелиоводхоз», из восьми систем площадью обслуживания 9,29 тыс.га подлежат реконструкции;

ФГБУ «Управление «Рязаньмелиоводхоз», польдерная система «Порцевка» площадью 1,012 тыс.га полностью подлежит реконструкции, польдерные системы «Задне-Пилево», «Ершово», «Взвоз», «Линево», «Макеевский мыс» требуется реконструкция и перевод в муниципальную собственность;

ФГБУ «Управление «Ярославльмелиоводхоз» – 2 системы площадью обслуживания 0,622 тыс.га, степень износа 70% подлежат реконструкции.

Дамбы имеют протяженность 9,84 км, износ 43,6%, подлежат реконструкции и частично техническому перевооружению.

### *Библиографический список*

1. Федеральный закон от 10.01.1996г.№4 – ФЗ «О мелиорации земель» с изменениями и дополнениями от: 10 января 2003 г., 22 августа, 29 декабря 2004 г., 18 декабря 2006 г., 26 июня 2007 г., 13 мая, 14 июля, 30 декабря 2008 г., 28 ноября 2011 г., 14 октября, 31 декабря 2014 г., 5 апреля 2016 г., 27 декабря 2019 г., декабрь 2022 г.

2. Костяков, А.Н. Основы мелиорации. Издание №6. / А.Н. Костяков. – М.: Из-во Сельскохозяйственная литература, 1960.

3. Ольгаренко, В.И. Эксплуатация и мониторинг мелиоративных систем. Учебник для вузов / В.И. Ольгаренко, Г.В. Ольгаренко, В.Н. Рыбкин. Под общей ред. чл.-корр. РАСХН Ольгаренко В.И. – Коломна : ООО «Инлайт», 2006.

4. Федеральные регистры базовых и зональных технологий и технических средств для мелиоративных работ в сельскохозяйственном производстве России до 2020 г. / Б.М. Кизяев и др. - Москва-Коломна: МСХ РФ, 2010.

5. Методика оперативной диагностики деградации мелиорированных почв для обоснования комплексных мероприятий по сохранению и расширенному воспроизводству плодородия: научн. издание / ФГБНУ ВНИИ «Радуга». – Коломна: ИП Воробьев О.М., 2015.

6. Применение агромелиоративных мероприятий на осушенных минеральных землях Нечерноземной зоны РСФСР (технологический регламент). - М.: Госагропром МСХ РСФСР, 1991.

7. Методические указания по дифференцированной оценке бонитета почв с учётом их мелиоративного состояния (зона осушения). - М., 2006.

8. Методическое пособие и нормативные материалы для разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия академ. РАСХН А.П.Щербакова, д. с.-х. н. Г.Н.Черкасова. - Курск-Тверь, 2001.

9. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство /

Под ред. Кирюшина В.И., Иванова А.Л. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005.

10. Востокова, Л.Б. Бонитировка почв / Л.Б. Востокова, И.В. Якушевская. - М.: МГУ, 1979.

11. Методы полевых исследований по осушительным мелиорациям / ВАСХНИЛ; Коллектив авторов / Под ред. Б.С. Маслова. – М.: Колос, 1983.

12. Справочник по эксплуатации мелиоративных систем Нечерноземной зоны РСФСР / Коллектив авторов СевНИИГиМ; Сост. Т.И. Даишев. – Л.: Ленотделение Агропромиздата, 1987.

13. Патент на полезную модель № 187870 U1 Российская Федерация, МПК А01G 25/09. Дождевальная установка для полива кассетной рассады в теплице : № 2018133057 : заявл. 17.09.2018 : опубл. 21.03.2019 / А. И. Рязанцев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).

14. Исследование траекторий движения капель дождевальной машины / Г.К. Рембалович [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2018. – № 4(40). – С. 138-142.

**УДК 631.15:636**

*Ванюшина О.И.,  
Мартынушкин А.Б., канд. экон. наук,  
Барсукова Н.В., канд. экон. наук,  
Лозовая О.В., канд. экон. наук,  
Поляков М.В.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОТРАСЛИ ЖИВОТНОВОДСТВА**

Во многих предприятиях АПК скотоводство – ведущая отрасль животноводства. Оно может иметь молочное, комбинированное (молочно-мясное и мясомолочное) и мясное направления. Производственному направлению отрасли соответствуют обычно определенные породы скота.

На фактическую специализацию отрасли большое влияние оказывает интенсивность выращивания и откорма молодняка [1, с. 145]. Интенсивное выращивание и откорм, а также ранний возраст реализации сверхремонтного молодняка ускоряют оборот стада, повышают удельный вес коров в нем и молока в валовой продукции. В зависимости от сочетания названных факторов удельный вес коров в стаде с полным производственным циклом колеблется от

30% до 70%, в молочных предприятиях скотоводческого объединения — от 90% до 95%

Основными типами межхозяйственных предприятий, занимающихся скотоводством, являются племенные хозяйства, молочные хозяйства-репродукторы, обычно сочетающие производство молока и выращивание телят с другими отраслями, предприятия, специализированные на выращивании ремонтного молодняка, выращивании и дорастивании сверхрамонтного молодняка, на откорме скота [2, с. 204].

Организация производства молока на промышленной основе возможна при различных размерах молочных ферм и комплексов. Оптимальные из них те, при определении которых в максимальной степени учитывались особенности кормопроизводства, способ содержания коров, территориальные и другие условия предприятия, обеспечивающие наименьшие, издержки на производство единицы продукции.

В молочном скотоводстве применяют беспривязно-боксовое, беспривязное и привязное содержание коров [3, с. 18]. Наиболее пригодным для условий производства молока на промышленной основе является беспривязно-бوكсовый способ, при котором возможно внедрение комплексной автоматизации и цифровизации производства, и дифференцированного кормления животных в зависимости от их продуктивности и физиологического состояния. Широкое использование мобильных рабочих машин, доильных площадок и беспривязного содержания позволяет сократить затраты труда на обслуживание одной коровы в 1,7-2 раза, а на раздачу кормов и удаление навоза – в 2,3 и 2,8 раз по сравнению с привязным содержанием.

Привязное содержание коров требует больших затрат труда и средств, но вместе с тем обеспечивает индивидуальный подход к кормлению и содержанию коров, что позволяет на этой основе добиться максимальной их продуктивности. Применение групповых привязей и передвижной доильной установки, работающей позиционно, или доильной площадки дает возможность резко повысить производительность труда операторов [4, с. 289].

В летний период иногда (редко) применяется пастбищное и лагерно-пастбищное содержание коров. На животноводческих комплексах промышленного типа распространено стойлово-выгульное содержание с раздачей кормов в кормушки на выгульных площадках. Способы доения одних и тех же коров в разные периоды должны быть унифицированы.

Современная система машин в скотоводстве представлена комплексами машин для приготовления многокомпонентных кормосмесей производительностью до 100 т за смену и полиингредиентных (полнорационных) брикетов с высокой производительностью, высокопроизводительными раздатчиками-смесителями кормов, мобильными и стационарными ленточными раздатчиками кормов [5, с. 391].

Для доения коров, в специальных помещениях создается унифицированный ряд автоматизированных доильных установок с производительностью 70-80 коров в час типа «тандем» и «елочка», а также



конвейерно-кольцевого типа «карусель» с производительностью до 250 коров в час. На этих установках автоматически производятся подготовка вымени к доению, регулировка режима доения, отключение аппаратов после молокоотдачи, выдача кормов в зависимости от продуктивности животных. Предусмотрены комплексы машин для очистки, охлаждения, первичной переработки и хранения молока, дезинфекции и промывки молокопроводов и доильных аппаратов [6, с. 1430].

В масштабах комплекса или крупной фермы создаются специальные подразделения и службы по централизованному кормоприготовлению (обслуживанию кормоцеха или завода), водоснабжению, техническому, энергетическому, санитарно-гигиеническому, ветеринарному, пожарно-сторожевому и другому обслуживанию. Возглавляет комплекс начальник, в распоряжении которого находится определенный штат специалистов и младшего обслуживающего персонала.

Направленное выращивание нетелей или первотелок как важнейшее условие высокоэффективного производства молока может осуществляться на базе межхозяйственной или внутрихозяйственной специализации. При межхозяйственном кооперировании наиболее ценный молодняк племенных хозяйств и ферм концентрируют в специализированном предприятии и направленно выращивают с 10-20 дневного возраста до возраста осеменения, нетелей или первотелок 3-5 месячной лактации в строгом соответствии с требованиями последующей технологии содержания коров на товарных комплексах или фермах обслуживаемых предприятий. Некоторые аграрные предприятия успешно выращивают ремонтных животных на основе внутрихозяйственной специализации, то есть, закрепляя их за специализированными фермами и бригадами [7, с. 382]. Однако направленное выращивание нетелей и первотелок на основе межхозяйственного производственного кооперирования позволяет увеличить генетический потенциал скотоводства определенного региона, сократить сроки обновления дойного стада высококлассными животными, постепенно унифицировать технологию содержания коров в окружающих хозяйствах, ускорить переход к комплексной автоматизации и промышленной организации производства молока.

Для различных стадий направленного выращивания ремонтных нетелей (получение телочек от высококлассных коров и их выращивание до 10-20 дневного возраста, выращивание телят до 4-6 месячного возраста, выращивание телок до случного возраста (16-78 месяцев), случка (осеменение) и содержание до 5-7 месячной стельности; направленная подготовка нетелей к отелу и отел; раздой первотелок до 3-5 месячной лактации и передача на их товарные фермы и комплексы) свойственны определенные способы содержания животных.

При кормлении ремонтного молодняка нужны не максимальные, а оптимальные приросты, характерные для нормального формирования организма высокопродуктивного животного с хорошо развитыми воспроизводительными способностями [8, с. 174].

Размер специализированных ферм и комплексов по направленному выращиванию ремонтных нетелей колеблется в зависимости от поголовья ежегодно выбраковываемых коров в обслуживаемом регионе и с учетом годовой реализацией выращенных нетелей.

Нетелей 5-7 месячной стельности реализуют из межхозяйственного предприятия в тех случаях, когда в обслуживаемых хозяйствах нет однообразия в технологии содержания и способах доения коров и когда животных требуется приучать к местным специфическим условиям. Первотелок, проверенных по продуктивности и другим признакам, поставляют на фермы и комплексы с типовой и хорошо отработанной технологией и организацией производства молока. В этом случае направленное выращивание ремонтных животных дает наибольший эффект.

Организация производства говядины на промышленной основе в молочном или молочно-мясном скотоводстве предусматривает расчленение технологического процесса [9, с. 265].

В зависимости от специализации и размера хозяйств, возраста поступающего на откорм молодняка и срока его реализации, источников поступления кормов, типа откорма и других факторов выращивание животных по различным стадиям может быть выполнено на фермах и комплексах разной специализации и типов.

От способов содержания и типов производственных построек зависит и система автоматизированного оборудования, применяемая в производстве говядины. Для выращивания телят от 10-20 дней до 4-6 месячного возраста используют автопоилки с подогревом, агрегаты для приготовления заменителя молока, установки для выпойки телят, универсальные тележки для транспортировки кормов и других грузов, скребковые транспортеры и тракторные прицепы для удаления навоза, полуприцепы-фургоны для вывозки телят и др.

Комплект машин и оборудования для комплексов по выращиванию и откорму молодняка крупного рогатого скота на 3000 и 6000 голов представлен поилками одночашечными и автопоилками групповыми с подогревом воды, универсальными погрузчиками-измельчителями, универсальными раздатчиками мобильными с двухсторонней выгрузкой кормов, мобильными прицепными кормораздатчиками, транспортерами навозоуборочными, тракторными прицепами со специальными кузовами и погрузчиками для удаления навоза, весами, приборами для клеймения скота и прицепами-скотовозами [10, с. 56; 11-16].

На механизированных площадках для круглогодичного откорма скота на 5000 и 10000 скотомест комплект машин включает в себя автопоилки групповые с подогревом воды, универсальные погрузчики-измельчители кормов, раздатчики кормов автомобильные для раздачи зеленой массы, силоса и измельченных грубых кормов, кормораздатчик универсальный для раздачи концентрированных кормов, погрузчик-экскаватор и погрузчик-бульдозер, весы, полуприцепы-скотовозы и др. [11, с. 192].

Размеры комплексов и ферм по выращиванию, доращиванию и откорму молодняка, позволяющие применить технологию и организацию производства промышленного типа, колеблются в пределах 3000-12000 скотомест в зависимости от суммарной мощности репродуктивных хозяйств. Фермы и комплексы по откорму скота могут иметь 1000-12000, а откормочные площадки – 1000-20000 скотомест.

Организация труда на комплексах и фермах по производству говядины должна обеспечить высокую его производительность, интенсивное использование животных, средств автоматизации и производственных помещений в течение всего календарного года [12, с. 99].

При небольшом уровне концентрации и специализации производства в скотоводстве хорошо зарекомендовали себя комбинированные трудовые коллективы из работников разных профессий. На крупных фермах и комплексах промышленного типа, где применяется цеховая организационно-производственная структура, обычно функционируют специализированные по технологическому принципу бригады и звенья. Кроме этого, здесь создаются службы для специализированного обслуживания основного производства, работники которых могут входить в состав животноводческих бригад или объединяться в самостоятельные коллективы и подчиняться непосредственно главному специалисту. Численность работников в бригаде или звене зависит от особенностей технологии, глубины разделения труда, уровня автоматизации и размеров производства [13, с. 39].

На механизированных откормочных площадках (комплексах) в составе бригад создаются узкоспециализированные звенья по приготовлению, подвозке и раздаче кормов, уходу за животными, уборке и вывозке навоза, а также звенья слесарей-наладчиков, дезинфекторов и др. [14, с. 387].

В товарном мясном скотоводстве процесс производства расчлняют обычно на две основные стадии:

- 1) репродукция и содержание телят под коровами-кормилицами до 6-10-месячного возраста,
- 2) доращивание и откорм молодняка до сдаточных кондиций (15-18 месяцев).

Такая система позволяет сформировать технологически однородные группы животных, организовать их специализированное кормление и обслуживание; увеличить деловой выход молодняка и его продуктивность, повысить уровень автоматизации и специализации труда и на этой основе поднять его производительность [15, с. 441; 16, 17].

### ***Библиографический список***

1. Мартынушкин, А.Б. Особенности инновационного развития аграрного производства в России / А.Б. Мартынушкин // Актуальные вопросы экономики и управления АПК: Материалы Международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2013. - С. 144-148.

2. Подобаева, У.В. Основные направления совершенствования системы управления сельскохозяйственным производством и АПК региона / У.В. Подобаева, А.Б. Мартынушкин // Молодежь и системная модернизация страны. Сборник научных статей 5-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. – Курск: ЮЗГУ, 2020. - С. 202-206.

3. Мартынушкин, А.Б. Состояние отрасли молочного скотоводства РФ и Рязанской области / А.Б. Мартынушкин, М.В. Поляков, С.А. Кистанова // Стратегия социально-экономического развития общества: управленческие, правовые, хозяйственные аспекты: Сборник научных статей 13-й Международной научно-практической конференции. - Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. - С. 18-24.

4. Юрковски, Т.С. Проблемы и направления развития отечественного сельского хозяйства / Т.С. Юрковски, А.Б. Мартынушкин // Юность и знания - гарантия успеха - 2019. Сборник научных трудов 6-й Международной молодежной научной конференции. – Курск: ЮЗГУ, 2019. - С. 287-290.

5. Кистанова, С.А. Экономическая эффективность молочного скотоводства при использовании пробиотической кормовой добавки / С.А. Кистанова, А.Б. Мартынушкин, М.В. Поляков // Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 8-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. - С. 390-394.

6. Мартынушкин, А.Б. Проблемы использования природно-экономических ресурсов в Российской Федерации / А.Б. Мартынушкин // Теоретические и практические проблемы развития уголовно-исполнительной системы в Российской Федерации и за рубежом. Сборник тезисов выступлений и докладов участников Международной научно-практической конференции. – Рязань: АПУ ФСИН, 2018. - С. 1428-1433.

7. Кистанова, С.А. Особенности анализа хозяйственной деятельности в аграрном секторе экономики / С.А. Кистанова, А.Б. Мартынушкин, М.В. Поляков // Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 8-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. - Курск ЗАО «Университетская книга», 2023. - С. 381-385.

8. Жирнокислотный состав жира сельскохозяйственных животных при введении в рацион наноразмерных частиц металлов / О.В. Куликова, С.А. Кистанова, А.А. Назарова, С.Д. Полищук // Инновационные фундаментальные и прикладные исследования в области химии сельскохозяйственному производству. Материалы V международной заочной научно-практической Интернет-конференции. – Орел: Орловский ГАУ, 2012. - С. 172-176.

9. Кистанова, С.А. Экономическая эффективность применения адаптивной технологии «Зеребра Агро» / С.А. Кистанова, М.В. Поляков, А.Б. Мартынушкин // Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых. Сборник научных статей 4-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. - С. 263-267.

10. Мартынушкин, А.Б. Совершенствование амортизационной стратегии и экономическая оценка качества сельскохозяйственных машин / А.Б. Мартынушкин // Ученые записки Санкт-Петербургского имени В.Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии. - 2018. - № 1 (65). - С. 55-57.
11. Современные тенденции развития отечественного аграрного производства / А.Б. Мартынушкин, В.В. Федоскин, Г.Н. Бакулина [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. Материалы VII Международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2023. - С. 190-195.
12. Мартынушкин, А.Б. Ресурсы продовольственного рынка Рязанской области и управление рисками в производстве продуктов питания / А.Б. Мартынушкин, Ю.Б. Кострова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2015. - № 1 (25). - С. 98-104.
13. Лящук, Ю.О. Анализ рынка молока как инструмент системы риск-менеджмента в молочной промышленности ЦФО России / Ю.О. Лящук, А.Б. Мартынушкин // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. - 2015. - № 3. - С. 37-41.
14. Кистанова, С.А. Анализ производственной деятельности в отрасли растениеводства / С.А. Кистанова, М.В. Поляков, А.Б. Мартынушкин // Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 8-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. – Курск ЗАО «Университетская книга», 2023. - С. 386-390.
15. Анализ развития экономики Российской Федерации в условиях международных санкций / А.Б. Мартынушкин, А.В. Шемякин, Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития: Материалы II Национальной научно-практической конференции. - Рязань: РГАТУ, 2022. - С. 438-443.
16. Региональные аспекты развития отрасли животноводства / Ю. В. Плахутина [и др.] // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : Материалы II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 21 декабря 2021 года. Том Часть 3. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2021. – С. 80-86
17. Ульянов, В. М. Производственная проверка технологий доения коров / В. М. Ульянов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 6. – С. 13-14.
18. Каширина, Л. Г. Влияние препаратов прополиса и перги на вкусовые качества мяса кролика / Л. Г. Каширина, И. А. Кондакова, А. В. Ельцова // Вклад молодых ученых и специалистов в развитие аграрной науки XXI века : К 55-летию Рязанской государственной сельскохозяйственной академии, Рязань, 02–03 марта 2004 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2004. – С. 437-438.

19. Баслакова, К. С. Изменение морфометрических параметров пчел при аскоферозе / К. С. Баслакова, И. В. Щербакова // Научно-практические достижения молодых ученых как основа развития АПК в условиях интенсификации производства и техногенного пресса : Материалы Национальной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 15 марта 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 26-31.

20. Чихман, М.А. Аутсорсинг как инструмент развития малого агробизнеса и трансфера технологий в АПК / М.А. Чихман, О.А. Федосова, Т.В. Торженева // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : материалы 70-й Международной науч.-практ. конференции. Рязань, 23 мая 2019 года. – Рязань: РГАТУ. – 2019. – С. 416-421.

21. Самукова, А.Д. Экономические риски в сельском хозяйстве / А.Д. Самукова, В.А. Позолотина, Г.Н. Глотова // Актуальные вопросы ветеринарной медицины, зоотехнии и биотехнологии : материалы Всероссийской науч.-практ. конф. Рязань, 14 июня 2023 года. – Рязань: РГАТУ. – 2023. – С. 142-149.

**УДК 627.8**

*Гаврилина О.П., канд. техн. наук,  
Васин Д.А.,  
Карпушина С.П.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ**

В последние годы внимание специалистов в этой области привлекли работы, направленные на увеличение срока службы и надежности гидротехнических сооружений. Значительная часть из них, получивших повреждения, относилась к плохому и очень плохому классу под воздействием агрессивных сред и износа, а также в условиях освоения новых технологий строительства и эксплуатации. Это предопределяет актуальность и значимость поиска применения инновационных технологий.

Одна из основных целей была ориентирована на использование геосинтетических материалов, таких как геомембраны или геокомпозиты. Такие материалы отличаются высокой долговечностью и прочностью, а также тем, что не подвержены воздействию агрессивных сред. Примером может служить модернизация водохранилища в овраге Рожки, где геомембраны позволили значительно повысить водонепроницаемость сооружения, при этом конструкция защищена от эрозии путем армирования геокомпозитными материалами.



Рисунок 1 – Защита склонов от поверхностной эрозии

Применение геосинтетических материалов при капитальном ремонте гидротехнических сооружений фактически стало реальным прогрессом в инженерной практике. Используемые геотекстильные материалы - геомембраны и геокомпозиаты – обладают специфическими свойствами, позволяющими проводить ремонтные работы со значительно более высоким уровнем качества и долговечности.

Геомембрана – это полностью водонепроницаемый синтетический материал, используемый для организации барьера, препятствующего проникновению влаги внутрь или наружу какого-либо сооружения. Геомембрана бывает двух видов: геомембрана HDPE (полиэтилен высокой плотности) и геомембрана LDPE (линейный полиэтилен низкой плотности).

Что касается геомембран из ПВХ, то высокая эластичность и механическая прочность, свойства наблюдаются при выборе LLDPE и HDPE, обеспечивающих высокую химическую и ультрафиолетовую стойкость. Предполагается, что эти материалы обладают очень хорошими свойствами на растяжение и прокол, что обеспечивает эксплуатацию в очень сложных условиях в течение длительного времени.

Геокомпозиаты комбинируются для получения наилучших характеристик между геосинтетиками и геосотами. Их использование не только снижает проникновение воды через грунтовые конструкции, но и повышает механическую устойчивость, уменьшает эрозию и увеличивает дренаж.

В частности, с помощью геосинтетических материалов стало возможным решить ряд задач, например: укрепление и восстановление гидротехнических сооружений.

Армированные геокомпозиаты, кроме того, служат для укрепления конструкции и защиты от возможных механических повреждений и эрозии. Такой комплексный подход позволяет не только оптимизировать рабочие характеристики здания, но и на порядок снизить стоимость содержания и ремонта.

В целом, геосинтетика позволит значительно повысить долговечность и надежность всех гидротехнических сооружений, и это две основные причины, обеспечивающие высокий стабильный уровень работы сооружений с процессом

совершенствования в течение длительного времени. Геосинтетические материалы хорошо адаптированы к условиям работы всего многообразия гидротехнических сооружений, поэтому их используют от небольших водохранилищ до крупных плотин и дамб.

#### Преимущества геосинтетических материалов

- Долговечность
- Геомембраны и геокомпозиаты могут обеспечить сильную устойчивость к агрессивным условиям окружающей среды и неизменность свойств в течение многих десятилетий.
- Устойчивость к агрессивной среде
- При такой устойчивости к химически активным веществам геомембраны предпочтительно использовать в водоемах любого типа.
- Экономичность
- Материалы относительно дороги, но поскольку их требуется совсем немного, в отличие от случая, когда они не используются, то снижение затрат на ремонт и последующую эксплуатацию гарантировано.
- Простота монтажа
- Легкость материала и простота укладки снижают трудозатраты, а значит, быстро восстанавливают конструкции.

Таблица 1 – Обзор преимуществ

Параметр	Описание
Материалы	Геомембраны (ПВХ, LLDPE, HDPE), Геокомпозиаты
Характеристики	Высокая прочность, устойчивость к химическим веществам и УФ-излучению, эластичность (для ПВХ), водонепроницаемость
Применение	Гидроизоляция и укрепление гидротехнических сооружений, включая пруды, дамбы, водоемы
Экономические преимущества	Снижение затрат на ремонт и обслуживание за счет уменьшения необходимости частых восстановительных работ, сокращение времени на выполнение ремонтных работ
Экологические преимущества	Минимальное воздействие на окружающую среду, возможность переработки и использования экологически чистых материалов
Результаты применения	Улучшение гидроизоляционных свойств, увеличение долговечности и надежности сооружений, снижение эксплуатационных расходов, укрепление и стабилизация конструкций

#### Рекомендации по применению

Перед вводом в эксплуатацию и использованием, анализом качества и состояния реконструированных геосинтетических гидротехнических сооружений, необходимо проанализировать и спрогнозировать условия эксплуатации объекта. К ним относятся: качество и состояние грунта, уровень грунтовых вод, климат, характеристики сооружения. Мы обращаемся ко всем



своим специалистам с разработкой оптимального дизайн-проекта, включая необходимый выбор материалов и способов его монтажа.

Это расширяет возможности использования геосинтетики при реконструкции гидротехнических сооружений и открывает новые возможности для повышения их эксплуатационной надежности и долговечности. Использование геомембран и геокомпозитов с такими уникальными свойствами позволяет обеспечить гораздо лучшие характеристики гидроизоляции и структурного армирования соответственно. Это дает возможность продлить срок службы объекта и одновременно на порядки снизить затраты на его содержание и ремонт.

Подход, применяемый в ходе исследования капитального ремонта гидротехнических сооружений с использованием геосинтетических материалов – это своего рода методология, с помощью которой исследование превращается в некое искусство, смешанное с наукой почти чудесным образом. Творческий подход просто необходим на каждом этапе, начиная с подготовки.

Таким образом, основываясь на вышеуказанной методологии и геосинтетике, используемой в процессе реконструкции, полученные результаты подчеркивают вклад усилий и инноваций.

Мои исследования показывают, что геосинтетические материалы — это инвестиции потребителя не только на временный срок использования гидротехнических сооружений, но и на будущее этих объектов. Использование этих материалов при капитальном ремонте позволяет снизить эксплуатационные расходы и минимизировать воздействие сооружений на окружающую среду.

Полученные результаты полностью подтверждают эффективность и экономическую целесообразность применения геосинтетиков при ремонтных работах на гидротехнических сооружениях. Данный метод позволяет защитить застройку поврежденной части сооружения и открывает перспективы для дальнейшего совершенствования метода.

В своем исследовании я затрагивал не только технические вопросы применения, но и экономическую и экологическую эффективность. Поэтому старался приблизиться к той деятельности, в которой и для которой используются эти геосинтетики.

Основные выводы

Технологическая эффективность

Использование геосинтетических материалов значительно повышает качество ремонта гидротехнических сооружений, обеспечивая их долговечность и надёжность.

Экономическая выгода

Несмотря на кажущуюся высокую стоимость материалов, общие затраты на ремонт и дальнейшую эксплуатацию сооружений снижаются за счёт уменьшения необходимости частого восстановления и ремонта.

Экологическая совместимость

Минимальное воздействие на окружающую среду при использовании геосинтетических материалов делает их предпочтительным выбором в контексте устойчивого развития и сохранения природных ресурсов.

Существующие проблемы в гидротехнике, в том числе и в геосинтетике, не имеют другого возможного направления. Это позволит реконструировать и совершенствовать гидротехнические сооружения не только для нужд сегодняшнего дня, но и с учетом интересов грядущих поколений.

Инновационные технологии в сочетании с ответственным управлением водными ресурсами открывают новые горизонты в развитии гидротехники. Это путь к лучшей и устойчивой - так сказать, безопасной - инфраструктуре для нынешнего и будущих поколений.

Новые материалы и технологии предлагают надежные и долговечные гидротехнические сооружения; при этом сокращаются продолжительность и затраты на ремонтные работы. Это включает в себя использование инновационных решений, которые минимизируют воздействие на окружающую среду в процессе ремонта и эксплуатации сооружения.

Такой подход в капитальном ремонте обеспечивает, согласно исследованию, высокую эффективность и значимость применения новых материалов и технологий. Это новые возможности для повышения прочности, долговечности и эксплуатационных характеристик сооружений за счет свойств геосинтетических материалов. Однако следует сказать, что, несмотря на все достоинства, прежде всего, ремонт такого рода предполагает комплексный подход, учитывающий специфику каждого конкретного объекта.

#### ***Библиографический список:***

1. Интеллектуальные композиты и их использование для получения самовосстанавливающихся бетонов / В.Т. Ерофеев и др. // Транспортные сооружения : Интернет-журнал. – 2019. - № 4. - Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://t-s.today/PDF/12SATS419.pdf> (доступ свободный).

2. Исследование гидравлических характеристик дренажных геокомпозитов / А.И. Митрахович и др. // Мелиорация. - 2023;(2). – С. 17-23.

3. Сольский, С. В. Перспективы и проблемы применения в строительстве грунтовых ГТС современных геосинтетических материалов / С.В. Сольский, Н.Л. Орлова // Известия ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева. - 2010. - Т. 260.

4. Гаврилина, О.П. Применение современных материалов при строительстве гидротехнических сооружений / О.Л. Гаврилина, Г.С. Власов // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина. - 2023. - С. 387-391.

5. Гидротехнические сооружения и требования, предъявляемые к ним / О.П. Гаврилина и др. // Технологические новации как фактор устойчивого и

эффективного развития современного агропромышленного комплекса: Материалы Национальной науч.-практ. конф. - 2020. - С. 86-89.

6. Гидрологические и инженерно-геологические наблюдения при строительстве и эксплуатации гидромелиоративных систем/ О.П. Гаврилина, Н.А. Суворова, Е.Ю. Гаврикова, А.М. Ашарина // Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта. - 2020. - С. 27-31.

7. Гаврилина, О.П. Датчики в автоматизированных мелиоративных системах / О.П. Гаврилина, А.Н. Худякова, С.О. Клёпова // Инженерные решения для агропромышленного комплекса : Материалы Всероссийской научно-практической конференции. - 2022. - С. 28-33.

8. Колошеин, Д.В. К вопросу реконструкции и модернизации мелиоративных систем в условиях Рязанской области/ Д.В. Колошеин, Е.Ю. Гаврикова, А.М. Ашарина // Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники: Материалы Международной науч.-практ. конф. - Рязань, 2020. - С. 31-36.

9.осушительная система в гидромелиорации/ Н.А. Суворова и др. // Сб.: Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академик МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. - 2020. - С. 163-167.

10. Гаврилина, О.П. Принципы и методы использования гидравлической процессов на оросительных системах. / О.П. Гаврилина, С.Н. Борычев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2019. - № 2 (9). - С. 76-80.

11. Гаврилина, О.П. Технология водоподачи из каналов и водоемов с обоснованием параметров и режимов работы стабилизатора расхода воды. Диссертация канд. техн. наук: 05.20.01 / Гаврилина О.П. - Рязань, 2009. - 190 с.

12. Оценка технологического развития и интенсивности инновационной деятельности агропромышленного комплекса региона / С. О. Новосельский [и др.] // Вестник аграрной науки. – 2023. – № 2(101). – С. 144-154.

13. Захарова, О. А. Гидрология агроландшафта после проведения оросительной мелиорации / О. А. Захарова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2012. - № 1 (13). - С. 10-12.

14. Восстановление сельскохозяйственной техники и оборудования гальваническими покрытиями на основе железа / С. Д. Полищук [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – № 3(43). – С. 130-135.

15. Полищук, С. Д. Термохимическая очистка поверхности чугуновой основы деталей машин для формирования адгезионных связей при холодном

газодинамическом покрытии / С. Д. Полищук, Д. Г. Чурилов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 4(36). – С. 103-107.

16. Аванесов, В. Л. Умное сельское хозяйство / В. Л. Аванесов, Н. Е. Лузгин, Д. Е. Уральский // Студенческая наука, Тверь, 14–16 марта 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 252-253.

**УДК 338.436.33**

*Гаврилина О.П., канд. техн. наук,  
Щур А.С.,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ АПК**

Агропромышленный комплекс (АПК) охватывает широкий спектр видов деятельности, связанных с сельским хозяйством, производством и переработкой продуктов питания. Инженерные и технические решения играют решающую роль в повышении эффективности, продуктивности и устойчивости в рамках этого комплекса. Точное земледелие произвело революцию в практике ведения сельского хозяйства, внедрив передовые технологии для оптимизации использования ресурсов и повышения урожайности.

Дистанционное зондирование и ГИС: Спутниковые снимки: Спутники, оснащенные различными датчиками, получают изображения сельскохозяйственных угодий с высоким разрешением, что позволяет фермерам отслеживать состояние сельскохозяйственных культур, выявлять аномалии и оценивать растительные индексы, такие как NDVI (Нормализованный разностный растительный индекс).

Дроны: Беспилотные летательные аппараты (БПЛА), оснащенные камерами и мультиспектральными датчиками, летают над полями, чтобы получать детальные снимки на меньших высотах. Дроны обеспечивают более высокое пространственное разрешение и могут использоваться чаще, чем спутники, что позволяет получать информацию о состоянии посевов в режиме реального времени.

Интеграция с ГИС: Географические информационные системы (ГИС) анализируют и визуализируют пространственные данные, собранные с помощью технологий дистанционного зондирования. Благодаря наложению слоев информации, таких как типы почв, рельеф и погодные условия, фермеры могут принимать обоснованные решения о методах управления полями.

Интернет вещей и сенсорные технологии:

Датчики почвы: Датчики влажности почвы измеряют содержание воды на различной глубине, помогая фермерам оптимизировать графики орошения и предотвращать переувлажнение или стресс от засухи. Датчики температуры

почвы позволяют получить представление о состоянии почвы и микробной активности.

**Метеостанции:** метеостанции Интернета вещей, установленные в полевых условиях, собирают данные о температуре, влажности, скорости ветра и количестве осадков. Эта информация позволяет фермерам прогнозировать погодные условия, снижать риски заморозков или теплового стресса, а также оптимизировать графики посадки и сбора урожая.

**Датчики мониторинга посевов:** Датчики, прикрепленные к посевам или размещенные внутри навеса, отслеживают такие параметры, как температура листьев, содержание хлорофилла и уровень питательных веществ. Мониторинг в режиме реального времени позволяет на ранней стадии выявлять дефицит питательных веществ, нашествие вредителей или болезни, что позволяет принимать целенаправленные меры.

**Автоматизированное оборудование:**

**Автономные тракторы:** Самоходные тракторы, оснащенные GPS и системами точного наведения, перемещаются по полям с точностью до сантиметра. Они могут выполнять такие задачи, как вспашка, посев и обработка почвы, с минимальным вмешательством человека, повышая эффективность работы и снижая трудозатраты.

**Роботы для уборки урожая:** Роботизированные комбайны, оснащенные системами компьютерного зрения, распознают спелые фрукты или овощи и собирают их с высокой точностью. Автоматизированная уборка снижает потребность в ручном труде, повышает скорость уборки и сводит к минимуму ущерб, наносимый урожаю.

**Дроны-распылители:** беспилотники, оснащенные распылителями и алгоритмами искусственного интеллекта, могут точно определять участки, требующие внесения пестицидов или удобрений, сокращая использование химикатов и воздействие на окружающую среду. Дроны управляются автономно и корректируют параметры распыления на основе данных в режиме реального времени, оптимизируя методы защиты растений.

Эти инженерно-технические решения позволяют фермерам принимать решения, основанные на данных, оптимизировать распределение ресурсов и повышать производительность при минимальном воздействии на окружающую среду. Благодаря интеграции технологий дистанционного зондирования, Интернета вещей и автоматизации точное земледелие преобразует традиционные методы ведения сельского хозяйства в эффективные и устойчивые системы будущего.

Устойчивые методы ведения сельского хозяйства необходимы для обеспечения долгосрочной жизнеспособности производства продуктов питания при минимальном воздействии на окружающую среду.

**Точное орошение:**

**Капельное орошение:** при капельном орошении вода поступает непосредственно в корневую зону растений через сеть трубок и излучателей.

Сводя к минимуму сток и испарение воды, капельное орошение экономит воду и снижает риск эрозии почвы.

**Микро-разбрызгиватели:** Микро-разбрызгиватели разбрызгивают мелкие капли воды по целевому участку, обеспечивая равномерное покрытие и сводя к минимуму потери воды. Эти системы особенно эффективны для орошения садов, виноградников и пропашных культур.

**Датчики влажности почвы:** Датчики влажности почвы отслеживают содержание влаги в почве в режиме реального времени, позволяя фермерам корректировать графики полива в зависимости от фактических потребностей растений. Избегая переувлажнения и недостаточного полива, фермеры могут оптимизировать эффективность использования воды и повысить урожайность сельскохозяйственных культур.

**Вертикальное земледелие и сельское хозяйство с контролируемой окружающей средой (СЕА):**

**Вертикальное земледелие:** В вертикальном земледелии для вертикального выращивания сельскохозяйственных культур используются штабелированные слои или полки, часто в закрытых помещениях, таких как склады или транспортные контейнеры. Благодаря максимальному использованию пространства и контролю условий окружающей среды, таких как освещенность, температура и влажность, системы вертикального земледелия позволяют получать высокие урожаи на небольших площадях.

**Гидропоника:** Гидропонные системы выращивают растения в богатых питательными веществами водных растворах без почвы, используя такие технологии, как технология питательной пленки (NFT) или глубоководная культура (DWC). Гидропоника позволяет экономить воду за счет рециркуляции питательных растворов и устраняет необходимость в пестицидах и удобрениях на основе почвы.

**Аквапоника:** Аквапонные системы объединяют рыбоводство (аквакультуру) с гидропонным выращиванием растений. Рыбные отходы обеспечивают растения питательными веществами, в то время как растения фильтруют и очищают воду для рыб. Аквапоника создает замкнутую экосистему, которая сводит к минимуму количество отходов и максимально повышает эффективность использования ресурсов.

**Аэропоника:** Аэропонные системы подвешивают корни растений в воздухе и орошают их водными растворами, богатыми питательными веществами. Доставляя питательные вещества непосредственно к корням в виде мелкодисперсного тумана, аэропоника экономит воду и способствует быстрому росту растений.

**Биологическая борьба с вредителями:** Комплексная борьба с вредителями (IPM): Стратегии IPM делают упор на использование естественных хищников, паразитов и патогенов для борьбы с популяциями вредителей при минимальном использовании химических пестицидов. Полезные насекомые, такие как божьи коровки, златоглазки и осы-паразиты, проникают в экосистему, чтобы охотиться на вредителей.

**Биопестициды:** Биопестициды получают из природных материалов, таких как растения, бактерии, грибы или минералы. Эти биологические агенты воздействуют на конкретных вредителей, создавая минимальный риск для других организмов и окружающей среды. Примерами могут служить масличная кислота, *Bacillus thuringiensis* (Bt) и *Beauveria bassiana*.

**Ловушки на основе феромонов:** Феромоны - это химические соединения, выделяемые насекомыми для общения друг с другом. Ловушки на основе феромонов используют синтетические версии этих соединений для привлечения и отлова вредителей, нарушая их спаривание и сокращая популяцию вредителей без использования химических инсектицидов. Внедряя устойчивые методы ведения сельского хозяйства, такие как точное орошение, вертикальное земледелие и биологическая борьба с вредителями, фермеры могут повысить производительность, сохранить природные ресурсы и способствовать бережному отношению к окружающей среде для будущих поколений. Технологии обработки и консервирования пищевых продуктов имеют решающее значение для поддержания качества, безопасности и срока годности сельскохозяйственной продукции от фермы до стола.

**Автоматизация и робототехника:** Системы сортировки и сортировочного контроля: Автоматизированные системы сортировки и сортировочного контроля используют датчики и технологии компьютерного зрения для классификации сельскохозяйственной продукции по качеству, размеру и степени спелости. Затем роботизированные манипуляторы сортируют продукты по различным категориям или форматам упаковки, повышая эффективность и согласованность. Автоматизация упаковки: Роботизированные манипуляторы и автоматизированные упаковочные линии упрощают процесс упаковки, заполняя контейнеры, запечатывая упаковки и маркируя продукты. Автоматизация снижает трудозатраты, увеличивает производительность и сводит к минимуму риск загрязнения, связанный с ручной обработкой.

**Системы контроля качества:** Автоматизированные системы контроля используют камеры, лазеры и датчики для обнаружения дефектов, посторонних предметов или загрязнений в пищевых продуктах. Робототехника обеспечивает контроль качества в режиме реального времени, гарантируя, что только безопасные и высококачественные продукты попадают к потребителям.

**Управление холодильной цепью:** Технологии охлаждения и заморозки: Холодильные установки и морозильные камеры поддерживают оптимальный температурный и влажностный режим для сохранения свежести и питательной ценности скоропортящихся продуктов. Холодильные камеры увеличивают срок хранения фруктов, овощей, молочных продуктов и мяса, сокращая количество пищевых отходов и порчи.

**Транспортировка и логистика:** Логистика холодильной цепочки предполагает транспортировку товаров, чувствительных к температуре, в рефрижераторах, контейнерах или на складах. Устройства контроля температуры и системы GPS-слежения обеспечивают поддержание заданного

температурного диапазона продуктов на протяжении всего процесса распределения.

Мониторинг и прослеживаемость холодильной цепи: датчики Интернета вещей и регистраторы данных обеспечивают мониторинг температуры, влажности и местоположения в режиме реального времени на всех этапах холодильной цепи. Технология блокчейн обеспечивает прозрачные и неизменяемые данные о происхождении продукта, обработке и хранении, повышая прослеживаемость и безопасность пищевых продуктов.

Технологии безопасности пищевых продуктов: Отслеживаемость с помощью блокчейна: технология блокчейн создает децентрализованный и защищенный от несанкционированного доступа реестр транзакций, позволяющий заинтересованным сторонам отслеживать путь продуктов питания от фермы до магазина. Регистрируя такую информацию, как даты производства, номера партий и методы обработки, блокчейн повышает прозрачность и подотчетность в цепочке поставок. Секвенирование ДНК и аутентификация: методы секвенирования ДНК проверяют подлинность и целостность пищевых продуктов путем анализа их генетических профилей. Штрихкодирование ДНК и секвенирование позволяют идентифицировать виды, выявлять фальсификацию и отслеживать происхождение ингредиентов, снижая риск подделки продуктов питания.

Инженерные и технические решения играют ключевую роль в продвижении сельского хозяйства к повышению эффективности, устойчивости и продовольственной безопасности. В различных областях агропромышленного комплекса инновационные технологии трансформируют традиционные методы ведения сельского хозяйства и системы производства продуктов питания.

### ***Библиографический список***

1. Братков, А.С. Современное состояние инженерно-технической системы агропромышленного комплекса / А.С. Братков // Наука без границ. - 2020. - №2 (42). – Электронный ресурс. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-inzhenerno-tehnicheskoy-sistemy-agropromyshlennogo-kompleksa>

2. Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения : Материалы 71-й Международной научно-практической конференции Рязань, 15 апреля 2020 года. Том Часть 2. – Рязань: РГАТУ, 2020. – 316 с.

3. Юданова, А. В. О методике проведения инженерного мониторинга в сельском хозяйстве / А. В. Юданова // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. – 2002. – № 3. – С. 641.

4. Влияние технического состояния основных фондов на эффективность их использования / О.П. Гаврилина и др. // Инновационные научно-технологические решения для АПК: вклад университетской науки: Материалы 74-й международной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». - 2023. - С. 201-207.



5. Гаврилина, О.П. Автоматизация полива дождеванием/ О.П. Гаврилина, С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной научно-практической конференции; МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». - 2021. - С. 162-165.

6. Автоматизация водораспределения в оросительных системах / С.О. Клёпова, Г.С. Власов, С.Н. Борычев, О.П. Гаврилина // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры. МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Автодорожный факультет Инженерный факультет. - 2022. - С. 116-122.

7. Гаврилина, О.П. Датчики в автоматизированных мелиоративных системах / О.П. Гаврилина, А.Н. Худякова, С.О. Клёпова // Инженерные решения для агропромышленного комплекса : Материалы Всероссийской научно-практической конференции. - 2022. - С. 28-33.

8. Колошеин, Д.В. К вопросу реконструкции и модернизации мелиоративных систем в условиях Рязанской области/ Д.В. Колошеин, Е.Ю. Гаврикова, А.М. Ашарина // Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники: Материалы Международной науч.-практ. конф. - Рязань, 2020. - С. 31-36.

9. Осушительная система в гидромелиорации/ Н.А. Суворова и др. // Сб.: Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. - 2020. - С. 163-167.

10. Причины и оценка заболачивания почв / А.С. Попов и др. // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020. - Рязань: РГАТУ. - С. 65-68.

11. Авторегуляторы уровня грунтовых вод на гидромелиоративных системах/ А.С. Штучкина, О.П. Гаврилина, В.А. Биленко, М.И. Голубенко // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. -2013. - № 4 (20).- С. 83-87.

12. Патент № 2546854 С1 Российская Федерация, МПК E02B 11/00, G05D 9/02. Устройство для регулирования уровня воды в закрытой дренажной сети : № 2013156399/13 : заявл. 18.12.2013 : опубл. 10.04.2015 / В. А. Биленко, А. С. Штучкина, М. И. Голубенко, О. П. Гаврилина.

13. Гаврилина, О.П. Принципы и методы использования гидравлической процессов на оросительных системах / О.П. Гаврилина, С.Н. Борычев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2019. - № 2 (9). - С. 76-80.

14 Гаврилина, О.П. Технология водоподачи из каналов и водоемов с обоснованием параметров и режимов работы стабилизатора расхода воды: дисс. канд. техн. наук: 05.20.01 / Гаврилина Ольга Петровна. - Рязань, 2009. - 190 с.

15. Bogdanchikov, I. Y. Digital technology for the disposal of the non-cereal portion of the crop as fertilizer / I. Y. Bogdanchikov, V. A. Romanchuk // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : conference proceedings, Krasnoyarsk, Russia, 13–14 ноября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 421. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 42008.

16. Use of straw in organic farming / I. Y. Bogdanchikov, N. V. Byshov, A. N. Bachurin, M. A. Yesenin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Omsk City, Western Siberia, 04–05 июля 2020 года. – Omsk City, Western Siberia, 2021. – P. 012220.

17. Петрушина, О. В. Совершенствование бизнес-процессов на предприятиях АПК / О. В. Петрушина, С. Р. Руденко, М. А. Сидоренко // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : материалы IV Международной науч.-практ. конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 15 ноября 2023 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2024. – С. 207-212.

18. Морозов А.С. Технологические процессы и электроустановки в сельском хозяйстве: учебное пособие / А.С. Морозов, С.О. Фатьянов // Рязань: РГАТУ, 2023. – 129 с.

19. Мартынушкин, А.Б. Состояние и тенденции развития отечественного машинно-тракторного парка / А.Б. Мартынушкин, Е.В. Меньшова, М.В. Поляков // Инновации в сельском хозяйстве и экологии. Материалы Международной науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2020. - С. 300-305.

20. Кулибеков, К.К. Опыт реконструкции и модернизации современных молочных ферм и комплексов в Рязанской области / К.К. Кулибеков, О.В. Мирионкова // Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона : материалы 67-ой международной научно-практической конференции. Рязань, 18 мая 2016 года. – Рязань: РГАТУ. – 2016. – С. 84-89.

21. Туников, Г.М. Эффективная организация производства молока в условиях крупного роботизированного комплекса / Г.М. Туников, К.К. Кулибеков, В.А. Позолотина // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : материалы национальной науч.-практ. конф. Рязань, 14 декабря 2017 года. – Рязань: РГАТУ. – 2017. – С. 208-212.

22. Аванесов, В. Л. Умное сельское хозяйство / В. Л. Аванесов, Н. Е. Лузгин, Д. Е. Уральский // Студенческая наука, Тверь, 14–16 марта 2023 года. – Тверь: Тверская ГСХА, 2023. – С. 252-253.

23. Терентьев, О. В. Современные технологии в сельском хозяйстве / О.В. Терентьев, В.В. Терентьев // Горинские чтения. Инновационные решения для

АПК : Материалы международной студенческой конференции. – Майский, 2024. – С. 135-136.

24. Романова, Л. В. Проблемы обеспечения сельскохозяйственной техникой предприятий АПК / Л. В. Романова // Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России : Материалы 73-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 апреля 2022 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 129-134. – EDN FPMHQK.

25. The use of modern robotic systems in the agro-industrial complex / I. G. Shashkova, L. V. Romanova, M. V. Kupriyanova, L. V. Cherkashina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Yekaterinburg, 15–16 октября 2021 года. – Yekaterinburg, 2022. – P. 012024.

**УДК 637.07**

*Гобелев С.Н. канд. техн. наук,  
Горностаева Ю.А.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ОПТОСЕНСОРНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ МОЛОКА В ВЫМЕНИ**

Основной отраслью сельского хозяйства, которая занимается производством молока, является молочное животноводство. Для того чтобы контролировать процесс дойки и управлять уровнем молока в вымени, необходимо применять современные технологии. Одной из таких технологий является оптосенсорное устройство для определения уровня молока в вымени [5].

Оптосенсорное устройство представляет собой инновационную систему, которая использует оптические сенсоры для точного измерения уровня молока в вымени у коровы. Ключевым компонентом такой системы является специальный датчик, который устанавливается прямо в вымени и обеспечивает непрерывное отслеживание уровня молока.

Принцип работы оптосенсорного устройства основан на измерении оптической плотности молока. При этом датчик отправляет световой сигнал через молоко и измеряет уровень поглощения этого сигнала. На основании полученных данных оптосенсорное устройство определяет точный уровень молока в вымени [2].

В процессе доения молока существует несколько оптоэлектронных устройств, которые помогают автоматизировать и оптимизировать этот процесс.

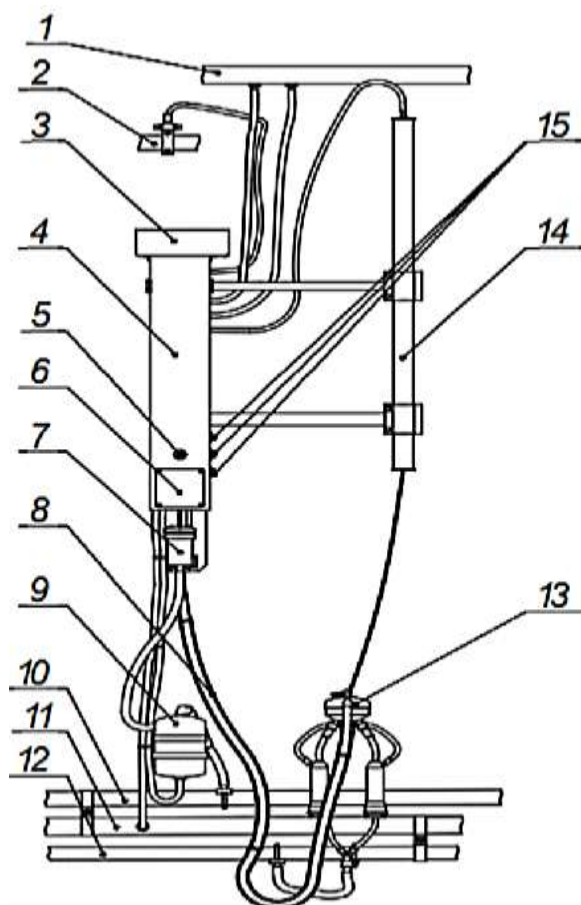
Одним из таких устройств является оптосенсорное устройство для определения уровня молока в вымени. Это устройство основано на использовании оптического датчика, который измеряет плотность и проводимость молока. По полученным данным можно определить количество

молока и определить, нужно ли продолжать его доение или же доение можно завершить [4].

Рассмотрим модуль управления доением «Майстар».

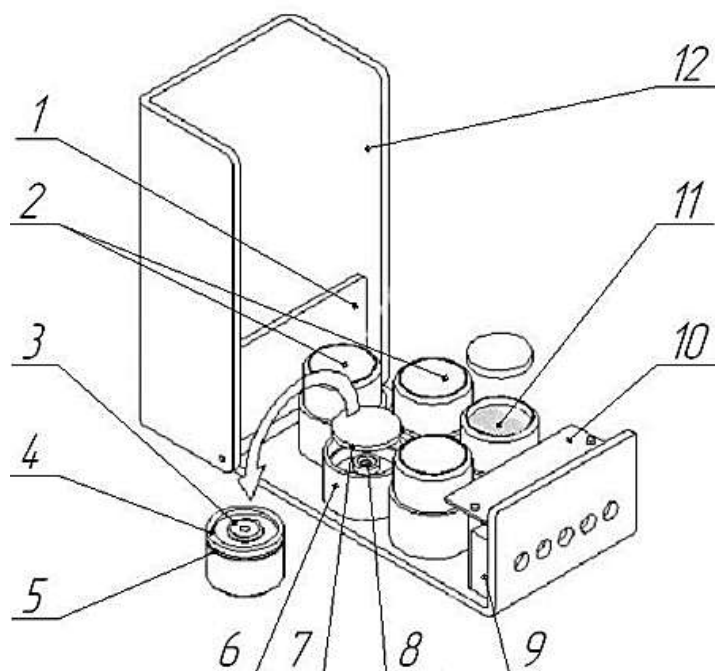
Данное оборудование относится к разряду сельскохозяйственных механизмов и используется в специальных доильных залах на установках по типу «Елочка», «Тандем», «Параллель» на рабочем месте для одного человека. [7]

Также данный агрегат предназначен и подходит для автоматизации процесса доения животных, таких как коровы, овцы, козы и другие молочные животные. Данное оборудование имеет автоматический и полуавтоматический режим работы. Он обеспечивает весь учет и контроль за процессом доения, регулирует давление и время доения, обнаруживает мастит и другие заболевания вымени. Также модуль может собирать и анализировать данные о доении, что позволяет улучшить производительность животных и качество молока.



- 1, 11 – вакуумный кабель; 2 – пневмопровод; 3 – источник электромагнитных клапанов;  
4 – стойка; 5 – клавиша питания; 6 – панель управления; 7 – датчик-потокомер;  
8 – молочный и вакуумный шланги; 9 – устройство учета молока;  
10 – молокопроводная линия; 12 – трубопровод помывки; 13 – доильный аппарат  
четырёхкамерный; 14 – пневмоцилиндр снятия доильного аппарата;  
15 – кнопки управления открытия или закрытия входных ворот установки [6]

Рисунок 1 – Составные части модуля управления доением «Майстар»



1 – корпус; 2 – сепцилтер клапана; 3 – колечко резиновое; 4 – сердечник;  
 5 – кольцо резиновое; 6 – корпус клапана; 7 – якорь; 8 – кольцо резиновое; 9 – спеццилтер  
 блока клапанов; 10 – плата подключения; 11 – сетка клапана; 12 – защитная крышка [7]

Рисунок 2 – Блок электромагнитных клапанов

Данный модуль рассчитан на использование нескольких функций:

Управление процессом доения: включение, выключение и регулировка скорости доения, а так же автоматический процесс доения, полностью автоматизированное производство;

Выбор режима пульсации и стимуляции вымени исходя из уровня молокоотдачи каждого животного, для персонального подхода к каждому животному;

Мониторинг здоровья и производительности коров: модуль может отслеживать данные о количестве и качестве молока, а также здоровье вымени;[1]

Хранение и анализ данных: модуль может сохранять информацию о доении и предоставлять отчеты для анализа производительности.

Идентификация животных: модуль может быть связан с системой идентификации животных для отслеживания и управления данными о каждой корове.

Контроль электропроводности молока с целью раннего выявления заболеваний вымени с занесением полученных данных в программу управления стадом в режиме реального времени;

Полноту выдаивания вымени, с отключением доения по каждой четверти;

Индивидуальный отбор контрольных проб пропорционально надоенному молоку;

Изменение стереотипа доения в автоматическом режиме, в том числе соотношение пульсаций и уровня вакуума.[8]

Есть ряд преимуществ использования оптосенсорного устройства для определения уровня молока в вымени.

1. Оптосенсорное устройство способно точно измерять уровень молока в вымени благодаря использованию оптических методов детекции.

2. Безопасность для животного: Такой метод измерения не требует контакта с выменем, что уменьшает риск травмирования или раздражения у дойных животных.

3. Оптосенсорные устройства могут интегрироваться в автоматизированные системы доения, позволяя моментально определять уровень молока и регулировать процесс сбора молока.

4. Устройства обычно компактны, легки в установке и обслуживании, что делает их удобными в использовании для фермеров.

5. Мониторинг здоровья животных: Могут использоваться для раннего обнаружения возможных проблем.

6. Оптосенсорные устройства позволяют оптимизировать производственные процессы, уменьшая потери времени и ресурсов при доении.

Кроме того, использование оптосенсорного устройства способствует сбору ценных данных о продуктивности каждой коровы, что позволяет сельскохозяйственным предприятиям улучшить планирование производственных процессов и оптимизировать кормление животных.

Таблица 1 – Технические данные модуля «Майстар»

Показатели	Значение
Рабочее вакуумметрическое давление, кПа	48±1
Напряжение питания, В	24±1 постоянного тока
Тип пульсатора	Электромагнитный попарного доения, двухтактный
Режим работы	1. С автоматическим снятием доильного аппарата (А); 2. Со снятием по команде оператора (П)
Время доения после снижения молокоотдачи до 200 г/мин	Регулируемое
Потребляемая мощность, Вт	Не более 10
Габаритные размеры стойки, мм	
Высота	1160
Ширина	250
глубина	205
Масса, кг	20
Частота пульсации в режиме доения, мин-1	60±3
Соотношение тактов	65:35
Соотношение токов от номинального, %	Не более 5

Оптосенсорные устройства для определения уровня молока в вымени представляют собой инновационное решение для современных молочных ферм. Точность измерений, автоматизация процессов и возможность оперативного мониторинга делают такие устройства необходимым инструментом для повышения эффективности молочного животноводства.

### *Библиографический список*

1. Ловим пчелиный рой / А. Н. Алексеев, В. В. Утолин, Н. Е. Лузгин, С. Н. Гобелев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2021. – № 2(13). – С. 34-38.

2. К вопросу энергосберегающей сушки перги / Д. Н. Бышов [и др.] // Современные энерго- и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства : Сборник научных трудов, Рязань, 18 декабря 2015 года. Том Выпуск 12. – Рязань: РГАТУ, 2016. – С. 160-162.

3. Марченков, С. А. Анализ способов и технологий сушки зерна / С. А. Марченков, П. А. Леденева, С. Н. Гобелев // Материалы Всероссийской национальной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина, Рязань, 12–14 ноября 2019 года / ФГБОУ ВО Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, Совет молодых ученых. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 150-153.

4. Патент № 2660575 С2 Российская Федерация, МПК F26В 9/06, F26В 5/04, F26В 25/10. Установка для сушки перги : № 2016136571 : заявл. 12.09.2016 : опублик. 06.07.2018 / Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев, Д. Н. Бышов, С. С. Морозов ; заявитель ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

5. Патент № 2327344 С1 Российская Федерация, МПК А01К 1/02, А01К 31/00. Брудер для обогрева сельскохозяйственных животных и птицы : № 2006143013/12 : заявл. 06.12.2006 : опубл. 27.06.2008 / А. В. Дубровин, В. В. Борисов, А. Н. Изюмский, С. Н. Гобелев ; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства (ГНУ ВИЭСХ).

6. Милютин, М. А. Инфракрасный обогрев как средство энергоресурсосбережения на предприятиях АПК / М. А. Милютин, С. Н. Гобелев, А. В. Конкин // Сборник научных работ студентов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева : Материалы научно-практической конференции 2011 года, Рязань, 02 января – 31 2012 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВПО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том 1. – Рязань: РГАТУ, 2011. – С. 187-188.

7. К вопросу определения основных параметров охлаждающих систем в АПК / Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев, П. Э. Бочков, А. С. Купырева // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 212-216.

8. Красников, А. С. К методике определения критической температуры тс в высокотемпературной сверхпроводящей керамике / А. С. Красников, С. Н.

Гобелев, Н. Б. Нагаев // Опыт применения ИКТ в технологическом и естественнонаучном образовании: состояние, проблемы, перспективы : сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции, Коломна, 03–05 апреля 2018 года. – Коломна: Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области "Государственный социально-гуманитарный университет", 2018. – С. 46-55.

9. Направления развития животноводческого подкомплекса / А. В. Мусьял [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 9. – С. 194-199.

10. Кулаков, В. В. Зооветеринарная оценка экономических потерь при производстве молока в ООО "Рассвет" Захаровского района Рязанской области / В. В. Кулаков, Э. О. Сайтханов, К. А. Герцева // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции (Международные Бочкаревские чтения), посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКСР, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. Рецензируемое научное издание, Рязань, 06–09 декабря 2018 года. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 419-425.

11. Kashirina, L. Studying the processes of lipid peroxidation in the organism of fresh cows under the antioxidant impact / L. Kashirina, K. Ivanishev, K. Romanov // E3S Web of Conferences, Yekaterinburg, 19–20 февраля 2020 года. – Yekaterinburg, 2020. – P. 02001.

12. Некрашевич, В. Ф. Выведение молока из вымени коровы доильным аппаратом / В. Ф. Некрашевич, В. М. Ульянов // Техника в сельском хозяйстве. – 2008. – № 3. – С. 15-17.

**УДК 631.356.4**

*Желтоухов А.А.,  
Рембалович Г.К., д-р техн. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ САМОХОДНЫХ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН**

Картофель – один из самых востребованных видов сельскохозяйственных культур. Он широко распространён во многих странах мира, в том числе в Российской Федерации. В России картофель возделывается на территории более 1,3 миллиона гектаров. Ежегодный объём производства этой культуры составляет в среднем свыше 31 тысячи тонн [1]. Выращивание картофеля – это сложный процесс, требующий больших затрат труда. Уборка картофеля требует больших затрат труда, которые составляют 45–65%.

Так как картофель – одна из самых популярных сельскохозяйственных культур, уборка его урожая на сегодняшний день в промышленных масштабах немыслима без использования специальной техники. Механизация процесса



сбора овощей значительно облегчает труд фермеров и позволяет сэкономить время и усилия [2]. Крупные сельскохозяйственные предприятия активно используют такую технику.

Существует множество сельскохозяйственных машин, которые играют важную роль в повседневной жизни ферм. Картофелеуборочный комбайн – один из видов сельскохозяйственной техники, применяемой на фермах, где выращивают картофель. В таких условиях эффективная уборка невозможна – при большой площади сложно использовать ручной труд [3].

В связи с этим, чтобы обеспечить качественную уборку, необходимо оснастить ферму соответствующим оборудованием.

Машины, которые используются для непосредственного сбора урожая, играют важную роль в работе фермы. Работа фермера заключается в том, чтобы прилагать большие усилия для получения хорошего урожая. Поэтому отсутствие подходящих уборочных машин может привести к напрасной трате всех этих усилий.

Существует несколько основных критериев, по которым можно классифицировать все картофелеуборочные комбайны. В зависимости от типа передвижения картофелеуборочные комбайны делятся на прицепные, навесные, полунавесные и самоходные [4]:

Прицепные типы представляют собой специализированные сельскохозяйственные приспособления, которые присоединяются к определённым тракторам с помощью вала отбора мощности.

Навесные сельскохозяйственные приспособления менее эффективны. Такие модели часто используются с мотоблоками и мини-тракторами.

Полунавесные картофелеуборочные комбайны представлены в различных вариантах. Они присоединяются к комбайну через одну ось.

Самоходные – это термин, обозначающий мобильные уборочные машины, которые не нуждаются в дополнительном транспорте для передвижения. Данные агрегаты могут работать как самостоятельно, так и в сочетании с транспортными средствами, которые осуществляют перегрузку собранного урожая.

Самоходные картофелеуборочные комбайны имеют ряд преимуществ: они многофункциональны, универсальны, обеспечивают оптимизированную транспортировку и передвижение. Также эти машины оборудованы системами контроля и автоматизации, что делает их экономически выгодными для крупных предприятий с большими объёмами сбора картофеля [5].

Рассмотрим характеристики современных самоходных картофелеуборочных комбайнов, которые востребованы на российском рынке.

Grimme VENTOR 4150 – это четырёхрядный самоходный колёсный картофелеуборочный комбайн с объёмом 15 тонн и мощностью 530 лошадиных сил (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Картофелеуборочный комбайн Grimme VENTOR 4150

Технические особенности Grimme VENTOR 4150 обеспечивают эффективную сепарацию. Важный элемент этой модели – эффективный принцип работы серии SE, который состоит из просеивания, вертикального перемещения и отделения ботвы.

Ходовая часть VENTOR 4150 заметно выделяется на фоне конкурентов благодаря своим особенностям. Она разработана с учётом бережного воздействия на почву и возможности передвижения по неровной поверхности. Благодаря колёсам большого диаметра, машина может перемещаться по различным типам грунта, минимизируя ущерб для поля. Комбайн аккуратно перемещает продукт с первого на второй просеивающий транспортёр, предотвращая повреждение корнеплодов [6]. Технические характеристики данного комбайна приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики Grimme VENTOR 4150.

№	Наименование	Размер	Ед. измерения
1	Длина	15000	мм
2	Ширина в транспортном положении	3500	мм
3	Высота	4000	мм
4	Порожний вес в серийной комплектации	30000	кг
5	Количество рядков	4	шт
6	Ширина междурядья	75	см
7	Ширина транспортера крупной ботвы	2x 1500	мм
8	Ширина 1-го сепарирующего устройства	2x 1250	мм
9	Ширина 2-го сепарирующего устройства	2x 1300	мм
10	Сортировочный персонал	2	чел
11	Объем бункера	15000	кг
12	Высота разгрузки	2630 — 4640	мм
13	Мощность двигателя	390/530	кВт/лс
14	Объем топливного бака	750	л

Самоходный четырёхрядный картофелеуборочный комбайн AVR Puma 4 (Рисунок 2) эффективно работает при сборе картофеля на крупных земельных участках. Комбайн оборудован бункером на 8 тонн, который позволяет производить разгрузку в процессе сбора урожая.



Рисунок 2 – Картофелеуборочный комбайн AVR Puma 4

Комбайн Puma 4.0 оборудован двигателем Volvo, отвечающим требованиям стандарта Stage V. Puma, несмотря на свой относительно небольшой вес (23 500 кг), способна выдерживать значительные нагрузки. Двигатель был расположен так, чтобы уравновесить элеватор. Благодаря оптимальному распределению веса нагрузка на шины распределяется равномерно, что предотвращает появление колеи [7].

Комбайн оснащён автоматической регулировкой угла наклона, гидроприводом колёс, блоками осевых роликов, эргономичной кабиной с сиденьем на пневмоподушке, камерами кругового обзора и передачей данных через облачные сервисы. Технические характеристики данного комбайна приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики AVR Puma 4.

№	Наименование	Размер	Ед. измерения
1	Количество убираемых рядков	4	шт
2	Ширина междурядья	90	см
3	Вместимость бункера	8000	кг
4	Длина	15,45	м
5	Ширина	3,50	м
6	Высота,	4,00	м
7	Высота выгрузки,	1,20-4,50	м
8	Шины передние	2x 300/95R52	-
9	Шины задние	2x 900/60R38	-
10	Двигатель	Volvo Stage V	-
11	Мощность двигателя	469	л.с.
12	Общий вес	23500	кг

Enduro (Рисунок 3) – это четырёхрядный самоходный комбайн просеивающего типа на шинах, представленный компанией Dewulf. Он обеспечивает бережное обращение с урожаем, высокую производительность и удобство в использовании. Enduro – это результат сочетания нашего богатого опыта и рекомендаций от сельскохозяйственных подрядчиков и фермеров, занимающихся выращиванием картофеля. Комбайн Enduro использует новые технологии для оптимизации давления на почву, процесса очистки, подачи продукта и вместительности бункера [8]. С другой стороны, комбайн Enduro также применяет технологии компании Dewulf, которые успешно применяются на разных картофельных полях на протяжении многих лет.

Комбайн Enduro обладает оптимальной просеивающей способностью благодаря отсутствию ограниченных зон в транспортёрах. Комбайн Enduro отличается уникальной функцией, недоступной у других моделей: водитель может легко и плавно регулировать наклон чистящего модуля в пределах от 0 до 12 градусов, адаптируя его к потребностям процесса очистки продукта прямо на поле. Кроме того, для дополнительной гибкости предусмотрена возможность обхода модуля с аксиальными роликами, что позволяет продукту свободно перемещаться при любом наклоне.

Enduro – это первый картофелеуборочный комбайн, оборудованный новым кольцевым элеватором. Кольцевой элеватор под названием «Fill-Tastic» отличается высокой эффективностью и при этом бережно обращается с продуктом. Кольцевой элеватор обеспечивает высокую производительность – 200 тонн в час. Скорость работы автоматически регулируется специальным датчиком, что позволяет бережно обращаться с картофелем [9, 10, 11, 12]. Технические характеристики данного комбайна приведены в таблице 3.

Все рассмотренные устройства являются высококлассными аппаратами, оснащёнными по последнему слову техники в среде уборки картофеля, но есть и несколько недостатков – это высокая стоимость (от 100 000 000 р), а также то, что данные комбайны являются зарубежными продуктами.



Рисунок 3 – Картофелеуборочный комбайн DEWULF ENDURO.

Таблица 3 – Технические характеристики AVR Puma 4.

№	Наименование	Размер	Ед. измерения
1	Число секций	4	ряда
2	Собственный вес	27 000	кг
3	Общая длина	14 870	мм
4	Общая высота	4 000	мм
5	Общая ширина	3 500	мм

В России схожих устройств на схожем уровне нет. В условиях санкций, когда обслуживание и поставка запасных частей для устройств могут задерживаться или вовсе прекратиться, могу поставить владельцев данных моделей машин в затруднительное положение. Поэтому для развития импортозамещения в данной отрасли предприятиям, занимающимся производством картофелеуборочных машин заняться разработкой отечественных аналогов, а правительству РФ помочь в субсидировании.

### *Библиографический список*

1. Перспективы картофелеводства в Рязанском АПК / Н.В. Бышов [и др.]. // Сел. механизатор. - 2018. - № 2. - С. 17-18.
2. Костенко, М.Ю. Механизированная уборка картофеля/ М.Ю. Костенко // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: Сборник научных трудов. Том Выпуск 4, Часть 2. – Рязань: РГАТУ, 2000. – С. 12-14.
3. Желтоухов, А. А. Обзор малогабаритных сельскохозяйственных машин для малых частных фермерских хозяйств / А. А. Желтоухов, Д. М. Юмаев, Г. К. Рембалович // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 230-233.
4. Совершенствование эксплуатации техники на уборке картофеля / А. Г. Кодиров, Ш. И. Тожибоев, Д. М. Юмаев, А. А. Желтоухов // Научно-исследовательские решения высшей школы : Материалы студенческой научной конференции, 26 декабря 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 25-26.
5. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины / Г.Д. Петров. - М.: Машиностроение, 1984. - 320 с
6. Анализ факторов, влияющих на сохраняемость картофелеуборочных машин / А. А. Желтоухов [и др.] // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : Материалы I Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 года. Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 107-111.

7. Совершенствование сепарирующих органов картофелеуборочных машин / А. Г. Кодиров, Ш. И. Тожибоев, Д. М. Юмаев, А. А. Желтоухов // Научно-исследовательские решения высшей школы : Материалы студенческой научной конференции. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 27-28.

8. Желтоухов А.А. Анализ современных сепарирующих устройств картофелеуборочных машин / А. А. Желтоухов, Д. М. Юмаев, Д. М. Ликучев, Г. К. Рембалович // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : материалы 72-й международной науч.-практ. конф., Рязань, 20 апреля 2021 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 196-200.

9. Анализ сепарации почвы в картофелеуборочных машинах / П. В. Ефимов, А. А. Желтоухов, Д. М. Юмаев, И. В. Исаев // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2017. – № 1-2. – С. 21-23.

10. Кутыраев, А. А. Модернизация картофелекопателя КТН-2В / А. А. Кутыраев, О. В. Терентьев, С. В. Колупаев // Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф., Рязань, 16 февраля 2022 года – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 209-214.

11. Бышов, Н. В. О совершенствовании очистки клубнесодержащего пласта в картофелеуборочных машинах с центробежно-выжимной сепарацией / Н. В. Бышов, Ю. В. Якунин, Н. Н. Якутин // Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК : Сборник научных трудов преподавателей и аспирантов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, Рязань, 05–06 августа 2012 года. – Рязань: РГАТУ, 2012. – С. 68-69.

12. Классификация сепарирующих рабочих органов механического принципа действия / Н. В. Бышов, С. В. Галушкин, С. Е. Крыгин, Ю. В. Якунин // Юбилейный сборник научных трудов сотрудников и аспирантов РГСХА : 50-летию академии посвящается / РГСХА имени проф. П.А. Костычева. Том 1. – Рязань : Сахара, 1999. – С. 277-279.

*Завадский Н.В.*  
*УО БГСХА, г. Горки, Республика Беларусь*  
*Мажайский Ю.А., д-р с.-х. наук,*  
*Мартынушкин А.Б., канд. экон. наук,*  
*Родин И.К., канд. экон. наук,*  
*Поляков М.В.*  
*ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В УПРАВЛЕНИИ ОТРАСЛЮ РАСТЕНИЕВОДСТВА РЕГИОНА БЕЛАРУСИ**

В условиях растущей глобализации и конкуренции работа по управлению качеством в агропромышленном комплексе Республики Беларусь имеет большое значение. Система менеджмента качества (СМК) является важным инструментом для достижения высоких стандартов во всех аспектах агропромышленного комплекса, от сельскохозяйственного производства до распределения продукции конечному потребителю [1, с. 86].

Применение СМК в агропромышленном комплексе не только позволяет стандартизировать процессы, обеспечить стабильность и предсказуемость результатов, но и способствует повышению удовлетворенности клиентов, что является важным фактором укрепления позиций на рынке. Внедрение принципа СМК в экономику агропромышленного комплекса Республики Беларусь способствует созданию открытой системы управления, что повышает эффективность, конкурентоспособность и открывает новые экспортные возможности [2, с. 170].

Важность СМК в агропромышленном комплексе Республики Беларусь подчеркивается инициативами правительства по содействию качественным изменениям, направленным на современное и инновационное развитие отрасли. Для этого методы управления экономикой должны быть адаптированы к новым экономическим реалиям и международным стандартам [3, с. 264]. К основным методам управления экономикой относят следующее:

- статистическое управление процессами: сбор и анализ данных, для выявления и устранения ошибок-дефектов в системе управления;
- экономико-математическое моделирование: набор математических моделей для планирования, прогнозирования и оптимизации процессов АПК;
- координация: установление связей между структурами производства;
- контроль: разработка способов контроля качества производства и управления [4, с. 194];
- оценка результативности: разработка методов и критериев оценки процессов-результатов производства [5, с. 68].

В современной Республике Беларусь каждый год число организаций, получающих международный сертификат качества, значительно увеличивается. Следовательно, международные стандарты, которые применяются в стране,

были изменены и преобразованы под систему государства, чтобы не было противоречий между интересами государства и международными стандартами, которые планируется внедрить [6]. На рисунке 1 показаны уровни управления СМК.

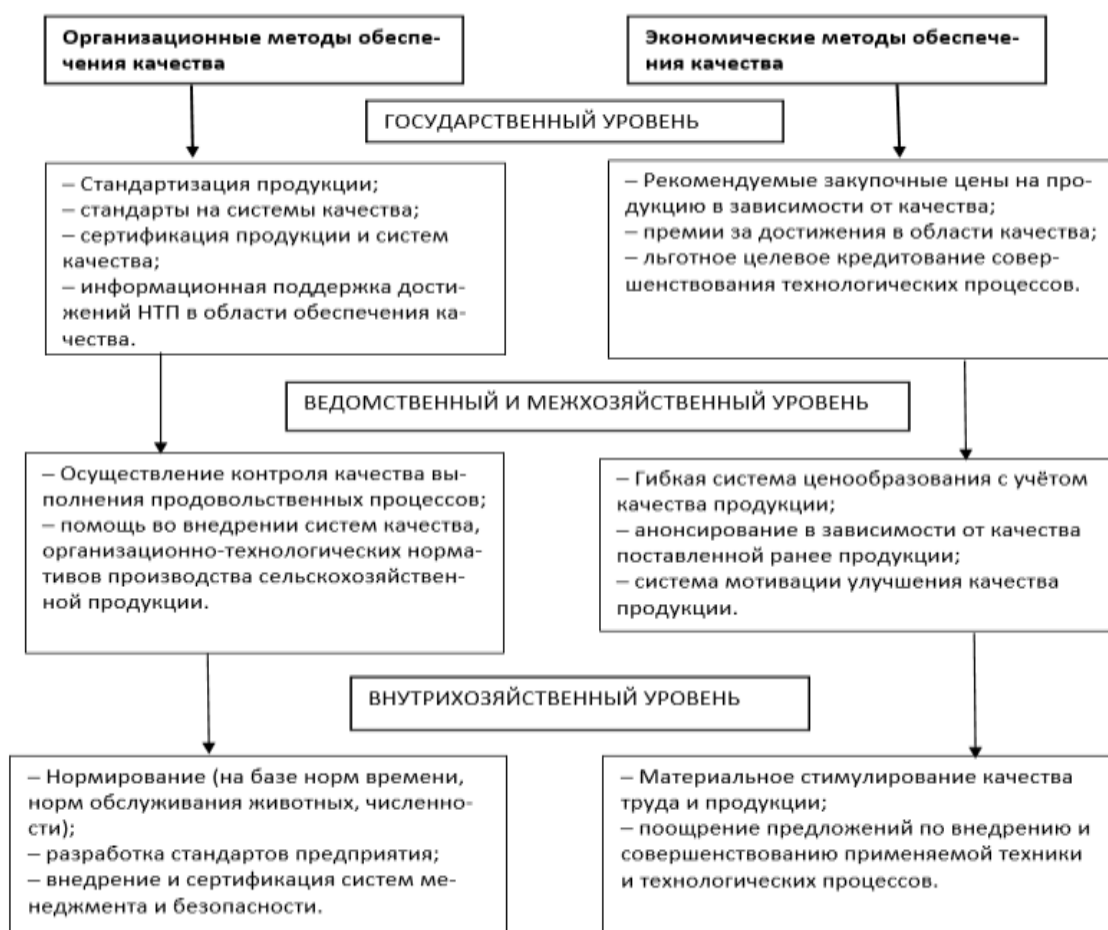


Рисунок 1 – Уровни управления СМК

Каждый метод нового уровня значительно отличается от предыдущего, таким образом строится целая система управления от государственного уровня, до внутрихозяйственного управления, что позволяет эффективно корректировать цели и задачи производства.

Следует отметить, что внедрение СМК возможно как на начальном этапе производства, так и на этапе бюрократического кризиса, когда разработка, трактуемая как дальнейшее развитие, прекращается. Специфика компании (организации) на данном этапе: потребитель отходит на второй план; детали и профессионализм обслуживания клиентов исчезают из трудовой практики; борьба за выживание ведется не компанией, а всеми, кто в ней работает; вытеснение менеджеров, которые могут развивать компанию, на второстепенные должности и увеличение административного и управленческого персонала. Следующий этап производства называется "исчезновение", банкротство и ликвидация организации [1, с. 113].



Внедрение системы менеджмента качества на этапе бюрократического кризиса советом акционеров позволит четко, и точно определить цели и задачи управления производства на конкретном уровне и интегрировать их в единую систему, что даёт возможность сделать переход организации на этап антикризисного управления, с постоянными улучшениями производства и внедрением новых технологий.

Зарубежный опыт Европы, Азии и стран СНГ применения СМК и сертификации производства по международным стандартам:

– ISO 9001 - общий стандарт, устанавливающий требования к СМК в выбранной отрасли производства, способствующий улучшению системы управления, качества продукции и конкурентоспособности организации [7, с. 108];

– ISO 14000 данный стандарт отвечает за экологическую безопасность производства и продукции. Крупные холдинговые компании в сельском хозяйстве внедряют в производство данный стандарт совместно с ISO 9001 [6].

Показал эффективность СМК, как эффективный метод управления экономикой. Выделяют следующие основные особенности производства после внедрения:

- замкнутая система совершенствования производства;
- точный, эффективный и быстрый анализ данных;
- независимость от управляющих органов (в РБ, это райисполком, облисполком);
- повышение мотивации труда персонала, особенно в структуре подразделений «рабочие»).

Актуальной проблемой исследуемого региона страны является эффективность отрасли растениеводства [8, с. 36]. Контроль производства продукции и деятельности организаций райисполкома (установление сроков и требований производства). Общие сведения региона: расположен в северной части страны, зимой температура опускается до  $-40^{\circ}\text{C}$ , летом до  $+45^{\circ}\text{C}$ . Структура земельных ресурсов региона показана в таблице 1.

Таблица 1 – Земельные ресурсы региона

Вид угодий	Год			Структура угодий в 2022 г., %	2022 г. в % к 2020 г.
	2020	2021	2022		
Общая земельная площадь, га	36466	36992	33329	100	91,4
Всего с.-х. угодий, га	24314	23836	21835	65,51	89,8
из них:	15225	14486	13725	41,18	90,15
- пашня, га					
- сенокосы и пастбища улучшенные, га	4926	5038	3911	11,73	79,4
- сенокосы и пастбища естественные, га	4020	4162	4071	12,21	101,27
- прочие земли, га	12152	13156	11494	34,49	94,59
Балл с.-х. угодий	22,59	22,65	16,65	–	–
Балл пашни	24,79	24,42	18,78	–	–

Следует отметить, механический состав почвы на 2021–2024 гг., глина + суглинок 12,6%, супесчаные 79,75%, песчаник 7,05%, торфяные 0,6%. В динамике наблюдений изменения плодородия почв за 15 лет к 2024 г. наблюдается следующий тренд: глина + суглинок -4,4%, супесчаные +6,4%, песчаник -2,35%, торфяные +0,44%. На 2024 год 13253 га земель мелиорируемые, из них 3400 га находятся под зданиями-сооружениями, остальные пашня.

Таблица 2 – Агрохимические показатели в пашне

Показатели	Годы		
	2016-2020	2021-2024	2024 г. к 2020 г. (+/-)
Кислотность, Ph	6,1	6	-0,1
Фосфор, мг/кг	170,8	154	-16,8
Калий мг/кг	177,2	131,5	-45,7
Гумус, %	2,5	2,5	0

Динамика (таблица 2) показывает снижение общей земельной площади, пашни -9,85%, сенокосов и пастбищ культурных -20,6%, увеличение сенокосов и пастбищ естественных на 1,27%. Следовательно, в динамике снижение культурных сенокос и пастбищ отражает снижение качества производимой продукции, в соотношении практического опыта в 95% таких изменений в структуре, отражается снижение качества продукции на 35-40% (особенно энергоценности кормов). По составу агрохимических веществ в почве наблюдается значительное снижение веществ к 2024 г.: калий – 45,7%, фосфор -16,8%, кислотность почвы снизилась на 0,01%.

Включая структуру земель, агрохимический состав и вид почвы, динамику за определённый период времени, снижение содержание калия в данных почвах значительно влияет на урожайность культур и необходимость внесения дополнительного калийного удобрения сверх нормы [9, с. 336]. Для сохранения плодородия почвы, так же это обусловлено видом почвы, что определяет необходимость развития корневой системы растений для максимально получения воды в период роста, в сравнении с азотными удобрениями, калийные имеют преимущество. Без СМК данное изменение невозможно, разработанная и установленная программа производства на государственном уровне установила определённые нормы внесения удобрений под культуры.

В таблице 3 рассмотрим изменение урожайности культур региона.

Динамика урожайности за 5 лет имеет отрицательный характер, урожайность культур к 2024 г. снизилась, зерновые -50,95% из них: зернобобовые -72,61%, яровые -37,22%. Урожайность рапса увеличилась +14,46%.

Основные причины снижения урожайности следующие:

- изменение климата (засушливое лето);
- не соблюдение технологии производства и подготовки земель для посева;

- снижение агрохимического состава почвы;
- стабильные сроки посевов культур (установленные управляющим органом);
- контроль за соблюдением норм внесения удобрений;
- низкая мотивация персонала.

Архивные данные района за 2005-2010 гг. по производству культур показали следующие данные:

Агрохимические свойства почвы: калий 270 мг/кг, фосфор 296 мг/кг, кислотность 4,3.

Урожайность культур: зерновые 56,3 ц/га, рапс 23,4 ц/га, лён 18 ц/га, картофель 580 ц/га.

Приведены средние показатели за указанный период.

Таблица 3 – Урожайность культур, ц/га [3]

Культуры	2019	2020	2021	2022	2023	2023 г. в % к 2019 г.
Зерновые и бобовые	21	21,2	17,6	22,8	10,3	-50,95
в т. ч.:						
- озимые	23,9	24,1	20,5	23,6	9,5	-60,25
- яровые	18	19,2	13,6	22,1	11,3	-37,22
- зернобобовые	15,7	15,9	7,7	19,7	4,3	-72,61
Рапс	8,3	6,9	8,9	6,8	9,5	14,46

Контроль производства осуществлялся только тогда, когда организации показывали худший результат среди организаций региона, стимулировалось производство только организаций, лидирующих в регионе и имеющих высокий темп роста [10, с. 21].

На 2024 г. в первых числах марта в регионе телята находились на выпасе из-за нехватки кормов, в 20-х числах началась посевные работы яровых культур, управление обосновало это тёплым климатом – с 1 по 25 марта средняя температура днём была 18 градусов Цельсия, ночью 4 градуса Цельсия. В середине апреля наблюдались заморозки в регионе и выпадение снега. За период с 20 марта по 20 апреля была засеяно 35% площади, среднее время всхода яровых культур составляет 10 дней, следовательно, после изменения климата в середине апреля планируется снижение урожайности засеянной площади из 35%, на 25% площади урожайность будет ниже.

Учитывая изменение осеннего периода, сроки посевов озимых культур по приказу не изменились, вследствие чего 45% озимых были подвержены морозу, на стадии роста выше нормативного. Особенно озимый рапс, в начале ноября 2023 г. начал зацветать.

Таким образом, необходимость внедрения СМК обусловлено получением максимальной независимости организаций от органов управления и полной ответственности за производство [11, с. 199].

Внедрение СМК в производство предполагает следующее:

- точный анализ и прогнозирование изменение климата на 1–2 месяца;

- сохранение плодородия почв, с улучшением качества производимых продуктов, так же экологически чистой продукции [12];
- мониторинг выполнения регламентируемых этапов и методов производства;
- своевременное выявление и устранение возможных рисков [13, с. 392];
- повышение мотивации труда, посредством новых методов и видов мотивации, основанных на новой системе оплаты труда;
- разработка и внедрение систем производства продукции, влетающих максимально доступное и возможное количество рисков [14, с. 418].

Опыт зарубежных стран в отрасли растениеводства показывает, что после внедрения СМК в производстве урожайность в среднем увеличивается на 12 ц/га [5, с. 71].

Внедрение СМК в производство позволит не только обеспечить независимость производственного процесса в организации, но и возможность разрабатывать и использовать новые методы производства продукции, установление нового механизма стимулирования персонала [15, с. 388]. Основная цель СМК заключается в постоянном и эффективном совершенствовании производства, включающем все возможные риски.

### ***Библиографический список***

1. Риск-менеджмент и антикризисное управление: курс лекций / В. В. Быков. – Горки: БГСХА, 2021. – 226 с.

2. Мартынушкин, А.Б. Повышение доходности производства овса за счет применения регулятора роста «Амбиол» / А.Б. Мартынушкин, С.А. Кистанова, М.В. Поляков // Качество в производственных и социально-экономических системах АПК. Сборник научных статей Международной научно-технической конференции. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. - С. 169-173.

3. Кистанова, С.А. Экономическая эффективность применения адаптивной технологии «Зеребра Агро» / С.А. Кистанова, М.В. Поляков, А.Б. Мартынушкин // Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых : Сборник научных статей 4-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. - С. 263-267.

4. Поляков, М.В. Рост эффективности производства ячменя за счет изменения доз внесения органических удобрений / М.В. Поляков, А.Б. Мартынушкин, С.А. Кистанова // Качество в производственных и социально-экономических системах АПК: Сборник научных статей Международной научно-технической конференции. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. - С. 191-195.

5. Lim, S. From Quality Control to Labor Protection: ISO 9001 and Workplace Safety, 1993–2012 / S. Lim, A. Prakash // Global Policy. Volume 8, Issue S3. - p. 66-77.

6. Use of environmentally safe preventive remedy against ascosporosis / A.I. Liubimov [et al.] // BIO Web of Conferences. International scientific-practical conference "agriculture and food security: technology, innovation, markets, human resources" (FIES 2019). - EDP Sciences, 2020. – 00032

7. Кистанова, С.А. Эффективность применения полифункционального препарата биологического происхождения при выращивании зерновых культур / С.А. Кистанова, М.В. Поляков, А.Б. Мартынушкин // Качество в производственных и социально-экономических системах АПК. Сборник научных статей Международной научно-технической конференции. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. - С. 106-110.

8. Состояние зернового хозяйства в рязанской области: основные проблемы и пути их решения / Н.Н. Пашканг, А.Б. Мартынушкин, Л.В. Романова, М.В. Стоян // Социально-экономический и гуманитарный журнал. - 2022. - № 2 (24). - С. 35-50.

9. Кистанова, С.А. Экономическая эффективность применения регулятора роста циркон на примере СПК «Мир» Александро-Невского района Рязанской области / С.А. Кистанова, И.Г. Кошкина // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной науч.-практ. конференции. – Рязань: РГАТУ, 2016. - С. 334-337.

10. Мартынушкин, А.Б. Состояние отрасли молочного скотоводства РФ и Рязанской области / А.Б. Мартынушкин, М.В. Поляков, С.А. Кистанова // Стратегия социально-экономического развития общества: управленческие, правовые, хозяйственные аспекты : Сборник научных статей 13-й Международной научно-практической конференции. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. - С. 18-24.

11. Кистанова, С.А. Экономическая эффективность применения препарата «Новосил» при выращивании зерновых культур / С.А. Кистанова, А.Б. Мартынушкин, М.В. Поляков // Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых. Сборник научных статей 4-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок. - Курск ЗАО «Университетская книга», 2023. - С. 198-204.

12. The efficiency of grain production industry in Ryazan region / N.N. Pashkang [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. "Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East, AFE 2021 - Papers", 2021. - Том 937. - С. 032091.

13. Кистанова, С.А. Экономическая эффективность молочного скотоводства при использовании пробиотической кормовой добавки / С.А. Кистанова, А.Б. Мартынушкин, М.В. Поляков // Наука молодых - будущее России : Сборник научных статей 8-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. - Курск ЗАО «Университетская книга», 2023. - С. 390-394.

14. Факторный анализ прибыли и рентабельности производства зерна / В.В. Федоскин [и др.] // Инновации в сельском хозяйстве и экологии. Матер. II Междунар. науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2023. - С. 417-421.

15. Кистанова, С.А. Анализ производственной деятельности в отрасли растениеводства / С.А. Кистанова, М.В. Поляков, А.Б. Мартынушкин // Наука молодых – будущее России. Сборник научных статей 8-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. – Курск ЗАО «Университетская книга», 2023. – С. 386-390.

16. Петрушина, О.В. Концептуальные подходы к ресурсному обеспечению развития зернового комплекса: финансы государства / О.В. Петрушина // Экономика и предпринимательство. – 2020. – № 5(118). – С. 523-526.

17. Романова, Л. В. Цифровизация отрасли растениеводства на предприятиях АПК Рязанской области / Л. В. Романова // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития : материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 24 ноября 2022 года. Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 472-478.

18. Коваленко, Е.В. Проблемы цифровизации управления агротехнологиями отрасли растениеводства / Е. В. Коваленко, Л. В. Романова // Будущее науки: взгляд молодых ученых на инновационное развитие общества : сборник научных статей Всероссийской молодежной научной конференции : в 3 т., Курск, 30 мая 2023 года. Том 3. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2023. – С. 392-396.

19. Крючков, М. М. Инновационные элементы современных систем земледелия в АПК Рязанской области / М. М. Крючков, В. И. Левин, Я. В. Костин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2010. – № 3(7). – С. 8-11.

20. Перспективы развития современных трендов в растениеводстве и семеноводстве / В. И. Левин, Л. А. Антипкина, Р. Н. Ушаков, А. С. Ступин // Аграрная наука в условиях модернизации и цифрового развития АПК России : Сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции, Курган, 14 апреля 2022 года. – Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2022. – С. 16-20.

21. Обоснование резервов повышения эффективности использования земельных ресурсов / Д. В. Чижков, Е. В. Меньшова, М. В. Поляков, Н. Е. Лузгин // Молодежь и XXI век - 2021 : Материалы XI Международной молодежной научной конференции. В 6-ти томах, Курск, 18–19 февраля 2021 года / Отв. редактор М.С. Разумов. Том 6. – Курск: ЮЗГУ, 2021. – С. 331-335.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОСТИМУЛИРОВАННЫХ ТОКОВ И СТАБИЛЬНОСТИ ЗАРЯДА В ДИЭЛЕКТРИКЕ

В настоящее время все более широкое распространение в технологических процессах получения диэлектрических покрытий, применяемых в электротехнике и микроэлектронике [1-6], получают материалы, обладающие повышенной термостабильностью и радиационной стойкостью по сравнению с двуокисью кремния. Особый интерес представляют диэлектрические пленки нитрида кремния, полученные с помощью плазмохимического осаждения. С нитридом кремния связана проблема нестабильности заряда – знак его (положительный или отрицательный) может меняться в зависимости от режима получения диэлектрика и условий эксплуатации, что объясняется природой ловушечных центров, имеющих в структуре  $\text{Si}_3\text{N}_4$ . Основные свойства таких пленок известны давно [7-10], однако, при отработке технологии их получения необходимы сравнительные исследования с целью оптимизации технологических процессов [11-15].

Целью исследования является определение параметров термоочистки диэлектрических покрытий из нитрида кремния – тока термоочистки, изменение напряжения плоских зон и стабильности заряда в диэлектрике.

Исследования производили на установке, функциональная схема которой приведена на рисунке 1. Температура образца с помощью системы терморегулирования увеличивалась по линейному закону.

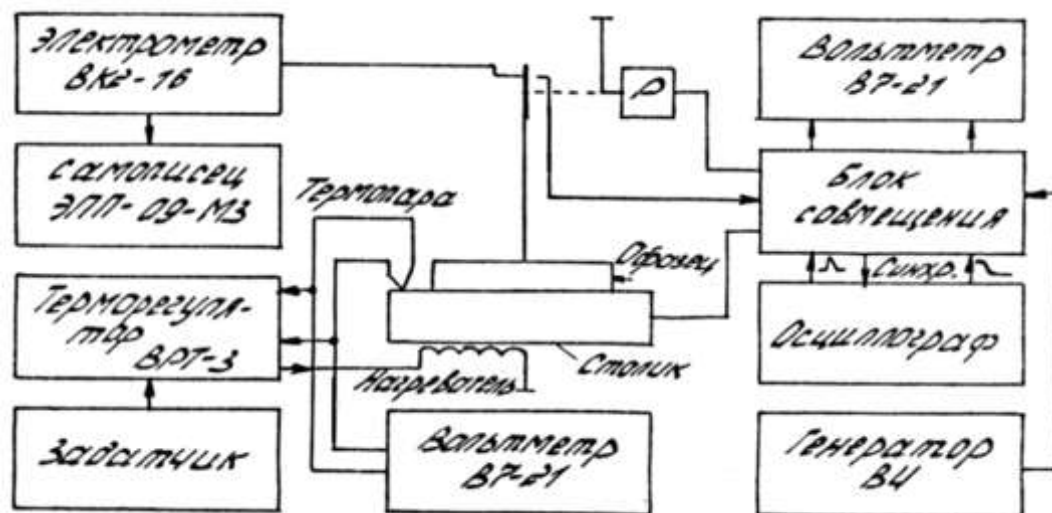


Рисунок 1 – Функциональная схема установки для измерения термостимулированных токов измерения C-V характеристик

В систему терморегулирования входят: задатчик линейно изменяющегося напряжения, терморегулятор, ВРТ-3, термопара и нагреватель. Ток, протекающий через образец, измерялся электрометром ВК2-16 и регистрировался самописцем ЭПП09-М3.

В процессе измерения тока термостимулированной деполяризации (ТСД) или термостимулированной поляризации (ТСП), измерялись высокочастотные (ВЧ) вольт-фарадные характеристики ( $C-V$ ) образца. Для этого использовали блок совмещения « $C-V$  – ТСД». Он работает следующим образом. При нажатии кнопки «Пуск» (на схеме не показана) отключается источник поляризующего напряжения, входящий в состав блока сопряжения и включенный между столиком и «землей». Через некоторое время задержки между этими точками подается пилообразное напряжение развертки  $C-V$ . Здесь же постоянно действует высокочастотное напряжение тестового сигнала 25 мВ, 1 МГц, которое не коммутируется, т.к. электрометр не реагирует на сигнал такой частоты. При поступлении команды «Пуск» с помощью реле «Р» образец подключается к блоку сопряжения. ВЧ-сигнал с изменяющейся амплитудой, огибающая которой соответствует  $C-V$  характеристике образца, усиливается в блоке сопряжения и подается на вход запоминающего осциллографа. После окончания измерения  $C-V$  характеристики образец снова подключается к электрометру, а между столиком и «землей» опять действует поляризующее напряжение. Поскольку  $C-V$  характеристика измеряется быстро (в наших экспериментах она измерялась за время 50 мс), зарядовое состояние диэлектрика не изменяется.

Исследованные образцы не кривых ТСП (ТСД) не имели ярко выраженных пиков, поэтому энергии активации процессов, ответственных за протекающий через диэлектрик ток, рассчитывалась по методу начального наклона. По этому методу начальный участок кривой ТСП (ТСД) можно представить как:

$$j = const \cdot \exp(-E_t/kT), \quad (1)$$

где  $j$  – термостимулированный ток;  $E_t$  – энергия активации;  $k$  – постоянная Больцмана;  $T$  – температура.

Заряд, прошедший через диэлектрик, определялся по площади под кривой ТСП (ТСД), т.е.:

$$Q_{ТСД} = \int_0^t J(t) dt, \quad (2)$$

где  $J$  – плотность тока;  $t$  – время.

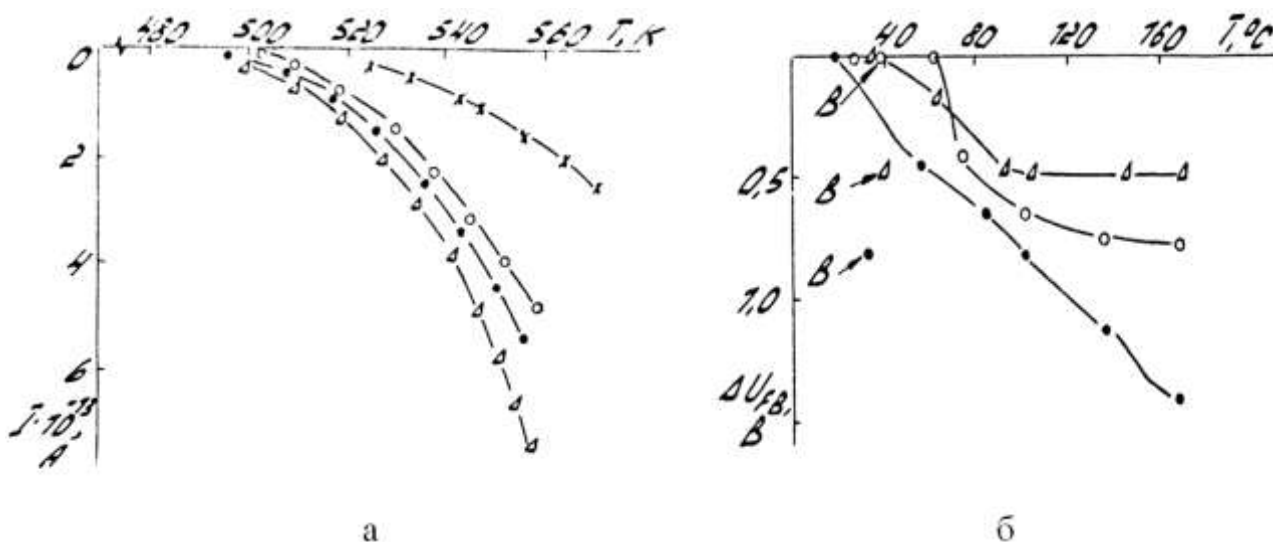
Изменение зарядного состояния диэлектрика оценивалось во время измерения ТСП (ТСД) и определялось по смещению напряжения плоских зон. При этом изменение эффективного заряда определялось выражением:

$$\Delta Q_{эф} = C_D \cdot \Delta U_{FB}, \quad (3)$$



где  $C_D$  – емкость диэлектрика;  $\Delta U_{FB}$  – изменение напряжения плоских зон.

Вначале проводили цикл термоочистки, т.е. нагрев образца без приложения напряжения с одновременной регистрацией тока и изменения напряжения плоских зон. Соответствующие зависимости для первой группы образцов показаны на рисунке 2. Характерной особенностью исследованных образцов является заметное повышение тока, а затем и его экспоненциальное увеличение при температурах, больших 480 К. У всех исследованных структур, в том числе и других групп, ток термоочистки был отрицательным, а изменение  $U_{FB}$  происходило у большинства образцов в сторону отрицательных значений.



Образцы №  $\Delta$  – 200-4;  $\bullet$  – 300-8;  $\times$  – 400-4;  $\circ$  – 450-4

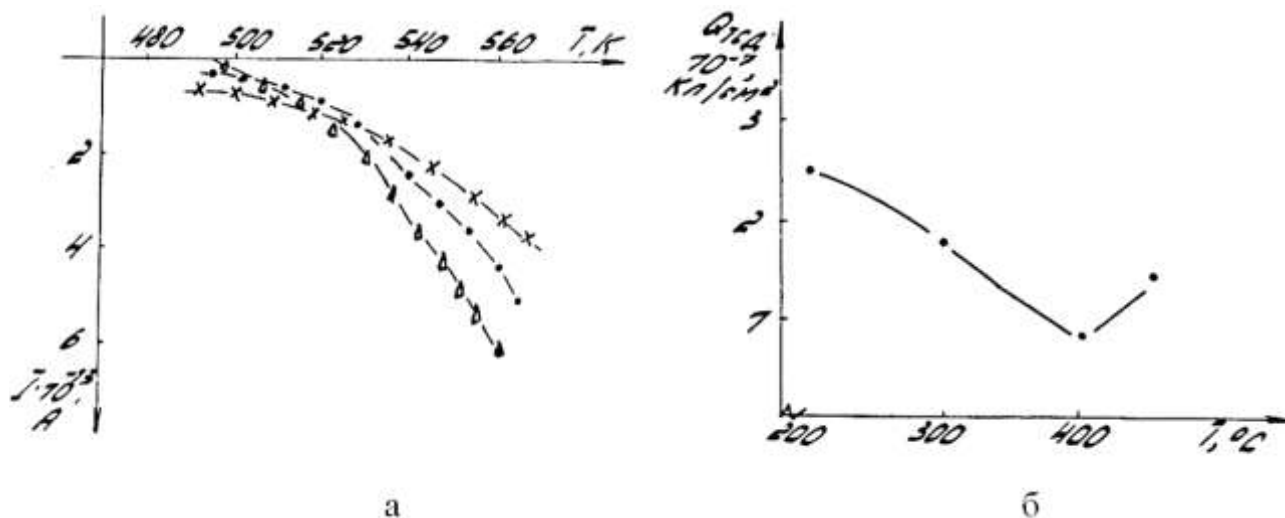
Рисунок 2 – Результаты исследования первой группы образцов: а – ток термоочистки; б – изменение напряжения плоских зон при нагреве

Как видно из рисунка 2-а, на кривых термоочистки пиков не наблюдается, а изменение тока происходит в пределах одного порядка. В пределах первой группы образцов наблюдается корреляция величины тока термоочистки, а значит и заряда, протекающего через электромметр, от температуры получения диэлектрика. Поскольку этот заряд несет информацию о ловушках (дефектах) в диэлектрике, можно заключить, что в этой группе наилучшим является образец, полученный при 400°C (400-4). Однако, с точки зрения температурной стабильности, предпочтительнее температура осаждения 450°C, поскольку у образца 450-4 изменение напряжения плоских зон после термоочистки равно нулю (Рисунок 2-б). Соотношение зарядов, определенных из сдвига C-V характеристик и площади под кривой термоочистки для первой группы образцов представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Соотношение зарядов  $Q_{TCD}$  и  $\Delta Q_{эф}$  для первой группы образцов

№ образца	200-4	300-8	400-4	450-4
$Q_{TCD}$ , Кл/см <sup>2</sup>	$-2,5 \cdot 10^{-7}$	$-1,8 \cdot 10^{-7}$	$-1,1 \cdot 10^{-7}$	$-1,5 \cdot 10^{-7}$
$\Delta Q_{эф}$ , Кл/см <sup>2</sup>	$-2,97 \cdot 10^{-8}$	$-4,6 \cdot 10^{-8}$	$-3,07 \cdot 10^{-8}$	$\sim 0$

Кривые термоочистки для образцов второй группы приведены на рисунке 3-а. Зависимость  $Q_{ТСД}$  от температуры получения диэлектрика представлена на рис. 3-б.



Образцы №  $\Delta$  – 300-8;  $\bullet$  – 300-10;  $\times$  – 300-12

Рисунок 3 – Результаты исследования второй группы образцов: а – ток термоочистки; б – зависимость  $Q_{ТСД}$  от температуры получения диэлектрика

Заслуживает внимания значительное увеличение термостабильности  $U_{FB}$  для образцов, подвергнутых отжигу при  $600^\circ\text{C}$ . До  $180^\circ\text{C}$  напряжение  $U_{FB}$  не изменяется. Наихудшим в этом смысле является образец 300-8, который не отжигался. Величина тока ТСД у образцов этой группы примерно одинакова. Соотношение зарядов  $Q_{ТСД}$  и  $\Delta Q_{ЭФ}$  показано в таблице 2.

Таблица 2 – Соотношение зарядов  $Q_{ТСД}$  и  $\Delta Q_{ЭФ}$  для второй группы образцов

№ образца	300-8	300-10	300-12
$Q_{ТСД}$ , Кл/см <sup>2</sup>	$-1,8 \cdot 10^{-7}$	$-1,8 \cdot 10^{-7}$	$-2,3 \cdot 10^{-7}$
$\Delta Q_{ЭФ}$ , Кл/см <sup>2</sup>	$-4,6 \cdot 10^{-8}$	$-2,2 \cdot 10^{-8}$	$-5,9 \cdot 10^{-8}$

Для удовлетворения соотношения  $Q_{ТСД} / \Delta Q_{ЭФ}$  у образца 300-10 необходимо предположить, что рассасывание отрицательного заряда происходит преимущественно через границу диэлектрик-полупроводник. Энергия активации в этом случае лежит в интервале 1,2-0,61 эВ и уменьшается с увеличением температуры отжига.

Для образца 300-12 исследовалась термополевая стабильность. После термоочистки образцы поляризовали в течении 15 мин при 560 К, затем охлаждали до комнатной температуры, выключали напряжение поляризации, измеряли  $U_{FB}$  и проводили ТСД с одновременным измерением  $U_{FB}$ .

Анализ измерения  $U_{FB}$  показал, что основной сдвиг  $U_{FB}$  происходит при температурах выше  $160^\circ\text{C}$ . Соотношение  $Q_{ТСД} / \Delta Q_{ЭФ} \approx 1$ . Таким образом, при деполяризации происходит прохождение заряда через границу металл-

диэлектрик и накопление (рассасывание) его в диэлектрике в непосредственной близости от этой границы.

### *Библиографический список*

1. Каширин, Д. Е. Совершенствование методики электротехнических измерений в условиях агропромышленных предприятий / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Актуальные проблемы энергетики АПК : Материалы XIV Национальной научно-практической конференции с международным участием, Саратов, 28 апреля 2023 года / Под общей редакцией С.М. Бакирова. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2023. – С. 133-138.

2. Каширин, Д. Е. Совершенствование способов измерения параметров диода Шоттки / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Актуальные проблемы энергетики АПК : Материалы XIV Национальной научно-практической конференции с международным участием, Саратов, 28 апреля 2023 года / Под общей редакцией С.М. Бакирова. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2023. – С. 139-144.

3. Анализ рациональных условий диагностики технологических процессов изготовления полупроводниковых материалов и структур с глубокими уровнями / В.В. Павлов, Д.Е. Каширин, А.В. Шемякин, С.Н. Борычев // Перспективы инновационного развития в агротехнических и энергетических системах : Материалы Международной научно-практической конференции, Балашиха, 14 ноября 2023 года. – Балашиха: Российский государственный университет народного хозяйства им. В.И. Вернадского, 2023. – С. 176-180.

4. Анализ оборудования и технологий, применяемых для диагностики полупроводников по методу DLTS-спектроскопии / В. В. Павлов, Д. Е. Каширин, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев // Перспективы инновационного развития в агротехнических и энергетических системах : Материалы Международной научно-практической конференции, Балашиха, 14 ноября 2023 года. – Балашиха: Российский государственный университет народного хозяйства им. В.И. Вернадского, 2023. – С. 180-185.

5. Устройство для цифровой DLTS-спектроскопии / В. В. Павлов, Д. Е. Каширин, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев // Перспективы инновационного развития в агротехнических и энергетических системах : Материалы Международной научно-практической конференции, Балашиха, 14 ноября 2023 года. – Балашиха: Российский государственный университет народного хозяйства им. В.И. Вернадского, 2023. – С. 185-189.

6. Исследование причин повреждаемости объектов энергосистемы Рязанской области / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Инновационные решения для АПК, Рязань, 16 февраля 2023 года – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 198-202.

7. Каширин, Д. Е. Методика исследования гармонических искажений

напряжения на шинах трансформаторной подстанции / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов, Я. М. Глухих // Инновационные решения для АПК, Рязань, 16 февраля 2023 года – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 95-101.

8. Каширин, Д. Е. Феноменологическая модель диссипации колебаний в системе с нелинейными потерями энергии / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов, Я. М. Глухих // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития : Материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора техн. наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 24 ноября 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 105-108.

9. Исследование нелинейных искажений напряжения при работе частотного преобразователя в паре с асинхронным электродвигателем / А. В. Шемякин, С.Н. Борычев, Д.Е. Каширин, В. В. Павлов // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития : Материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора техн. наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 24 ноября 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 219-223.

10. Исследование показателей надежности нергосистемы с применением методов статистического анализа / А.В. Шемякин, С.Н. Борычев, Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2022. – № 2(15). – С. 138-143.

11. Каширин, Д.Е. Исследование процесса самозапуска электродвигателя на учебном стенде / Д.Е. Каширин, В.В. Павлов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – № 3(43). – С. 99-104.

12. Лабораторный стенд для изучения приборов релейной защиты и АПВ / Д.Е. Каширин, В.В. Павлов, С.Н. Гобелев, П.Э. Бочков // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 86-89.

13. Современные тенденции в диагностировании технологических процессов изготовления полупроводниковых материалов и структур с глубокими уровнями / В. В. Павлов, Д. Е. Каширин, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев // Современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике : материалы XXII Международной научно-практической конференции, Кемерово, 06–07 декабря 2023 года. – Кемерово: Кузбасский ГАУ, 2023. – С. 678-682.

14. Оборудование и технология электронной спектроскопии для диагностики полупроводников / В. В. Павлов, Д. Е. Каширин, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев // Современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике : материалы XXII Международной научно-практической конференции, Кемерово, 06–07 декабря 2023 года. – Кемерово: Кузбасский

ГАУ, 2023. – С. 683-689.

15. Экспериментальная установка для DLTS-спектроскопии / В. В. Павлов, Д. Е. Каширин, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев // Современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике : материалы XXII Международной науч.-практ. конференции, Кемерово, 06–07 декабря 2023 года. – Кемерово: Кузбасский ГАУ, 2023. – С. 689-694.

16. Варавин, В. И. Повышение эффективности работы пропашного культиватора / В. И. Варавин, И. И. Ковалев // Агропромышленный комплекс: контуры будущего : Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 06–08 декабря 2017 года. Том Часть 2. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2018. – С. 139-141.

17. Садовая И.И. Особенности преобразования разветвленных несимметричных трехфазных цепей / И.И. Садовая, С.О. Фатьянов // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2016 г. Том Часть II. - Изд-во: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, Рязань. - С. 183-185.

18. Аванесов, В. Л. Тепловое действие тока в сельском хозяйстве / В. Л. Аванесов, Н. Е. Лузгин, П. С. Лепшова // Студенческая наука, Тверь, 14–16 марта 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 247-249.

**УДК: 637.146:663.1**

*Кистанова С.А.,  
Пашиканг Н.Н., канд. экон. наук,  
Мартынушкин А.Б., канд. экон. наук,  
Родин И.К., канд. экон. наук,  
Поляков М.В.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

Инженерно-техническая система агропромышленного комплекса – это сегмент, размещенный непосредственно в сельском хозяйстве и объекты которого формируют эффективное использование технических, энергетических ресурсов, выполнение работ по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники [1, с. 111].

Инженерно-техническая система должна функционировать таким образом, чтобы обеспечить:

1) надежность работы сельскохозяйственных машин;

2) устойчивость работы оборудования основных, вспомогательных, обслуживающих и побочных производств при переработке сельскохозяйственной продукции;

3) оптимизацию затрат на выполнение первых двух факторов.

Мы придерживаемся мнения А.Б. Мартынушкина: «Одно из направлений стратегического управления повышения экономической эффективности сельскохозяйственных предприятий – это диверсификация производства» [2, с. 145].

Предприятия АПК сами решают, как диверсифицировать свою деятельность. Так как диверсификация позволяет решить экологические, экономические и социальные проблемы и способствует повышению занятости населения и росту их доходов [3, с. 440].

Диверсификация в отрасли молочного скотоводства создает определенные преимущества для улучшения финансового состояния сельскохозяйственных предприятий. Однако, на эффективное развитие предприятий АПК, в том числе отрасли молочного скотоводства влияет множество факторов [4, с. 19].

Факторы, влияющие на эффективность производства молока и молочной продукции, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Факторы, влияющие на эффективность производства молока и молочной продукции

Группы факторов	Состав
Ресурсные	земельные, трудовые, научно-технические, информационные, материально-технические и т.д. [5, с. 100]
Экономические	платежеспособный спрос, эффективность прогнозирования и планирования, финансово-кредитные механизмы, экономическое стимулирование
Организационные	оперативное управление, организация и нормирование труда, качество осуществления контроля, непрерывное обучение работников
Политические и правовые	аграрная политика, нормативные акты федеральных, региональных и местных органов власти [6, с. 125]

Одно из ведущих мест в пищевом рационе граждан занимают молоко и молочные продукты [7, с. 391]. Анализ потребления молока и молочных продуктов в перерасчете на молоко и уровень самообеспечения молоком населения показал, что в период с 2018 по 2022 год наблюдается увеличение по данным показателям (таблица 2).

Производство молочных продуктов (таблица 3) – это стратегически важное направление в улучшении здоровья населения и обеспечения продовольственной безопасности страны [8, с. 204].

Таблица 2 – Потребление и уровень самообеспечения молоком населения в Российской Федерации

Категория	Годы				
	2018	2019	2020	2021	2022
Потребление молока и молочных продуктов в перерасчете на молоко на душу населения в год, кг	229	234	240	241	241
Уровень самообеспечения молоком по РФ, %	83,9	83,9	84,0	84,3	85,7

Таблица 3 – Производство молочной продукции в Российской Федерации

Категория	2021 г.	2022 г.	2022 г. в % к 2021 г.	1 пол. 2022 г.	1 пол. 2023 г.	2023 г. в % к 2022 г.
Творог, тыс. т.	491,5	457,3	-7,0	235,4	221	-6,1
Продукты кисломолочные, млн.т., в т.ч.	2,7	2,5	-7,4	1,30	1,34	+3,1
Йогурт, тыс.т.	819	691,6	-15,6	363,1	353,2	-2,7
Кефир, тыс. т.	941,2	895,2	-4,9	470	478	+1,7
Сметана, тыс. т.	535,7	533,8	-0,35	262,5	284,4	+8,3
Мороженое всего, тыс. т.	527,2	468,1	-11,2	280,1	303,5	+8,4
Молоко всего, млн.т.	5,7	5,8	+1,8	2,89	2,85	-1,4
Масло сливочное, тыс. т.	273,5	314,3	+14,9	154,9	163,1	+5,3
Сыры всего, тыс.т.	602,2	669	+11,1	321,9	376	+16,8
Сухое молоко и сливки, тыс. т	154,9	185,7	+19,9	95,5	107	+12
Сгущенное молоко, туб.	675	677	+0,3	327,2	348,1	+6,4

Данные таблицы 3 показывают, что производство всех видов молочной продукции в 2023 г. по сравнению с 2022 г. имели тенденцию к росту, за исключением творога, йогурта и молока. Основной рост наблюдался по объему производства сырок и сухого молока и сливок – на 16,8% и 12%, соответственно. Аналогичная тенденция наблюдалась и в 2022 г. по сравнению с 2021 г. по данным видам продукции. [9, с. 135].

Результаты опроса потребителей показали, что большинство респондентов употребляют йогурт ежедневно. В основном потребители предпочитают йогурты с низким содержанием жира, также важным фактором при выборе йогурта остается цена [10, с. 38].

Потребление йогурта российскими потребителями в последнее время достаточно стабильно.

Рассмотрим стратегию диверсификации в отрасли молочного скотоводства на примере одного из сельскохозяйственных предприятий Рязанской области [11, с. 382].

Предлагаемое мероприятие – внедрение технологической линии по производству специфических кисломолочных продуктов, приобретение комплекта соответствующего оборудования для производства йогуртов ИПКС (поставщик ООО «ЭЛЬФ 4М «Торговый Дом», г. Рязань) [12, с. 56].

Линия по производству йогуртов приобретается с целью производства и реализации экологически чистого молочного продукта высшего качества. Сметана – дополнительный вид продукции [13, с. 174].

Технические характеристики комплекта следующие: объем переработки молока 2000 л/сутки; мощность – 130 кВт; занимаемая площадь 75 м<sup>2</sup>; персонал – 4 чел.; выход сметаны (30%) 73 кг/сутки, йогурт (2,5%) – 1900 л/сутки; стоимость оборудования – 4898157 руб.

Работа линии будет осуществляться в течение года, при смене 8 часов.

Технология производства представлена на рисунке 1.

Сырье и материалы, требуемые для производства продукции:

- молоко 1703 ц;
- пластиковые стаканы для сметаны (250 гр.) - 23808 шт.;
- пластиковые стаканы для йогурта (200 мл.) - 786160 шт.;
- этикетки для сметаны - 23808 шт.;
- этикетки для йогурта - 786160 шт.;
- закваска для сметаны - 1488 шт.;
- закваска «Биойогурт» - 79360 шт.;

Итого затраты на сырье и материалы составят 15476 тыс. руб.

Далее определим себестоимость продукции.

Для обслуживания данной линии необходимо 4 сотрудника.

Учитывая данные предприятия о среднемесячной заработной плате работников в размере 30 тыс. руб., затраты на оплату труда в месяц составят: для операторов – 90 тыс. руб., а технолога – 33 тыс. руб. Годовой фонд оплаты с начислениями во внебюджетные фонды составит 444, 7 тыс. руб.

Учитывая потребление оборудованием электроэнергии в размере 5,4 кВт/ч, общие затраты ее при производстве продукции составят 69,6 тыс. руб.

Сумма амортизации, начисленная линейным способом, составит - 493,8 тыс. руб., оплата водопотребления в соответствии с нормами - 24, 3 тыс. руб.

Поскольку невозможно точно предусмотреть все необходимые расходы при производстве продукции до запуска линии, на прочие затраты отнесем еще 10% всех затрат.

Цена определялась методом «средние издержки + прибыль».

В результате расчетов цена 1 упаковки йогурта составит 35 руб. 10 коп. при себестоимости – 24 руб. 44 коп, а сметаны – 35 руб. 93 коп. и 25 руб., что делает новые виды продукции конкурентоспособными на рынке.

Опрос работников ряда продуктовых магазинов города Рязани и Рязанской области показал отсутствие в их ассортименте достаточного количества йогурта и сметаны для полного удовлетворения спроса покупателей [14, с. 208]. Поэтому предполагаем, что вся продукция будет реализована и хозяйство сможет получить дополнительную прибыль [15, с. 265].

Наши расчеты показали, что предложенное мероприятие позволит предприятию дополнительно получить 8661 тыс. руб. прибыли. Уровень рентабельность продукции составит 43,72%, а уровень рентабельности продаж



– 30,42%. Следовательно, внедрение данного предложения можно считать целесообразным.

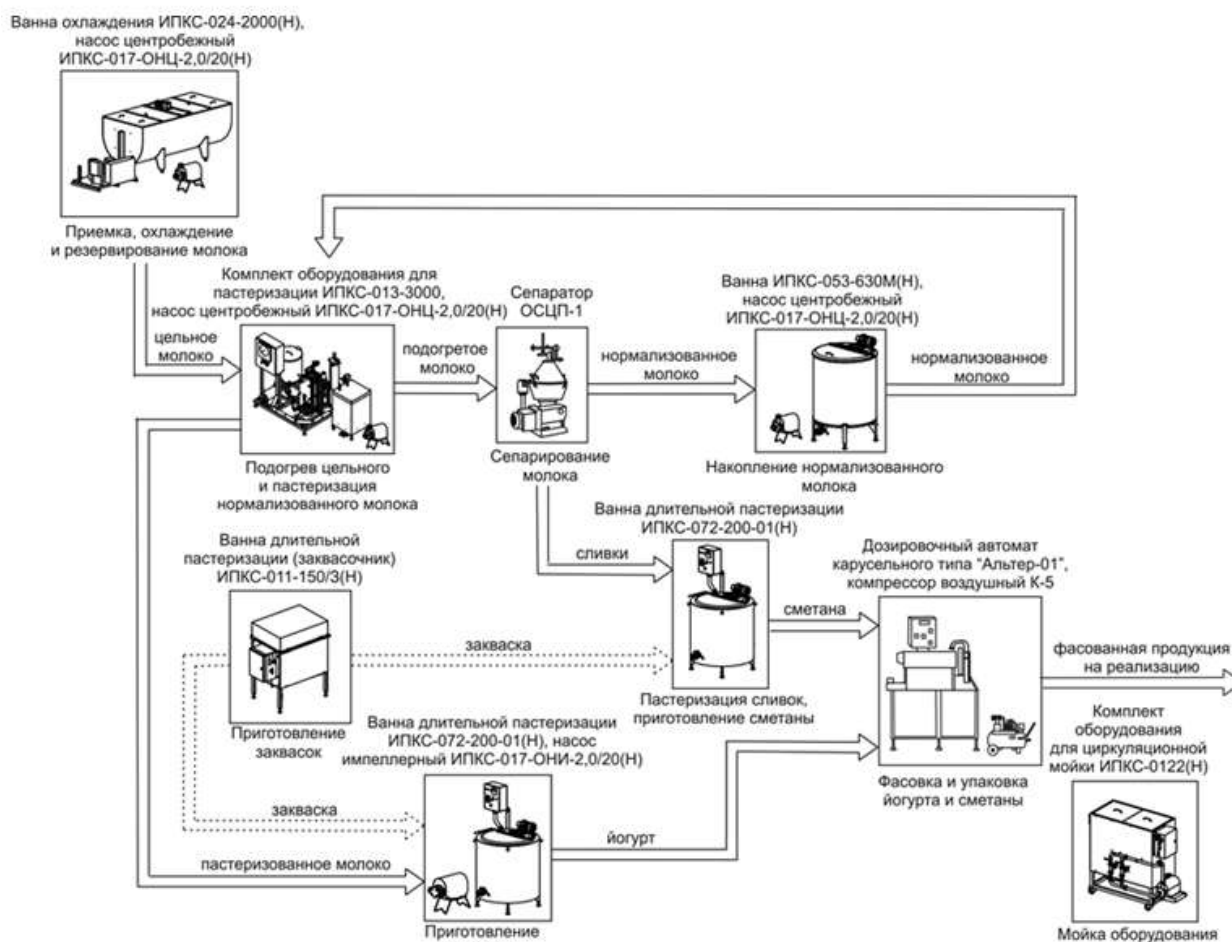


Рисунок 1 – Технология производства сметаны и йогурта

### **Библиографический список**

1. Кистанова, С.А. Экономическая эффективность использования сельскохозяйственной техники / С.А. Кистанова, А.Б. Мартынушкин, Н.Н. Пашканг Н.Н. // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 23-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта». – Рязань: РГАТУ, 2023. - С. 110-114.

2. Мартынушкин, А.Б. Особенности инновационного развития аграрного производства в России / А.Б. Мартынушкин // Актуальные вопросы экономики и управления АПК: Материалы Международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2013. - С. 144-148.

3. Анализ развития экономики Российской Федерации в условиях международных санкций / А.Б. Мартынушкин, А.В. Шемякин, Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев // Научно-инновационные аспекты аграрного

производства: перспективы развития: Материалы II Национальной научно-практической конференции. - Рязань: РГАТУ, 2022. - С. 438-443.

4. Мартынушкин, А.Б. Состояние отрасли молочного скотоводства РФ и Рязанской области / А.Б. Мартынушкин, М.В. Поляков, С.А. Кистанова // Стратегия социально-экономического развития общества: управленческие, правовые, хозяйственные аспекты: Сборник научных статей 13-й Международной научно-практической конференции. - Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. - С. 18-24.

5. Мартынушкин, А.Б. Ресурсы продовольственного рынка Рязанской области и управление рисками в производстве продуктов питания / А.Б. Мартынушкин, Ю.Б. Кострова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2015. - № 1 (25). - С. 98-104.

6. Анализ обеспеченности картофелеводства сельскохозяйственных организаций Рязанской области уборочной техникой за тридцатилетний период / И.К. Родин [и др.] // Инновационный вектор развития отечественного АПК. Материалы III Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова. – Рязань: РГАТУ, 2023. - С. 124-129.

7. Кистанова, С.А. Экономическая эффективность молочного скотоводства при использовании пробиотической кормовой добавки / С.А. Кистанова, А.Б. Мартынушкин, М.В. Поляков // Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 8-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. - С. 390-394.

8. Подобаева, У.В. Основные направления совершенствования системы управления сельскохозяйственным производством и АПК региона / У.В. Подобаева, А.Б. Мартынушкин // Молодежь и системная модернизация страны. Сборник научных статей 5-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. – Курск: ЮЗГУ, 2020. - С. 202-206.

9. Анализ основных производственно-экономических показателей деятельности сельскохозяйственного предприятия / Е.А. Строкова [и др.] // Инновационный вектор развития отечественного АПК : Материалы III Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова. – Рязань: РГАТУ, 2023. - С. 134-141.

10. Лящук, Ю.О. Анализ рынка молока как инструмент системы риск-менеджмента в молочной промышленности ЦФО России / Ю.О. Лящук, А.Б. Мартынушкин // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. - 2015. - № 3. - С. 37-41.

11. Кистанова, С.А. Особенности анализа хозяйственной деятельности в аграрном секторе экономики / С.А. Кистанова, А.Б. Мартынушкин, М.В. Поляков // Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 8-й

Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. - Курск ЗАО «Университетская книга», 2023. - С. 381-385.

12. Мартынушкин, А.Б. Совершенствование амортизационной стратегии и экономическая оценка качества сельскохозяйственных машин / А.Б. Мартынушкин // Ученые записки Санкт-Петербургского имени В.Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии. - 2018. - № 1 (65). - С. 55-57.

13. Жирнокислотный состав жира сельскохозяйственных животных при введении в рацион наноразмерных частиц металлов / О.В. Куликова, С.А. Кистанова, А.А. Назарова, С.Д. Полищук // Инновационные фундаментальные и прикладные исследования в области химии сельскохозяйственному производству. Материалы V международной заочной научно-практической Интернет-конференции. – Орел: Орловский ГАУ, 2012. - С. 172-176.

14. Особенности производства функциональных молочных продуктов с растительными наполнителями из эфиромасличных растений семейства LAMIACEAE / Ю.О. Лящук, А.Б. Мартынушкин, С.А. Пехнов [и др.] // Вестник КрасГАУ. - 2022. - № 8 (185). - С. 207-214.

15. Кистанова, С.А. Экономическая эффективность применения адаптивной технологии «Зеребра Агро» / С.А. Кистанова, М.В. Поляков, А.Б. Мартынушкин // Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых. Сборник научных статей 4-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. - С. 263-267.

16. Применение статистических методов в технологическом процессе оценки качества продукции АПК / С.Н. Волкова, Е.Е. Сивак, Е.В. Малышева, А.М. Крестенкова // Молодежная наука – развитию агропромышленного комплекса: материалы III Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Курск, 2023 – С. 343 – 347.

17. Хрипин, В. А. Организационная подготовка производства по выпуску нового вида продукции в производственных подразделениях / В. А. Хрипин, В. М. Ульянов // Преступление, наказание, исправление : V Международный пенитенциарный форум, приуроченный к проведению в 2021 году в Российской Федерации Года науки и технологий : сборник тезисов выступлений и докладов участников, Рязань, 17–19 ноября 2021 года. Том 4. – Рязань: Академия права и управления Федеральной службы исполнения наказаний, 2021. – С. 285-289.

18. Ветеринарно-санитарная экспертиза творога, производимого ООО "АМК Рязанский" города Рязани / Е. В. Киселева, И. Ю. Быстрова, К. А. Герцева, В. В. Кулаков // Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса : материалы 69-ой Международной научно-практической конференции, Рязань, 25 апреля 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2018. – С. 222-226.

19. Иванищев, К. А. Влияние препаратов "Е-селен" и "Бутофан" на качественные показатели обезжиренного творога / К. А. Иванищев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 4(36). – С. 122-126.

## **ВЛИЯНИЕ УГЛОВ УСТАНОВКИ УПРАВЛЯЕМЫХ КОЛЕС НА СИЛОВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ПОЧВОЙ**

Углы установки управляемых колес – это регулировка положения передних и задних колес относительно кузова. На первый взгляд колеса кажутся прямо установленными относительно дороги и параллельными друг другу. Однако они незаметно наклонены, и эти мельчайшие изменения имеют значительное влияние на равновесие и управляемость транспортного средства.

Силовое взаимодействие с почвой - это физический процесс, в результате которого колесо автомобиля передает силу на дорожное покрытие, обеспечивая движение. Это взаимодействие зависит от множества факторов, включая тип почвы, состояние дорожного покрытия и углы установки управляемых колес [1].

Значимость и актуальность этой проблемы заключается в том, что правильно выбранные углы установки управляемых колес способствуют повышению безопасности и комфорта движения, снижению износа шин и транспортного средства, а также улучшению управляемости в различных условиях эксплуатации. Оптимальное силовое взаимодействие с почвой также важно для обеспечения хорошей сцепки и устойчивости автомобиля на дороге, что в конечном итоге влияет на эффективность его работы и безопасность движения

Рассмотрим основные углы установки и их влияние на характеристики движения транспортного средства:

### **1. Угол схождения:**

Угол, который определяет положение колес относительно оси автомобиля и друг друга. Правильно настроенное схождение помогает улучшить управляемость автомобиля, равномерность износа шин и устойчивость на дороге.

### **2. Угол развала:**

Угол определяет угловое отклонение вертикальной плоскости колес от вертикали. Правильно установленный развал способствует улучшению управляемости, сцепления и устойчивости автомобиля.

### **3. Косой угол:**

Косой угол определяет угловое смещение оси поворота колеса от вертикальной плоскости автомобиля. Корректно настроенный косой угол помогает улучшить управляемость автомобиля и обеспечить равномерный износ шин [2].

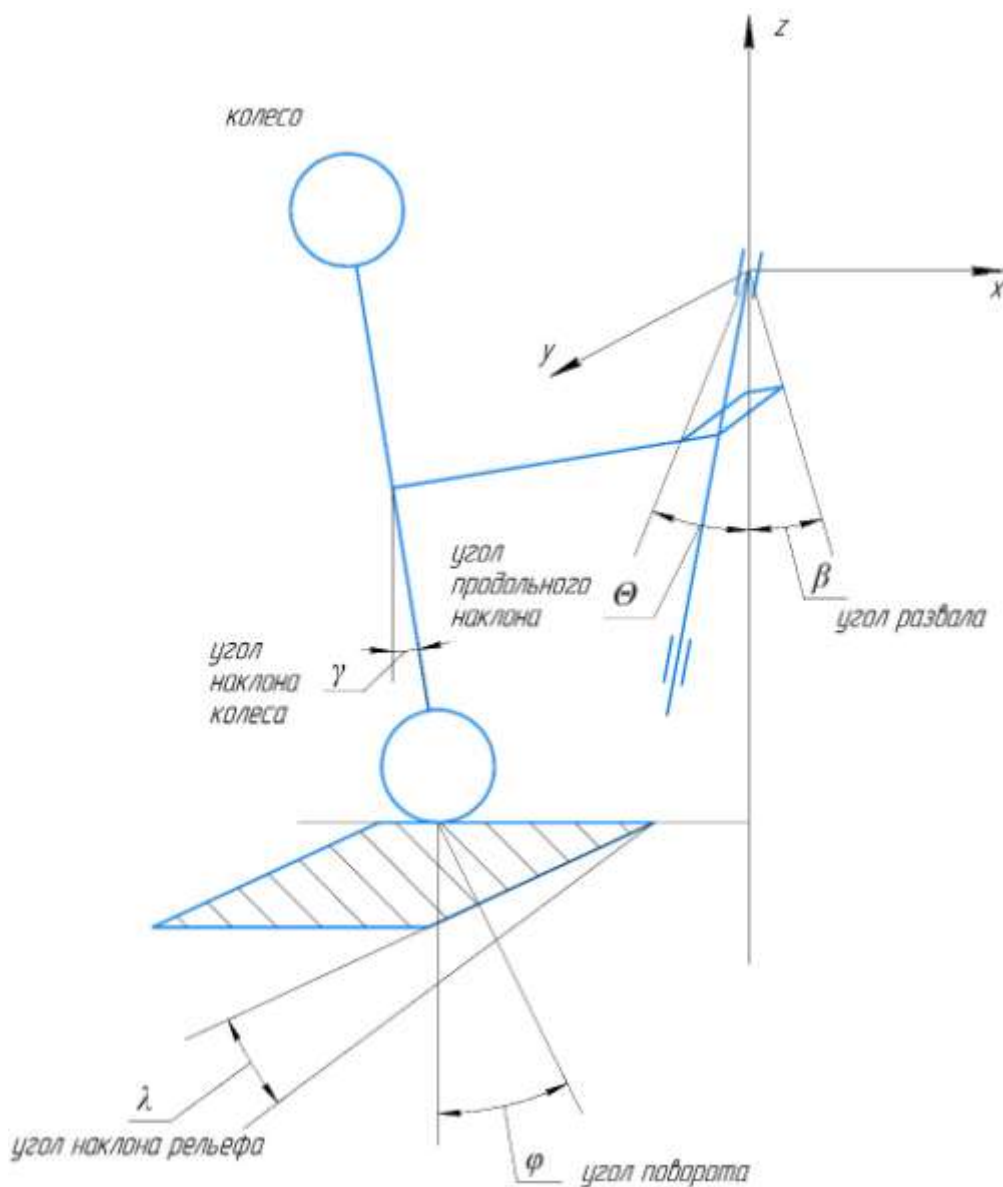


Рисунок 1 – Схема расположения углов управляемых колес

Обычно схождение колес является положительным, означая, что передние колеса смотрят на внутреннюю сторону автомобиля. Исследования показывают, что оптимальное сопротивление качению и минимальный износ шин достигаются при сходимости и развале, равных нулю, однако это не всегда соответствует реальным условиям эксплуатации [3].

Работы ученых Ю.А. Ечеистова и М.М. Слуцкина рассматривают влияние углов установки управляемых колес на управляемость и стабильность автомобиля. Исследования показывают, что развал способствует стабилизации гибких управляемых колес за счет увода при движении. Однако отрицательный развал или наклон кузова на повороте может снизить поворачиваемость автомобиля [4].

Углы установки управляемых колес обусловлены различными факторами, включая тип подвески, распределение привода (переднего, заднего, полного), нагрузку на колеса, а также тип рулевого привода, среди других. Эмпирическое

определение этих углов представляет собой сложную задачу из-за отсутствия явных зависимостей, что снижает эффективность такого подхода. В работах В.А. Иларионова, Й. Раймпеля и Л.Л. Гинцбурга рассматриваются различные аспекты влияния этих факторов на углы установки управляемых колес.

В результате этого проведение научных исследований, направленных на выявление закономерностей и определение углов установки колес автомобиля с учетом всех значимых факторов, является весьма актуальным. Применение статистических методов анализа данных может решить данную проблему, особенно учитывая, что производители автомобилей, не обладая соответствующими методиками, часто ориентируются на известные значения углов установки колес аналогичных моделей при разработке новых автомобиле.



Рисунок 2 – Общий вид моста управляемых колес КАМАЗ-5350

Стремление к оптимизации углов установки управляемых колес содействует повышению эффективности автомобилей, улучшению их управляемости и безопасности. Тем не менее, следует отметить, что в отсутствие стандартизированных методов исследования и оценки этих параметров, производители автомобилей часто опираются на опыт и данные о предыдущих моделях при разработке новых конструкций. Следовательно, разработка научных методов для точного определения углов установки колес является важным направлением исследований в области автомобильной инженерии.

Научные исследования в данной области охватывают широкий спектр методологий и подходов [5, 6, 7]. Один из наиболее перспективных методов заключается в использовании статистических моделей, которые способны анализировать данные о множестве переменных и выявлять их взаимосвязи. Например, применение множественной регрессии может помочь установить влияние различных факторов, таких как тип подвески или распределение привода, на углы установки колес и их влияние на характеристики автомобиля.

Другим важным методом является моделирование с использованием компьютерных программ. Специализированные программные средства позволяют создавать виртуальные модели автомобилей и анализировать их поведение при различных углах установки колес. Этот подход позволяет проводить эксперименты в виртуальной среде, что способствует сокращению времени и затрат на исследования.

Важным аспектом научных исследований в данной области является также сбор и анализ данных о реальном использовании автомобилей. Инженеры могут анализировать данные о движении автомобилей на дороге, оценивать углы установки колес и их влияние на характеристики автомобиля в реальных условиях эксплуатации. Этот подход позволяет получить ценные практические знания, которые можно использовать при разработке новых моделей автомобилей.

Таким образом, научные исследования по оптимизации углов установки управляемых колес представляют собой важную область в области автомобильной инженерии. Применение различных методов и подходов, таких как статистический анализ данных, моделирование с использованием компьютерных программ и анализ реальных данных об использовании автомобилей, позволяет ученым получить глубокие знания о влиянии углов установки колес на характеристики автомобиля и разработать эффективные методы их оптимизации.

### ***Библиографический список***

1. Балабин, И.В. О влиянии угла наклона плоскости качения колеса на износ шин при повороте автомобиля / И.В. Балабин, А.В. Кнороз // Автомобильная промышленность. - 1979. - № 9. - С. 13–14.
2. Ечеистов, Ю.А. Влияние установки управляемых колес на сопротивление движению автомобиля / Ю.А. Ечеистов, М.М. Слуцкий // Автомобильная промышленность. - 1958. - № 7. - С. 18–19.
3. Задворнов, В.Н. Влияние параметров установки колес на износ шин в задней независимой подвеске легкового автомобиля: автореф. дис. ... канд. техн. наук.: 05.05.03 / В.Н. Задворнов. - М., 2000. - 16 с.
4. Иларионов, В.А. Стабилизация управляемых колес автомобиля / В.А. Иларионов. - М.: Транспорт, 1966. - 168 с.
5. Богданчиков, И. Ю. Исследование деформации колеса трактора при движении по неровной местности / И. Ю. Богданчиков, С. А. Шишкин, А. Ю.

Богданчикова // Инженерные решения для АПК : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 83-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязань, 16 ноября 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 18-22.

6. Бачурин, А. Н. Повышение тягово-сцепных свойств колесных тракторов при использовании их в составе широкозахватных агрегатов : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Бачурин Алексей Николаевич. – Рязань, 2006. – 164 с.

7. Сальников, Е. Л. Проблемы устойчивости машин с балансирной подвеской моста управляемых колес / Е. Л. Сальников, А. Н. Бачурин // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года. Том Часть III. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 364-370.

**УДК 631.56:633.**

*Латышенок Н.М., канд. техн. наук,  
Слободскова А.А., канд. техн. наук,  
Максименко О.О., канд. техн. наук,  
Пимеруков А.А.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕЖИМОВ ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА**

Хранение зерна является важным этапом в процессе производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Существует три основных режима хранения зерна: безвоздушный, охлаждённый и сухой. Рассмотрим каждый из них подробнее:

1. Безвоздушный режим хранения, этот режим предполагает полное отсутствие контакта зерна с воздухом. Он используется для длительного хранения зерна, так как позволяет предотвратить окисление и потерю качества. В этом режиме зерно хранится в герметичных контейнерах или силосах, куда подаётся инертный газ, например, азот или углекислый газ.

2. Охлаждённый режим хранения основан на снижении температуры зерна. Это замедляет процессы жизнедеятельности микроорганизмов и насекомых-вредителей, что позволяет продлить срок хранения зерна. Зерно хранится в специальных холодильных камерах или силосах с регулируемой температурой.

3. Сухой режим хранения предполагает поддержание низкой влажности зерна. Это создаёт неблагоприятные условия для развития микроорганизмов и насекомых-вредителей, что позволяет сохранить качество зерна на более



длительный срок. Зерно хранится в сухих помещениях или силосах с контролируемой влажностью.

Выбор режима хранения зерна зависит от целей производителя, сроков хранения и требований к качеству продукции. Безвоздушный режим подходит для длительного хранения зерна высокого качества, охлаждённый режим — для кратковременного хранения, а сухой режим — для хранения зерна среднего качества на протяжении нескольких месяцев. Охлаждённый и сухой режимы хранения зерна имеют свои преимущества и недостатки. Охлаждённый режим позволяет дольше сохранять качество зерна, но требует больших затрат на оборудование и электроэнергию. Сухой режим менее затратный, но может привести к потере части влаги зерном, что снижает его качество [7-11].

При выборе режима хранения зерна важно учитывать следующие факторы:

- Цель хранения (краткосрочное или долгосрочное хранение). Краткосрочное хранение обычно длится несколько месяцев и используется для удовлетворения текущих потребностей рынка. Долгосрочное хранение может продолжаться до одного года и более и предназначено для обеспечения стабильности рынка и сглаживания сезонных колебаний цен. Краткосрочное хранение зерна обычно применяется для удовлетворения текущих потребностей рынка, таких как обеспечение продовольствием, кормами для животных и сырьём для перерабатывающей промышленности. Оно может быть организовано на элеваторах, складах и других специализированных хранилищах.

Долгосрочное хранение зерна направлено на обеспечение стабильности рынка и сглаживание сезонных колебаний цен. Оно требует более тщательного подхода к выбору места хранения, оборудования и технологий. Долгосрочное хранение может осуществляться в силосах, бункерах, ангарах и других закрытых помещениях с регулируемыми условиями хранения.

При краткосрочном хранении зерна важно обеспечить его сохранность от порчи, вредителей и потерь. Для этого используются различные методы, такие как активное вентилирование, обработка фунгицидами и инсектицидами, а также регулярное проведение мониторинга состояния зерна.

При долгосрочном хранении зерна особое внимание уделяется поддержанию оптимальных условий хранения, таких как температура, влажность и газообмен. Для этого используются специальные системы вентиляции, контроля температуры и влажности, а также проводится регулярный мониторинг состояния зерна (Рисунок 1).

В целом, выбор между краткосрочным и долгосрочным хранением зерна зависит от целей и задач производителя или переработчика. Краткосрочное хранение подходит для удовлетворения текущих потребностей рынка, а долгосрочное хранение направлено на обеспечение стабильности и устойчивости бизнеса [1-6].

- Требования к качеству продукции (сохранение свежести, вкуса, аромата и питательной ценности). Они включают сохранение свежести, вкуса, аромата и

питательной ценности. Эти показатели важны для пищевых продуктов, так как они должны удовлетворять сложившиеся вкусы и привычки населения, а также оставаться неизменными в процессе хранения, транспортировки и реализации.

Органолептические свойства продуктов должны быть на высоком уровне, без посторонних запахов, привкусов и включений, которые отличаются от цвета и консистенции, свойственных данному виду продукта. Также контролируется содержание химических загрязнителей, пестицидов и радионуклидов.

Гигиенические требования касаются микробиологических показателей безопасности и пищевой ценности продуктов, включая санитарно-показательные микроорганизмы, условно патогенные и патогенные микроорганизмы, микроорганизмы порчи и заквасочной микрофлоры.



Рисунок 1 – Круговая диаграмма срока хранения зерна

Специализированные продукты, такие как детское питание и продукты для беременных и кормящих женщин, должны соответствовать дополнительному ряду требований, включая безопасность и функциональное состояние организма потребителя. Сохранение свежести продуктов включает контроль сроков годности и условий хранения. Продукты должны быть упакованы таким образом, чтобы предотвратить их порчу и загрязнение микроорганизмами. Упаковка должна быть безопасной для здоровья потребителей и окружающей среды.

Вкус и аромат продуктов зависят от технологии производства, качества сырья и соблюдения рецептуры. Важно использовать качественное сырьё, соблюдать технологические режимы и проводить контроль качества на всех этапах производства.

Питательная ценность продуктов определяется содержанием белков, жиров, углеводов, витаминов и минералов. Необходимо следить за сбалансированностью состава и соответствием требованиям нормативных документов [12,13].

Таким образом, требования к качеству продукции направлены на обеспечение безопасности, свежести, вкуса, аромата и питательной ценности продуктов. Соблюдение этих требований позволяет производителям выпускать качественную продукцию, которая удовлетворяет потребности потребителей и соответствует законодательству:

- Затраты на оборудование и эксплуатацию. Включают в себя расходы на приобретение, установку, обслуживание и ремонт оборудования, а также на электроэнергию, воду, газ и другие ресурсы, необходимые для работы предприятия.

При оценке затрат на оборудование учитываются первоначальная стоимость, срок службы, амортизация, налоги и таможенные пошлины. Также необходимо учесть расходы на транспортировку, монтаж и пусконаладочные работы.

Затраты на эксплуатацию включают в себя расходы на персонал, обучение, социальные отчисления, аренду помещений, страхование, налоги и прочие операционные расходы.

При расчёте затрат на оборудование и эксплуатацию важно учитывать специфику отрасли, масштабы предприятия и его местоположение. Это поможет определить оптимальную стратегию развития и управления ресурсами. При оценке затрат на оборудование и эксплуатацию также следует учесть возможные риски, связанные с колебаниями валютных курсов, инфляцией и изменением законодательства. Это позволит предусмотреть возможные потери и разработать стратегии для их минимизации [14-16].

Важно проводить регулярный анализ затрат на оборудование и эксплуатацию, чтобы своевременно выявлять возможные проблемы и оптимизировать расходы. Это может включать в себя оптимизацию процессов, использование альтернативных источников энергии или модернизацию оборудования.

Кроме того, необходимо учитывать налоговые льготы и субсидии, которые могут быть предоставлены государством или местными властями для поддержки предприятий. Это может существенно снизить затраты на оборудование и эксплуатацию, особенно для новых или малых предприятий.

В целом, оценка затрат на оборудование и эксплуатацию является важным этапом планирования и управления предприятием. Она позволяет определить оптимальные стратегии развития, минимизировать риски и получить максимальную отдачу от инвестиций в оборудование и ресурсы.

- Доступность и стоимость инертных газов (для безвоздушного режима). Инертные газы используются для создания безвоздушного режима в различных отраслях промышленности, включая хранение зерна. Они помогают

предотвратить окисление и порчу продукции, обеспечивая оптимальные условия хранения.

Стоимость инертных газов может варьироваться в зависимости от региона, поставщика и объёма закупки. Например, азот в баллонах объёмом 20 литров может стоить от нескольких тысяч до десятков тысяч рублей. Аргон и углекислый газ обычно стоят немного дороже азота из-за их меньшей доступности и использования в специализированных процессах [17].

При выборе инертного газа для хранения зерна важно учитывать требования к условиям хранения, объём продукции и бюджет. Также стоит обратить внимание на качество и сертификацию газов, чтобы обеспечить безопасность и эффективность процесса хранения.

В целом, анализ существующих режимов хранения зерна позволяет производителям выбрать наиболее подходящий вариант для своих нужд и обеспечить сохранность качества продукции на протяжении всего срока хранения. При выборе режима хранения зерна важно учесть все факторы, влияющие на сохранность продукции. Например, если зерно предназначено для экспорта, то необходимо соблюдать международные стандарты качества и использовать безвоздушный режим хранения. Если же зерно будет использоваться для внутренних нужд, то можно применить охлаждённый или сухой режим в зависимости от сроков хранения и требований к качеству [18-20].

Для обеспечения оптимальных условий хранения зерна необходимо регулярно контролировать температуру, влажность и газовый состав внутри хранилища. Это поможет предотвратить развитие микроорганизмов, насекомых-вредителей и потерю качества продукции.

В заключение следует отметить, что анализ существующих режимов хранения зерна позволяет производителям выбрать наиболее подходящий вариант для своих нужд и обеспечить сохранность качества продукции на протяжении всего срока хранения.

### ***Библиографический список***

1. Латышенко, Н. М. Контейнер для хранения семенного зерна в регулируемой воздушной среде / Н. М. Латышенко, А. А. Слободскова // Материалы Всероссийской научно-практической конференции посвящённой 40-летию со дня организации студенческого конструкторского бюро (СКБ), Рязань, 11 февраля 2020 года – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 53-56.

2. К вопросу о лечении коров средствами широкополосной электромагнитной терапии / В. А. Балабошин, С. О. Белименко, И. А. Сулов, А. А. Слободскова // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения: Материалы 71-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. Том Часть 2. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 82-85.

3. Теоретическое обоснование конструктивно-технологических параметров шнековых смесителей / Д. Е. Каширин, А. М. Алешов, М. В.

Мануев, А.А. Полякова // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 178-182.

4. Бышов, Н.В. Экспериментальное исследование двигателей привода кормораздатчика / Н.В. Бышов, Н.Г. Кипарисов, А.А. Полякова // Инновационные технологии и средства механизации в растениеводстве и животноводстве : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Владимира Федоровича Некрашевича, Рязань, 20–21 марта 2011 года. – Рязань: РГАТУ, 2011. – С. 114-116.

5. Полякова, А.А. К вопросу обоснования параметров смесителя-обогапителя концентрированных кормов / А. А. Полякова // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 159-161.

6. Полякова, А. А. К вопросу снижения энергоемкости при использовании шнекового смесителя / А.А. Полякова // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Троицк, 16–17 декабря 2015 года / ФГБОУ ВО "Южно-Уральский государственный аграрный университет". Том Секция 2. – Троицк: Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2016. – С. 231-233.

7. Патент на полезную модель № 166226 U1 Российская Федерация, МПК В01F 7/24. Смеситель-обогапитель концентрированных кормов: № 2016116473/05: заявл. 26.04.2016: опубл. 20.11.2016 / Д. Е. Каширин, А. А. Полякова; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).

8. Обоснование конструктивной схемы электрического агрегата термической обработки кормов / Е. С. Семина [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – № 2(11). – С. 129-135.

9. Слободскова, А. А. Автоматизация систем управления микроклиматом в защищенном грунте / А.А. Слободскова, Е.С. Семина, Д.Н. Балакина // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – № 2(11). – С. 148-152.

10. К вопросу расчета токов и напряжений при несанкционированных потерях электроэнергии / Е. С. Семина, О. О. Максименко, А. А. Слободскова, И. С. Никушкин // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 24 марта 2023 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени

И.И. Иванова; Научно-образовательный центр «Инженер». Том 2. – Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2023. – С. 132-135.

11. К вопросу эффективности мокрого электрофилтра при очистке воздуха/ А.А. Слободскова [и др.] // Эффективность применения инновационных технологий и техники в сельском и водном хозяйстве : Сборник научных трудов международной науч.-практ. онлайн конференции, посвященной 10-летию образования Бухарского филиала Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, Курск, 25–26 сентября 2020 года / Отв. редактор Т.Х. Жураев. – Курск: "Дурдона" ("Sadridin Salim Buxoriy" Durдона nashriyoti), 2020. – С. 411-413.

12. Латышенко, Н. М. К вопросу хранения семенного зерна в металлическом силосе / Н. М. Латышенко, А. А. Слободскова, А. В. Ивашкин // Перспективы развития отрасли и предприятий АПК: отечественный и международный опыт: Сборник материалов Международной науч.-практ. конференции, Омск, 30 марта 2020 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2020. – С. 125-128.

13. Регулируемый электропривод насосов в системах водоснабжения животноводческих комплексов КРС / Е. С. Семина, О. О. Максименко, А. А. Слободскова, И. С. Никушкин // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 24 марта 2023 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова; Научно-образовательный центр «Инженер». Том 2. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2023. – С. 136-139.

14. Полякова, А.А. Теоретическое исследование конструктивно-технологических параметров шнековых смесителей концентрированных кормов/ А.А. Полякова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2016. – № 3(31). – С. 81-85.

15. Анализ коммерческих потерь электроэнергии в электрических сетях напряжением 0,4 КВ / Е. С. Семина, О. О. Максименко, А. А. Слободскова, И. С. Никушкин // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей 2-й Международной науч.-техн. конф., Курск, 24 марта 2023 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова; НОЦ «Инженер». Том 2. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. – С. 128-131.

16. Теоретическое обоснование конструкции универсального моечного устройства абразивно-кавитационного действия / М. Б. Латышенко, А. В. Шемякин, Н. М. Тараканова, И. В. Конов // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 2010. – № 3(106). – С. 114-118.

17. Анализ способов хранения зерна / Н. М. Латышенко [и др.] // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 237-242.

18. Перспективы применения интеллектуальных систем на транспорте / В. В. Терентьев, И. Н. Горячкина, Н. М. Латышенок, О. А. Тетерина // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2023. – № 1(17). – С. 96-101.

19. Основные параметры абразивно-кавитационной струи и их влияние на интенсивность очистки сельскохозяйственных машин / М. Б. Латышенок, А. В. Шемякин, Е. М. Астахова, Н. М. Тараканова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2010. – № 4(8). – С. 65-66.

20. Абразивно-кавитационная очистка сельскохозяйственных машин / М. Б. Латышенок, А. В. Шемякин, Е. Ю. Шемякина, Н. М. Тараканова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2010. – № 4(8). – С. 64-65.

21. Соловьева, Т. Н. О некоторых аспектах функционирования рынка хлебопродуктов (муки) в Курской области / Т. Н. Соловьева, О. В. Петрушина, А. А. Золотарева // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 1. – С. 37-39.

22. Обзор существующих способов обеззараживания зерна на линиях послеуборочной обработки / Д. О. Иванова, Я. А. Брюхин, Н. Б. Нагаев, А. В. Винников // Новации как стратегическое направление механизации и автоматизации сельского хозяйства : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязань, 12 ноября 2021 года – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 59-64.

23. К вопросу перераспределения влаги в зерне после уборки / Д. О. Иванова, Н. Б. Нагаев, А. В. Винников, Р. А. Чесноков // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : Материалы I Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 года. Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 115-120.

24. Левин, В. И. Физиологические основы технологии послеуборочного хранения семян зерновых культур / В. И. Левин, С. А. Макарова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2011. – № 2(10). – С. 26-29.

25. Состояние стресса у семян хлебных злаков и методика его диагностики / В. И. Левин, Н. Н. Дудин, Л. А. Антипкина, Р. Н. Ушаков // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 5(187). – С. 28-38.

26. Анализ способов сушки зерна / Н. Е. Лузгин, В. В. Утолин, Д. Е. Дворенков, Д. С. Козаченко // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве : Материалы национальной научно-практической конференции, посвященные памяти д.т.н., профессора Бычкова Валерия Васильевича, Рязань, 28 февраля 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 6-12.

*Лимаренко Н.В., д-р техн. наук,  
Юмаев Д.М., канд. техн. наук,  
Ушанев А.И., канд. техн. наук,  
Успенский И.А., д-р техн. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ АВТОМОБИЛЕЙ НА ЛИНИИ С ПОМОЩЬЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

В современном мире техническая эксплуатация транспортных средств с использованием передовых информационных технологий становится все более значимой и важной. Применение передовых алгоритмов в системах управления двигателями не только оптимизирует их работу, но и способствует уменьшению эмиссии опасных компонентов в атмосферу.

Актуальность темы повышения эффективности работы автомобилей на линии с помощью информационных технологий обусловлена следующими факторами: необоснованный рост расходов на топливо и нецелевое использование ресурсов приводят к нарушению экономики транспортного парка; использование датчиков расхода топлива помогает контролировать расход топлива и избегать лишних затрат; анализ эффективности использования автопарка позволяет оптимизировать распределение нагрузки между машинами и увеличить пробег; Контроль манеры вождения и предотвращение аварийных ситуаций позволяет снизить затраты на ремонт и обслуживание автомобилей; Оптимизация загрузки машин с помощью программного обеспечения и телематики помогает снизить нагрузку на ось транспортного средства. В этом разделе мы рассмотрим ряд ключевых технологических решений, задействованных для улучшения эффективности автомобильного производства [1-22].

В эпоху цифровизации автомобильная промышленность активно интегрирует высокотехнологичные решения, где IT-инновации становятся фундаментом для улучшения функциональности транспортных средств в процессе эксплуатации. Эти технологии позволяют добиться существенного сокращения времени производственных циклов, повысить выходную мощность производственных линий и достичь беспрецедентной точности в управлении производственными и логистическими процессами автопроизводства.

Информационные технологии играют ключевую роль в улучшении производительности транспортных средств на дорогах через систематический сбор и анализ данных о техническом состоянии. С помощью средств мониторинга, включая датчики давления шин, датчики температуры и системы отслеживания работы двигателя, специалисты могут своевременно выявлять технические неисправности и предупреждать о возможных неполадках до их обострения. Это способствует осуществлению своевременного обслуживания,



что помогает избежать дорогостоящих ремонтных работ и способствует увеличению надежности и производительности транспортных средств.

Более того, внедрение информационных технологий имеет заметное воздействие на экологическую составляющую автомобильного транспорта. Повышение эффективности работы двигателя и контроль за его состоянием помогают снизить выбросы вредных веществ в атмосферу, что способствует улучшению экологической обстановки.

Системы автомобильного мониторинга и диагностики являются хорошим примером. Интегрированные сенсоры и соответствующее программное обеспечение обеспечивают непрерывное наблюдение за состоянием ключевых элементов транспортного средства, включая мотор, ходовую часть, тормозную систему и прочие. Такой подход предоставляет возможность оперативно обнаруживать предпосылки к возникновению неисправностей, что, в свою очередь, позволяет предпринимать необходимые действия для их предотвращения или минимизации влияния на функциональность автомобиля.

Прогресс в сфере информационных технологий значительно способствует увеличению производительности и надежности автомобильной техники в процессе эксплуатации. Транспортные средства теперь комплектуются обширным набором датчиков и систем связи, собирающих данные о техническом состоянии и окружающей среде, что дает возможность в режиме реального времени идентифицировать и устранять возникшие неисправности. Бесперебойная работа автотранспорта становится возможной благодаря своевременному реагированию на любые изменения в работе автомобиля.



Рисунок 1 – Системы автомобильного мониторинга

Важно понимать, что системы мониторинга и диагностики автомобилей не только предупреждают о возможных проблемах, но и помогают в управлении транспортным средством, повышая общий уровень безопасности и комфорта для водителя и пассажиров. Они являются надежным инструментом для поддержания автомобиля в отличном состоянии и обеспечения его долговечности.

Современные системы навигации, такие как GPS и ГЛОНАСС, играют важную роль в технической эксплуатации автомобильного транспорта. Они

обеспечивают точное определение местоположения автомобилей, что позволяет контролировать и улучшать процесс эксплуатации. В данной статье мы рассмотрим влияние GPS и ГЛОНАСС на процесс технической эксплуатации автомобилей и выясним, как эти системы помогают повысить эффективность работы автотранспорта.

Объединение функциональности GPS и ГЛОНАСС позволяет достичь еще большей точности при определении координат местоположения автомобилей. Это значительно упрощает поиск объектов на карте или выбор оптимального маршрута движения. Также использование данных систем навигации помогает предотвратить возможные препятствия на дороге или просто выбрать более безопасный путь передвижения.

Принцип работы систем GPS и ГЛОНАСС основан на использовании сети спутников, которые орбитально расположены вокруг Земли. Эти спутники непрерывно передают сигналы специальным приемникам, установленным в автомобилях. Приемники в свою очередь регистрируют сигналы от нескольких спутников одновременно и на основе анализа разности времени прихода сигнала определяют местоположение автомобиля.



Рисуно 2 – Космический аппарат ГЛОНАСС

Основные возможности систем GPS и ГЛОНАСС включают в себя:

Определение местоположения: с помощью данных, полученных от спутников, системы GPS и ГЛОНАСС позволяют точно определить местонахождение автомобиля. Это может быть полезно для водителей при поиске нужного адреса, навигации по безымянным дорогам или отслеживании перемещения транспортного средства; Определение времени: Расположение спутников вокруг Земли позволяет системам GPS и ГЛОНАСС определять время с высокой точностью. Это особенно важно для автомобильных транспортных предприятий, которым необходимо синхронизировать время во всех своих автомобилях; Определение скорости и направления движения: Путем анализа изменения координат и времени системы GPS и ГЛОНАСС могут вычислять скорость и направление движения автомобиля. Это может

быть полезно для контроля скорости, планирования маршрута и оптимизации работы автопарка; Мониторинг и управление автопарком: Системы GPS и ГЛОНАСС позволяют осуществлять мониторинг и управление автопарком. Благодаря этому можно отслеживать местоположение и перемещение каждого автомобиля, контролировать скорость и времена простоя, а также управлять эффективностью эксплуатации автопарка;

Одним из основных применений GPS и ГЛОНАСС в управлении технической эксплуатацией автомобильного транспорта является контроль за пробегом. Системы GPS и ГЛОНАСС позволяют точно считывать информацию о пройденном расстоянии автомобилем, что позволяет осуществлять эффективный мониторинг его состояния. Таким образом, можно заранее планировать необходимые технические обслуживания и своевременно предотвращать возможные поломки.

Кроме того, системы GPS и ГЛОНАСС способствуют более точному контролю за работой автомобиля и его водителя. Применение дополнительных датчиков позволяет собирать информацию о температуре двигателя, уровне топлива, состоянии тормозов и других параметрах, что делает возможным выявление проблем и неполадок в работе автомобиля. Также можно контролировать стили вождения водителей, что способствует экономии топлива и безопасности на дороге.

Одним из главных преимуществ использования GPS и ГЛОНАСС в технической эксплуатации автомобильного транспорта является возможность определения точного местоположения автомобиля в реальном времени. Это позволяет операторам и водителям отслеживать перемещение автомобилей, контролировать соблюдение маршрута и прогнозировать время прибытия. Точное местоположение также позволяет быстро реагировать на ситуации аварий и нештатных событий, что улучшает безопасность на дорогах.

Еще одним преимуществом является возможность использования GPS и ГЛОНАСС для отслеживания состояния автомобиля и его основных систем. Это позволяет оперативно выявлять и решать проблемы с механическими и электронными компонентами, предупреждать о необходимости выполнения регламентных технических работ и устранять потенциальные поломки до их появления. Такой подход позволяет снизить затраты на обслуживание и увеличить надежность автомобилей.

Из недостатков – GPS и ГЛОНАСС могут быть подвержены влиянию сигналов с других источников, таких как электромагнитные помехи или несанкционированное вторжение. Это может привести к искажению данных о местоположении и возможным ошибкам в навигации. Решением этой проблемы является использование дополнительных технологий и методов, таких как инерциальные системы навигации или усиление сигнала. Также использование GPS и ГЛОНАСС может повлечь за собой некоторые затраты на оборудование и подключение к соответствующим сервисам. Это может быть дорого для небольших компаний или автовладельцев с ограниченным бюджетом. Однако,

с развитием технологий и увеличением их доступности, эти затраты снижаются.

В современном мире техническое обслуживание транспортных систем становится все более сложным и требует использования передовых технологий. Одним из ключевых инструментов в этом процессе являются алгоритмы машинного обучения. Они позволяют не только анализировать большие объемы данных, но и прогнозировать возможные поломки, что открывает широкие возможности для предотвращения аварий.

Важным инструментом при этом являются алгоритмы машинного обучения, которые позволяют анализировать большие объемы данных, собранных в процессе эксплуатации, и прогнозировать возможные поломки. Благодаря этому, возможно проведение профилактических мероприятий, направленных на предотвращение аварийных ситуаций до их возникновения. Такой подход позволяет значительно повысить надежность и безопасность работы транспортных средств. Важным инструментом при этом являются алгоритмы машинного обучения, которые позволяют анализировать большие объемы данных, собранных в процессе эксплуатации, и прогнозировать возможные поломки. Благодаря этому, возможно проведение профилактических мероприятий, направленных на предотвращение аварийных ситуаций до их возникновения. Такой подход позволяет значительно повысить надежность и безопасность работы транспортных средств.

Информационные технологии играют важную роль в повышении эффективности работы автомобилей на линии. Они позволяют контролировать расход топлива, анализировать эффективность использования автопарка, контролировать сроки доставки и скоростной режим, а также улучшать манеры вождения и избегать перегрузок.

Применение информационных технологий позволяет транспортным компаниям снижать издержки, повышать прибыльность и оптимизировать работу автопарка. Это особенно актуально в условиях роста конкуренции на рынке транспортных услуг и необходимости снижения себестоимости перевозок.

### ***Библиографический список***

1. Юмаев, Д. М. Аспекты разработки программы комплексного развития транспортной инфраструктуры / Д. М. Юмаев // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 20 ноября 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 431-436.

2. Желтоухов, А. А. Обзор малогабаритных сельскохозяйственных машин для малых частных фермерских хозяйств / А. А. Желтоухов, Д. М. Юмаев, Г. К. Рембалович // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической

конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 230-233.

3. Юмаев, Д. М. Анализ современных дождевальных машин для орошения сельскохозяйственных культур / Д. М. Юмаев, А. А. Желтоухов, Г. К. Рембалович // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 393-397.

4. Патент на полезную модель № 204127 U1 Российская Федерация, МПК А01G 9/24, А01G 25/00. дождевальная установка для теплиц : № 2020144374 : заявл. 30.12.2020 : опубл. 11.05.2021 / А. В. Кузнецов, А. И. Рязанцев, Г. К. Рембалович [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

5. Анализ современных сепарирующих устройств картофелеуборочных машин / А. А. Желтоухов, Д. М. Юмаев, Д. М. Ликучев, Г. К. Рембалович // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 196-200.

6. Анализ способов предпосадочной обработки картофеля / А. И. Ликучев, М. Ю. Костенко, Д. М. Юмаев, А. А. Желтоухов // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 255-260.

7. Санникова, М. Л. Методы эфхко как фактор устойчивого развития обработки материалов / М. Л. Санникова, Г. К. Рембалович, Д. М. Юмаев // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 362-364.

8. Юмаев, Д. М. Анализ современных систем и способов орошения сельскохозяйственных культур в условиях закрытого грунта / Д. М. Юмаев, А. А. Желтоухов, Г. К. Рембалович // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 467-470.

10. Улучшение защитных свойств противокоррозионной мастики / И. А. Успенский [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2020. – № 2(46). – С. 96-101.

11. Анализ процесса выгрузки клубней из транспортного агрегата с усовершенствованным самосвальным кузовом / О. В. Филюшин [и др.] //

Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2020. – № 1(45). – С. 107-114.

12. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022660112 Российская Федерация. Расчет объемного и массового расхода : № 2022619415 : заявл. 24.05.2022 : опубл. 31.05.2022 / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Н. В. Лимаренко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

13. Ушанев, А. И. Обоснование параметров установки гидравлического нанесения защитного покрытия сельскохозяйственной техники : специальность 05.20.03 "Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ушанев Александр Игоревич. – Рязань, 2018. – 134 с.

14. Применение сероасфальтобетона в дорожном строительстве / С. Н. Борычев, С. Г. Малюгин, А. С. Попов [и др.] // Развитие и модернизация улично-дорожной сети (УДС) крупных городов с учетом особенностей организации и проведения массовых мероприятий международного значения (в рамках подготовки к Чемпионату мира по футболу 2018 Г.), Волгоград, 17–19 октября 2014 года / Материалы Международной научно-практической конференции: Электронный ресурс. – Волгоград: Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. – С. 93-97.

15. Филюшин, О. В. Анализ усовершенствованных органов вторичной сепарации картофелеуборочных машин / О. В. Филюшин, А. А. Кутыраев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 22 декабря 2022 года – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 95-101.

16. Methodology for assessing the energy efficiency of separating methods for wax raw materials / Y. A. Ivanov, S. N. Borychev, D. N. Byshov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Zernograd, Rostov Region, 27–28 августа 2020 года. – Zernograd, Rostov Region, 2021. – P. 012070.

17. Определение удельного электрического сопротивления сдвига фрикционной накладке тормозной колодки относительно металлической пластины (корпуса) / И. А. Успенский, И. А. Юхин, Н. В. Лимаренко [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2020. – № 3(59). – С. 395-405.

18. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023619462 Российская Федерация. Программа расчета нормы эксплуатационного расхода топлива автотранспортных средств : № 2023617644 : заявл. 21.04.2023 : опубл. 11.05.2023 / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Г. К. Рембалович [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

19. Филюшин, О. В. Анализ способов бактерицидной обработки картофеля / О. В. Филюшин, А. А. Кутыраев // Современное состояние и

перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 22 декабря 2022 года – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 89-94.

20. Бачурин, А. Н. Спутниковый контроль и мониторинг для оптимизации работы агрегатов / А. Н. Бачурин, Д. О. Олейник, И. Ю. Богданчиков // Сельский механизатор. – 2015. – № 7. – С. 4-5. – EDN UIOXVN.

21. Bogdanchikov, I. Y. Digital technology for the disposal of the non-cereal portion of the crop as fertilizer / I. Y. Bogdanchikov, V. A. Romanchuk // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : conference proceedings, Krasnoyarsk, Russia, 13–14 ноября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 421. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 42008.

22. Региональная система мониторинга и управления парком машин и земельными ресурсами на основе ГЛОНАСС/GPS технологий для агропромышленного комплекса и перерабатывающей промышленности Рязанской области / Д. О. Олейник, Ю. В. Якунин, Н. А. Етко, М. А. Есенин // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 145-151.

**УДК 631**

*Лунатова М.А.*

*Борычев С.Н., д-р техн. наук, профессор  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

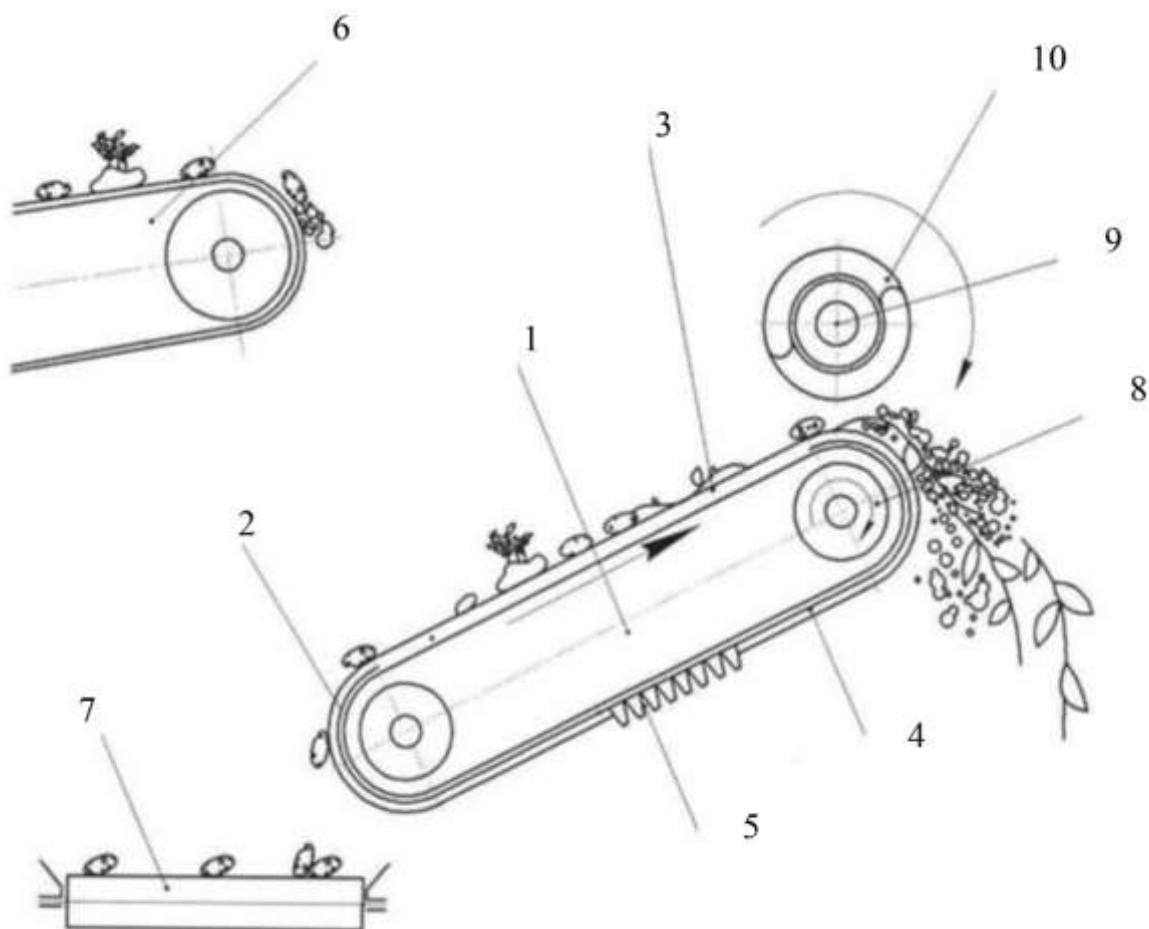
## **ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАЗРАБОТАННОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ КЛУБНЕЙ ОТ ПРИМЕСЕЙ**

Картофелеуборочные машины, эксплуатируемые на полях РФ, не всегда могут выполнять возложенные на них функции в соответствии с действующими агротехническими требованиями. Поэтому постоянно ведутся исследования по решению вышеописанной проблемы.

Проведенный анализ устройств для отделения корнеклубнеплодов от примесей позволил сформулировать основные критерии, которыми должны обладать подобные технические решения [1]. В первую очередь стоит отметить простоту конструкции и как следствие эксплуатационную надежность. При этом устройство должно справляться со своим функциональным назначением без существенного влияния на смежные показатели, регламентируемые агротехническими требованиями (в первую очередь такой показатель как повреждение клубней и чистота картофельного вороха).

Основываясь на результатах вышеописанного анализа, была разработана и

запатентована и конструкция устройства для отделения корнеклубнеплодов от примесей[2], схема которого приведена на рис. 1.



1 - горка; 2 – пальчатый транспортер; 3,4 – рабочая и обратная ветви; 5 – пальцы;  
6 – подающий транспортер; 7 – перегрузочный транспортер; 8 – ведущий барабан;  
9 - отбойного валика; 10 - цилиндрические надувные элементы

Рисунок 1 – Общая схема разработанного устройства для отделения корнеклубнеплодов от примесей

Принцип действия разработанного устройства для отделения корнеклубнеплодов от примесей заключается в следующем – клубненосный ворох, проходя через каскад сепарирующих рабочих органов, теряет большую часть почвенных и растительных примесей. В конечном счете, картофельный ворох поступает на подающий транспортер 6, а затем на рабочую ветвь 3 пальчатой горки 1.

Благодаря наклону пальчатой горки 1 происходит разделение вороха. В зависимости от размера, формы и веса клубни картофеля скатываются вниз на перегрузочный транспортер 7 (определяющую роль играет угол естественного скатывания, принимающий диапазон значений от 30,26 до 35,15 град). В свою очередь почвенные и растительные примеси ввиду небольшой массы поднимаются вверх по пальчатой горке 1 и, проходя, удаляются из технологической цепочки устройств картофелеуборочной машины (через зазор между надувными элементами 10 отбойного валика 9 и рабочей



ветвью 3 пальчатой горки 1).

В случаях, когда клубень не был отделен на этапе сепарации от столона, сей факт препятствует его скатыванию вниз по поверхности пальчатой горки 1. Удерживаемый растительными остатками (за выступы наклонной пальчатой горки) он продвигается вверх по рабочей ветви горки 1 до отбойного валика 9.

На отбойном валике 9 разработанного устройства для отделения корнеклубнеплодов от примесей имеются два цилиндрических наполненных газом упругих элемента 10. Совершая вращательные движения, они вступают во взаимодействие с остатками картофельным ворохом. В результате того что усилие удерживающее клубень со стоном на рабочей ветви 3 наклонной пальчатой горки 1 выше чем усилие на его отрыв то происходит разделение (при воздействии на клубень цилиндрического упругого элемента 10 вращающегося на встречу потоку вороха отбойного валика 9). Растительные остатки удаляются с рабочего органа картофелеуборочной машины в штатном режиме. Клубень после отрыва от столона и под действием силы тяжести скатывается вниз по рабочей ветви 3 пальчатой горки 1 на перегрузочный транспортер 7.

В случаях, когда на рабочей ветви 3 наклонной пальчатой горки 1 вместе с картофельным ворохом задерживаются почвенные комья, происходит следующее. В отличие от ситуации с клубнями, упругой деформации подвержены сами цилиндрические элементы 10 отбойного валика 9 (сила упругости меньше усилия, необходимого для разрушения почвенного комка). В результате чего зазор между рабочей ветвью 3 пальчатой горки 1 и элементами отбойного валика 9 увеличивает, что позволяет беспрепятственно пройти в него почвенным комкам и последовать за более мелкими фракциями примесей.

При оценке эффективности работы устройства для отделения корнеклубнеплодов от примесей, как и ранее, будем использовать следующие базовые показатели, регламентируемые агротехническими требованиями:

- потери клубней;
- повреждения клубней;

Проанализируем последовательно каждый из них.

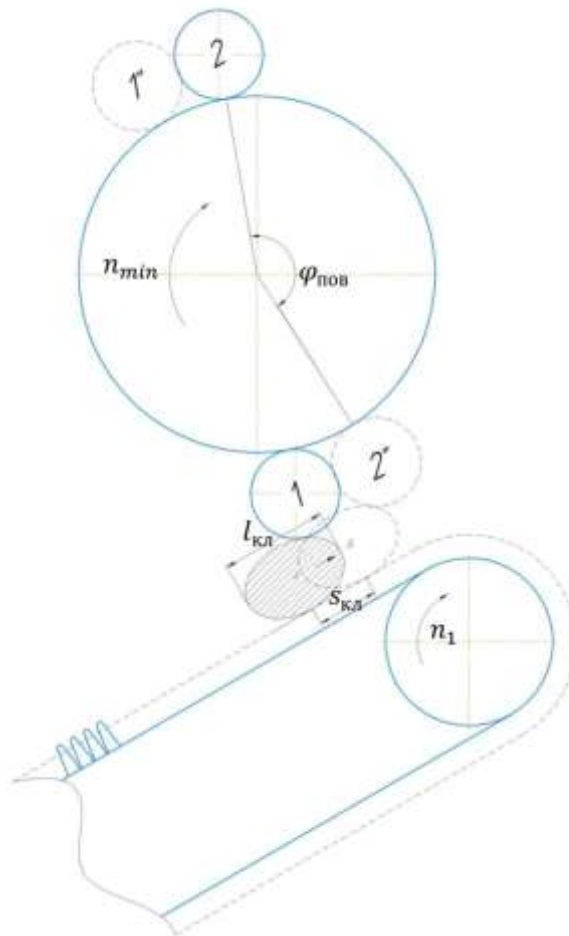
В первых это потери клубней. Здесь необходимо рассматривать два неблагоприятных варианта:

- проскакивание клубней между цилиндрическими надувными элементами устройства для отделения корнеклубнеплодов от примесей;
- проскакивание клубней, за счет деформации цилиндрического надувного элемента устройства для отделения корнеклубнеплодов от примесей.

1. Проскакивание клубней. Для того чтобы клубни беспрепятственно не проходили между цилиндрическими надувными элементами устройство необходимо соблюдение следующего условия (рис. 2):

$$t_{\text{кл}} = \frac{S_{\text{кл}}}{\vartheta_k} \geq t_{\text{от}} = \frac{2\pi \cdot N}{n_{\text{min}}} \quad (1)$$

где:  $n_{min}$  - частота вращения отбойного валика,  $c^{-1}$ ;  
 $N$  - количество полных оборотов отбойного валика, ед;  
 $t_{от}$  - время, необходимое чтобы отбойный валик 2 переместился в точку 2", с;  
 $t_{кл}$  - время, необходимое чтобы клубень переместился из точки 3 в точку 3", с;  
 $S_{кл}$  - путь клубня, м;  
 $v_k$  - линейная скорость элеватора, м/с.



1 (1"), 2 (2") – позиция первого и второго цилиндрического надувного элемента;  $S_{кл}$  – путь клубня;  $n_1$  - частота вращения приводного вала пальчатой горки;  $n_{min}$  - частота вращения отбойного валика;  $\varphi_{пов}$  – угол перемещения цилиндрического надувного элемента;  
 $l_{кл}$  – длина клубня

Рисунок 2 – Схема расчета минимальной частоты вращения отбойного валика

Причем:

$$N = \frac{\varphi_{от}}{360^\circ} \quad (2)$$

где:  $\varphi_{пов}$  – угол перемещения цилиндрического надувного элемента, град.

Следовательно:

$$\frac{S_{\text{кл}}}{\vartheta_k} \geq \frac{2\pi \cdot \varphi_{\text{пов}}}{360^\circ \cdot n_{\text{min}}} \quad (2)$$

или

$$n_{\text{min}} \geq \frac{2\pi \cdot \varphi_{\text{пов}} \cdot \vartheta_k}{360^\circ \cdot S_{\text{кл}}} \quad (3)$$

Примем что в зависимости от сорта картофеля:

$$S_{\text{кл}} = 0,5 \div 0,7 \left( \frac{l_{\text{кл}}}{2} \right) \quad (4)$$

При этом величины  $S_{\text{кл}}$  и  $\varphi_{\text{пов}}$  будут зависеть от размерных характеристик клубней возделываемого сорта картофеля.

Окончательно получим формулу для нахождения  $n_{\text{min}}$ :

$$n_{\text{min}} \geq \frac{2\pi \cdot \varphi_{\text{пов}} \cdot \vartheta_k}{360^\circ \cdot \left( 0,5 \div 0,7 \left( \frac{l_{\text{кл}}}{2} \right) \right)} \quad (5)$$

Полученное выше неравенство позволяет установить минимальную частоту вращения отбойного валика разработанного устройства для отделения корнеклубнеплодов от примесей.

Подставив действительные значения, было установлено, что частота вращения отбойного валика разработанного устройства для отделения корнеклубнеплодов от примесей должна находиться в диапазоне от 81 до 131 об/мин.

### ***Библиографический список***

1. Паршков, А. В. Совершенствование технологического процесса и органа вторичной сепарации картофелеуборочной машины : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Паршков Андрей Викторович. – Рязань, 2008. – 172 с.

2. Патент на полезную модель № 215305 U1 Российская Федерация, МПК А01D 33/08. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей : № 2022109072 : заявл. 05.04.2022 : опубл. 08.12.2022 / С. Н. Борычев, М. А. Липатова, А. В. Шемякин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

*Липин В.Д., канд. техн. наук,  
Даниленко Ж.В.,  
Подлеснова Т.В.,  
Безруков А.В.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, Рязань, РФ*

## **ПРОПАШНОЙ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ КУЛЬТИВАТОР РКТ, ПРИНЯТЫЙ ЗА БАЗОВУЮ МАШИНУ**

Пропашные культиваторы предназначены для ухода за пропашными культурами. Пропашные культиваторы, имеющие однотипные рабочие органы, отличались шириной захвата [1].

В советские времена технологии возделывания пропашных культур, причем от Калининградской области до Сахалина предусматривали междурядья 45, 70 и 90 см. Заводы, изготавливающие автотракторную и сельскохозяйственную технику, были практически монополистами.

Россия является экспортером нефти, газа, минеральных удобрений, древесины. Однако при рыночной экономке в России необъяснимо увеличились цены на углеводороды, которые сказались на себестоимости сельскохозяйственной техники. От Владивостока до Уральских гор расстояние от областных городов, в которых имелись крупные заводы, составляет от 600 до 1500 км. В результате транспортные расходы сказываются на стоимости приобретения машин и другой продукции. С одной стороны, это плохо, а с другой стороны в России появляются новые заводы, которые выпускают машины и другую продукцию для своего региона. Заводы начали выпускать универсальные комбинированные машины, которые за один проход агрегата выполняют несколько технологических операций.

Важнейшая задача решается по разработке энергосберегающих технологий и получение экологически-чистой возделываемой культуры [2, 3, 4, 5]

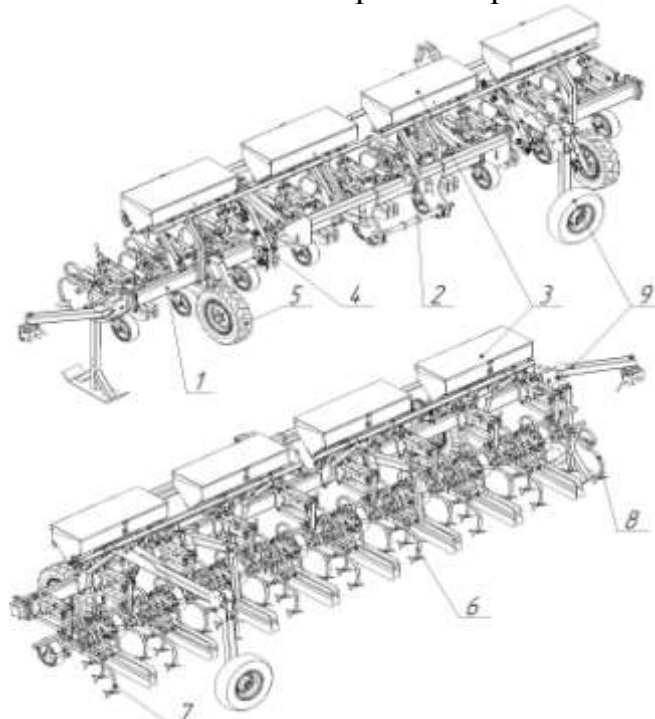
Пропашной универсальный культиватор РКТ [6] хорошо зарекомендовал себя при уходе за посевами сахарной свеклы, подсолнечника, сои, кукурузы и других пропашных культур. Культиватор РКТ хорошо себя зарекомендовал себя. Имеется возможность быстро перенастроить культиватор для ухода за пропашными культурами возделываемых с междурядьями 45 или 70 см.

Культиватор пропашной универсальный РКТ навесной (рисунок 1) состоит из балки 1, сцепки 2, туковой системы 3, редуктора туков 4, секций 6, секции левой 7, секции правой 8, транспортного устройства 9. Культиватор перекачивается на опорно-приводных колесах 5.

Пропашной трактор с навешанным на сцепку культиватором заезжает на междурядья посевов так, чтобы захватить 8 или 12 рядков, посеянных сеялкой за один проход. При этом преследуется цель не подрезания культурных

растений. Рабочие органы культиватора за счет наклона лап, массы культиватора и скорости агрегата входят в почву.

Лезвия сошников (лап) подрезают корни сорняков, а почва, поднимаясь по рабочим органам (лапе) и падая с них, крошится. Защитные доски, установленные по краям секций, предотвращают присыпания обрабатываемых растений, при работе на повышенных скоростях пропашного агрегата.



1 – балка; 2 – сцепка; 3 – туковая система; 4 – редуктора туков; 5 – опорно-приводное колесо; 6 – секция; 7 – секция левая; 8 – секция правая; 9 – транспортное устройство

Рисунок 1 – Общий вид культиватора с туками РКТ

При использовании культиватора с туковой системой, одновременно с обработкой почвы происходит внесение минеральных удобрений. Туковысевающий аппарат, получающий привод дозаторов от опорно-приводного колеса, подает минеральные удобрения на поверхность почвы или в специальный рабочий орган (подкормочный сошник) для заделки в почву на определенную глубину с одной или с двух сторон рядка растений на некотором удалении от него.

При оборудовании культиватора подпружиненным стабилизирующим диском, культиватор, двигаясь по междурядью обрабатываемых посевов, обеспечивает точность вождения агрегата на повышенных скоростях.

При установленных окучниках почва, подрезанная стрелчатой лапой, поднимается по рабочей поверхности отвала и крыльями сбрасывается на рядок растений.

В таблице 1 представлена техническая характеристика культиватора.

Для обеспечения работы пропашного агрегата перед сцепкой трактора с культиватором необходимо определить массу дополнительного балласта, который устанавливается на передний брус полурамы трактора (Рисунок 2).

Таблица 1 – Техническая характеристика универсального культиватора РКТ

Наименование		Единица измерения	Значение
Марка		-	РКТ
Тип культиватора		-	навесной
Культиватор агрегируется с тракторами класса тяги		кН	1,4 и выше
Рабочая скорость движения		км/ч	5-10
Ширина междурядий		см	45; 70
Рабочая ширина захвата	8 рядов 70 см	м	5,6
	12 рядов 45 см		5,4
Глубина обработки почвы, max		см	10
Масса культиватора сухая с туковой системой, без транспортного устройства	8 рядов 70 см	кг	1350
	12 рядов 45 см		1520

Необходимо соблюдать условие обеспечения безопасности, чтобы не менее 20% веса трактора приходилось на переднюю ось трактора, и вес, приходящийся на тяги, не должен превышать 30% веса трактора.

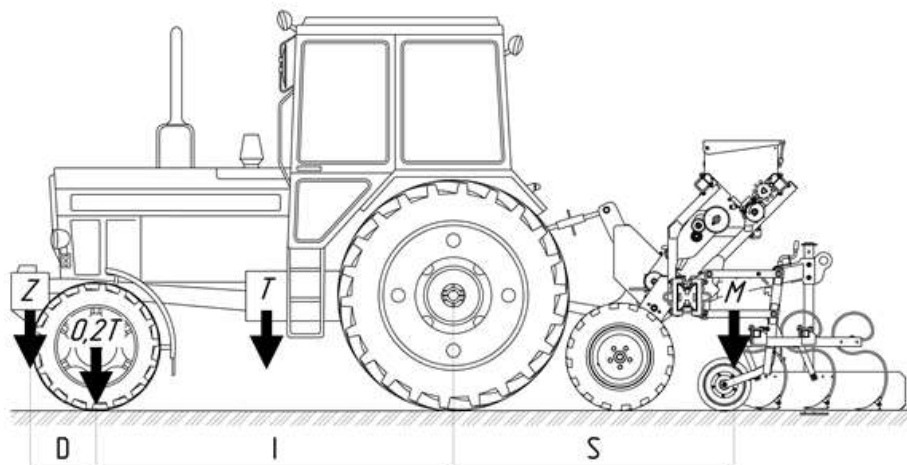
Данные рассчитываются по следующей формуле:

$$M \times S \leq 0,2 \times T \times I + Z \times (D + I), \quad (1)$$

$$Z = [(M \times S) - (0,2 \times T \times I)] / (D + I), \quad (2)$$

$$M \leq 0,3 \times T. \quad (3)$$

Давление в шинах трактора, должно быть одинаковым с обеих сторон (Рисунок 3). Культиватор навешивается на трактор с помощью трёхточечной навески.



Z – дополнительный балласт; 0,2T – вес трактора, приходящийся на переднюю ось трактора;  
 T – вес трактора; M – масса культиватора; D – расстояние от центра тяжести балласта до передней оси трактора; I – расстояние между осями переднего и заднего мостов трактора;  
 S – расстояний от оси заднего моста трактора до центра тяжести культиватора

Рисунок 2 – Схема распределения масс пропашного агрегата

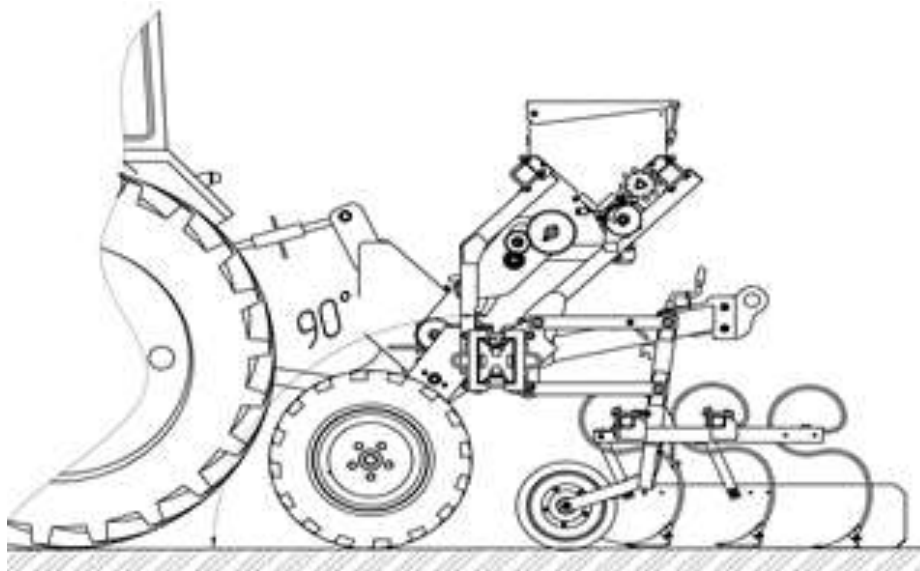


Рисунок 3 – Агрегатирование культиватора с трактором

Для перевода секции в рабочее положение необходимо поднять рычагом нижнюю часть трапеции секции (рисунок 4).

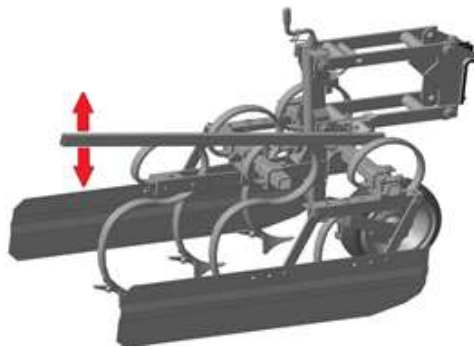


Рисунок 4 – Перевод секции в рабочее положение

Для перевода секции в рабочее положение упор механизма фиксации следует вывести из зацепления вручную (рисунок 5) и опустить секцию в рабочее положение.

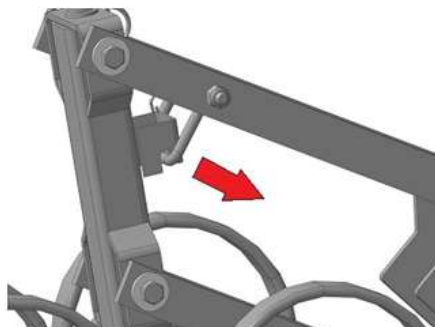


Рисунок 5 – Вывод упора механизма фиксации из зацепления

Чтобы сошники хорошо подрезали сорняки по всей ширине, они должны иметь перекрытия по ширине захвата не менее 3-5 см и быть хорошо заточенными. Рабочие органы по ширине захвата расставляют по схемам, представленным на рисунках 6 и 7.

Секция культиватора может быть с тремя пружинными сошниками для культивирования сахарной свеклы (рисунок 6) и пятью пружинными сошниками (рисунок 7) для культивирования кукурузы, подсолнечника, сои и т.д. Ширина секций изменяется путем перемещения на профильной балке и фиксируется зацепом. Пружинные стойки с лапами 1 (рисунок 8) перемещаются вдоль квадратной трубы и крепятся кронштейнами на соответствующих местах.

Защитные доски 2 (рисунок 8) предназначены для разрезания земляной корки перед пружинными сошниками, предупреждая таким образом поднятие корки в ряду и защищая молодые растения от повреждений.

Ширина защитной зоны во время первого культивирования должна быть 3-4 см с каждой стороны рядка, а во время второго и третьего культивирования она должна увеличиться из-за роста корневой системы и надземной части растения.

Опорно-приводные колеса культиватора и колеса трактора устанавливаются по середине междурядья.

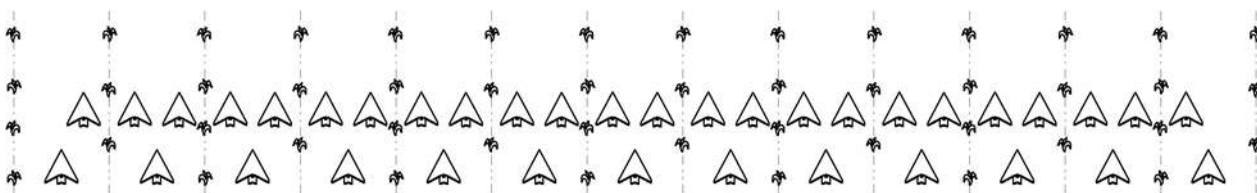


Рисунок 6 – Схема расстановки рабочих органов для проведения обработок посевов с междурядьями 45 см

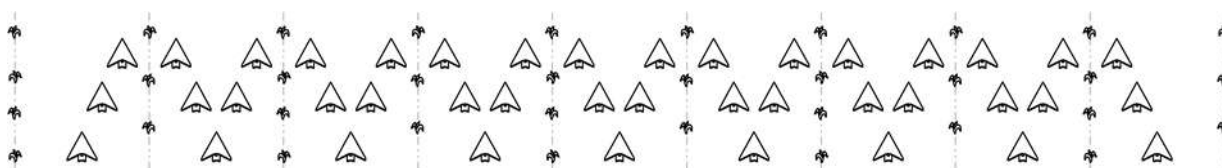
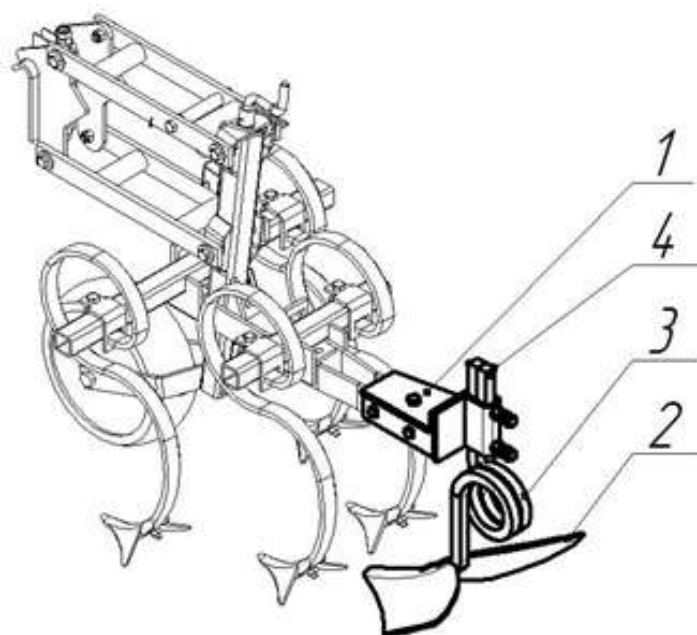


Рисунок 7 – Схема расстановки рабочих органов для проведения обработок посевов с междурядьями 70 см

Для окучивания пропашных культур на секции культиватора устанавливаются окучники, предназначенные для окучивания, уничтожения сорняков [7]. Окучник устанавливается вместо центральной стрельчатой лапы, на горизонтальную продольную балку. При этом снимаются защитные доски.

Окучник (рисунок 9), состоит из кронштейна 1, на которой закреплена пружина 3 и стойка 4, окучник 2, который установлен на пружине.





1 – кронштейн; 2 – окучник; 3 – пружина; 4 – стойка  
Рисунок 8 – Секция с установленным окучником

При движении окучника почва, подрезанная стрелчатой лапой, поднимается по рабочей поверхности отвала и крыльями окучника и сбрасывается на рядок растений. Необходимой ширины гребня достигают установкой соответствующей глубины окучника. Сорняк с глубоким корнем (корнеотпрысковые сорняки), главным образом уничтожается засыпанием.

Окучник не рекомендуется заглублять более 6 см. При этом не следует снимать передние рабочие органы.

При проведении научно-исследовательских работ по разработке энергосберегающей технологии возделывания и уборки экологически чистого картофеля [2, 3] сделан вывод, что за базовую машину для ухода за посадками следует принять культиватор пропашной универсальный РКТ, на который можно установить рабочие органы [8, 9,10, 11] для защиты картофеля от колорадского жука и его личинок [3].

### ***Библиографический список***

1. Карпенко, А.Н. Сельскохозяйственные машины: учебник / А. Н. Карпенко, И. В. Горбачев. - М. : Колос, 2004. С. 194-208.

2. Липин, В.Д. Энергосберегающая технология возделывания и уборки экологически чистого картофеля / В.Д. Липин, Т.В. Подлеснова, М.Д. Липин // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве : материалы национальной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Бычкова Валерия Васильевича, Рязань, 28 февраля 2023. – Рязань: РГАТУ, 2023. - С. 178-185.

3. Липин, В.Д. Колорадский жук / В.Д. Липин, Т.В. Подлеснова, В.П. Топилин // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных

процессов в АПК - 2023 : материалы научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н. профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2023. – Рязань: РГАТУ, 2023.- С. 104-110.

4. Липин, В.Д. Агротехнический способ защиты посадок картофеля от колорадского жука / В.Д. Липин, Т.В. Подлеснова, В.П. Топилин // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК – 2023 : материалы научно-практической конференции, Рязань, 24 мая 2023 года – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 6-12.

5. Патент на полезную модель № 193862 U1 Российская Федерация, МПК А01М 5/04. Машина для защиты посадок картофеля от колорадских жуков и его личинок : № 2019113636/13 : заявл. 30.04.2019 : опубл. 19.11.2019 / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, В.Д. Липин [и др.] ; заявитель Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева.

6. Каталог деталей и сборочных единиц. Культиватор пропашной туковый РКТ-8. Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://tvk-ug.ru/wp-content/uploads/2022/01/katalog-rkt-8-2022.pdf>.

7. Патент на полезную модель № 219696 Российская Федерация, МПК А01В 13/02. Рабочий орган окучника : № 2023104330 : опубл. 01.08.2023 Бюл. № 22 / Ж.В. Даниленко, В.А. Макаров, А.В. Шемякин, В.Д. Липин : заявитель Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева.

8. Патент на полезную модель № 184623 U1 Российская Федерация, МПК А01М 5/04. Машина для защиты посадок картофеля от колорадских жуков и его личинок : № 2018114559/13 : заявл. 19.04. 2018 : опубл. 01.11.2018 / Н.В. Бышов, В.Д. Липин, М.Ю. Костенко [и др.] ; заявитель Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева.

9. Патент на изобретение № 2469533 С1 Российская Федерация, МПК А01М 5/04. Устройство для сбора колорадского жука : № 2011125444/13 : заявл. 20.06.2011 : опубл. 20.12.2012 / Н.В. Бышов, И.Б. Тришкин, В.Д. Липин [и др.]; заявитель «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

10. Патент на полезную модель № 130203 U1 Российская Федерация, МПК А01М 5/04. Устройство для сбора колорадских жуков и других вредных насекомых: № 2013112059/13 : заявл. 18.03.2013 : опубл. 18.03.2013 / Н.В. Бышов, И.Б. Тришкин, В.Д. Липин [и др.] ; заявитель Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева.

11. Патент на полезную модель № 215890 U1 Российская Федерация, МПК А01В 13/02. Рабочий орган окучника: № 2022112210/11 : заявл. 04.05.2022 : опубл. 09.01.2023 / Х.М. Исаев, В.В. Кузнецов, А.И. Куприенко; заявитель Брянский государственный аграрный университет.

12. Грашков, С. А. Основные дефекты деталей рабочего органа скоростных плугов при абразивном изнашивании / С. А. Грашков, Е. В. Сазонов, Е. Е. Сивак // Современные материалы, техника и технология :

сборник научных статей 12-й Международной научно-практической конференции, Курск, 30 декабря 2022 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 112-117.

13. Основные тенденции развития высокопроизводительной техники для картофелеводства / Н. Н. Колчин, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. - 2012. - № 4. - С. 46-51

14. Проблемы и перспективы транспортной техники на селе/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. - 2015. - № 03 (107). - С. 443-458. - Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/03/pdf/31.pdf>.

15. Нургалиев, Л. М. Виды чизелевания почвы и требования, предъявляемые к ним / Л. М. Нургалиев, Н. Е. Лузгин // Материалы международной научно-технической конференции "i юбилейные чтения Бойко Ф. К.", посвященной 100-летию Бойко Ф. К., 21 февраля 2020 года. Том 2. - 2020. – С. 291-296.

**УДК 631.332.712**

*Липин В.Д. канд. техн. наук,  
Подлеснова Т.В.,  
Липин М.Д.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, Рязань, РФ*

### **КАРТОФЕЛЕСАЖАЛКА КС-01 ДЛЯ ПОСАДКИ СЕМЕННОГО КАРТОФЕЛЯ**

В семеноводческих хозяйствах иногда семенной картофель делят на две и три фракции. Часто при выращивании картофеля на семенные цели на участках высаживают клубни свыше 100 г., а также при выращивании на продовольственные цели, когда нет картофеля семенной фракции, клубни крупной фракции режут на дольки весом 40-60 г.

Рекомендуется высаживать клубни семенного картофеля – первой, второй и третьей репродукции. Клубни семенного картофеля супер-суперэлита, суперэлита, элита, выращивают в питомниках [1].

Экономически выгодно высаживать семенной картофель репродукции «суперэлита» или «элита». Приобретая при посадке клубней семенного картофеля репродукции «суперэлита» и «элита», имеется возможность получить продовольственный картофель, а также оставить на семена на ближайшие 3-5 лет [1].

Если покупать картофель у фермера или на рынке, используя как семена, тогда, как правило, картофелевода будет ждать разочарование. Зачастую можно приобрести картофель не только выродившийся, а также с накопившимися болезнями и вирусами, а также поврежденного проволочником. О высоком урожае картофеля останется только мечтать [1].

Клубни семенного картофеля должны быть определенной фракции. Согласно «ГОСТ Р 53136-2008 Картофель семенной. Технические условия» размер клубней семян картофеля по наибольшему поперечному диаметру для сортов с удлиненной формой составляет 28-55 мм, для сортов с округлой формой 30-60 мм.

Предприятия выпускают картофелесажалки для посадки картофеля на приусадебных и дачных участках, которые агрегируются с минитракторами и мотоблоками [2, 3, 4].

Картофелесажалка малогабаритная КС-01 предназначена для посадки семенного картофеля с одновременной заделкой в почву и образованием почвенного гребня на приусадебных участках и огородах (Рисунок 1). Агрегируется с мотоблоками среднего и тяжелого типа [4].

Техническая характеристика картофелесажалки КС-01 представлена в таблице 1.

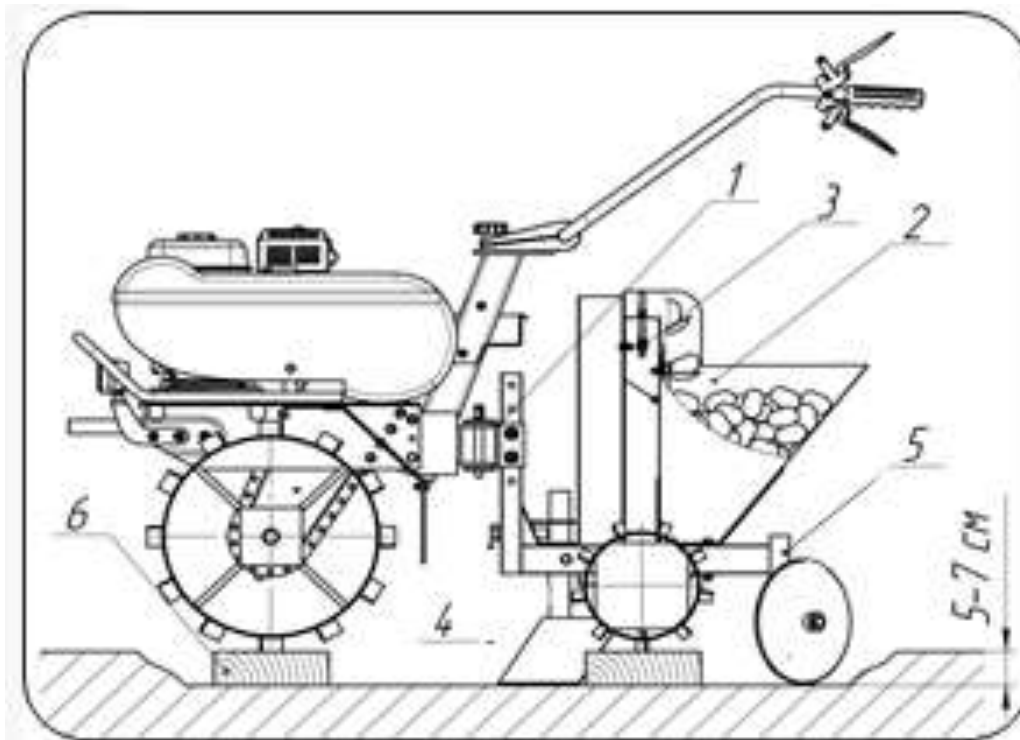


Рисунок 1 – Картофелесажалка КС-01  
Изготовитель ООО «Академия инструмента»

Таблица 1 – Техническая характеристика картофелесажалки КС-01

№ п/п	Наименование параметра	Ед. измерения	Значение
1	Объем бункера	л	35
2	Ширина колеи опорно-приводных колес	м	0,5-0,6
3	Шаг высадки клубней	м	0,17-0,22
4	Диаметр высаживаемых клубней	см	4-8
5	Габаритные размеры: длина; ширина; высота	мм	740 600 790
6	Масса нетто/брутто	кг	38/41

Картофелесажалку КС-01 необходимо установить на ровной площадке, в одном горизонтальном уровне с мотоблоком и с помощью универсального прицепного узла (Рисунок 2), установленного на высоту прицепной скобы мотоблока, зацепить без явных перекосов и уклонов [4]. Произвести загрузку картофеля в бункер количеством не более двух ведер.



1 – регулировка прицепного узла (задает горизонтальный уровень картофелесажалки в агрегате с мотоблоком; 2 – бункер для картофеля; 3 – регулировка натяжения транспортной ленты; 4 – регулировка глубины хода бороздореза; 5 – регулировка хода дисковых окучников по глубине и углу атаки; 6 – бруски дерева при регулировке глубины хода рабочих органов

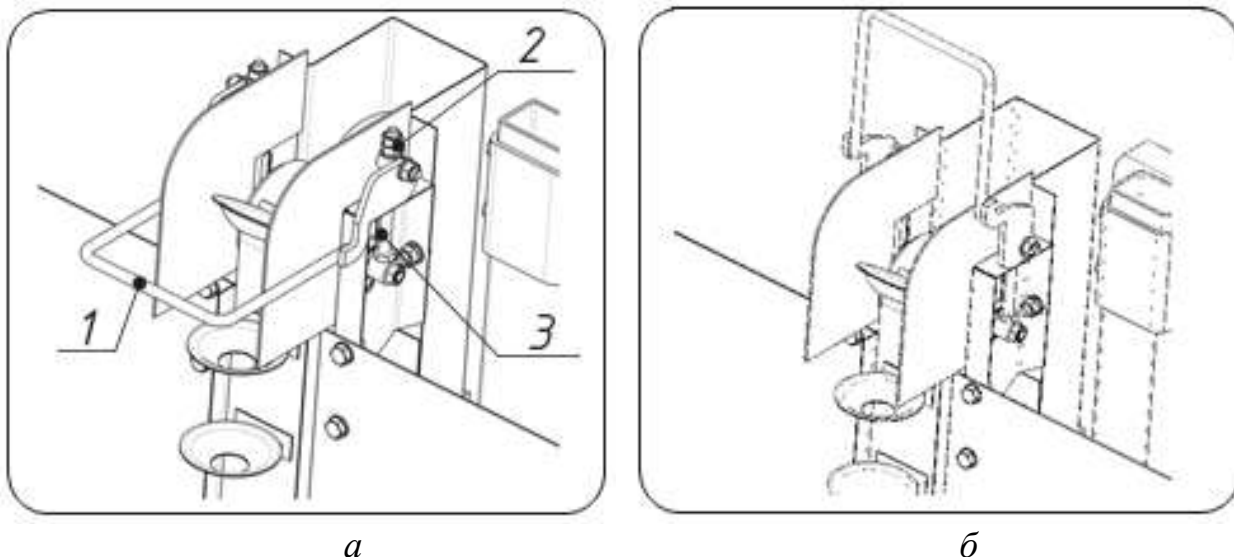
Рисунок 2 – Установка картофелесажалки КС-01 с мотоблоком на ровной площадке

Точность работы высаживающего элеватора обеспечивается первоначальным формированием картофеля в бункере «воронкой» от ленты элеватора.

Перед использованием проверить и при необходимости отрегулировать натяжение элеватора для этого:

- перевести рычаг отключения элеватора 1 в положение «Включено» (Рисунок 3, а);
- ослабить контргайки 2 узла натяжения;
- вворачивая или отворачивая гайки натяжителей 3, добиваются нужного натяжения ленты элеватора [4].

Регулировку натяжения ленты элеватора производят до исчезновения эффекта проскальзывания. Натяжной барабан должен равномерно, без зазоров и перекосов, плотно огибаться лентой.



а – Вид «Включено»; б – Вид «Выключено»; 1 – рычаг; 2 – контргайка; 3 – натяжитель  
 Рисунок 3 – Регулировка натяжения элеватора

При необходимости следует изменить стандартную норму высева клубней, следует заменить транспортерную ленту на поставляемую по индивидуальному заказу.

Для замены транспортерной ленты элеватора следует:

- при необходимости перевести рычаг отключения элеватора в положение «Выключено» (Рисунок 3, б);
- отпустить гайки узла натяжения, тем самым ослабив натяжения ленты;
- повернуть ленту так, чтобы петлевой шарнир расположился в удобном месте;
- извлечь ось шарнира, разъединить и извлечь ленту;
- установка ленты выполняется в обратном направлении.

Для выполнения поворотов, разворотов и т. п. без подачи клубней необходимо отключить элеватор. Для этого следует перевести рычаг отключения в положение «Выключено» (Рисунок 3, б).

Регулировка бороздореза и дисковых окучников влияет на глубину заделки картофеля и зависит от выбранной агротехнологии посадки картофеля, степени подготовки почвы и мощности мотоблока.

Для выполнения регулировок необходимо установить картофелесажалку с мотоблоком на ровной площадке, ослабить крепление рабочих органов и поднять их в крайнее верхнее положение, слегка зафиксировать. Далее под колеса установить бруски дерева высотой равной необходимой глубины борозды за минусом погрешности на усадку почвы, после чего, опустить до уровня площадки рабочие органы, выставить нужный угол атаки дисковых окучников и зафиксировать данное рабочее положение. Для регулировки высоты и ширины гребня произвести настройку окучников:

- по высоте и ширине – ослабить болты, отрегулировать высоту и ширину окучников, затянуть болты;
- для изменения угла заграбления, ослабить болты, повернуть окучники на

нужный угол, затянуть болты [4].

Установка колес картофелесажалки и мотоблока выполняется согласованно на одну ширину колеи, равную ширине междурядья.

Колеса являются так же маркером и для соблюдения ширины междурядья достаточно каждый последующий ряд идти по следу колеса предыдущего [4].

На дачных и приусадебных участках картофелеводы стараются вырастить и получить экологически чистый картофель [5]. Посадки картофеля и других пасленовых культур от колорадского жука [6] защищают механическим, биологическим методами, а также народными средствами. К сожалению колорадский жук адаптируется к химическим и биологическим препаратам. Народные средства не всегда дают положительный эффект. Поэтому колорадских жуков и его личинок на дачных участках собирают вручную.

Для получения экологически чистого картофеля при уходе за посадками картофеля на мотоблок можно установить устройства для сбора колорадских жуков с пассивными рабочими органами [7, 8], а также активными рабочими органами машин для защиты посадок картофеля от колорадского жука и его личинок [9, 10, 11].

### ***Библиографический список***

1. Сад от А до Я ©. Электронный ресурс. – Режим доступа: [https://sad-i-ogorod.com/statji/chto\\_takoe\\_reprodukcija\\_kartofelya\\_elita\\_superelita\\_super\\_supere\\_lita/?ysclid=lrp8e3i2a5592940794](https://sad-i-ogorod.com/statji/chto_takoe_reprodukcija_kartofelya_elita_superelita_super_supere_lita/?ysclid=lrp8e3i2a5592940794) Сад от А до Я ©.

2. Руководство по эксплуатации. Картофелесажалка однорядная КС-100. – Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://kronos5.ru/upload/iblock/7f0/7f00396cd59731b7a3d25f8a45d8ee65.pdf> 3.

3. Руководство по эксплуатации. Картофелесажалка однорядная АПК-3. – Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://avtovelomoto.by/upload/iblock/516/m05gxslb0k39nzwqzpzp68ggq3hx3gwcvr/instruktsiya.docx>

4. Руководство по эксплуатации. Картофелесажалка малогабаритная КС-01. Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://static-eu.insales.ru/files/1/386/8454530/original/004813.pdf>

5. Липин, В.Д. Энергосберегающая технология возделывания и уборки экологически чистого картофеля / В.Д. Липин, Т.В. Подлеснова, М.Д. Липин // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве - 2023 : Материалы национальной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Бычкова Валерия Васильевича, Рязань, 28 февраля 2023. – Рязань: РГАТУ, С. 178-185.

6. Липин, В.Д. Колорадский жук / В.Д. Липин, Т.В. Подлеснова, В.П. Топилин // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК - 2023 : Материалы научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н. профессора, заслуженного деятеля науки и техники

РСФСР, академик РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2023. – Рязань: РГАТУ. - С. 104-110.

7. Патент № 130203 U1 Российская Федерация, МПК А01М 5/04. Устройство для сбора колорадских жуков и других вредных насекомых: № 2013112059/13 : заявл. 18.03.2013 : опубл. 18.03.2013 / Н.В. Бышов, И.Б. Тришкин, В.Д. Липин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева».

8. Патент № 183626 U1 Российская Федерация, МПК А01М 5/08. Устройство для сбора колорадских жуков и других вредных насекомых: № 2018108748/13 : заявл. 12.03.2018 : опубл. 28.09.2018 / Н.В. Бышов, М.Ю. Костенко, В.Д. Липин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева.

9. Патент № 166954 U1 Российская Федерация, МПК А01М 5/08. Машина для сбора колорадских жуков и других вредных насекомых : № 2016113788/13 : заявл. 11.04.2016 : опубл. 20.12.2016 / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Д.Н. Бышов, В.Д. Липин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

10. Патент № 184623 U1 Российская Федерация, МПК А01М 5/08. Машина для защиты посадок картофеля от колорадского жука и его личинок : № 2018114559/13 : заявл. 19.04.2018 : опубл. 01.11.2018 / Н.В. Бышов, В.Д. Липин, М.Ю. Костенко [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

11. Патент № 193862 U1 Российская Федерация, МПК А01М 5/08. Машина для сбора колорадских жуков и его личинок : № 2019113636/13 : заявл. 30.04.2019 : опубл. 19.11.2019 / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, В.Д. Липин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

12. Государственная поддержка технологической трансформации аграрного производства / С. С. Никитин [и др.] // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : материалы IV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 15 ноября 2023 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2024. – С. 70-77.

13. Крючков, М.М. Инновационные элементы современных систем земледелия в АПК Рязанской области / М. М. Крючков, В. И. Левин, Я. В. Костин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2010. – № 3(7). – С. 8-11.

14. Перспективы развития современных трендов в растениеводстве и семеноводстве / В. И. Левин, Л. А. Антипкина, Р. Н. Ушаков, А. С. Ступин //



Аграрная наука в условиях модернизации и цифрового развития АПК России: Сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции, Курган, 14 апреля 2022 года / Под общей редакцией И.Н. Миколайчика. – Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2022. – С. 16-20.

15. Нургалиев, Л. М. Виды чизелевания почвы и требования, предъявляемые к ним / Л. М. Нургалиев, Н. Е. Лузгин // Материалы международной научно-технической конференции "I юбилейные чтения Бойко Ф. К.", посвященной 100-летию Бойко Ф. К., 21 февраля 2020 года. - Том 2. - 2020. – С. 291-296.

**УДК 615.8**

*Морозов А.С., канд. техн. наук,  
Фатьянов С.О., канд. техн. наук,  
Клочков А.Я., канд. техн. наук,  
Пустовалов А.П., д-р биол. наук,  
Кутейникова А.П.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ИЗМЕРЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МОЛОКА С ПОМОЩЬЮ ИНФРАКРАСНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

Инфракрасные анализаторы молока являются широко распространенным практическим методом тестирования образцов молока на содержание жира, белка и других входящих в него компонентов. Основной задачей успешного использования инфракрасных анализаторов является правильная установка и поддержание точной калибровки. Для получения точной калибровки инфракрасный анализатор необходимо периодически проверять, чтобы убедиться, что смещение начальной установки, повторяемость, эффективность продувки, линейность и гомогенизация соответствуют установленным стандартам производительности прибора [1, с. 184, 2, с. 309]. Как только эти критерии будут удовлетворены, можно установить и поддерживать основной диапазон для каждого показателя и поправочные коэффициенты [3, с. 17]. Для определения коэффициентов взаимной коррекции используются два разных подхода: сравнение с характеристикой в эталонных растворах или множественная регрессия неисправленных данных прибора по сравнению с химическими данными на большом количестве образцов молока.

Молочная промышленность нуждается в сведениях о содержании белка, лактозы в молоке. Для этого были разработаны инфракрасные анализаторы, которые быстро взяли на себя большую часть испытаний [4, с.212] Общее содержание сухих веществ можно оценить на основе комбинации трех основных сигналов и коэффициентов систематической ошибки. Переход от химического тестирования к инструментальному тестированию молока

поставил перед молочной промышленностью множество новых задач [5, с. 390].

Инфракрасные анализаторы молока являются вторичными методами тестирования и должны быть откалиброваны в соответствии с эталонными химическими методами. Это производится для каждого компонента молока, измеренного на инфракрасном анализаторе [6, с. 155]. Поскольку первичные нескорректированные сигналы, формирующие все показатели (жир, белок и лактоза), влияют на окончательное значение теста по каждому показателю, важно, чтобы механические и электрические характеристики прибора соответствовали минимальным требованиям по всем показателям [7, с. 257]. Общей задачей является создание высокоточных процедур калибровки оборудования для инфракрасного тестирования молока для использования во всей молочной промышленности [8, с. 11].

Чтобы получить точную калибровку прибора, существует несколько характеристик работы прибора, которые перед калибровкой должны быть в пределах допустимых значений. Если это не так, то прибор подлежит ремонту перед калибровкой [9, с. 39].

Подготовку к работе инфракрасного анализатора можно разделить на несколько этапов:

- 1) определение дрейфа нуля;
- 2) проверка повторяемости;
- 3) проверка эффективности продувки;
- 4) проверка линейности по лактозному и белковому каналам;
- 5) проверка линейности по жировым каналам;
- 6) проверка эффективности гомогенизации.

Цель определения дрейфа нуля – определить, способен ли прибор поддерживать достаточно стабильные нескорректированные показания нуля на всех каналах. Сразу после того, как ячейка и проточная система прибора были очищены в соответствии с процедурой, рекомендованной производителем, и полностью промыты водой, проводились измерения дрейфа нуля [10, с. 55]. Обнуляются значения по всем каналам до  $+0,01\%$ .

После оценки дрейфа нуля следует выполнить проверку повторяемости. Цель проверки состоит в том, чтобы определить, способен ли прибор последовательно получать одинаковое тестовое значение для образца молока по всем каналам. Сначала следует очистить все каналы, промыв водой. Затем с помощью прибора нужно провести 20 повторных циклов проверки образца гомогенизированного молока. Дрейф нуля должен составлять менее  $0,02\%$ . Тот же тест следует повторить с образцом сырого молока и оценить по тем же критериям для проверки повторяемости [11, с. 415].

Цель проверки линейности характеристики белковых каналов состоит в том, чтобы определить, реагирует ли прибор на линейную зависимость концентраций лактозы и белка. Линейность прибора по лактозному и белковому каналам можно проверить одновременно с серией разведений сгущенного обезжиренного молока. Ожидаемые показания разбавленного

обезжиренного молока показаны на графике в зависимости от наблюдаемых показаний прибора для образцов (Рисунок 1).

Линейная регрессия строится для данных по лактозе по белку. Наклон каждой линии должен быть близок к 1. Если зависимость нелинейная, то прибор следует отрегулировать до получения линейной зависимости. Аналогичную проверку линейности необходимо произвести по каналу жирности [12, с.249].

Проверка эффективности гомогенизации — это простой, но важный тест на повторную калибровку, особенно для приборов, использующих фильтр для определения содержания жира. Целью теста на эффективность гомогенизации является определение того, разбивает ли гомогенизатор прибора жировые шарики на достаточно мелкие размеры, позволяющие прибору давать точные результаты испытаний без помех из-за рассеяния света большими жировыми шариками.

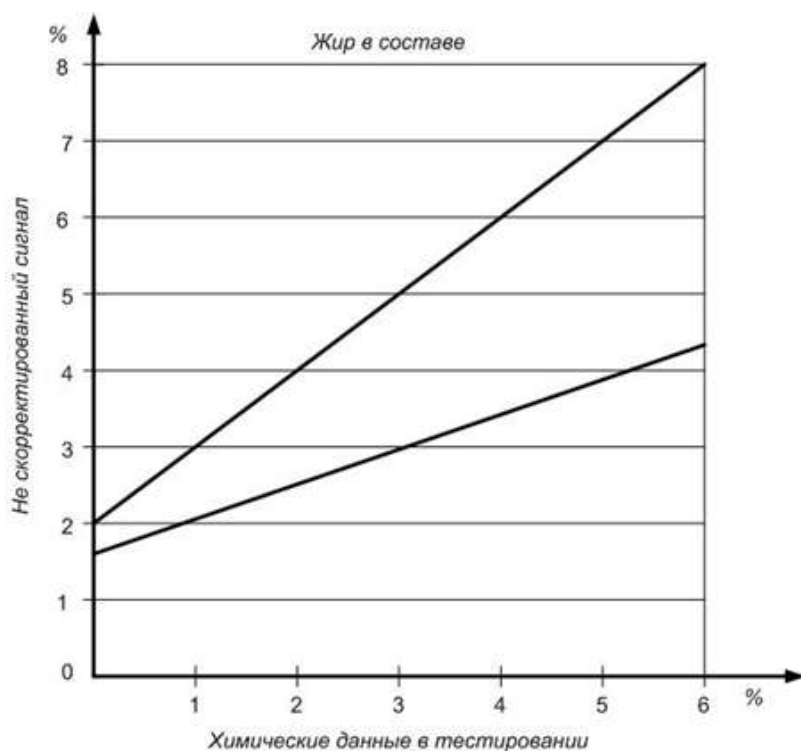


Рисунок 1 – График полученных ИК сигналов по определению параметров молока

Последовательность операций настройки инфракрасного анализатора для преобразования инфракрасного сигнала в калиброванные результаты представлены на рисунке 2. Регулировка линейности отклика нескорректированного сигнала должна выполняться до регулировки основного наклона характеристики [13, с. 173].

После установления линейности перед калибровкой следующим шагом является установка основного наклона характеристики нескорректированных сигналов для каждого канала.

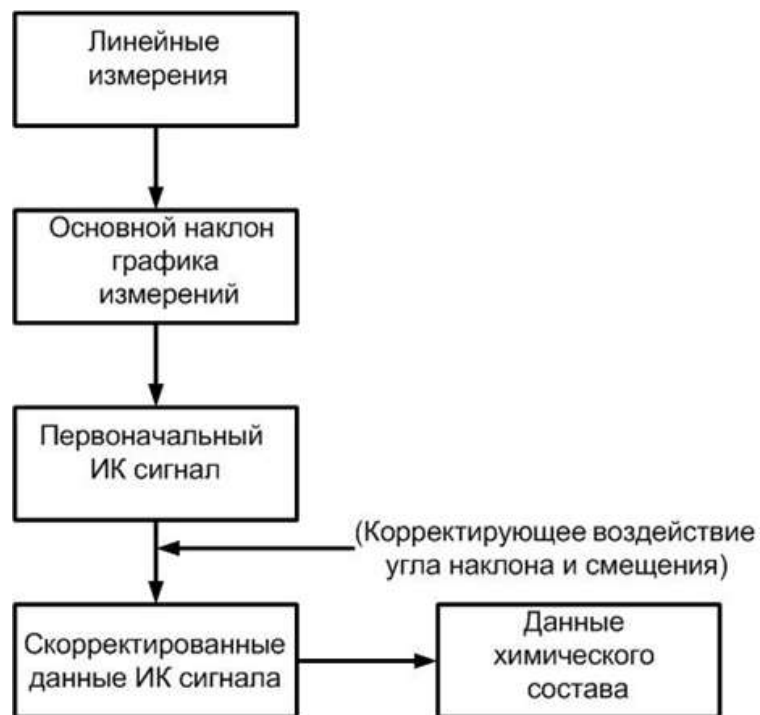


Рисунок 2 – Получение химического состава молока с помощью ИК сигнала

Первичный наклон следует корректировать и устанавливать после линейности, но до взаимоправочных коэффициентов, вторичного наклона и смещения, а также соотношения жира А и В. Первичный наклон определяет реакцию изменения нескорректированного сигнала на каждом канале и изменения концентрации измеряемого компонента на этой длине волны. Для установки основного наклона характеристики использовались два разных подхода [14, с. 155].

Первый наиболее распространенный подход использует отдельные концентрации каждого из трех химических растворов (бутиролактона, пропионата кальция и моногидрата лактозы) для установки единых значений первичного наклона для жирового, белкового и лактозного каналов соответственно. Пример канала по жиру В показан на рисунке 1. Нижняя линия на рисунке 1 представляет собой пример инфракрасного нескорректированного сигнала, установленного с помощью регулятора первичного наклона характеристики для считывания 3,0% нескорректированного жира в канале жира В, когда молоко с помощью этого прибора проверяется на настоящем химическом тесте с содержанием жира 3,0%. По наклону этой линии видно, что в диапазоне действительных химических значений молочного жира нескорректированный сигнал увеличивается только примерно на 0,41%, когда показатель, полученный химическим способом, увеличивается почти на 1%. Чтобы преобразовать этот нескорректированный сигнал жира В в калиброванный окончательный результат, коэффициенты взаимной коррекции лактозного и белкового каналов (или вторичный наклон) должны обеспечить почти 60% результата теста жира В.

Второй метод установки первичного наклона нескорректированного сигнала можно реализовать, используя пары проб молока с известным химическим составом для каждого компонента (жира, белка и лактозы). Обе выборки проверяются, и первичный наклон нескорректированных данных на каждом канале корректируется до тех пор, пока разница в нескорректированных данных не изменится.

При изменении концентрации любого сухого компонента молока меняется и концентрация воды, и это влияет на нескорректированные показания инфракрасного излучения по всем каналам. Во-вторых, каждый из сухих компонентов молока может вносить непосредственный вклад в поглощение инфракрасного излучения на каждой из других длин волн [15, с.37]. Таким образом, существуют две основные причины влияния на поглощение одного сухого компонента молока из-за изменения концентрации другого сухого компонента молока: эффекты вытеснения воды и спектральные влияния [16-23].

В дальнейших исследованиях необходимо решить следующие задачи:

- обеспечить высокоточные данные о составе молока для установления его стоимости;
- дать рекомендации по формированию молочного стада с лучшими показателями;
- установить единые принципы предварительной калибровки;
- установить рекомендации по основному наклону характеристики и взаимной коррекции, определения и корректировки факторов;
- оптимизировать и стандартизировать процедуры калибровки инфракрасных анализаторов.

### ***Библиографический список***

1. Нарядчиков, А.С. Применение электромагнитной энергии для обеззараживания воды в животноводстве фермерских хозяйств / А.С. Нарядчиков, С.О. Фатьянов, А.С. Морозов // Научно-практические аспекты инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений. Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства РФ, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева». - 2020. - С. 183-187.

2. Анализ ламп применяемых для переменного оптического облучения рассады овощных культур в теплицах / А.С. Морозов и др. // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции. - 2019. - С. 305-310.

3. Морозов, А.С. Повышение эксплуатационной надежности электродвигателей в медицине / А.С. Морозов, И.И. Садовая, С.О. Фатьянов // Естественнонаучные основы медико-биологических знаний: Материалы

всероссийской конференции студентов и молодых ученых с международным участием. - 2017. - С. 16-18.

4. Танабаев, А.С. Анализ методов защиты электродвигателей погружных насосов / А.С. Танабаев, С.О. Фатьянов, А.С. Морозов // Материалы всероссийской национальной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина. ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ им. П.А. Костычева. Совет молодых ученых. - 2020. - С. 208-213.

5. Анализ способов сушки и предпосевной обработки зерна в сельском хозяйстве / Е.С. Семина и др. // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции. - 2019. - С. 388-391.

6. Копаев, С.А. Анализ способов защиты асинхронных электродвигателей от несимметричных режимов работы / С.А. Копаев, С.О. Фатьянов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2017. - № 2 (5). - С. 153-157.

7. Фатьянов, С.О. Исследование и анализ использования биогазовых установок в АПК / С.О.Фатьянов, С.В. Карловский // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса: Материалы Национальной науч.-практ. конференции. Рязанский ГАТУ им. П.А. Костычева. - 2019. - С. 254-258.

8. Evaluation of biophysical parameters of the cardiovascular system in the experiment / A. Pustovalov [et al] // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. - 2020. - Т. 11. - № 4. - С. 11A04A.

9. Чураков, Е.П. О марковском подходе к задаче интерпретации результатов косвенных экспериментов / Е.П. Чураков, С.О. Фатьянов // Перспективные методы планирования и анализа экспериментов при исследовании случайных полей и процессов. - 1988. - С. 38-39.

10. Способы и технические средства для обеззараживания молока на фермах с использованием электрофизических методов / Д.М. Евдокимов и др. // Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства РФ; Рязанский ГАТУ им. П.А. Костычева», Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ. - 2019. - С. 52-56.

11. Повышение эффективности работы солнечных фотоэлектрических панелей / Н.Г. Кипарисов и др. // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции. - 2019. - С. 412-416.

12. Фатьянов, С.О. Перспектива применения сои в качестве добавки в корм / С.О. Фатьянов, А.С. Морозов, А.А. Ивушкин // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса: Материалы Национальной науч.-практ. конференции. Рязанский ГАТУ им. П.А. Костычева. - 2019. - С. 246-250.

13. Морозова, Н.С. Применение аэроионизации для повышения продуктивности птицеводческой продукции / Н.С. Морозова, С.О. Фатьянов, А.С. Морозов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского ГАТУ им. П.А. Костычева. - 2020. - № 2 (11). - С. 170-174.

14. Макаров, А.Ю. Современные методы и устройства компенсации реактивной мощности / А.Ю. Макаров, С.О. Фатьянов // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве : Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России. Министерство сельского хозяйства РФ; ФГБОУ ВО «Рязанский ГАТУ им. П.А. Костычева». - 2017. - С. 153-156.

15. Игнатов, В.Д. Повышение посевных качеств семян с помощью электромагнитных технологий / В.Д. Игнатов, С.О. Фатьянов, А.С. Морозов // Материалы всероссийской научно-практической конференции посвящённой 40-летию со дня организации студенческого конструкторского бюро (СКБ). Министерство СХ РФ; ФГБОУ ВО «Рязанский ГАТУ им. П.А. Костычева»; Всероссийский фестиваль науки НАУКА 0+ студенческого конструкторского бюро РГАТУ им. П.А. Костычева; Совет молодых учёных РГАТУ им. П.А. Костычева. - 2020. - С. 34-38.

16. Проблемы и перспективы развития молочного скотоводства на региональном уровне / А. Ф. Дорофеев [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 6. – С. 156-163.

17. Спектральный состав излучения комбинированных облучательных приборов для сельского хозяйства / Н. Б. Нагаев [и др.] // Инженерные решения для АПК: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 83-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязань, 16 ноября 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 118-124.

18. Повышение энергоэффективности облучения в сельском хозяйстве / Н. Б. Нагаев, Д. В. Сусов, А. А. Тельнова, Ю. А. Рубина // Инженерные решения для АПК : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 83-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязань, 16 ноября 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 136-142.

19. Некрашевич, В. Ф. Выведение молока из вымени коровы доильным аппаратом / В. Ф. Некрашевич, В. М. Ульянов // Техника в сельском хозяйстве. – 2008. – № 3. – С. 15-17.

20. Комплексное изучение молочной продуктивности коров голштинской породы и физико-химических свойств молока в условиях импортозамещения / Г.В. Уливанова [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2022. – Т. 14. – № 2. – С. 117-124.

21. Туников, Г.М. Эффективная организация производства молока в условиях крупного роботизированного комплекса / Г.М. Туников, К.К. Кулибеков, В.А. Позолотина // Совершенствование системы подготовки и

дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : материалы национальной научно-практической конференции. Рязань, 14 декабря 2017 года. – Рязань: РГАТУ. – 2017. – С. 208-212.

22. Ветеринарно-санитарная экспертиза творога, производимого ООО "АМК Рязанский" города Рязани / Е. В. Киселева, И. Ю. Быстрова, К. А. Герцева, В. В. Кулаков // Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса : материалы 69-ой Международной научно-практической конференции, Рязань, 25 апреля 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2018. – С. 222-226.

23. Кулаков, В. В. Зооветеринарная оценка экономических потерь при производстве молока в ООО "Рассвет" Захаровского района Рязанской области / В. В. Кулаков, Э. О. Сайтханов, К. А. Герцева // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции (Международные Бочкаревские чтения), посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКСР, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. Рецензируемое научное издание, Рязань, 06–09 декабря 2018 года . – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 419-425.

**УДК 628.9.631.23**

*Морозов А.С., канд. техн. наук,  
Фатьянов С.О., канд. техн. наук,  
Пустовалов А.П., д-р биол. наук,  
Мишина Т.О.,  
Кутейникова А.П.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ВЛИЯНИЕ ПОЛИВА И ПОДОГРЕВА ВОДЫ НА ВЫРАЩИВАНИЕ САЛАТА В ТЕПЛИЦАХ**

В регионах с холодным климатом низкая температура воды для полива, является одной из причин низкой урожайности. Растения испытывают термический стресс, который ухудшает рост тепличных культур[1, с. 308]. В данной статье рассматривается система подогрева воды для полива и предлагается повысить температуру воды за счет использования избыточного тепла в теплице [2, с. 186]. Результаты экспериментов показали, что температура воды увеличивается с увеличением скорости воздуха, обдувающего теплообменник. Увеличение среднесуточной температуры воды при этом достигало максимального значения в 8,6°С при движении воздуха со скоростью 4,5 м/с. При установке теплообменника на высоте 3,0 м, емкость коллектора увеличилась с 6,0% до 17,8% и по сравнению с теплопроизводительностью на высоте 1,5 м и 0 м, соответственно. Температура воды в конце эксперимента составляла 22,0 - 32,2°С, а коэффициент полезного



действия (КПД) установки был оптимальным[3,с.210]. Загрязнение поверхности теплообменника незначительно повлияло на теплосборную способность системы. Полив теплой водой значительно способствовал росту салата и увеличил среднюю урожайность на 15,9%.

Тепличные растения с корневой системой, рассчитанной на определенный микроклимат, при поливе холодной водой испытывают стресс, снижается плодоносность, особенно в зимний период, когда снижена солнечная среднесуточная активность[4, с. 17]. Для хозяйств, выращивающих овощные культуры, исследования полива теплой водой в основном проводились на листовых культурах. Эксперименты на салате показали, что нагревание питательного раствора до температуры в 22°C увеличило выход продукции на 31,4% по сравнению с поливом без нагрева, что показывает актуальность подогрева[5, с. 257]. Водоснабжение является решающим фактором для получения высокого урожая и качества овощных культур, так как вода регулирует физиологическое и биохимическое состояние растения. Широко используемые в хозяйствах меры по нагреву воды в основном опираются на солнечную энергию и сжигание невозобновляемых ресурсов [6, с. 390].

Технология обогрева избыточным теплом воздуха в солнечных теплицах включает систему теплообмена земля-газ и технологию тепловых насосов на отходах воздуха, которые могут хранить избыточное парниковое тепло в течение дня. Скорость движения воздуха является важным фактором, влияющим на теплообмен, и определяет эффективность поглощения тепла системой[7,с.155].

Наблюдается негативное влияние потемнения поверхности теплообменника на эффект нагрева системы. На рисунке 1 показано, что изменение температуры воды в системе, где поверхности теплообменника были затемнены. Разница в температуре воды между затемненной и незатемненной поверхностью составили 0,1°C. Анализ показал, что низкая температура воздуха на выходе вентилятора приводит к тому, что вода не эффективно поглощает солнечное излучение[8, с. 39].

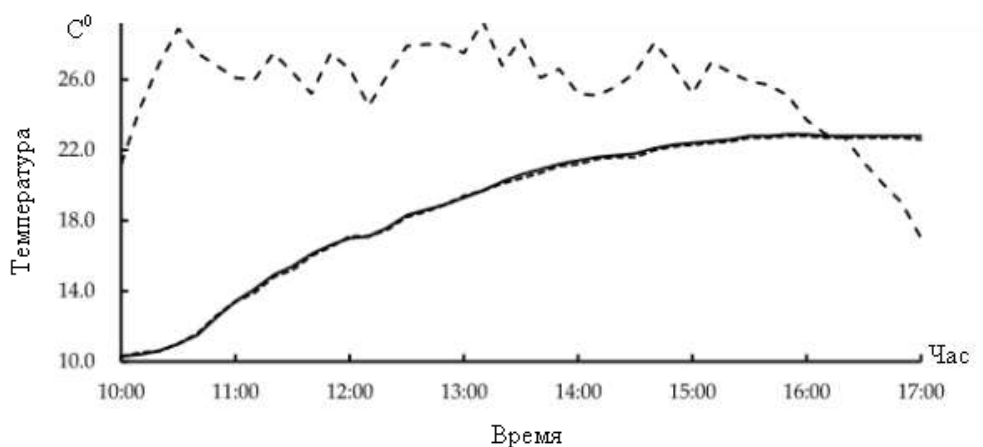


Рисунок 1 – Температурная зависимость поверхности теплообменника с затемненной (-----) и незатемненной (----) и со светлой поверхностью (----)

Для анализа были выбраны последовательно солнечные дни (с 28 по 31 января 2023 г.). Диапазон минимальной и максимальной температуры воздуха в помещении теплицы в этот период изменялся от 3,8°C до 29,0°C. В утренние часы температура воздуха в помещении постепенно повышается, а далее выравнивается и остается на установившемся уровне [9,с.55].

Средняя максимальная температура воды за четыре дня составила 23,2°C, достигнув подходящей для полива салата температуры в 11,2°C. Благодаря нормальной вентиляции теплицы температура в помещении была выше 26,0°C. Температуру можно повысить, увеличив толщину теплоизоляционного материала [10, с. 11]. Общая теплоемкость системы составляла 5,6-10,9 МДж.

Анализ влияния орошения теплой водой на температуру почвы в теплице проводился в период с 19 по 20 января 2023 г. Рисунок 3 показывает, что орошение теплой водой увеличило температуру почвы не более чем на 4,0°C в течение 6,0 ч после ирригационной обработки [11,с.249].

Высота растений в контрольной зоне (СК) и тестовой зоне (Т) оказалась значительной после 35 дней орошения теплой водой [12, с.173]. При сборе урожая высота растений в СК и Т составили 20,33 см и 23,26 см соответственно, увеличившись примерно на 9,6 см [13,с.155]. При сборе урожая в СК и Т диаметр стержня салата составили 17,07 мм и 17,89 мм соответственно, т.е. увеличение составило 4,8%. Результаты показали, что орошение теплой водой значительно способствовало росту салата: увеличилась площадь поверхности корней салата, количество кончиков корней, количество листьев, площадь листьев увеличились на 16,4%, 14,3%, 8,7%, и 16,7% (соответственно по дням) по сравнению с контрольной группой. Результаты показывают, что теплая вода улучшила получение питательных веществ растением и впитывание воды.

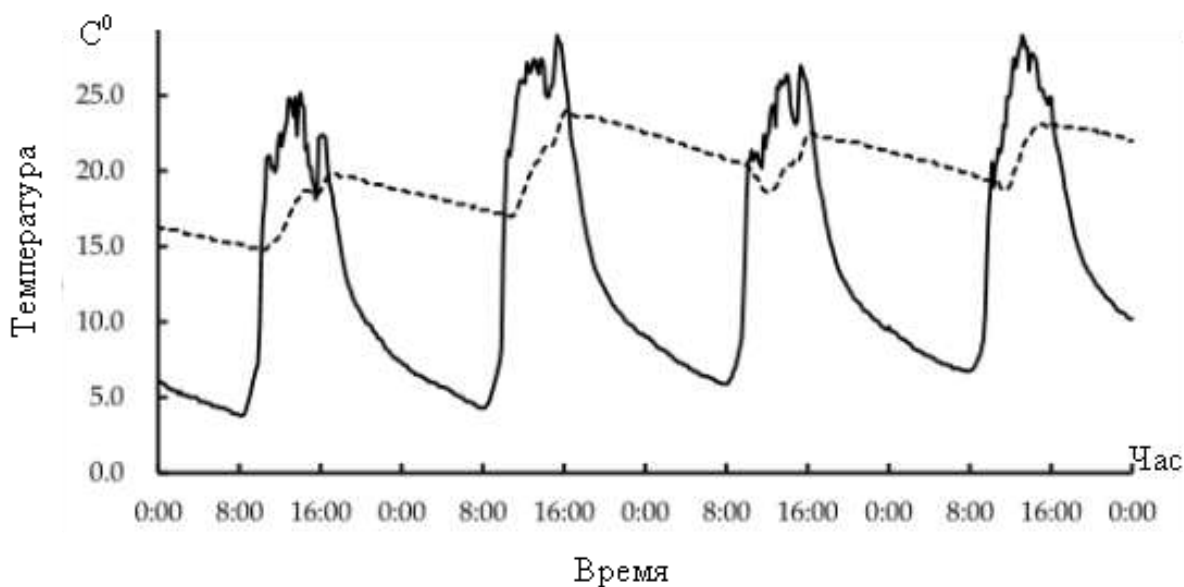
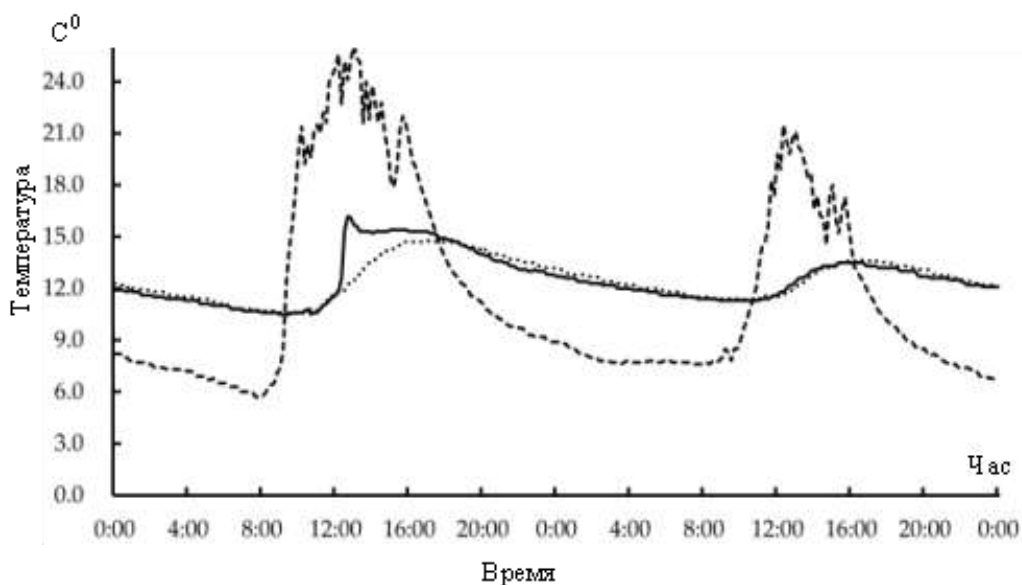


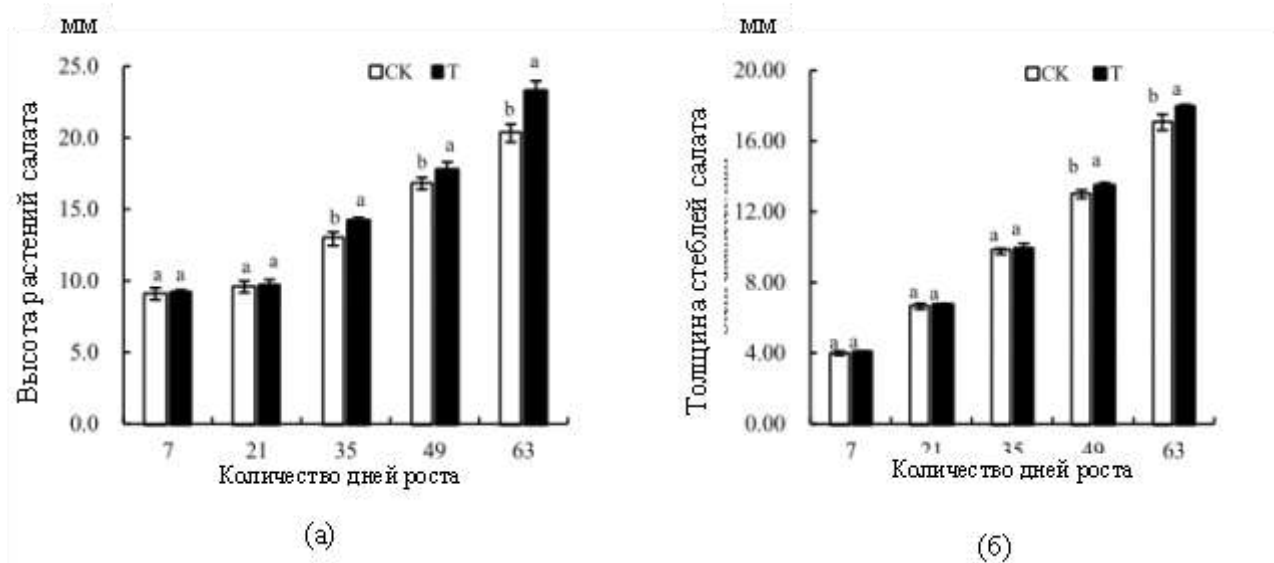
Рисунок 2 – Изменение температуры воды в теплицах для выращивания салата в солнечных условиях

Последующие исследования должны быть направлены на изучение температурного поля и характеристик пространственного распределения воды в корнеобитаемой зоне при орошении теплой водой для различных режимов выращивания и разработку соответствующие математические модели [14, с. 415]. Кроме того, необходимо изучить оптимальные стратегии контроля температуры корневой зоны и температуры воздуха, чтобы обеспечить более подходящую среду для роста растений и снизить влияние низкотемпературного стресса на рост растений.



..... температура воздуха в теплице; — температура почвы в зоне орошения теплой водой; ----- температура почвы в зоне орошения холодной водой

Рисунок 3 – Влияние орошения подогретой водой на температуру почвы для салата



а – Влияние орошения теплой водой на высоту растений салата;

б – влияние орошения теплой водой на толщину стеблей растений салата

Рисунок 4 – Эффекты воздействия теплой водой на растения салата

План экспериментальной зоны выращивания салата с различными температурными режимами воздействия теплой водой на почву представлен на рисунке 5.

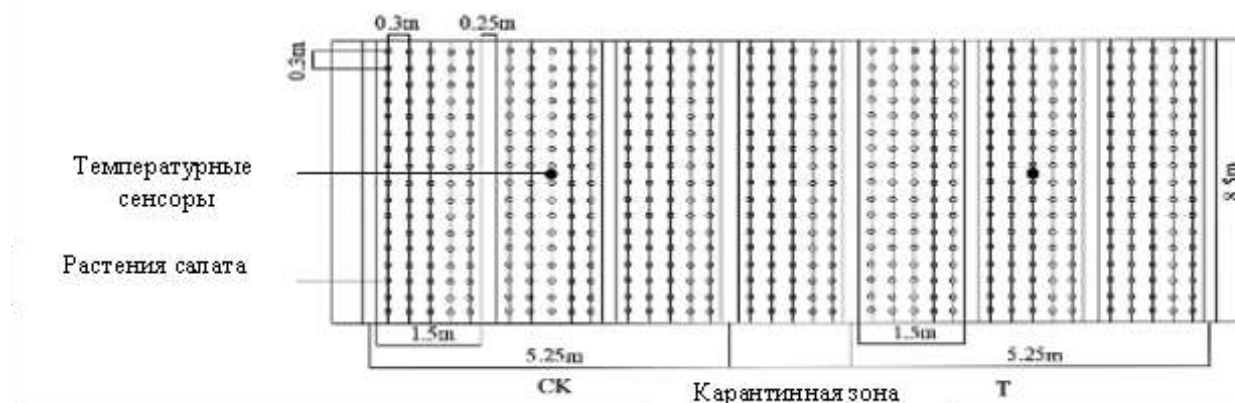


Рисунок 5 – План экспериментальной зоны по выращиванию салата

Измерения температуры почвы испытательной зоны (Т) и контрольной зоны (СК) проводилась на глубине 10 см, а температура воздуха в испытательной теплице на высоте 1,5 м от земли. Расход воды измерялся с помощью электронного топливного датчика АWT, а скорость движения воздушных масс при работе вентилятора измерялась с помощью анемометра[15,с. 37].

В данном исследовании были определены технологические параметры системы подогрева воды для орошения, в частности при выращивании салата. Использование полива теплой водой существенно улучшило его качество. Увеличение частоты поливов теплой водой заметно способствовало росту салата и увеличению урожайности растения на 15,9%.

### ***Библиографический список***

1. Анализ ламп применяемых для переменного оптического облучения рассады овощных культур в теплицах / А.С. Морозов и др. // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции. - 2019. - С. 305-310.

2. Нарядчиков, А.С. Применение электромагнитной энергии для обеззараживания воды в животноводстве фермерских хозяйств / А.С. Нарядчиков, С.О. Фатьянов, А.С. Морозов // Научно-практические аспекты инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений: Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства РФ, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева». - 2020. - С. 183-187.

3. Танабаев, А.С. Анализ методов защиты электродвигателей погружных насосов / А.С. Танабаев, С.О. Фатьянов, А.С. Морозов // Материалы

всероссийской национальной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина. ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ им. П.А. Костычева. Совет молодых ученых. - 2020. - С. 208-213.

4. Морозов, А.С. Повышение эксплуатационной надежности электродвигателей в медицине / А.С. Морозов, И.И. Садовая, С.О. Фатьянов // Естественнонаучные основы медико-биологических знаний : Материалы всероссийской конференции студентов и молодых ученых с международным участием. - 2017. - С. 16-18.

5. Фатьянов, С.О. Исследование и анализ использования биогазовых установок в АПК / С.О. Фатьянов, С.В. Карловский // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конференции. Рязанский ГАТУ им. П.А. Костычева. - 2019. - С. 254-258.

6. Анализ способов сушки и предпосевной обработки зерна в сельском хозяйстве / Е.С. Семина и др. // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной науч.-практ. конференции. - 2019. - С. 388-391.

7. Копаев, С.А. Анализ способов защиты асинхронных электродвигателей от несимметричных режимов работы / С.А. Копаев, С.О. Фатьянов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2017. - № 2 (5). - С. 153-157.

8. Чураков, Е.П. О марковском подходе к задаче интерпретации результатов косвенных экспериментов / Е.П. Чураков, С.О. Фатьянов // Перспективные методы планирования и анализа экспериментов при исследовании случайных полей и процессов. - 1988. - С. 38-39.

9. Способы и технические средства для обеззараживания молока на фермах с использованием электрофизических методов / Д.М. Евдокимов и др. // Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса: Материалы Национальной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства РФ; Рязанский ГАТУ им. П.А. Костычева», Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ. - 2019. - С. 52-56.

10. Evaluation of biophysical parameters of the cardiovascular system in the experiment / A. Pustovalov [et al] // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. - 2020. - Т. 11. - № 4. - С. 11A04A.

11. Фатьянов, С.О. Перспектива применения сои в качестве добавки в корм / С.О. Фатьянов, А.С. Морозов, А.А. Ивушкин // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса: Материалы Национальной науч.-практ. конференции. Рязанский ГАТУ им. П.А. Костычева. - 2019. - С. 246-250.

12. Морозова, Н.С. Применение аэроионизации для повышения продуктивности птицеводческой продукции / Н.С. Морозова, С.О. Фатьянов,

А.С. Морозов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского ГАТУ им. П.А. Костычева. - 2020. - № 2 (11). - С. 170-174.

13. Макаров, А.Ю. Современные методы и устройства компенсации реактивной мощности / А.Ю. Макаров, С.О. Фатьянов // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве : Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России. Министерство сельского хозяйства РФ; ФГБОУ ВО «Рязанский ГАТУ им. П.А. Костычева». - 2017. - С. 153-156.

14. Повышение эффективности работы солнечных фотоэлектрических панелей / Н.Г. Кипарисов и др. // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции. - 2019. - С. 412-416.

15. Игнатов, В.Д. Повышение посевных качеств семян с помощью электромагнитных технологий / В.Д. Игнатов, С.О. Фатьянов, А.С. Морозов // Материалы всероссийской научно-практической конференции посвящённой 40-летию со дня организации студенческого конструкторского бюро (СКБ). Министерство СХ РФ; ФГБОУ ВО «Рязанский ГАТУ им. П.А. Костычева»; Всероссийский фестиваль науки НАУКА 0+ студенческого конструкторского бюро РГАТУ им. П.А. Костычева; Совет молодых учёных РГАТУ им. П.А. Костычева. - 2020. - С. 34-38.

16. Патент на полезную модель № 187870 U1 Российская Федерация, МПК А01G 25/09. Дождевальная установка для полива кассетной рассады в теплице : № 2018133057 : заявл. 17.09.2018 : опубл. 21.03.2019 / А. И. Рязанцев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).

17. Состояние и перспективы развития продовольственной системы России (на примере овощеводства и садоводства) / О. В. Абашева [и др.]. – Москва : Издательско-торговая корпорация "Дашков и К", 2020. – 407 с.

18. Романова, Л. В. Развитие отрасли овощеводства в условиях политики импортозамещения / Л. В. Романова // Экономика и эффективность организации производства. – 2022. – № 36. – С. 31-34.

19. Овощеводство: Часть 1 / М. С. Пивоварова [и др.]. Том 1. – Рязань: РГАТУ, 2006. – 175 с.

20. Левин, В. И. Используйте омагниченную воду и гуматы / В. И. Левин, Л. А. Таланова // Картофель и овощи. – 2006. – № 8. – С. 24-25.

21. Обоснование резервов повышения эффективности использования земельных ресурсов / Д. В. Чижков, Е. В. Меньшова, М. В. Поляков, Н. Е. Лузгин // Молодежь и XXI век - 2021 : Материалы XI Международной молодежной научной конференции. В 6-ти томах, Курск, 18–19 февраля 2021 года / Отв. редактор М.С. Разумов. Том 6. – Курск: ЮЗГУ, 2021. – С. 331-335.

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ 3D ПЕЧАТИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АПК**

В агропромышленном секторе многие предприятия находятся вдали от крупных городов, где можно приобрести запчасти для ремонта различной техники и изделий, а зачастую и вообще от даже небольших населенных пунктов, в связи с чем встает вопрос обеспечения техники запчастями, ведь любая техника ломается, и, зачастую, очень не вовремя, и обеспечения помещений какими-либо бытовыми вещами [1,2].

В данной статье, мы попытаемся проанализировать какие из вышеперечисленных проблем можно решить с помощью 3D принтера, и насколько данные действия целесообразны с экономической точки зрения. Для начала нужно рассказать, что такое 3D печать и описать ее определенные особенности. 3D печать - это создание какой-либо детали или предмета при помощи 3D принтера. В свою очередь, 3D принтер – это станок, который выполняет записанные на него программы. Он имеет достаточно простое строение, которое позволяет модифицировать его огромным количеством способов [3,4].

Бывают разные виды 3D принтеров, самыми популярными являются:

Фотополимерные – принцип действия основан на отвердевании фотополимерной смолы под действием ультрафиолета. Главными частями являются ванночка, в которой находится фотополимерная смола в жидком виде, и ультрафиолетовый источник света, под действием которого смола будет твердеть. Данный тип принтеров работает следующим образом – наливается смола в ванночку, далее под ванночкой находится экран, а под экраном источник ультрафиолетового излучения [5,6]. После создания 3D модели и загрузки программы в принтер он начинает печать слоями, выводя изображение каждого слоя на экран. Ультрафиолет проходит только через горящую часть экрана, в ванночке затвердевает рисунок, который мы вывели, опускается платформа, затвердевшая смола прилипает к платформе, и процесс повторяется со всеми остальными слоями, в итоге получается изделие.

Фотополимерный тип принтеров изображен на рисунке 1.

FDM принтеры – принтеры, которые печатают расплавленным пластиком. Они состоят из платы, шаговых электромоторов, рамы, подогревающегося стола и нагревательного блока.

Данный тип принтеров работает следующим образом – создается 3D модель, загружается в принтер, после чего начинается печать. Нагревательный

блок плавит пластик, один из моторов направляет пластик в нагревательный блок, а остальные 2 мотора двигают этот блок по подогреваемому столу, делая рисунок, когда первый слой напечатан, третий мотор поднимает экструдер вверх и происходит печать следующих слоев поверх прошлых [7,8].



Рисунок 1 – Фотополимерный 3D принтер

Данный тип принтеров изображен на рисунке 2.

Далее в своей статье мы будем опираться на FDM принтеры, так как они лучше подходят под тему данной статьи в виду своих особенностей и неприхотливости [9,10].



Рисунок 2 – FDM 3D принтер

FDM принтеры печатают пластиком, который, в отличие от фотополимерной смолы, не требует специальных условий хранения, его можно положить на складе или рядом с принтером, но для наилучшего качества печати его нужно просушить – достаточно положить в духовку на пару часов при 60-70 градусах, или просто в сухое теплое место, или в пакет и засыпать туда же силикагель, а фотополимерная смола застынет при воздействии



ультрафиолета(ее нужно хранить только в сухом, темном месте) и обратить этот процесс мы не сможем.

Перед дальнейшими подсчетами и описаниями, мы должны сказать, что все цены, способы и виды рассматриваются на момент написания статьи – апрель 2024 года, в другое время цены могут быть другими, данные берутся из магазина «Ozon», в виду того, что после многочисленного сравнения розничных цен, в этом магазине выходит выгоднее всего [11,12].

Для начала, предприятию необходимо приобрести сам 3D принтер, на рынке есть множество моделей, но мы возьмем самый распространенный из недорогих, в виду разнообразия его модификаций – Creality Ender 3. Стоимость данного 3D принтера около 15 тысяч рублей.



Рисунок 3 – «Рассматриваемый принтер»

Для рассматриваемого типа принтеров есть самые различные виды пластика, все они продаются намотанными на катушки (рис. 4) и имеют вес 1 кг, цена конечно разная, собственно, как и область применения.



Рисунок 4 – Катушка с пластиком для печати

Популярные типы пластика:

PLA – это биоразлагаемый пластик, производимый из зерен кукурузы, не такой прочный как PETG, не упругий как TPU, но биоразлагаемый и органический, не токсичный, цена от 981 до более 2000 рублей, однако для наших целей данный тип пластика не подходит, а значит далее мы его рассматривать не будем [13,14].

PETG – полиэтилентерефталат, который модифицирован гликолем для большей долговечности. Он крепкий, характеризуется малой усадкой после остывания, атмосферостойкий, выдерживает большинство агрессивных сред [15]. Цены от 568 до 2000 рублей, далее мы будем рассматривать данный тип пластика, когда нам нужны твердые изделия.

ABS – давно разработанный пластик, он обладает эластичностью и высокой степенью ударопрочности, имеет оптимальную жесткость, не токсичен, достаточно высокая термическая стойкость для пластика, цена варьируется от 600 до 2000 рублей за катушку, в катушке приблизительно 400 метров нити, наиболее популярная цена 1000 рублей. Однако, данный тип пластика подвержен быстрому износу при воздействии ультрафиолета и сложностью печати, в связи с чем далее его мы рассматривать не будем.

TPU – это гибкий пластик с высокой упругостью, он способен принимать свою первоначальную форму после сильной деформации, среди пластиков для печати наиболее похож на резину. Он обладает влагонепроницаемостью и устойчивостью к ультрафиолетовому излучению. Цены разнятся: от 1813 до более 4000 рублей за катушку, далее мы будем рассматривать данный тип пластика, когда нам нужны эластичные изделия.

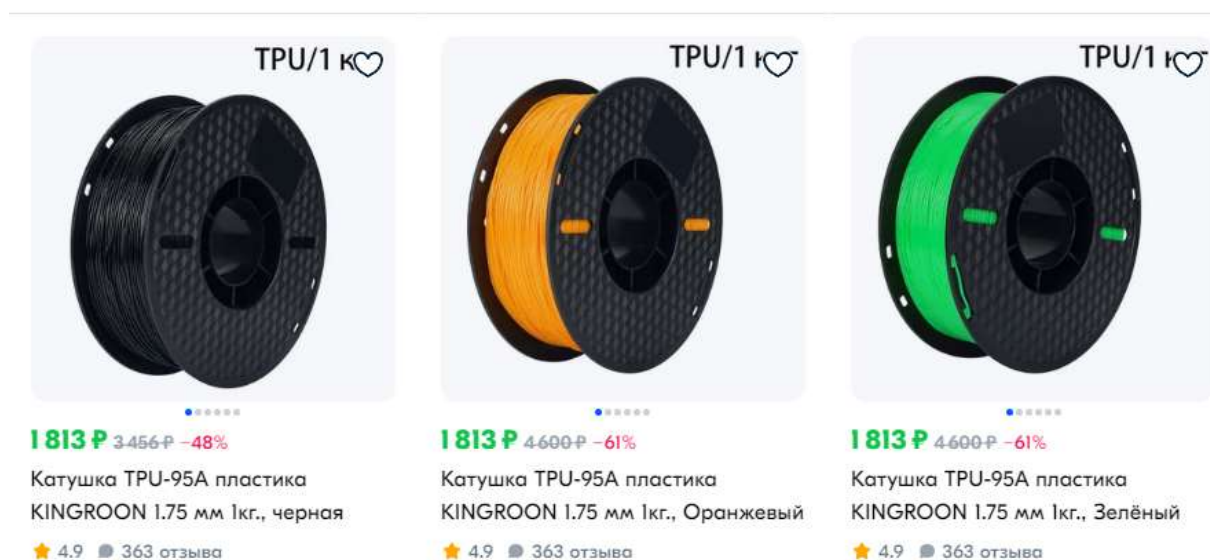


Рисунок 6 – Катушки с TPU пластиком

Из описанных типов пластика мы будем делать пластиковые элементы креплений, прокладки и иные детали, которые могут быть пластиковыми. Далее

найдем стоимость деталей трактора, сделаем 3D модель данной детали и посмотрим, что в итоге будет дешевле и целесообразнее.

В ходе поисков запчастей на различные трактора, оказалось, что далеко не все запчасти можно купить, а многих из тех, которые можно, нет в наличии. Рассмотрим уплотнительное кольцо, внешний диаметра 30 мм, внутренний 20 мм, сечение 2 мм, его стоимость 80 рублей без учета доставки, которая зависит от вашего местоположения.



Рисунок 7 – Стоимость уплотнительного кольца

Сделаем модель данного уплотнительного кольца, на его производство уйдет 0,33 м пластика и 6 минут, мы берем пластик TPU, так как нам нужно, чтобы уплотнительное кольцо было эластичным.

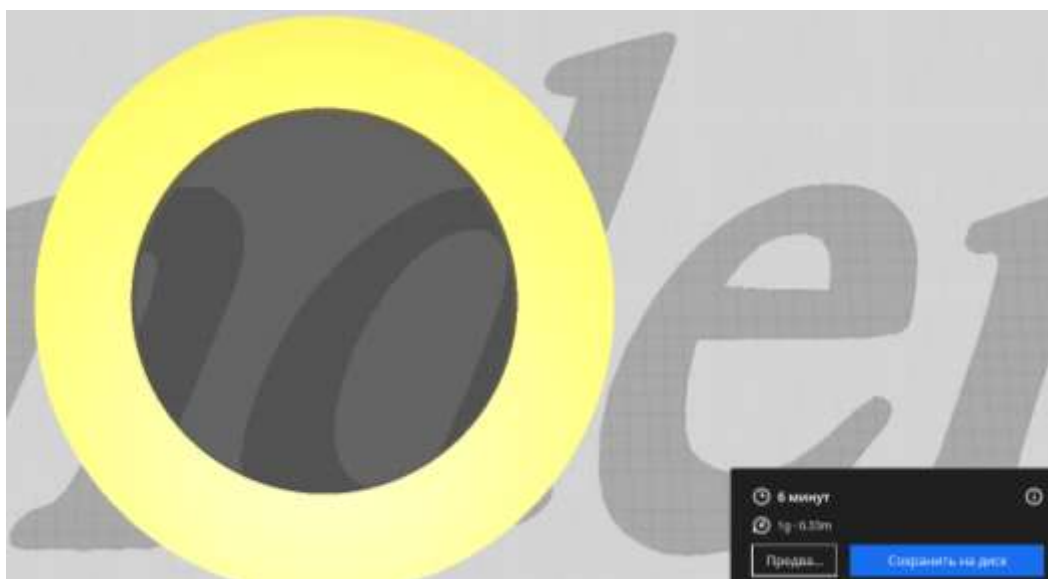


Рисунок 8 – 3D модель уплотнительного кольца

Стоимость, с учетом электроэнергии, будет равна примерно 2 рубля, что значительно дешевле покупного варианта.

Кроме деталей трактора, можно производить малые пластиковые изделия, которые либо сложно купить, либо чтобы купить, нужно доехать до магазина, а это расходы на топливо.

Например, различные крепежи, стяжки, инструменты:

Крепеж провода обойдется в 12 рублей, а сделать более жесткую конструкцию самим обойдется в 1 рубль при печати из PETG пластика. Одним из наиболее существенных плюсов является возможность производить уникальные запчасти, которых нет в продаже или очень сложно найти:

Несмотря на область печати в 22\*22\*25 см можно разбить объемную деталь на части, и потом эти части склеить при помощи ацетона, намазав им контактируемые части, и прислонить их друг к другу на пару часов. Как и в случае с прошлыми изделиями, это выйдет значительно дешевле, чем покупное.

Посчитав разность стоимости деталей собственного производства, а также взяв в расчет отсутствие наличия многих пластиковых деталей, мы считаем приобретение 3D принтера и катушки пластика общей стоимостью 18 тысяч рублей целесообразным вложением средств – у данного способа замены запчастей определенно есть будущее и мы думаем вскоре многие предприятия будут использовать подобные малые производства запчастей для собственной техники и бытовых вещей.

### *Библиографический список*

1. Каширин, Д. Е. Испытание стенда для исследования режимов работы частотно-регулируемых приводов асинхронных электродвигателей/ Д.Е. Каширин, С.Н. Гобелев, Н.Б. Нагаев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 4(36). – С. 91-95.

2. Энергетический потенциал окружающей среды в АПК / Н. Б. Нагаев [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2019. – № 1(8). – С. 80-84.

3. Анализ потерь электрической энергии и способов их снижения в сельских электрических сетях / Н.Б. Нагаев [и др.] // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной науч.-практ. конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 319-324.

3. Исследование переходных процессов в линейных электрических цепях / А.С. Красников [и др.] // Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых : Материалы научно-практической конференции с международным участием, Рязань, 02 марта 2018 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; ФГБОУ ВО «Рязанский

государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань: РГАТУ, 2018. – С. 205-212.

4. Обзор существующих способов обеззараживания зерна на линиях послеуборочной обработки / Д. О. Иванова, Я. А. Брюхин, Н. Б. Нагаев, А. В. Винников // Новации как стратегическое направление механизации и автоматизации сельского хозяйства: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязань, 12 ноября 2021 года. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 59-64.

5. Недостатки трехфазных стабилизаторов напряжения при несимметрии напряжений / Н. Б. Нагаев [и др.] // Материалы Всероссийской национальной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина, Рязань, 12–13 ноября 2019 года / ФГБОУ ВО Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, Совет молодых ученых. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 173-177.

6. К вопросу беспроводной передачи информации в сельском хозяйстве / Н. Б. Нагаев [и др.] // Инновационные научно-технологические решения для АПК, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 151-157.

7. Использование цифро-аналоговых преобразований для анализа вольт-амперных характеристик энергетических систем / О. Г. Денисов, Н. Б. Нагаев, Д. В. Куракин, Е. П. Головлев // Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России: Материалы 73-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 апреля 2022 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 36-40.

8. Использование программных комплексов 3D моделирования в альтернативной энергетике / А. В. Шемедюк, Д. Е. Каширин, Н. Б. Нагаев, И. О. Елисеев // Инженерные решения для АПК : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 83-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязань, 16 ноября 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 318-323.

9. Моделирование систем и алгоритма управления напряжением при помощи нейросети / Д. О. Иванова [и др.] // Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России : Материалы 73-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 апреля 2022 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 41-46.

10. Построение 3D моделей трансформаторов напряжения / И. С. Никушин, Д. Е. Каширин, Н. Б. Нагаев, И. О. Елисеев // Инженерные решения для АПК : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 83-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязань, 16 ноября 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 289-296.

11. К вопросу разработки компьютерной программы для управления устройством АСКУЭ / Д. В. Кленов, М. О. Лукошников, Н. Б. Нагаев, А. А.

Корнилаева // Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России : Материалы 73-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 апреля 2022 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 46-53.

12. К вопросу анализа источников связи на трансформаторных подстанциях / Д. О. Брюхина [и др.] // Инженерные решения для АПК : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 83-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязань, 16 ноября 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 69-75.

13. Структура потерь электроэнергии в сельских электрических сетях с напряжением 0,38 кВ / Н. Б. Нагаев [и др.] // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиком МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 293-297.

14. Анализ потерь электрической энергии и способов их снижения в сельских электрических сетях / Н. Б. Нагаев, А. В. Булгакова, А. И. Михайлов [и др.] // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 319-324.

**УДК 644.36**

*Нагаев Н.Б., канд. техн. наук,  
Скороходов М.Ю.,  
Лузгин Н.Е., канд. техн. наук,  
Макаров Г.Н.,  
Хотько А.А.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ**

Светодиоды стали неотъемлемой частью нашего быта. Они используются везде: в осветительных приборах, различных индикаторах, телевизорах, мониторах и множестве различных, иных устройств [1,2]. Однако, несмотря на то, что светодиоды всюду нас окружают и на данный момент получили невероятное распространение в быту, у них есть множество самых различных проблем. Перед тем как начать разбираться в проблемах применения светодиодов, стоит сначала рассказать, что же это такое [3,4].

Светодиод, или как его еще называют светоизлучающий диод, - это полупроводниковый электрический прибор, который создает оптическое

излучение, когда через него пропускают ток в прямом направлении [5,6]. Сам светоизлучающий диод достаточно небольшой, немного меньше одного сантиметра в длину и полсантиметра в ширину. Так выглядит светодиод:



Рисунок 1 – Внешний вид светодиода

Разумеется, светоизлучающий диод, как и множество других электронных компонентов, имеет и свое обозначение на электрической схеме, так он обозначается:



Рисунок 2 – Обозначение светодиода на электрической схеме

Светоизлучающие диоды бывают различных цветов, и, в зависимости от цвета, им требуется разное напряжение [7,8]. Светодиоды бывают следующих цветов, у каждого из которых свои параметры длины волны и подаваемого прямого напряжения:

- Инфракрасный – длина волны  $> 760$  нм, прямое напряжение  $< 1,9$  В
- Красный – длина волны  $610 < \lambda < 760$  нм, прямое напряжение  $1,63 < U < 2,03$  В
- Оранжевый – длина волны  $590 < \lambda < 610$  нм, прямое напряжение  $2,03 < U < 2,1$  В

- Желтый – длина волны  $570 < \lambda < 590$  нм, прямое напряжение  $2,1 < U < 2,18$  В
- Зеленый – длина волны  $500 < \lambda < 570$  нм, прямое напряжение  $1,9 < U < 4$  В
- Сине-зеленый – длина волны  $500 < \lambda < 510$  нм, прямое напряжение  $2,48 < U < 3,7$  В
- Синий – длина волны  $450 < \lambda < 500$  нм, прямое напряжение  $2,48 < U < 3,7$  В
- Фиолетовый – длина волны  $400 < \lambda < 450$  нм, прямое напряжение  $2,76 < U < 4$  В
- Пурпурный – характеризуется смесью нескольких спектральных диапазонов, прямое напряжение  $2,48 < U < 3,7$  В
- Ультрафиолетовый – длина волны  $\lambda < 400$  нм, прямое напряжение  $3,1 < U < 4,4$  В
- Белый – характеризуется широким спектральным диапазоном, прямое напряжение  $U \approx 3,5$  В

Светодиоды имеют множество преимуществ перед иными источниками света, однако, они имеют еще и различные проблемы, большая часть которых может повлиять на долговечность эксплуатации светодиодов и их производительность [9,10]. Некоторые из основных проблем использования светодиодов включают в себя:

1. Перегрев. Светоизлучающие диоды вырабатывают не мало тепла во время своей работы, и, если не дать светодиодом необходимого охлаждения, то подобная эксплуатация может привести к снижению их производительности и уменьшению срока службы. Так выглядит перегрев светодиода на инфракрасной камере:

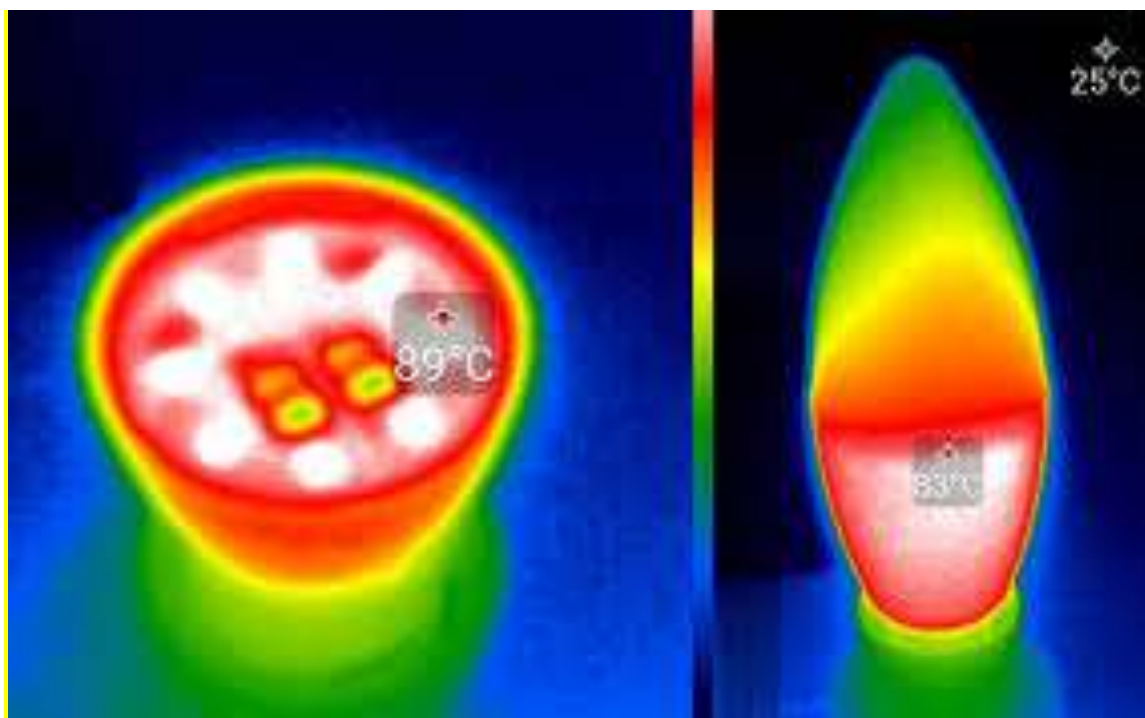


Рисунок 3 – Диагностика перегрева светодиода

2. Нестабильность цветового спектра. Светоизлучающие диоды могут исказить свой цветовой спектр со временем из-за износа компонентов, используемых в светодиоде.



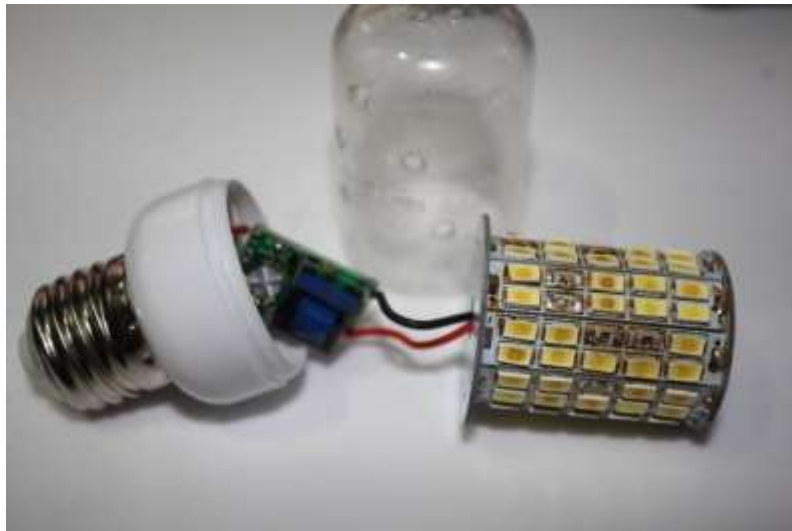


Рисунок 4 – Износ компонентов светодиода

3. Сила излучения. Светодиоды могут уменьшить свою силу излучения со временем из-за деградации светоизлучающего элемента или из-за неправильного привода светодиода [11,12]. Деградация светодиода выглядит следующим образом:

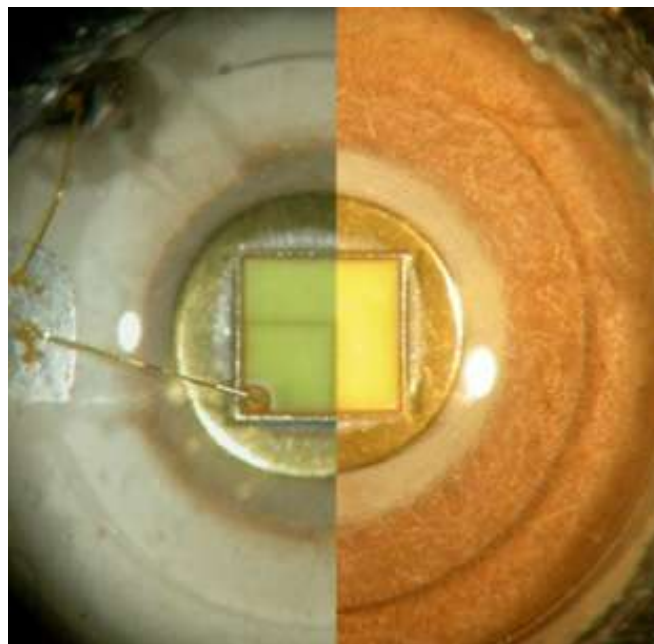


Рисунок 5 – Деградация светодиода

Существуют различные способы решения данных проблем, включая:

1. Проектирование эффективной системы охлаждения, чтобы предотвратить перегрев светодиодов [13,14]. Это может включать в себя использование радиаторов, вентиляторов или теплопроводящих материалов. Во внешнем виде вентиляторов нет ничего необычного, а радиаторы выглядят следующим образом:



Рисунок 6 – Радиатор охлаждения светоизлучающих диодов

2. Использование высококачественных светодиодов, чтобы минимизировать деградацию цвета и яркости.

3. Регулярное обслуживание и замена стареющих светодиодов для поддержания оптимальной производительности.

4. Использование грамотно разработанных источников питания и приводов, чтобы предотвратить нестабильность цветового спектра и снижение силы излучения.

Приводы светодиодов бывают различные, приведем пару не похожих друг на друга вариантов:



Рисунок 7 – Приводы включения в сеть светодиодных источников излучения

Теперь что касается проблем светоизлучающих диодов, к которым еще не нашли стабильно работающих решений [15]. Вероятно, одной из наиболее важных камней преткновения является высокая стоимость материалов производства, рост цен на кремний за последний год составил 15% на момент написания статьи, а вот объемы выросли кратно. Не стоит забывать, что в 2021 годы случился кремниевый «бум» и цена взлетела на 300% в течение месяца.

Кремний, судя по всему, продолжит дорожать, хотя у него уже появились достойные соперники. Такая зависимость сильно скажется на цене конечного продукта. Относительно иных источников излучений, и возможно, это сделает их менее конкурентноспособными на рынке. Данная проблема может быть серьезным тормозом светодиодного освещения для массового использования светодиодов во множестве областей производства.

Еще одной проблемой светоизлучающих диодов является их недостаточная яркость. Несмотря на то, что светодиоды могут быть крайне яркими, бывают ситуации, когда требуется дополнительное освещение для достижения нужной яркости. Это может быть проблемой в ситуациях, когда необходимо обеспечить высокую яркость при ограниченных ресурсах. Также стоит затронуть проблему цветопередачи у светодиодов. Некоторые светодиоды могут иметь неправильный цветовой баланс или недостаточно широкий спектр цветов. Это будет серьезной проблемой в отраслях, где важна точность цветопередачи, к примеру, сфера услуг – на фотографиях, кинопроизводстве.

Несмотря на эти проблемы, светоизлучающие диоды остаются одним из наиболее эффективных и перспективных источников света. С развитием технологий производства и совершенствованием дизайна, возможно, многие из этих проблем будут преодолены, и светодиоды станут еще более широко используемыми в различных областях нашей жизни, ведь на многие проблемы уже найдены решения, а значит вскоре мы сможем увидеть новые вариации светодиодов с исправленными проблемами.

### ***Библиографический список***

1. Направления повышения энергоэффективности освещения и облучения в сельском хозяйстве / Н. Б. Нагаев [и др.] // Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2019 года. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 159-166.

2. Направления повышения энергоэффективности освещения и облучения в сельском хозяйстве / Н. Б. Нагаев [и др.] // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса: Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года. Том Часть III. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 295-302.

3. Перспективы использования возобновляемых источников энергии для питания систем освещения в сельской местности / Н. Б. Нагаев [и др.] // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 310-315.

4. К вопросу применения светодиодного освещения в животноводческих помещениях / Н. Б. Нагаев [и др.] // Современные вызовы для АПК и

инновационные пути их решения: Материалы 71-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. Том Часть 2. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 165-171.

5. Анализ источников света для освещения предприятий АПК / Н. Б. Нагаев [и др.] // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения: Материалы 71-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. Том Часть 2. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 171-176.

6. Обзор влияния различных факторов освещения и облучения на производственные процессы предприятий АПК / Н. Б. Нагаев [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2022. – № 2(15). – С. 86-91.

7. Применение системы автоматизации управления освещением в образовательных учреждениях / С. В. Никонов, А. Ю. Исаев, Н. Б. Нагаев, А. В. Винников // Инженерные решения для агропромышленного комплекса : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 24 марта 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 121-126.

8. Повышение энергоэффективности облучения в сельском хозяйстве / Н. Б. Нагаев, Д. В. Сусов, А. А. Тельнова, Ю. А. Рубина // Инженерные решения для АПК : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 83-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязань, 16 ноября 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 136-142.

9. Стенд для исследования характеристик фоторезисторов / Н. Б. Нагаев, Р. А. Чесноков, С. В. Никонов, А. А. Гурьева // Инновационные научно-технологические решения для АПК, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 158-165.

10. К вопросу совершенствования уличной осветительной сети / И. В. Фрольцова [и др.] // Инженерные решения для агропромышленного комплекса: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 24 марта 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 182-188.

11. Исследование переходных процессов в линейных электрических цепях / А. С. Красников [и др.] // Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых : Материалы научно-практической конференции с международным участием, Рязань, 02 марта 2018 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань: РГАТУ, 2018. – С. 205-212.

12. Нагаев, Н. Б. Повышение эффективности предпосевной обработки зерна путем облучения ультрафиолетовой светодиодной установкой в сельском хозяйстве / Н. Б. Нагаев, С. Н. Гобелев, А. А. Жильцова // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса: Материалы Национальной научно-

практической конференции, Рязань, 20 ноября 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 214-219.

13. Обзор существующих способов обеззараживания зерна на линиях послеуборочной обработки / Д. О. Иванова, Я. А. Брюхин, Н. Б. Нагаев, А. В. Винников // Новации как стратегическое направление механизации и автоматизации сельского хозяйства : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязань, 12 ноября 2021 года – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 59-64.

14. Обзор технических средств борьбы с неактивными составляющими полной мощности / Н. Б. Нагаев [и др.] // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации: Материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года / Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 315-322.

15. К вопросу беспроводной передачи информации в сельском хозяйстве / Н. Б. Нагаев [и др.] // Инновационные научно-технологические решения для АПК, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 151-157.

**УДК 631**

*Паршков А.В., канд. техн. наук  
АНО ВО СТИ, г. Рязань, РФ*

## **ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРНО-МАССОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ НА ИХ ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ**

Академик В.П. Горячкин рассматривал клубень картофеля как эллипсоид с осями  $l, b$  и  $c$ . Трехосный эллипсоид имеет шесть вершин, в которых радиусы кривизны попарно одинаковы (Рисунок 1).

При описании формы клубней применяются понятия индексов длины и ширины:

$$\varepsilon_l = \frac{l}{b}; \quad \varepsilon_c = \frac{c}{b}, \quad (1)$$

где  $l$  – длина клубня, мм;  $b$  – ширина клубня, мм;  $c$  – толщина клубня, мм.

Радиусы кривизны в вершинах эллипсоида выразим при помощи известных зависимостей через индексы клубней:

В вершинах на оси  $l$  (по длине)

$$R_1^l = \frac{b}{2\varepsilon_l}; \quad R_2^l = \frac{b\varepsilon_c^2}{2\varepsilon_l}; \quad (2)$$

на оси  $b$  (по ширине)

$$R_1^b = \frac{b \varepsilon_\ell^2}{2 \varepsilon_\ell}; \quad R_2^b = \frac{b \varepsilon_c^2}{2}; \quad (3)$$

на оси с (по толщине)

$$R_1^c = \frac{b \varepsilon_\ell^2}{2 \varepsilon_c}; \quad R_2^c = \frac{b}{2 \varepsilon_c}; \quad (4)$$

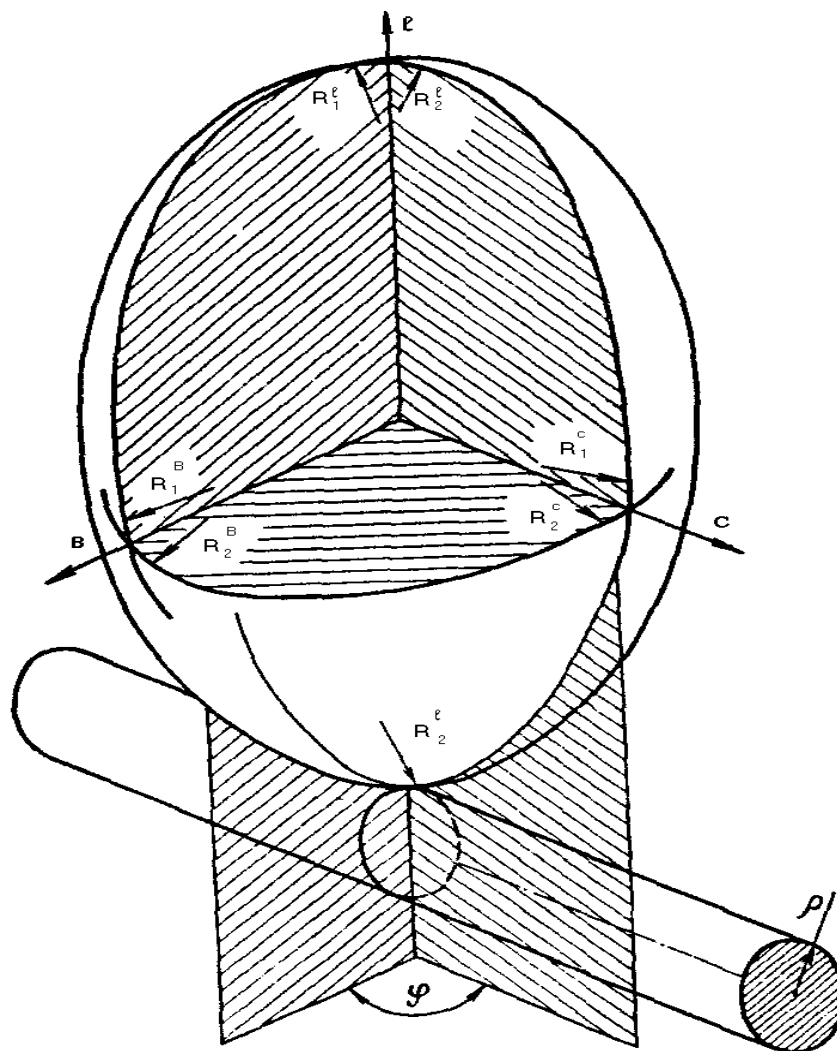


Рисунок 1 – Схема эллипсоида и радиусы кривизны

Отношение ширины клубня к приведенному радиусу кривизны поверхности клубня в вершине на оси  $i$  ( $\lambda, b$  или  $c$ ) обозначим индексом  $n_i$ .

$$n_i = \frac{b(R_1^i + R_2^i)}{R_1^i R_2^i}. \quad (5)$$

Подставив в (5) значения радиусов кривизны (2),(3) и (4), получаем:

$$n_\ell = \frac{2(1 + \varepsilon_c^2) \varepsilon_\ell}{\varepsilon_c^2}; \quad (6)$$

$$n_b = \frac{2(\varepsilon_l^2 + \varepsilon_c^2)\varepsilon_\ell}{\varepsilon_\ell^2 \varepsilon_c^2}; \quad (7)$$

$$n_c = \frac{2\varepsilon_c(\varepsilon_\ell^2 + 1)\varepsilon_\ell}{\varepsilon_\ell^2}; \quad (8)$$

Коэффициенты  $n_\ell$  по (6), (7) и (8) зависят только от индексов клубней, т.е. от сорта картофеля, и могут быть названы коэффициентами кривизны, так как они характеризуют приведенную кривизну поверхности.

Таблица 1 – Размерные характеристики клубней

Сорт картофеля	$\varepsilon_\ell$	$\varepsilon_c$	$n_\ell$	$n_b$	$n_c$	$\sqrt{\frac{\varepsilon(n_i - 4)^2}{3}}$
Эпикур	1,06	0,86	4,98	4,77	3,25	0,266
Сонет	1,20	0,90	5,36	3,85	3,06	0,304
Невский	1,14	0,84	5,50	4,37	2,97	0,339
Темп	1,17	0,82	5,80	4,44	2,84	0,398
Удача	1,22	0,83	5,98	4,24	2,77	0,428
Кардинал	1,55	0,81	7,80	2,57	2,30	2,540

В таблице 1 приводятся значения  $n_\ell$ ,  $n_b$  и  $n_c$  для ряда сортов клубней. Эти данные соответствуют средним размерам клубней, для которых определялись индексы.

Индексы длины и ширины не остаются постоянными по мере роста клубней. С уменьшением последних, форма их приближается к сферической. Так, М.Е. Мацепуро приводит данные о соотношении размеров клубней сорта Невский ( $b = 35,4 \div 51,6$  мм), помещенные в таблице 1. В этой же таблице приведены данные для ширины клубня 43 мм из работы С.А. Каспаровой.

В таблице 1 приведены расчетные значения индексов длины клубней  $\varepsilon_\ell$  толщины  $\varepsilon_c$  и коэффициентов формы клубня  $n_i$ .

По этим данным построен график (Рисунок 2), который иллюстрирует зависимость коэффициента  $n_i$  и индексов  $\varepsilon_i$  сорта Невский от ширины клубней. Из графика видно, что:

1. Существует такой начальный размер клубня  $b_0$ , при котором  $\varepsilon_\ell = \varepsilon_c = 1$ ;  $n_\ell = n_b = n_c = 4$ , т.е. клубень имеет сферическую форму при  $b \leq b_0$ . Для сорта Невский  $b_0 = 23$  мм.

2. Коэффициент  $n_\ell$  возрастает с увеличением ширины клубня по параболической кривой.

3. Коэффициент  $n_b$  изменяется с увеличением ширины клубня по выпуклой кривой, т.е. вначале в точке, близкой  $b_{cp}$  имеет место максимум функции, после чего значение коэффициента уменьшается по мере увеличения ширины клубня.

4. Коэффициент  $n_c$  уменьшается от точки  $b_0$  по линейному закону с увеличением ширины клубня.

Изменение коэффициентов  $n_i$  с изменением ширины клубня отражает зависимость приведенной кривизны в вершинах клубня от его размера [1, 2, 3, 4, 5].

Таблица 2 – Размерные параметры клубней сорта Невский

№ п/п	$b$	$\frac{\ell}{c}$	$\frac{b}{c}$	$\varepsilon_\ell$	$\varepsilon_c$	$n_\ell$	$n_b$	$n_c$
1	35,4	1,20	1,12	1,072	0,893	4,82	4,24	3,34
2	43,0	-	-	1,13	0,84	5,50	4,37	2,97
3	45,4	1,45	1,21	1,20	0,826	5,93	4,32	2,81
4	51,6	1,76	1,21	1,45	0,826	7,15	3,88	2,44

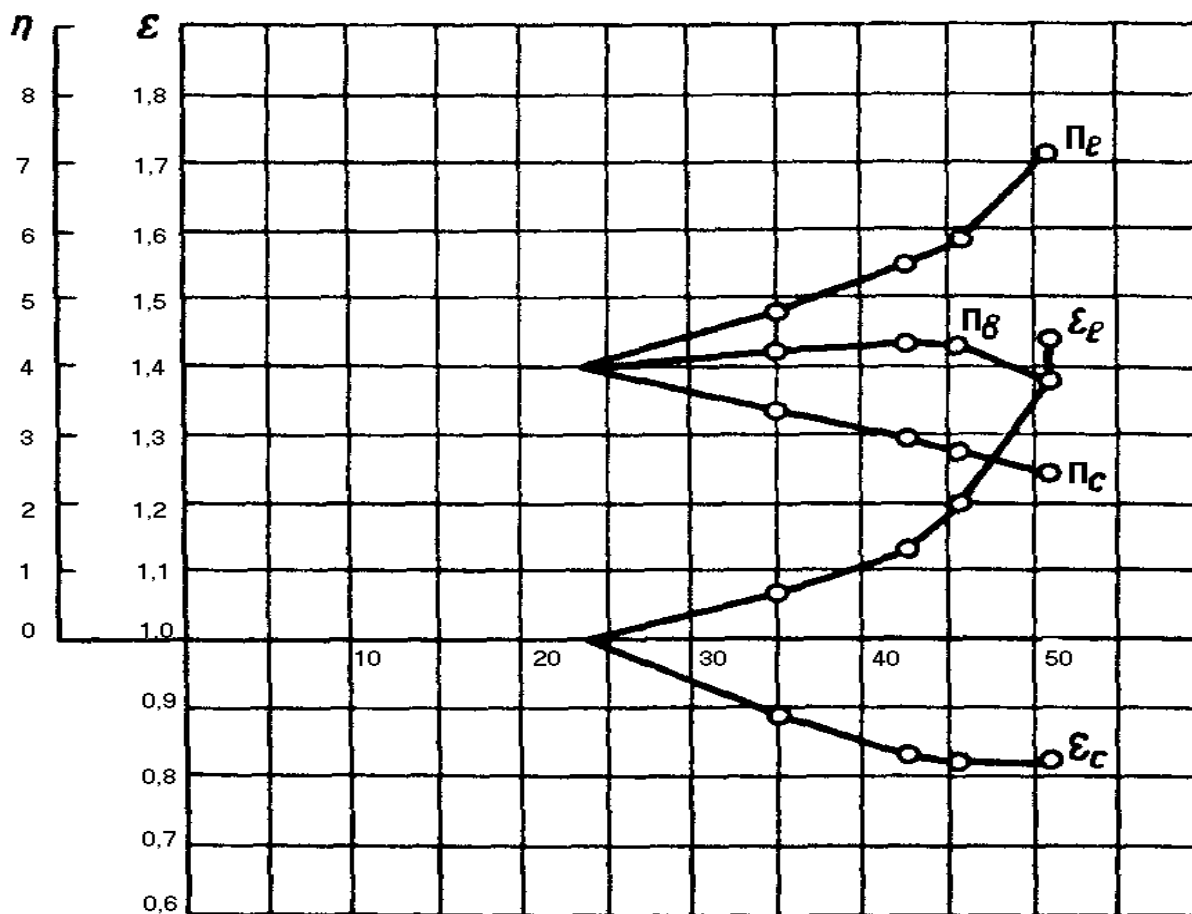


Рисунок 2 – Зависимость индексов клубней  $\varepsilon_\ell, \varepsilon_c$  и коэффициентов кривизны  $n_\ell, n_b, n_c$  от ширины клубней (сорт Невский)



Рисунок 2 показывает, что по мере развития клубней длина их увеличивается более интенсивно, чем ширина и толщина.

Изменение коэффициентов кривизны по осям клубня в зависимости от размеров в значительной степени определяет колебания повреждаемости клубней в связи с их размерами.

### ***Библиографический список***

1. Снижение повреждений сельхозпродукции при транспортировке / А.А. Усольцев и др. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2021. - Т. 13. - № 3. - С. 106-111.

2. Голиков, А.А. Перспективные направления развития сепарирующих устройств корнеклубнеуборочных машин / А.А. Голиков // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2013. - № 4 (20). - С. 103-105.

3. Анализ современного уровня и обоснование эксплуатационно-технологических требований к картофелеуборочным машинам / И.А. Успенский, Г.К. Рембалович, А.А. Голиков, Д.А. Волченков // Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК : Сборник научных трудов преподавателей и аспирантов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2012. - С. 35-39.

4. Усовершенствованное устройство для сепарирования клубней картофеля/ Н.В. Бышов [и др.] // Сельский механизатор. – 2016. – № 11. – С. 6-7.

5. Голиков, А. А. Совершенствование уборки картофеля : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Голиков Алексей Анатольевич. – Рязань, 2022. – 292 с.

6. Бачурин, А. Н. Механизация сельского хозяйства : методические рекомендации / А. Н. Бачурин, А. И. Мартышов, И. Ю. Богданчиков. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – 50 с.

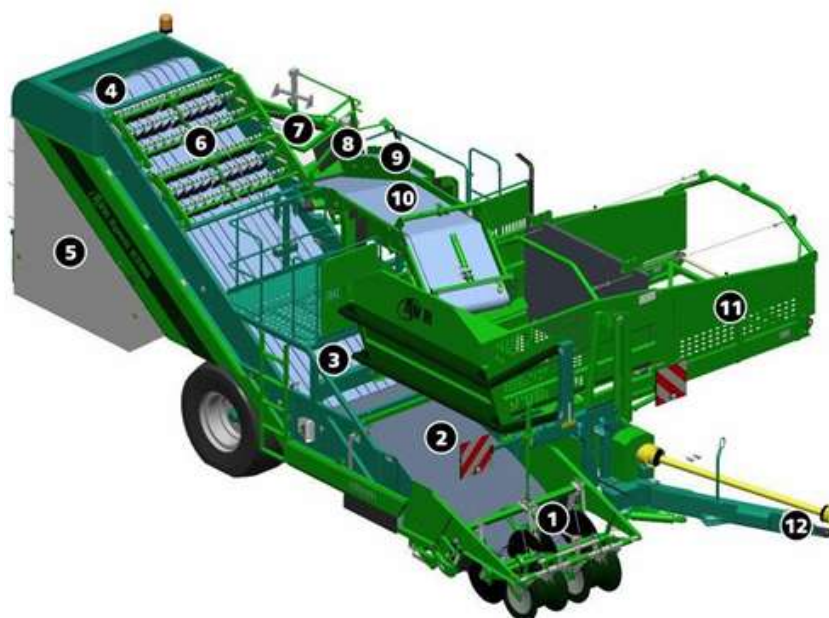
*Подлеснова Т.В.,  
Липин В.Д., канд. техн. наук,  
Лучкова И.В., канд. техн. наук,  
Липин М.Д.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ  
Паршков А.В., канд. техн. наук  
АНО ВО СТИ, г. Рязань, РФ*

## **РЕГУЛИРОВАНИЕ ГЛУБИНЫ ПОДКАПЫВАНИЯ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫМ КОМБАЙНОМ AVR Spirit 5200**

Для возделывания экологически чистого картофеля по энергосберегающей технологии [1, 2] необходимы новые сельскохозяйственные машины [3, 4, 5].

В Московской области производителем машин для возделывания и уборки картофеля является ООО «Колнаг», находящийся в г. Коломна. ООО «КОЛНАГ» выпускает современные машины для возделывания и уборки картофеля и овощей по лицензии Бельгийской компании AVR bvba, а также для приготовления и раздачи сбалансированных кормовых смесей крупному рогатому скоту [6, 7, 8].

Для проведения механизированной уборки картофеля ООО «Колнаг» выпускает комбайны картофелеуборочные AVR Spirit 5200 и AVR Spirit 6200 (Рисунок 1).



- 1 – подкапывающая секция; 2 – приемный транспортер; 3 – просеивающий транспортер;  
4 – лобтоотводящий транспортер; 5 – ёжный транспортер; 6 – ботвозадерживающие ролики;  
7 – поперечный ёжный транспортер+роторная гребенка или опция; 8 – ботвозадерживающие ролики;  
9 – транспортер для отвода примесей; 10 – инспекционный стол; 11 – бункер;  
12 – дышло

Рисунок 1 – Комбайн картофелеуборочный AVR Spirit 6200

Комбайн картофелеуборочный AVR Spirit 6200 в базовой комплектации содержит подкапывающую секцию 1, приемный транспортер 2, просеивающий транспортер 3, ботвоотводящий транспортер 4, ежный транспортер 5, ботвозадерживающие ролики 6, поперечный ежный транспортер 7, ботвозадерживающие ролики 8, транспортер для отвода примесей 9, инспекционный стол 10, бункер 11, дышло 12 [6, 7, 8].

Картофелеуборочный комбайн AVR Spirit 6200 предназначен для уборки картофеля, возделываемого на гребнях с междурядьями 75-90 см или на грядах шириной до 150 см с глубиной залегания клубней до 22 см, на различных по механическому составу почвах, влажностью от 6% до 27%, с урожайностью картофеля от 15 до 60 т/га [6, 7, 8, 9, 10].

Перед началом уборочных работ следует провести настройку комбайна на заданный режим работы:

- разблокировать все кнопки аварийной остановки;
- отжать защитный зажим бункера;
- отжать защитный зажим подкапывающей секции;
- установить лестницы платформы в рабочее положение.

Подкапывающая секция при работе комбайна слегка раскачивается и следует по гребням для подкопа независимо от наклона комбайна (Рисунок 2).



Рисунок 2 – Положение подкапывающей секции

Контроль глубины подкапывания осуществляется через ролики диаволо и функции независимо от машины. Глубина подкапывающего лемеха определяется высотой диаволо. Диаволо имеет 3 отверстия для дополнительной регулировки (Рисунок 3).



Рисунок 3 – Диаволо с отверстиями для дополнительной регулировки

Среднее отверстие – стандартная регулировка. Это позволяет диаволо занимать положение вперед и назад в сухих и влажных условиях.

В условиях засухи диаволо можно установить выше над лемехом.

В условиях повышенной влаги диаволо рекомендуется сдвинуть немного ниже, ближе к лемеху.

Контроль глубины осуществляется через ролики диаволо и функции независимо от машины.

В некоторых случаях, проблемы с захватом картофеля подкапывающей секцией можно решить передвижением диаволо вперед или назад.

Оптимальное положение роликов диаволо достигается в процессе эксперимента и целиком зависит от состояния почвы при уборке.

Избегать слишком глубокого подкопа. В этом случае на транспортер попадает слишком много почвы, которая влияет на продвижение картофеля. Глубокий подкоп создает дополнительное усилие для всей машины, движение комбайна замедляется, требуется усиленное встряхивание для более тщательной очистки.

Также следует избегать слишком мелкого подкопа, чтобы не резать картофель лемехом.

Для получения максимального захвата подкапывающей секцией расстояние от верхней части до верхней части поперечной балки должно составлять 830-845мм.

Регулирование лемеха достигается установкой регулировочного стержня (Рисунок 4), расположенного снаружи подкапывающего канала.

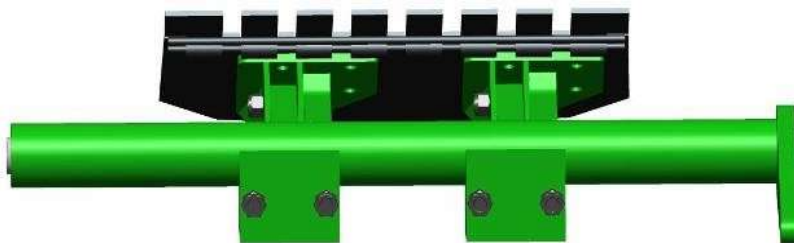


Рисунок 4 – Регулирование лемеха

Если расстояние в 830-845 мм достигнуто, то высота положения лемеха больше не изменяется.

Глубина подкопа лемехом должна быть установлена таким образом, чтобы весь картофель захватывался из гребня с оптимальным количеством почвы. Почва необходима во избежание повреждения клубней. Однако слишком большое количество захватываемой почвы значительно снижает производительность комбайна.

Подкапывающая секция должна свободно следовать по гребням. Если при равномерном положении лемехов по высоте с одной стороны комбайна скапливается больше почвы, чем с другой, значит движение комбайна не параллельно гребням.

Следует отрегулировать поворотные колеса (Рисунок 5).



Рисунок 5 – Регулирование поворотных колес

Следует избегать наклона подкапывающей секции во избежание повреждения клубней. Отклонения подкапывающей секции можно избежать регулированием поворотных колес до момента сбалансированного положения подкапывающей секции.

Наклон подкапывающих лемехов также регулируется (Рисунок 6).



Рисунок 6 – Регулировка наклона подкапывающих лемехов

Регулирование наклона лемехов осуществляется с помощью отворачивания и вворачивания гайки регулировочного винта. Наклон лемехов изменяется по отношению к просеивающему транспортеру, и соответственно глубина подкопа.

Большой наклон существенно увеличивает усилие на лемеходержатель. Возрастает риск повреждения клубней. На твердых почвах более вертикальное положение подкапывающих лемехов облегчает подкоп.

Установленная на заводе ширина между двумя режущими дисками составляет 58 см. Регулирование шириной производится с помощью передвижения кронштейнов дисков. Обычно подобная регулировка ширины не требуется.

Глубина погружения режущих дисков в почву должна составлять

приблизительно 3-5 см. Она регулируется натяжением пружины (Рисунок 7).



Рисунок 7 – Регулирование глубины погружения режущих дисков в почву

При заглоблении дисков в почву подкапывающая секция работает на дисках.

Слишком высокое положение дисков над почвой не обеспечивает их работу вместе с подкапывающей секцией.

Диски должны хорошо резать и вращаться свободно. Не вращающиеся диски отрицательно влияют на захват подкапывающей секции и на работу других составляющих комбайна. На легких песчаных почвах слишком высоко установленные диски могут стать причиной потери урожая.

### ***Библиографический список***

1. Липин, В.Д. Энергосберегающая технология возделывания и уборки экологически чистого картофеля / В.Д. Липин, Т.В. Подлеснова, М.Д. Липин // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве - 2023 : Материалы национальной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Бычкова Валерия Васильевича, Рязань, 28 февраля 2023. – Рязань: РГАТУ, С. 178-185.

2. Липин, В. Д. Сельскохозяйственные машины. Картофелеуборочные комбайны : учебное пособие / В. Д. Липин. – Санкт-Петербург • Москва • Краснодар, 2023. – 167 с.

3. Туболев, С.С. Отечественному картофелеводству нужны современные механизированные технологии и машины / С.С. Туболев // Картофель и овощи. - 2006. - № 6. - С. 2-3.

4. Применение машинных технологий производства картофеля в России / С.С. Туболев и др. // Картофель и овощи. - 2007. - № 5. - С. 2-4.

5. Туболев, С.С. Производство отечественной техники для картофелеводства должно стать приоритетной государственной задачей / С.С. Туболев, Н.Н. Колчин // Картофель и овощи. - 2009. - № 7. - С. 2-4.

6. КОЛНАГ. Комбайн картофелеуборочный AVR Spirit 6200. Руководство по эксплуатации. Официальный сайт. – Режим доступа: <https://kolnag.ru/kartofelesazhalka-avr-cr450m.html?ysclid=lnyoaiizjg845833770>.
7. Туболев, С.С. Современный картофелеуборочный комбайн / С.С. Туболев, С.И. Шеломенцев // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 2008. - № 2. - С. 10-13.
8. Протокол испытаний № 03-43-19 (5090012). Комбайн картофелеуборочный AVR Spirit 6200. – Режим доступа: <http://www.sistemamis.ru/protocols/2019/v14319.pdf>
9. Колчин, Н.Н. Машины для уборки и обработки картофеля и овощей. Научно-аналитический обзор (По материалам Международной выставки «SIMA-2005»). А.А. Ежевский и др., гл. 1.8, стр. 121-134. - М.: ФГНУ «Росинформагротех». - 2005.
10. Машинные технологии и техника для производства картофеля/ С.С. Туболев и др. Под общ. ред. Н.Н. Колчина. – М.: Агроспас, 2010. – 316с.
11. Башкирев, А. П. Обоснование периодичности полива картофеля / А. П. Башкирев, Н. С. Шершнева // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Курск, 30 марта 2022 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2022. – С. 36-37.
12. Уборка и хранение картофеля: отдельные аспекты/ И.В. Лучкова [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2022. - № 175. - С. 91-100.
13. Патент № 194510 U1 Российская Федерация, МПК А01D 33/00. Каток опорный картофелеуборочного комбайна: № 2019126717: заявл. 23.08.2019: опубл. 12.12.2019 / И.В. Лучкова, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, В.Д. Липин, Д.В. Колошеин; заявитель ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".
14. Захарова, О.А. Особенности выращивания картофеля на осушенных торфяниках Рязанской Мещеры / О.А. Захарова, Ю.В. Доронкин, Д.Л. Заболотский: Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК региона: Материалы VII Всеросс.н-практ.конф. студентов, магистров, аспирантов и молодых ученых. - Махачкала, ФГБОУ ВО "Дагестанский ГАУ имени М.М. Джамбулатова (г. Махачкала, 6 апр.2023.) - Махачкала, 2023. - С. 260-263.
15. Крючков, М. М. Инновационные элементы современных систем земледелия в АПК Рязанской области / М. М. Крючков, В. И. Левин, Я. В. Костин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2010. – № 3(7). – С. 8-11.
16. Перспективы развития современных трендов в растениеводстве и семеноводстве / В. И. Левин, Л. А. Антипкина, Р. Н. Ушаков, А. С. Ступин // Аграрная наука в условиях модернизации и цифрового развития АПК России: Сборник статей по материалам Международной науч.-практ. конференции, Курган, 14 апреля 2022 года. – Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2022. – С. 16-20.

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕЛЕМЕХАНИКИ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ И ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ АПК**

В условиях современного развития сельского хозяйства, животноводства и растениеводства внедрение инновационных технологий в агропромышленный комплекс (АПК) становится ключевым фактором повышения эффективности производства и конкурентоспособности предприятий обозначенного сектора экономики. Одним из таких решений является телемеханика, которая представляет собой систему автоматического дистанционного контроля и управления различными хозяйственными объектами с использованием электронных и телекоммуникационных средств.

Телемеханика позволяет автоматизировать процессы сбора, обработки и передачи информации о состоянии объектов АПК, таких как сельскохозяйственные угодья, технические комплексы и средства, критическое оборудование и т.д. Это дает возможность повысить точность и оперативность принятия решений, снизить риски и затраты, а также улучшить качество производимой и реализуемой на рынке продукции, что обуславливает важность более детального рассмотрения обозначенного научного направления [1, с. 1462].

Цель статьи – исследовать актуальные аспекты использования устройств автоматической телемеханики в АПК, рассмотреть особенности их работы, составные компоненты, области применения, преимущества, недостатки, а также перспективы дальнейшего развития и совершенствования в обозначенном секторе экономики.

Существенную долю в методологической составляющей настоящей работы занимает метод анализа литературных источников. Статья базируется на анализе трудов отечественных исследователей, посвященных эксплуатации телемеханических систем в аграрной промышленности и связанных с ней производственных секторах. В процессе сбора общих данных о ключевых аспектах использования устройств телемеханики в АПК написание статьи оказали публикации Пономаренко М.О., Морсакова И.О., Колесника В.В., Панфилова В.А., Абдюкаевой А.Ф., Левина Д.С., Кондратьевой Н.П., Большина Р.Г., Краснолуцкой М.Г. и др. Для получения общего представления об изучаемой проблеме и объединения разрозненных содержательных элементов в единый структурированный текст, в статье также были использованы метод синтеза и метод обобщения, на основе которых сформированы выводы и заключение.

Общеизвестно, что сельское хозяйство является критической отраслью аграрной промышленности многих государств мира. В последние годы в АПК



наблюдается тенденция внедрения автоматизированных систем управления и контроля технологически важных объектов, а также использование роботизированной техники. Эффективное и стабильное функционирование последних сегодня возможно благодаря применению современных комплексов телемеханики. Их внедрение способствует надежной и безопасной реализации многих технологических процессов и мероприятий по мониторингу состояния цифровизированного оборудования [2, с. 272].

Анализ литературы показал, что в общем смысле телемеханика – это система дистанционного воздействия на производственные объекты, основанная на использовании средств телеуправления, а также проводной и беспроводной связи. В первую очередь телемеханика позволяет передавать критически важную информацию о состоянии промышленных аппаратов и систем, установленных на хозяйствующих субъектах, на большие расстояния. В АПК телемеханика применяется для управления и контроля за: сельскохозяйственной техникой (тракторы, комбайны, погрузчики); системами полива и орошения; промышленными элементами освещения и обогрева теплиц; системами мониторинга состояния почвы и растений; устройствами контроля качества пищевой и кормовой продукции [2, с. 273].

Что касается применения телемеханики в энергообеспечении предприятий агропромышленного сектора, то оно базируется на эксплуатации систем управления и контроля за работой электроустановок, расположенных на электрических подстанциях, находящихся вблизи производственных территорий АПК. Данные системы обеспечивают бесперебойное электроснабжение объектов сельского хозяйства, предотвращают аварийные ситуации в соответствующих питающих электросетях, а также позволяют оптимизировать работу электрооборудования, задействованного в промышленно-производственных целях. Типовая схема телемеханики многих подстанций, питающих предприятия АПК, показана на рисунке 1 [3, с. 4195].

Исследователи отмечают, что телемеханические системы подстанций АПК выполняют ряд важных функций:

- 1) мониторинг параметров работы электрического оборудования (напряжение, ток, частота), используемого в целях выполнения технологических процессов;
- 2) автоматическое отключение поврежденных участков сети электроснабжения для предотвращения аварий и нарушений режимов работы энергосистемы;
- 3) дистанционное управление энергооборудованием и энергоустановками (включение/выключение, изменение режима работы);
- 4) сбор и хранение исторических и статистических данных о работе электроэнергетических устройств для последующего анализа;
- 5) оповещение персонала электросетевых организаций и предприятий АПК о неисправностях в сети и ложных срабатываниях автоматики [4, с. 26].

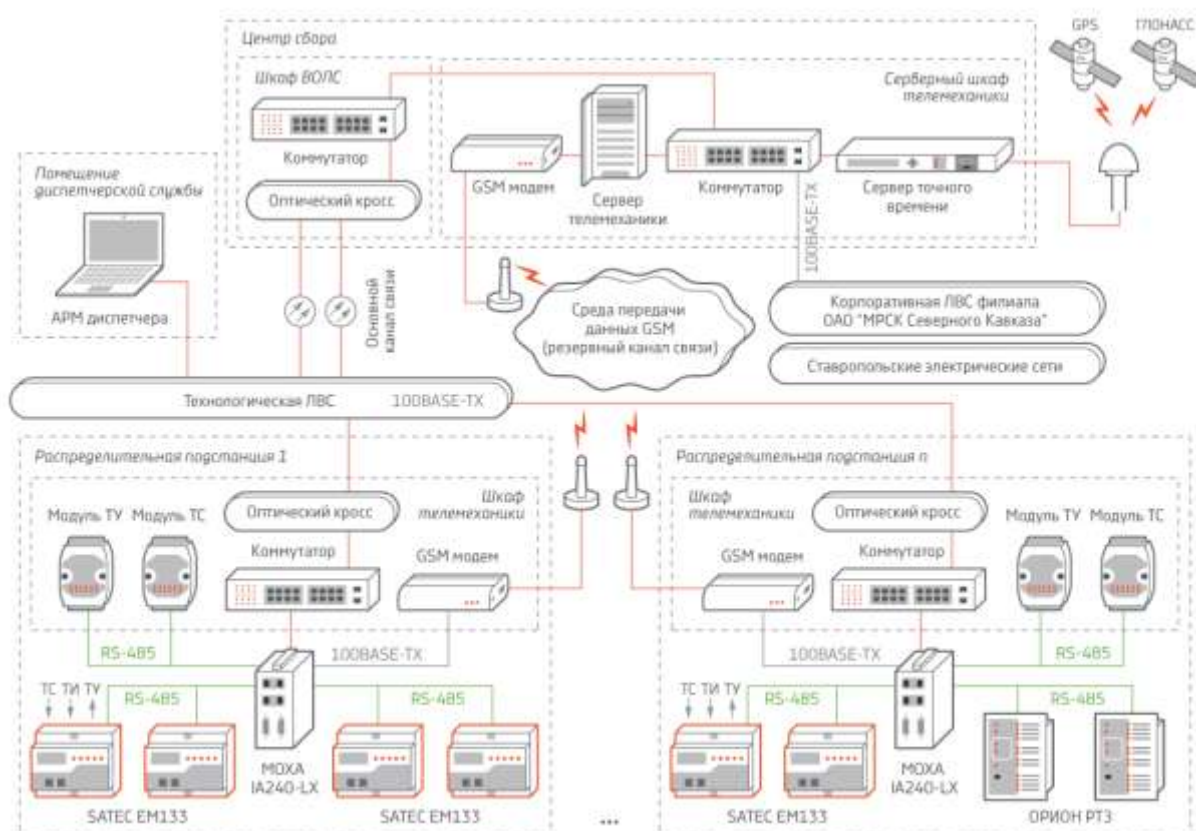


Рисунок 1 – Структурная схема системы телемеханики подстанций

Комплексы телемеханики, используемые для автоматизации различных процессов непосредственно на самих предприятиях АПК, включают в себя следующие основные компоненты:

1. Датчики и сенсоры. Они используются для сбора информации о состоянии оборудования на объектах АПК. Устройства данного типа измеряют важные параметры, такие как температура, влажность, уровень освещения.

2. Системы управления и контроля. Они обеспечивают автоматическое управление объектами АПК на основе полученных от регистраторов и датчиков данных. Такие системы состоят из взаимосвязанных между собой контроллеров и регуляторов [5, с. 17].

3. Телекоммуникационные средства. Используются в целях передачи технологической, исторической, статистической и аварийной информации между объектами АПК и центрами управления. Они базируются на применении таких технологий как GSM, Wi-Fi, LoRaWAN.

4. Специализированное программное обеспечение (ПО), которое осуществляет обработку и анализ полученных данных, а также визуализацию информации для пользователей. Как правило, ПО систем телемеханики разрабатывается для конкретных задач того или иного предприятия АПК.

5. Системы интеграции. Благодаря им телемеханика имеет возможность интегрироваться с другими промышленно-производственными элементами АПК, такими как системы точного земледелия, системы управления техникой [6, с. 143].

Рассмотрим ключевые преимущества и достоинства внедрения телемеханики в отрасли АПК:

1) автоматизация процессов сбора и обработки данных ведет к снижению ошибок и ложных срабатываний технологических и защитных релейных устройств, а также к повышению точности принятия решений сотрудниками сельскохозяйственных организаций;

2) телемеханическое управление объектами АПК позволяет уменьшить затраты на персонал и ресурсы;

3) телемеханический контроль технологических параметров производства способствует улучшению качества изготавливаемой и реализуемой продукции, а также снижению рисков брака;

4) исследования показывают, что внедрение современных систем телемеханики ведет к увеличению показателей конкурентоспособности предприятий АПК на региональном и глобальном рынках;

5) в секторе сельского хозяйства внедрение цифровых автоматизированных устройств телемеханики повышает потенциал развития точного земледелия, позволяет оптимизировать работу сельхозтехники и увеличивает урожайность [6, с. 144].

Важно также отметить существующие на сегодняшний день недостатки и ограничения использования систем телемеханики в агропромышленном секторе, которые необходимо учитывать при разработке и реализации производственных проектов и процессов. К ним относятся:

1. Высокая стоимость. Внедрение телемеханики требует значительных инвестиций в закупку и установку цифрового оборудования, специализированных ПО.

2. Сложность интеграции новых устройств телемеханики с существующими традиционными системами автоматизированного управления на предприятиях АПК.

3. Необходимость комплексного обучения ответственного персонала. С целью эффективного использования телемеханического оборудования и взаимосвязанных с ним аппаратно-программных комплексов телеуправления необходимо заниматься обучением и повышением квалификации сотрудников, трудоустроенных в организациях АПК.

4. Прямая зависимость от надежности исполнения и качества функционирования телекоммуникационных сетей, что является серьезной проблемой для регионов, характеризующихся неблагоприятными, часто изменяющимися и экстремальными климатическими условиями.

5. Высокий риск кибератак. Несмотря на наличие мер безопасности и защитных функций, эксплуатация современных интеллектуально-цифровых и микропроцессорных аппаратов телемеханики является опасной с точки зрения возможности осуществления злоумышленниками несанкционированного вмешательства и доступа к критическим данным [1, с. 1463].

Для успешного внедрения телемеханики в АПК важно учитывать вышеперечисленные проблемы и своевременно разрабатывать стратегии их решения.

Ученые отмечают, что использование телемеханики в АПК имеет большой потенциал для последующего развития. Выделим ряд перспективных направлений совершенствования телемеханических систем в АПК:

1. Внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО) в программные комплексы телеизмерений и телеуправления. Данные решения открывают возможность повысить эффективность автоматического анализа технологических данных. Кроме того, ИИ и МО могут позволить ответственному персоналу качественнее выявлять закономерности производственных процессов и принимать соответствующие решения на основе полученных результатов. Ожидается, что такой подход обеспечит точность управления объектами АПК.

2. Интеграция с системой IoT (Интернет вещей). Для оперативного управления устройствами, к которым подключена телемеханика, может использоваться обозначенная концепция сети передачи данных между физическими объектами (т.е. «вещами»). Это позволит собирать и передавать информацию о состоянии оборудования в АПК в режиме реального времени.

3. Развитие облачных хранилищ. Отмечается, что применение облачных сервисов позволит хранить и обрабатывать большие объемы данных, полученные от телемеханических аппаратов, что упростит персоналу доступ к информации и позволит осуществлять более эффективный анализ последней [7, с. 6].

Таким образом, использование устройств телемеханики на предприятиях АПК является актуальным направлением развития данного сектора экономики. Как показал анализ, телемеханика позволяет повысить эффективность и надежность функционирования агропромышленных технологических объектов. В работе выявлено, что современные цифровые системы телемеханики дают возможность осуществлять непрерывный автоматический контроль за производственным оборудованием, выполнять дистанционное управление сельскохозяйственными установками, а также идентифицировать аварийные события в области энергообеспечения организаций АПК и нарушения режимов эксплуатации агрегатов, задействованных в них. Можно резюмировать, что применение телемеханических аппаратов и каналов связи способствует оптимизации критических агропромышленных процессов и снижению производственных потерь.

### ***Библиографический список***

1. Пономаренко, М.О. Системы телемеханики и автоматики в Отечественной промышленности / М. О. Пономаренко // Актуальные проблемы авиации и космонавтики : сборник материалов IX Международной научно-практической конференции, посвященной Дню космонавтики. В 3-х томах,

Красноярск, 10–14 апреля 2023 года. Том 3. – Красноярск: ФГБОУ ВО "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2023. – С. 1462-1464.

2. Интеллектуальное техническое зрение, телемеханика, робототехника на предприятиях АПК / Н. П. Кондратьева [и др.] // Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК : Материалы Международной научно-технической конференции, Минск, 21–22 декабря 2021 года. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2021. – С. 272-273.

3. Морсаков, И. О. Особенности проектирования систем телемеханики на подстанции / И. О. Морсаков, В. В. Сарасом, В. В. Колесник // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова : Посвящена 165-летию В.Г. Шухова, Белгород, 01–20 мая 2018 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2018. – С. 4194-4197.

4. Левин, Д. С. Необходимость внедрения телемеханизации и автоматизации на фермах КРС в Российской Федерации и факторы, замедляющие их внедрение / Д. С. Левин // Студенчество России: век XXI : Материалы VI Всероссийской молодёжной научно-практической конференции. В 4-х частях, Орел, 13 декабря 2018 года. Том Часть 3. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2019. – С. 24-29.

5. Рахматуллин, С. С. Правила настройки современных устройств передачи аварийных сигналов и команд / С. С. Рахматуллин // Студенческий форум. – 2024. – № 13-2(280). – С. 17-18.

6. Развитие процесса диспетчеризации как метода удаленного управления функциональным режимом оборудования связи и телемеханики в аварийных условиях / А.Ф. Абдюкаева и др. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 4 (78). – С. 143-145.

7. Панфилов, В.А. Парадигма развития технологий АПК / В.А. Панфилов // Индустрия питания / Food Industry. – 2017. – № 2 (3). – С. 4-12.

8. Сурненков, П. М. Организация, обслуживание и ремонт энергооборудования энергетической службой / П. М. Сурненков, Е. В. Сазонов, С. А. Грашков // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 24 марта 2023 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова; Научно-образовательный центр «Инженер». Том 2. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 189-192.

9. Совершенствование технической эксплуатации мобильных энергетических средств с применением телеметрических технологий / А. О. Ефимова [и др.] // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года. Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 189-193.

10. Совершенствование технического сервиса в сельском хозяйстве применением системы удаленной диагностики технического состояния и эксплуатационных свойств мобильных энергетических средств на основе телеметрических технологий / М. С. Кирина [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – № 1(10). – С. 149-154.

11. К вопросу разработки компьютерной программы для управления устройством АСКУЭ / Д. В. Кленов, М. О. Лукошников, Н. Б. Нагаев, А. А. Корнилаева // Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России : Материалы 73-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 апреля 2022 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 46-53.

12. Положительные стороны применения непосредственных преобразователей частоты в электроснабжении / А. В. Шемедюк, Н. Б. Нагаев, С. В. Никонов, М. А. Левин // Инновационный вектор развития отечественного АПК : Материалы III Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 23 ноября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 217-223.

13. Морозов А.С. Новые перспективы для агропромышленного сектора / А.С. Морозов // Сборник научных статей Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров «Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК» 15 марта 2023 года. Курск, 2023 / Изд-во: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И.Иванова, Курск. С. 361-364.

14. Обеспечение эффективности воздушных электрических сетей напряжением 20 кВ / Е. С. Семина, О. О. Максименко, Л. В. Романова, А. И. Денисов // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 14 марта 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 486-489.

15. Аванесов, В. Л. Умное сельское хозяйство / В. Л. Аванесов, Н. Е. Лузгин, Д. Е. Уральский // Студенческая наука, Тверь, 14–16 марта 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 252-253.

*Семина Е.С. канд. техн. наук,  
Максименко О.О. канд. техн. наук,  
Слободскова А.А. канд. техн. наук,  
Латышенов Н.М. канд. техн. наук,  
Денисов А.И.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

**УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ  
В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ: РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ  
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СПРОСА НА ЭНЕРГИЮ  
В СЕЛЬСКИХ РАЙОНАХ, ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ**

Энергетические ресурсы играют жизненно важную роль в социально-экономическом развитии сельских районов. Однако сельские районы часто сталкиваются с уникальными проблемами в управлении энергетическими ресурсами, такими как рассредоточенное население, ограниченная инфраструктура и нестабильные цены на энергию. Для решения этих проблем необходимы эффективные стратегии управления энергетическими ресурсами, которые включают разработку моделей прогнозирования спроса на энергию, оптимизацию распределения и использование энергетических ресурсов.

Прогнозирование спроса на энергию в сельских районах является неотъемлемой частью эффективного управления энергетическими ресурсами. Уникальные характеристики сельских районов, такие как рассредоточенное население, сезонные колебания и ограниченная инфраструктура, оказывают значительное влияние на паттерны потребления энергии и требуют специального подхода при разработке моделей прогнозирования [1, 2, 3].

1. Рассредоточенное население: Одной из ключевых особенностей сельских районов является рассредоточенное население. Это означает, что жители сельской местности часто проживают на значительном удалении друг от друга, что приводит к более высоким затратам на распределение энергии. Для прогнозирования спроса на энергию в таких условиях необходимо учитывать особенности транспортной инфраструктуры, возможности доставки энергоресурсов и потребности различных групп населения.

2. Сезонные колебания: Сельские районы часто характеризуются сезонными колебаниями спроса на энергию, связанными с особенностями сельскохозяйственной деятельности. Например, в периоды посева и уборки урожая может наблюдаться повышенный спрос на энергию для работы сельскохозяйственной техники и оборудования. Модели прогнозирования должны учитывать эти сезонные колебания и предсказывать спрос на энергию с учетом цикличности сельскохозяйственных процессов.

3. Ограниченная инфраструктура: Ограниченная энергетическая инфраструктура в сельских районах создает дополнительные вызовы для

прогнозирования спроса на энергию. Недостаточная доступность надежных источников энергии может привести к нестабильности энергоснабжения и ограничить возможности развития сельского хозяйства и других отраслей. Модели прогнозирования должны учитывать потенциальные проблемы с инфраструктурой и разрабатывать стратегии для оптимизации использования имеющихся ресурсов [4, 5, 6].

Эффективное управление энергетическими ресурсами в сельской местности требует точного прогнозирования спроса на энергию, учитывая уникальные характеристики данной территории. Для этого необходимо применять разнообразные методы прогнозирования, способные учесть особенности сельских районов и предсказать будущие тенденции потребления энергии. Рассмотрим подробно основные методы прогнозирования спроса на энергию в сельских районах:

1. Методы временных рядов являются одним из наиболее распространенных подходов к прогнозированию спроса на энергию. Эти методы используют исторические данные о потреблении энергии в прошлом для выявления закономерностей и прогнозирования будущих тенденций. Анализируя временные ряды данных о потреблении энергии в сельских районах, можно выявить сезонные колебания, тренды и цикличность, что позволяет более точно предсказывать будущий спрос на энергию.

2. Каузальные методы прогнозирования учитывают влияние различных факторов на спрос на энергию в сельских районах. Эти методы анализируют экономический рост, демографические изменения, технологические инновации и другие факторы, которые могут влиять на потребление энергии. Путем установления причинно-следственных связей между этими факторами и спросом на энергию можно более точно прогнозировать будущие изменения в потреблении энергии в сельских районах.

3. Методы машинного обучения представляют собой современный и эффективный подход к прогнозированию спроса на энергию. Эти методы используют алгоритмы машинного обучения для анализа больших объемов данных о потреблении энергии и выявления скрытых закономерностей. Путем обучения моделей на исторических данных методы машинного обучения могут предсказывать будущие тенденции спроса на энергию с высокой точностью, учитывая множество влияющих факторов [7, 8, 9].

Использование разнообразных методов прогнозирования спроса на энергию в сельских районах позволяет создать более точные и надежные модели, способные адаптироваться к уникальным характеристикам данной территории. Комбинирование методов временных рядов, каузальных методов и методов машинного обучения позволяет создать комплексные модели прогнозирования, способные учитывать разнообразные факторы и обеспечивать эффективное управление энергетическими ресурсами в сельской местности.

Обеспечение надежного и экономичного энергоснабжения в сельских районах требует эффективной оптимизации распределения энергетических



ресурсов. Этот процесс включает в себя ряд ключевых мероприятий, таких как планирование сети, управление спросом и развитие распределенной генерации. Для успешной оптимизации необходим комплексный подход, учитывающий как технические, так и экономические аспекты. Рассмотрим подробно основные компоненты оптимизации распределения энергетических ресурсов в сельских районах:

1. Планирование сети включает в себя проектирование и строительство новых линий электропередач и других энергетических объектов с целью удовлетворения растущего спроса на энергию. Это важный этап, который позволяет оптимизировать инфраструктуру с учетом географических особенностей сельской местности и специфики потребностей населения. Планирование сети также включает в себя оценку потенциала для внедрения новых технологий и энергосберегающих решений.

2. Управление спросом направлено на снижение пикового спроса на энергию и перераспределение потребления энергии на периоды с низким спросом. Это позволяет более эффективно использовать доступные ресурсы и снизить нагрузку на энергетическую инфраструктуру в пиковые часы. Меры управления спросом могут включать в себя внедрение тарификации с переменными ценами, стимулирование энергосберегающих технологий и обучение населения по рациональному использованию энергии.

3. Распределенная генерация представляет собой производство энергии из небольших, децентрализованных источников, таких как солнечные батареи и ветряные турбины. Этот подход позволяет снизить зависимость от централизованных энергетических систем и обеспечить более устойчивое и надежное энергоснабжение в сельских районах. Распределенная генерация также способствует снижению потерь при транспортировке энергии на большие расстояния и улучшению экологических показателей. [10,11,12]

Оптимизация распределения энергетических ресурсов в сельских районах требует комплексного подхода, учитывающего как технические, так и экономические аспекты. Планирование сети, управление спросом и развитие распределенной генерации являются ключевыми компонентами этого процесса, направленного на обеспечение устойчивого и эффективного энергоснабжения в сельской местности. Эффективная оптимизация позволит снизить затраты, повысить надежность системы и содействовать экологической устойчивости энергетического сектора в сельских районах.

Энергоэффективность и снижение затрат на энергию играют важную роль в обеспечении устойчивого развития сельских районов. Для достижения этих целей необходима оптимизация использования энергетических ресурсов, которая включает в себя ряд мероприятий и подходов. Рассмотрим подробно основные аспекты оптимизации использования энергетических ресурсов в сельских районах:

1. Использование энергоэффективных технологий является одним из ключевых способов снижения потребления энергии в сельских районах. Применение светодиодного освещения, высокоэффективных бытовых

приборов, систем отопления и кондиционирования воздуха с высоким коэффициентом эффективности, а также улучшение изоляции зданий позволяют значительно снизить энергопотребление. Инвестиции в энергоэффективные технологии не только сокращают расходы на энергию, но и способствуют снижению нагрузки на энергетическую инфраструктуру.

2. Поведенческие изменения играют также важную роль в оптимизации использования энергетических ресурсов. Поощрение простых привычек, таких как выключение света, компьютеров и других электроприборов при их ненужном использовании, а также использование энергосберегающих практик в повседневной жизни населения, способствует снижению потребления энергии. Образовательные кампании, информационные ресурсы и мероприятия по повышению осведомленности населения о важности энергосбережения могут привести к значительным экономиям энергии.

3. Финансовые стимулы, такие как налоговые льготы, субсидии, государственные программы по финансированию энергоэффективных проектов и скидки на энергосберегающие технологии, могут стимулировать потребителей инвестировать в улучшение энергоэффективности своих домов, предприятий и сельскохозяйственных хозяйств. Эти меры не только способствуют снижению затрат на энергию, но и стимулируют развитие рынка энергоэффективных технологий и услуг [13,14,15].

Оптимизация использования энергетических ресурсов в сельских районах требует комплексного подхода, который объединяет технологические инновации, поведенческие изменения и финансовые стимулы. Применение энергоэффективных технологий, поощрение энергосберегающих привычек и предоставление финансовых поощрений способствуют повышению энергоэффективности и снижению затрат на энергию в сельских районах. Этот многосторонний подход не только способствует экономической выгоде, но и содействует устойчивому развитию и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Нами были рассмотрены важные аспекты управления энергетическими ресурсами в сельской местности, с фокусом на разработке моделей прогнозирования спроса на энергию в сельских районах и оптимизации распределения и использования энергетических ресурсов. Исследования в данной области имеют стратегическое значение для обеспечения устойчивого развития сельских территорий, повышения их энергетической эффективности и обеспечения надежного энергоснабжения.

Разработка моделей прогнозирования спроса на энергию является ключевым инструментом для оптимизации энергетических процессов в сельской местности. Точное прогнозирование спроса позволяет эффективно планировать производство и распределение энергии, минимизировать потери и обеспечить стабильное энергоснабжение для населения и предприятий. Это особенно важно в условиях роста энергопотребления и изменения климатических условий.

Оптимизация распределения и использования энергетических ресурсов в сельской местности требует комплексного подхода, учитывающего специфику региональных особенностей, потребностей населения и возможностей инфраструктуры. Применение современных технологий, внедрение инновационных решений и развитие альтернативных источников энергии играют важную роль в повышении эффективности энергетических систем сельских районов [16,17].

Надеемся, что результаты и выводы, представленные в данной статье, будут полезны для специалистов в области энергетики, исследователей, принимающих решения в сфере энергетического менеджмента и всех заинтересованных сторон. Дальнейшие исследования в данной области могут способствовать развитию инновационных подходов к управлению энергетическими ресурсами в сельской местности и содействовать созданию устойчивых и эффективных энергетических систем для будущих поколений.

### ***Библиографический список***

1. Результаты исследования работы двигателя с тангенциальными каналами в горловине поршневой камеры / О. О. Максименко, Е. С. Семина, В. К. Киреев, А. Ю. Мальгина // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения : Материалы 71-й Международной науч.-практ. конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. Том Часть 2. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 156-159.

2. Влияние дифференциала повышенного трения на поворот трактора / О. О. Максименко, В. К. Киреев, А. В. Ерохин, Е. С. Семина // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 281-283.

3. Максименко, О. О. Нестационарный теплообмен в быстроходных двигателях внутреннего сгорания / О. О. Максименко, Е. С. Семина, А. А. Максименко // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции (Международные Бочкаревские чтения), посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКСР, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. Рецензируемое научное издание, Рязань, 06–09 декабря 2018 года / Редакционная коллегия: Бышов Н.В., Лазуткина Л.Н., Мажайский Ю.А. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 131-133.

4. Перспективы использования активного вентилятора и свч излучений при сушке сыпучих продуктов / С. О. Фатьянов [и др.] // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 466-471.

5. Сравнение полупроводниковых приборов применяемых в преобразователях электрической энергии систем электроснабжения / И. И.

Гришин, Е. С. Семина, А. С. Морозов, М. Бахрамзод // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – № 1. – С. 232-235.

6. Анализ ламп применяемых для переменного оптического облучения рассады овощных культур в теплицах / А. С. Морозов [и др.] // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной науч.-практ. конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 305-310.

7. Максименко, О. О. Расчет потерь мощности в распределительной сети 0,4 кВ / О. О. Максименко, Е. С. Семина, В. О. Тарабрин // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве : Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России, Рязань, 26–27 апреля 2017 года / Министерство сельского хозяйства российской федерации; ФГБОУВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 156-161.

8. Система повышения надежности электродвигателей в сельском хозяйстве на основе комплексной диагностики / Е. С. Семина [и др.] // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения : Материалы 71-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. Том Часть 2. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 193-197.

9. Перспективы использования возобновляемых источников энергии для питания систем освещения в сельской местности / Н. Б. Нагаев [и др.] // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 310-315.

10. Обоснование конструктивной схемы электрического агрегата термической обработки кормов / Е. С. Семина [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – № 2(11). – С. 129-135.

11. К вопросу расчета токов и напряжений при несанкционированных потерях электроэнергии / Е. С. Семина, О. О. Максименко, А. А. Слободскова, И. С. Никушкин // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 24 марта 2023 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова; Научно-образовательный центр «Инженер». Том 2. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 132-135.

12. Регулируемый электропривод насосов в системах водоснабжения животноводческих комплексов КРС / Е. С. Семина, О. О. Максименко, А. А. Слободскова, И. С. Никушкин // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 24 марта 2023 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия

имени И.И. Иванова; Научно-образовательный центр «Инженер». Том 2. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2023. – С. 136-139.

13. Анализ коммерческих потерь электроэнергии в электрических сетях напряжением 0,4 КВ / Е. С. Семина, О. О. Максименко, А. А. Слободскова, И. С. Никушкин // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 24 марта 2023 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова; Научно-образовательный центр «Инженер». Том 2. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2023. – С. 128-131.

14. Слободскова, А. А. Автоматизация систем управления микроклиматом в защищенном грунте / А. А. Слободскова, Е. С. Семина, Д. Н. Балакина // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ имени П.А. Костычева. – 2020. – № 2(11). – С. 148-152.

15. Оценка эксплуатационной надежности погружных электродвигателей, используемых в сельском водоснабжении / Е. С. Семина, О. О. Максименко, А. А. Слободскова, И. С. Никушкин // Юность и знания - гарантия успеха -2023 : Сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 19–20 сентября 2023 года / Редколлегия: А.А. Горохов (отв. редактор). Том 2. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2023. – С. 485-489.

16. Проблема обследования электрических сетей в сельском хозяйстве / Е. С. Семина, О. О. Максименко, А. А. Слободскова, И. С. Никушкин // Юность и знания - гарантия успеха -2023 : Сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 19–20 сентября 2023 года / Редколлегия: А.А. Горохов (отв. редактор). Том 2. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2023. – С. 481-484.

17. Электрифицированное сельскохозяйственное оборудование и технологические процессы на его основе : / С. О. Фатьянов, А. С. Морозов, А. А. Слободскова, Е. С. Семина ; МСХ РФ, РГАТУ имени П.А. Костычева. – Рязань : 2022. – 129 с.

18. Петрушина, О. В. Совершенствование регуляторики развития сельских территорий / О. В. Петрушина // Экономика России в условиях глобальных вызовов : материалы II Международной научно-практической конференции, Курск, 16 ноября 2023 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2023. – С. 150-153.

19. Использование нейронных сетей для прогнозирования параметров качества электрической энергии / Н. Б. Нагаев [и др.] // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : Материалы I Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 года. Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 193-197.

20. Исследование видов и мест повреждения в сельских электрических сетях 35 КВ по наведенным напряжениям на антеннах / Е. С. Семина, О. О.

Максименко, Л. В. Романова, З. И. Чванов // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 14 марта 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 482-485.

21. Аванесов, В. Л. Умное сельское хозяйство / В. Л. Аванесов, Н. Е. Лузгин, Д. Е. Уральский // Студенческая наука, Тверь, 14–16 марта 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 252-253.

22. Обеспечение конкурентоспособности предприятия сферы электроэнергетики в Рязанской области / О.И. Ванюшина, О.В. Лозовая, Н.В. Барсукова [и др.] // Инновационный вектор развития отечественного АПК. Материалы III Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова. – Рязань: РГАТУ, 2023. - С. 30-35.

**УДК 62-192**

*Сеник О.О.,*

*Чжан Л.*

*ФГБОУ ВО Приморский ГАТУ, г. Уссурийск, РФ*

## **ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ**

В современном сельском хозяйстве, измерительные устройства, занимают ключевое место в создании автоматизированного процесса при выращивании сельскохозяйственных культур [1]. Автоматизированные средства полива, очень сильно влияют на урожайность, где определения главных показателей, таких как количество и качество полива растений очень важны. Следует отметить, что для определения количества влаги в почве используют разные способы. Актуальным стало применять датчики влажности почвы, которые измеряют и передают наиболее точную и оперативную информацию о количестве влаги у корневой системы растений.

Отдельно стоит отметить, что посев сельскохозяйственных культур и, в частности, определение сроков посева зависит от влажности почвы. Встречаются определенные поля, на которых влажность почвы распределена не равномерно и колеблется в широких пределах. Равномерность всходов сельскохозяйственных культур также зависит от необходимой влажности почвы, которая в свою очередь изменяется с глубиной посева. В ситуациях с наличием неравномерности распределения влаги в почве следует производить корректировку глубины заделки семян для обеспечения лучших всходов. При этом данный процесс в оптимальном случае стоит производить непрерывно в процессе посева. Для реализации

подобной задачи следует иметь подходящие датчики контроля влажности почвы, способные быстро и точно производить контроль показаний.

В нашей стране чаще всего используют зарубежные приборы, но как показала практика они неоправданно дороги в покупке и не воспроизводимы, или являются громоздкими. Также стоит отметить затратный термовесовой метод [2,3]. Поэтому спрос на отечественные приборы растет, и они становятся более востребованными как на малых, так и на больших производствах.

**Цель:** Анализ технических решений для измерения и контроля влажности в почве.

**Материалы и методика.** Для проведения исследования был осуществлен систематический анализ литературных источников. Поиск литературы был осуществлен в научной базе данных Elibrary, ФИПС с использованием ключевых слов и фраз, связанных с темой исследования. Отобранные источники были оценены на релевантность и качество информации. После этого была проведена систематизация и классификация данных по различным аспектам значения устройств для измерения влажности в почве, такие как тип датчиков, точность измерения, технологии, методы контролирования влаги в почве. Результаты анализа литературы были обобщены и синтезированы для формулирования основных выводов и заключений о текущем состоянии и перспективах развития в данной области.

**Результаты исследования.** Сотрудниками Федерального государственного бюджетного научного учреждения "Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации" (ФГБНУ "ВолжНИИГиМ") было предложено устройство для определения влажности почвы (патент №185072) [4]. Устройство для определения влажности почвы включает в себя датчик влажности, блок управления, кабели, так же цифровой мультиметр. Корпус изготовлен из водонепроницаемой нержавеющей стали с датчиками в виде игл, благодаря этому производятся экспресс измерения с точностью  $\pm 3\%$  в диапазоне измерений 5-85%. трансформируя данные в милливольтовый сигнал, пропорционально содержанию влаги в почве. Сами датчики влажности состоят из заостренных конусных наконечников, закрепленных на полой трубке, где находятся два кольцевых электрода, на определенном расстоянии друг от друга, другой конец трубки закреплен с помощью переходника к основной трубе. Регистрирующее устройство, находящиеся в блоке управления и установлено для наблюдения показаний, в водонепроницаемом кожухе. Включения и выключения прибора реализовывается тумблерами, состоящие из двух печатных плат и источника питания. Кольцевые электроды под соединяющиеся к штепсельному разъему, подключаются к управляющему входу мультивибратора, а выход подсоединяется ко входу частотомера, а выход частотомера подсоединяется ко входу цифрового мультиметра, проградуированного в значениях влаги почвы. Недостатками прибора следует учесть ограничение измерений влажности почвы по глубине, которая зависит от длины игл.

Цель технического решения: разработать отечественный прибор для оперативного определения влажности почвы в корнеобитаемом слое растений до глубины 0.9 м, доступного по цене любому фермеру.

Для достижения поставленной цели была создана электронная схема прибора, который измеряет полное сопротивление слоя почвы между двумя обкладками датчика, зависящее от наличия воды в порах почвы, на переменном токе. Полученное значение влажности преобразуется в цифровую форму и высвечивается на индикаторе для отчета. Полезная модель относится к сельскому хозяйству и может быть использована для определения влажности почвы при назначении поливов сельскохозяйственных культур. На рисунке 1 показан общий вид датчика влажности в разрезе.

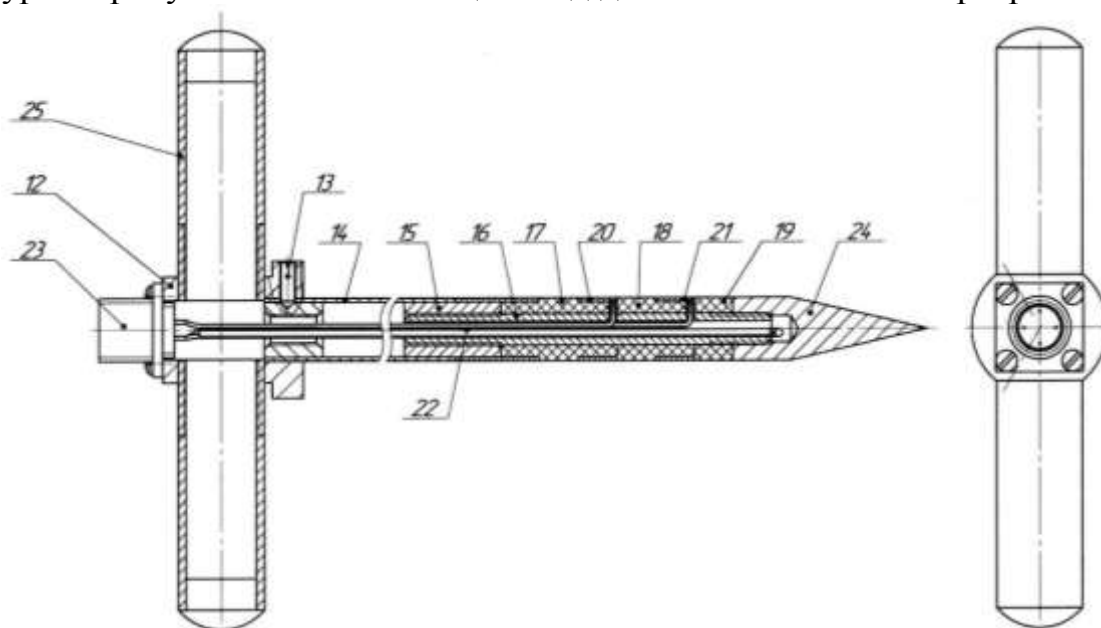


Рисунок 1 – Устройство определения влажности почвы №185 072:

винт – 13; труба – 14; втулка – 15; трубка – 16; изолирующие втулки – 17, 18 и 19; кольцевые электроды – 20 и 21; изолированный провод – 22; штепсельный разъем – 23; наконечник – 24

Сотрудниками научно-исследовательского института водных проблем и мелиорации Государственного водного концерна "Аква" было предложено устройство для определения влажности почвы (патент №2019099) [5]. Устройство состоит из блока датчиков, подключенного к блоку регистрации через измерительную схему, и дополнительного блока с датчиками температуры, давления и осмотического давления почвенного раствора. Измерительная схема оснащена блоками связи и преобразования, а также блоками температурной коррекции и компенсации осмотического давления. Датчик осмотического давления установлен в корпусе из диэлектрического материала и закрыт недеформируемой мембраной, проницаемой для воды. Блок связи содержит сильфон, обеспечивающий равновесие между жидкостью в керамической капсуле и почвенным раствором, а также определяющий влажность почвы по капиллярному давлению.



Цель технического решения: разработать устройства с датчиками, повышающие точность определения влажности засоленных почв.

Для решения поставленной цель предлагается использовать в устройстве блок датчиков, снабжённый датчиками осмотического и капиллярного давления и температуры почвенного раствора, приборами связи и блоком преобразования сигналов давления, и разработкой измерительной схемы. На рисунке 2 представлена схема устройства для определения влажности почвы.

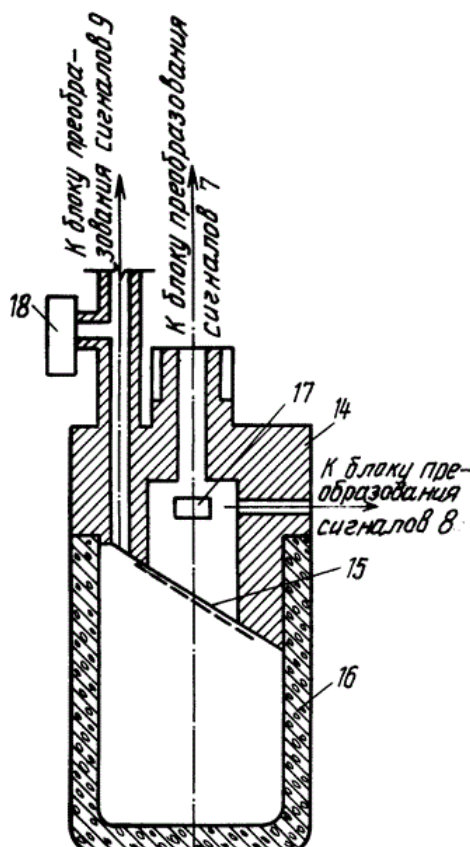


Рисунок 2 – Устройство для определения влажности почвы № 2019099:

блок датчиков – 1; датчики осмотического давления – 2, 3, 4. Блоки: температуры и капиллярного давления – 5, 6; преобразования сигналов – 7, 8, 9; температурной коррекции – 10, 11; компенсации – 12; регистрации сигналов – 13; корпус – 14; мембрана – 15; керамическая капсула – 16; терморезистор – 17; сильфон – 18.

Известен почвенный влагомер, предложенный сотрудниками Федерального государственного бюджетного научного учреждения "Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации" (ФГБНУ "ВолжНИИГиМ") (RU) (патент №191283) [6]. Устройство для измерения влажности почвы состоит из двух частей соединенных двухжильным кабелем со штепсельными разъемами: датчик и регистрирующий прибор, который отображает показания уровней датчика по профилю влаги. Сам датчик влажности состоит из пластмассовой трубы, где располагаются кольцевые электроды, сделанные из нержавеющей стали, их число зависит

от количества уровней почвы, в которых определяется влажность, на каждом уровне находится по два изолированных промежутком кольца. Так же в устройство входит: многопозиционный переключатель со шкалой; штепсельный разъем; защитная крышка; соединительный кабель. Нечетные кольца соединены общим проводом, один конец которого подключен к первому контакту штепсельного разъема, четные кольца по отдельности подсоединены к контактным ламелям многопозиционного щеточного переключателя. Регистрирующие устройства с помощью двухпроводного кабеля подключается с контактом штепсельного разъема, данное устройство состоит из мультивибратора и частотомера, проградуированного в единицах влажности почвы.

Благодаря этому изобретению заменяется термостатно-весовой метод определения влажности почвы на больших площадях сельскохозяйственных культур и использования дорогостоящих датчиков зарубежного производства. Представленные датчики имеют постоянный контакт с почвой по всей поверхности чувствительной части, не допускают ошибок в показаниях прибора и позволяют измерять влажность в выбранных уровнях почвы глубиной до одного метра с шагом десять сантиметров. Они устанавливаются отдельно от регистрирующего устройства на весь вегетационный период на специально выбранных участках и обслуживаются одним регистрирующим устройством. В дополнение есть экспресс измерение влажности с точностью  $\pm 3\%$  в диапазоне измерений 5-85%. На рисунке 3 представлен общий вид датчика влажности почвы в разрезе.

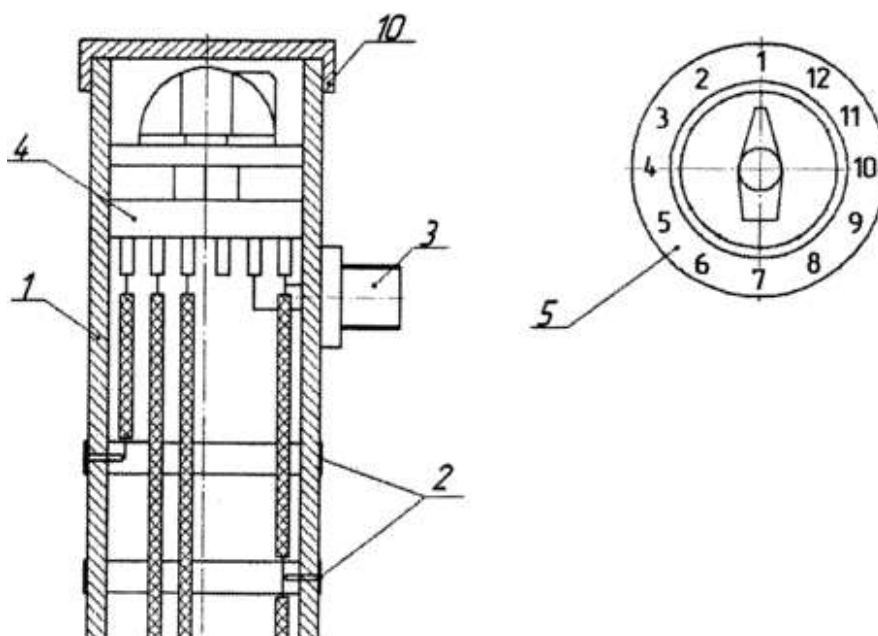


Рисунок 3 – Почвенный влагомер №191283:

Пластмассовая труба – 1; электроды – 2; штепсельный разъем – 3; многопозиционный щеточный переключатель – 4; шкала обозначения положения переключателя – 5; крышка – 10.

Известен автономный датчик для послойного контроля влажности и температуры почвы представленный сотрудниками федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова» (патент №222477) [7]. Автономный датчик для послойного контроля влажности и температуры почвы состоит из стержня, который в свою очередь включает в себя комплект датчиков, различающиеся по разному диапазону глубин. Он отличается тем, что на стержне длиной три метра в нижней части, устанавливающиеся в почву, закрепляется пять аналоговых датчиков влажности на расстоянии десять сантиметров друг от друга. Представлены два цифровых датчика температуры на расстоянии ниже пяти сантиметров от первого и третьего датчика влажности. В верху стержня зафиксирован блок управления, включающий в себя микроконтроллер, целых пять преобразователей аналоговых датчиков влажности. Так же в устройство входит: модуль ГЛОНАСС, аккумуляторная батарея, контроллер заряда и выключатель. Верхняя наружная стенка, блока управления, жестко закреплена с солнечным модулем, связанная с аккумуляторной батареей с помощью контроллера заряда блока управления.

Цель технического решения: контроль влажности и температуры почвы на сельскохозяйственных орошаемых участках с целью своевременного назначения полива.

Достижение цели происходит за счет автономного датчика послойного контроля влажности и температуры почвы содержащий стержень, состоящий из трех наборов датчиков, каждый набор датчиков измеряет разный диапазон глубин и обеспечивают более точные измерения влажности почвы по всей глубине стержня. На стержень длиной 3 метра устанавливается пять аналоговых датчиков влажности так же закреплены два цифровых датчика температуры на расстоянии друг от друга. За счет большого захвата глубины контролируется влажность, и температура почвы вдоль всей глубины измерительного стержня датчика тем самым повышая информативность получаемых данных. На рисунке 4 представлен общий вид устройства.

Сотрудниками Федерального Государственного Бюджетного Образовательного Учреждения Высшего Образования "Великолукская государственная сельскохозяйственная академия" предложено устройство для измерения влажности сапропеля почвы в полевых условиях (патент №2806153) [8]. Влагомер состоит из первичного преобразователя, находящегося на металлическом основании, который соприкасается с контролируемым материалом с внешней своей стороной. Измерительная ячейка включена в цепь зондирующего сигнала, а выход подключается к устройству измерения, устанавливается с внутренней стороны основания и подключается к первичному преобразователю. Устройство содержит диэлектрическую крышку, подключающиеся к электронной схеме резистивного сенсора влажности два

разделенных диэлектриком электрода. Благодаря этому крышки помещаются в массу сапропеля или грунта, соприкасаясь с ними, а вырабатываемый сигнал характеризует степень влажности. Далее этот сигнал поступает через измерительную ячейку влагомера в устройство измерения и обработки данных по переводным таблицам для набора температур. Заложённая в память процессора устройство измерения используется для вычисления содержания влаги в контролируемом материале. Также задействован генератор гармонического зондирующего сигнала вместе с электронным устройством измерения.

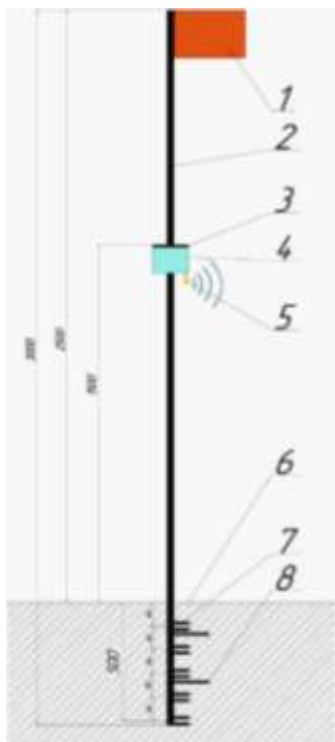


Рисунок 4 – Автономный датчик послойного контроля влажности и температуры почвы №222477:

Флажок – 1; стержень – 2; солнечная панель – 3; блок управления – 4; антенна – 5; грунт – 6; пять аналоговых наборов датчиков влажности – 7; два цифровых датчика температуры – 8

Отличительной особенностью является повышение точности измерения влажности на достаточной глубине почвы. Достигается это определенной формой электродов и соответствующей электронной схемой устройств измерения. Создавая цепь зондирующего сигнала от устройства измерения к устройству регистрации за счет двух разделенных диэлектриком электродов, вырабатываемый сигнал поступает через ячейку в устройство обработки данных, закладывая в память процессора данные с учетом набора температур, проводит вычисление содержания влаги в контролируемом материале. Система в целом приведена на рисунках 5.

Сотрудниками общества с ограниченной ответственностью «МГБОТ» предложен датчик для измерения температуры и влажности в почве (патент

№198172) [9]. Датчик является измерительной техникой и исполосовывается для отслеживания локальных параметров земельных участков в экологических, агротехнических и других целях. Само устройство состоит из основания в виде печатной платы и с встроенным измерительным датчиком влажности, находящиеся в нижней части основания. Информационные данные с датчика влажности передаются на электрическую схему обработки сигнала. Функции электрической схемы — это подавление высокочастотных помех от постигаемых данных от датчика влажности. Далее идет преобразование напряжение в емкости датчика влажности и подготовка передачи сигналов через четырехконтактный разъем, на модуль аналого-цифрового преобразователя. Четырехконтактный разъем расположен в верхней части основания и подключен к внешним приборам, те в свою очередь считывают показания датчика, и обеспечивает настройку режима работы датчика. Небольшая часть основания покрывается герметичным слоем водонепроницаемого электроизоляционного лака, на котором находится измерительный элемент вместе с электрической схемой обработки сигнала, благодаря этому идет защита от агрессивных воздействий.

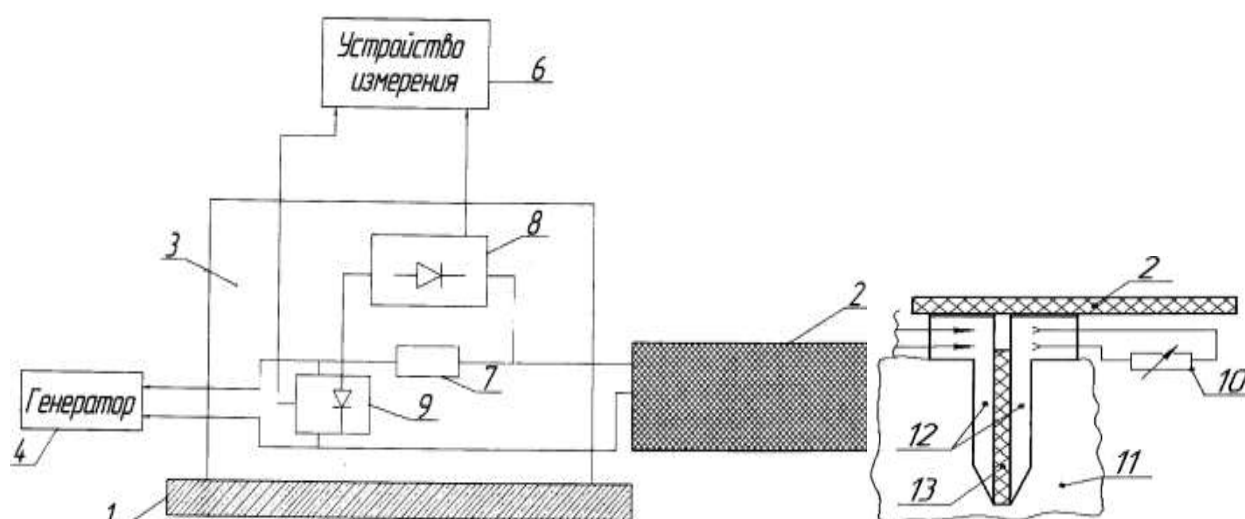


Рисунок 5 – Измерение влажности сапропеля почвы № 2806153:

металлическое основание – 1; диэлектрическая крышка – 2; электронное устройство измерения влажности – 3; измерительная ячейка – 4; генератор гармонического сигнала – 5; программное обеспечение – 6; элемент электрической цепи – 7; амплитудные детекторы – 8,9; резистивный сенсор влажности – 10; два электрода – 12; контролируемый материал – 11; разделительный диэлектрик – 13.

При создании заявленного технического решения было задачей устранить недостатки ближайших аналогов, а именно создать устройства, обладающее достаточной герметичностью, для получения точных параметров влаги почвы и улучшить принцип измерения влаги в почве. Достичь данных результатов удалось с помощью принципа измерения влаги в почве без непосредственного контакта электродами с почвой и растворенных в ней электролитов, которые в обычных резистивных датчиках почве приводят к нежелательному и пагубному

эффекту. Улучшения герметичностью было решено покрыть основание герметичным слоем электроизоляционным лаком являющийся водонепроницаемым, так же на нем находится измерительное устройство вместе с электрической схемой для обработки сигналов. На рисунках 6 показан общий вид заявленного устройства и принципиальная электрическая схема датчика для измерения влаги в почве.

Известно беспроводное устройство для контроля влажности почвы предложенное Андреевым Сергеем Андреевичем (патент №189080) [10]. Устройство относится к приборостроению, в частности к измерительной технике, специализированное для дистанционного контроля и измерения влаги в локальных земельных участках различного назначения в экологических, агротехнических и других целях. Беспроводной прибор для контролирования влажности почвы, корпус устанавливается вместе с датчиком влажности, подключается через измерительно-передающую часть.

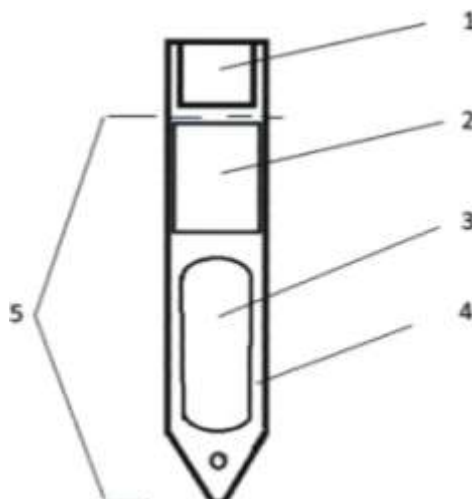


Рисунок 6 – Датчик температуры и влажности почвы №198172:

Разъем четырех контактный – 1; электрическая схема обработки сигнала – 2; датчик влажности – 3; основание – 4; указание области покрытия герметичным слоем водонепроницаемого электроизоляционного лака – 5.

Измерительно-передающая часть состоит из микроконтроллера и радио модуля последовательно соединённая, к антенне, и источником питания. Отличительным является то, что он дополнительно снабжен: приемной антенной, также приемниками управляющих сигналов, эталонных сигналов, ответных сигналов и информации о влажности почвы от внешнего устройства, твердотельным накопителем, генератором эталонных сигналов и коммутатором. Первый вход коммутатора, который соединен с первым дополнительным выходом микроконтроллера, а во второй вход - с выходом генератора эталонных сигналов, а приемная антенна подключается к входам приемников управляющих сигналами, и эталонных сигналов, ответных сигналов и информации о влажности почвы от внешнего устройства, выход приемника управляющих сигналов подключен к первому дополнительному

входу микроконтроллера, выход приемника эталонных сигналов - ко второму дополнительному входу микроконтроллера, выход приемника ответных сигналов - к третьему дополнительному входу микроконтроллера, выход приемника информации о влажности почвы от внешнего устройства - к четвертому дополнительному входу микроконтроллера, вход твердотельного накопителя информации подключен ко второму дополнительному выходу микроконтроллера, выход твердотельного накопителя информации к пятому дополнительному входу микроконтроллера. Выход коммутатора подключается с первым дополнительным входом радио модуля, а источник питания соединяется с приемниками управляющих сигналов, эталонных сигналов, ответных сигналов и информации о влажности почвы от внешнего устройства, коммутатору и к генератору эталонных сигналов.

Техническим результатом предлагаемого устройства для контроля влажности почвы является снижение энергопотребления беспроводных устройств для контроля влаги, находящейся в почве, определения увеличения продолжительности его автономной работы и уменьшения эксплуатационных затрат, обусловленных заменой или зарядкой химических накопителей энергии. Это уменьшение происходит за счет того, что регулярно на базовую станцию передается информация только от одного датчика влажности. На рисунке 7 представлена функциональная схема беспроводного устройства для контроля влажности почвы.

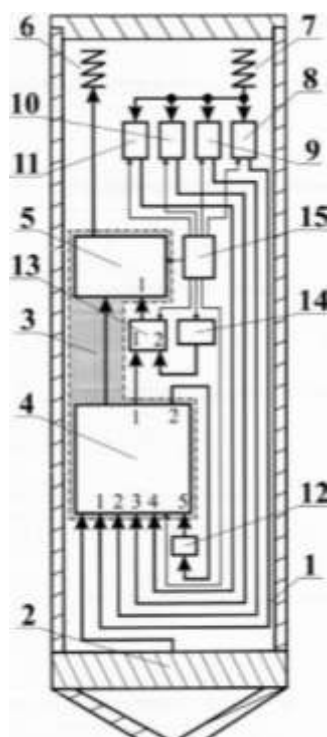


Рисунок 7 – Беспроводное устройство для контроля влажности почвы №189080: Корпус из диэлектрического материала – 1; датчик влажности – 2; измерительно-передающая часть 3, микроконтроллер – 4, радио модуль – 5; антенна – 6; приемная антенна – 7; приемники – 8,11; твердотельный накопитель – 12; коммутатор – 13; генератор – 14; источник питания – 15.

Таблица 1 – Анализ измерительных устройств для контроля влажности в почве

Номер патента, название	Глубина измерения / кол-во датчиков	Достоинства	Недостатки	Особенности
185072, Устройство определения влажности почвы	до 0.9 м / 2	Определения влажности в корнеобитаемом слое, низкая цена	Подходит только для небольших ферм	Преобразование цифровой формы на индикатор для отчета
2019099, Устройство для определения влажности почвы	до 0.7 м / 3	Датчики осмотического, капиллярного и температурного давления	Сложность в изобретение	Восемь различных блоков, понижающие погрешность в определении влажности
191283, Почвенный влагомер	2 и более регулируется количеством уровней почвы	Дешевизна устройство, неограниченное количества стационарно устанавливающих датчиков	Повышенная хрупкость оборудования, затяжной процесс настройки датчиков по всей площади	Съем информации о влажности каждого слоя
222477, Автономный датчик послыйного контроля влажности и температуры почвы	до 0.5 м / 12 для более детального измерений по всем слоям почвы	Передача данных о влажности почвы поступает по системе Глонасс	Малая глубина измерения влажности данный зонд не имеет автономности электроснабжения	Возможность измерения температуры почвы, высокая точность измерений за счет наборов датчиков
2806153, Измерение влажности сапропеля почвы	- / 2 электрода наличие резистивного сенсора влажности	Повышенная точность измерения, увеличенная глубина зондирования, стойкости к ударным воздействиям	Сложность в создании отдельных элементов: электродов, генератора, амплитудного детектора	Устройство преобразует высокочастотный сигнал в низкочастотный
198172, Датчик температуры и влажности почвы	- / 1	Высокая герметичность, получения точных параметров, малые габаритные размеры	Экономически затратно, и обладает сложностью в конструкции	Возможность настройки и контроля режима работы датчика
189080, Беспроводное устройство для контроля влажности почвы	- / Не ограничено	Дистанционный контроль влажности локальных земельных участков различного назначения	Без возможности контроля температуры почвы	Возможность размещение большого количества однотипных беспроводных устройств



**Заключение:** для обеспечения эффективности и увеличения урожайности сельскохозяйственных культур необходимо измерять и контролировать влажность в почве. Вопрос в измерении влаги в почве актуален, и текущие проблемы в этой области могут негативно сказываться на урожайности. Применения стационарных датчиков на сегодняшний день не актуально, и не выгодно для сельского хозяйства, за счет не полного контроля всей поверхности площади посева идет не правильный полив, следовательно потеря урожайности, так же время проведение таких измерений очень длительное. Мобильные устройства предназначенные для дистанционного контроля влажности локальных земельных участков могут значительно улучшить процесс выращивания сельскохозяйственных культур, обеспечивая данный процесс более комплексно и удобно, позволяя контролировать процент влаги в почве по всей площади посева. Также актуальным направлением является разработка дистанционных средств контроля влажности почвы, способных быстро и качественно производить измерения на больших площадях и в минимальные сроки.

### *Библиографический список*

1. Ким, И. Н. Специфика перехода на органическое сельское хозяйство в Российской Федерации / И. Н. Ким, А. Э. Комин, И. И. Бородин // Аграрный вестник Приморья. – 2022. – № 4(28). – С. 19-27.

2. Комин, А. Э. О состоянии органического сельского хозяйства в России / А. Э. Комин, И. Н. Ким, И. И. Бородин // Современные вызовы аграрной науки и практики : Материалы Круглого стола Всероссийского семинара-совещания проректоров по научной работе вузов Минсельхоза России на тему "Роль аграрных вузов в решении задач биологизации сельского хозяйства", Воронеж, 22–26 июня 2021 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2021. – С. 56-71.

3. Комин, А. Э. Еще раз о состоянии производства органической продукции в России / А. Э. Комин, И. Н. Ким, И. И. Бородин // Аграрный вестник Приморья. – 2022. – № 2(26). – С. 18-27.

4. Патент на полезную модель № 185072 U1 Российская Федерация, МПК G01N 33/24, G01N 27/22. Устройство определения влажности почвы: № 2018130259: заявл. 20.08.2018: опубл. 20.11.2018 / И. А. Шушпанов, Н. Е. Попова, С. Н. Рыжко, Е. С. Смирнов; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации" (ФГБНУ "ВолжНИИГиМ").

5. Патент № 2019099 C1 Российская Федерация, МПК A01G 25/16. Устройство для определения влажности почвы: № 4947653/15: заявл. 21.06.1991: опубл. 15.09.1994 / Ф. В. Унгурияну, А. Д. Короновский, Ф. И. Морару [и др.]; заявитель Научно-исследовательский институт водных проблем и мелиорации Государственного водного концерна "Аква".

6. Патент на полезную модель № 191283 U1 Российская Федерация, МПК G01N 33/24, G01N 27/22. Почвенный влагомер: № 2019114321: заявл. 07.05.2019: опубл. 01.08.2019 / И. А. Шушпанов, Н. Ф. Рыжко, Е. С. Смирнов; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации" (ФГБНУ "ВолжНИИГиМ").

7. Патент на полезную модель № 222477 U1 Российская Федерация, МПК G01N 25/56, G01K 13/10, G01N 33/24. Автономный датчик послойного контроля влажности и температуры почвы: № 2023126662: заявл. 18.10.2023: опубл. 28.12.2023 / С. М. Бакиров, М. А. Абзалов, А. А. Осипов [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова".

8. Патент № 2806153 C1 Российская Федерация, МПК G01N 22/04. Измерение влажности сапропеля почвы: № 2022128430: заявл. 01.11.2022: опубл. 26.10.2023 / Т. А. Иванова, О. А. Герасимова, Г. С. Корнилова, Л. Г. Громов; заявитель Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение Высшего Образования "Великолукская государственная сельскохозяйственная академия".

9. Патент на полезную модель № 198172 U1 Российская Федерация, МПК G01K 7/02, G01K 13/00, G01N 27/22. Датчик температуры и влажности почвы: № 2019117773: заявл. 07.06.2019: опубл. 22.06.2020 / Р. Л. Варзар; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "МГБОТ".

10. Патент на полезную модель № 189080 U1 Российская Федерация, МПК G01N 25/56. Беспроводное устройство для контроля влажности почвы: № 2019103316: заявл. 06.02.2019: опубл. 13.05.2019 / С. А. Андреев, А. И. Матвеев, Ю. А. Судник, Д. В. Анашин.

11. Долгополова, Н.В. Об агрофизических свойствах почвенного слоя / Долгополова Н.В., Малышева Е.В., Нагорных А.В., Воронина А.А., Ковынев Б.М. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021.– № 7 – С. 18–25.

12. Методика измерений плотности и влажности грунтов / Е.Ю. Ашарина [и др.] // Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК: Материалы международной студенческой научно-практической конференции. Рязань, 17 февраля 2021 года. – Рязань: РГАТУ, 2021. - С. 272-276.

13. Почвенно-мелиоративные изыскания / С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин, Е.Ю. Гаврикова, А.Н. Ашарина // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР академиком МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 9 декабря 2020 года. - Рязань: РГАТУ, 2020. - С. 98-101.

14. Аванесов, В. Л. Умное сельское хозяйство / В. Л. Аванесов, Н. Е. Лузгин, Д. Е. Уральский // Студенческая наука, Тверь, 14–16 марта 2023 года. –

Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 252-253.

15. Костин, Я. В. Оценочные критерии и попытки прогноза засухи / Я. В. Костин, Р. Н. Ушаков, Т. Ю. Косорукова // Сборник научных трудов ученых Рязанской ГСХА: 160-летию профессора П.А. Костычева посвящается / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2005. – С. 53-56.

16. Оценка возможности проявления весенней засухи в Рязанской области / Р. Н. Ушаков [и др.] // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : Материалы национальной научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 97-102.

**УДК 621.311**

*Слободскова А.А., канд. техн. наук,  
Латышенок Н.М., канд. техн. наук,  
Семина Е.С., канд. техн. наук,  
Пимеруков А.А.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК В ИНФРАСТРУКТУРЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

Агропромышленный комплекс играет ключевую роль в экономике любой страны, обеспечивая продовольственную безопасность и развитие сельских территорий. Его инфраструктура включает множество электроустановок различного назначения, таких как трансформаторные подстанции, воздушные и кабельные линии электропередачи, распределительные устройства, и т. д. Обеспечение безопасной и надежной работы этих электроустановок является одной из основных задач для успешного функционирования агропромышленного комплекса в целом [1, 2, 3].

Однако, несмотря на все меры предосторожности и контроль со стороны специалистов, электроустановки могут стать источником техногенных рисков, связанных с пожарами, короткими замыканиями, перегрузками оборудования, перенапряжениями и другими авариями. Каждый из этих рисков может повлечь за собой серьезные последствия, вплоть до повреждения оборудования, нарушения производственного процесса и экологического ущерба.

Управление техногенными рисками и оптимизация системы безопасности электроустановок становятся важными аспектами для обеспечения стабильности и развития агропромышленного комплекса. В данной статье мы

рассмотрим основные подходы к управлению техногенными рисками, анализу и оценке рисков, а также оптимизации системы безопасности электроустановок в инфраструктуре агропромышленного комплекса [4, 5, 6, 7].

В агропромышленном комплексе, где работает большинство населения страны и сосредоточены десятки миллионов электротехнических сооружений, надежность и безопасность электроустановок напряжением 380/220В являются критически важными аспектами. Именно в этих установках происходит подавляющее большинство аварий, электротравм, пожаров и других инцидентов [8].

Проблема надежности и безопасности низковольтных систем требует особого внимания, поскольку от их функционирования зависит не только стабильность работы АПК, но и безопасность людей. Угроза здоровью и жизни людей связана с возможностью электротравматизма, который, по данным ВОЗ, является причиной 10% всех случаев смерти от внешних причин.

Ключевыми аспектами, определяющими надежность и безопасность низковольтных установок, являются качество и исправность электрооборудования, соблюдение правил и норм при монтаже и эксплуатации, а также своевременное техническое обслуживание и ремонт.

Одним из главных направлений повышения надежности и безопасности является внедрение новых технологий и инноваций. Например, использование современных материалов и конструкций, автоматизация процессов, применение интеллектуальных систем управления и мониторинга [9, 10].

Важную роль играют и организационные меры, такие как обучение и повышение квалификации персонала, проведение регулярных аудитов и проверок, а также разработка и реализация программ по улучшению безопасности и надежности объектов.

Необходимо учитывать и социальные аспекты проблемы. Повышение осведомленности населения о правилах и мерах безопасности при использовании электроустановок может существенно снизить количество электротравм [11].

Человеко-машинная система (Ч-Э-С) – это система, в которой человек взаимодействует с техническими объектами и системами. В сельском хозяйстве Ч-Э-С включает в себя работников, технику, оборудование, технологические процессы и другие элементы.

Анализ Ч-Э-С позволяет выявить следующие аспекты, влияющие на техногенную безопасность сельскохозяйственных объектов:

- Состояние оборудования и техники. Устаревшее или неисправное оборудование может стать причиной аварий и ЧС;
- Технологические процессы. Неправильная организация технологических процессов может привести к нарушению безопасности;
- Человеческий фактор. Ошибки и нарушения правил безопасности со стороны работников могут привести к авариям и ЧС.

Оценка техногенной безопасности сельскохозяйственных объектов включает в себя следующие этапы:

- Анализ Ч-Э-С. На этом этапе проводится сбор информации о состоянии оборудования, технологических процессах и человеческом факторе;

- Оценка рисков. На основе анализа Ч-Э-С проводится оценка вероятности возникновения ЧС и их последствий;

- Разработка мер по снижению рисков. На основе оценки рисков разрабатываются меры по повышению безопасности сельскохозяйственных объектов.

Управление техногенной безопасностью сельскохозяйственных объектов включает в себя реализацию мер по снижению рисков. Эти меры могут включать в себя:

- Модернизацию оборудования и техники. Замена устаревшего или неисправного оборудования может снизить вероятность аварий;

- Совершенствование технологических процессов. Оптимизация технологических процессов может повысить безопасность;

- Обучение и повышение квалификации работников. Повышение уровня знаний и навыков работников может снизить вероятность ошибок и нарушений правил безопасности.

Методология оценки и управления техногенной безопасностью сельскохозяйственных объектов на основе анализа Ч-Э-С является эффективным инструментом для повышения безопасности и снижения вероятности ЧС. Она позволяет выявить потенциальные риски, оценить их вероятность и разработать меры по их снижению. Это позволяет обеспечить безопасность сельскохозяйственных объектов и предотвратить [12-15].

Для эффективного управления техногенной безопасностью необходимо проводить регулярный мониторинг и контроль состояния оборудования, технологических процессов и человеческого фактора. Это позволит своевременно выявлять потенциальные риски и принимать меры по их снижению.

Оценка и управление техногенной безопасностью является важной задачей для обеспечения безопасности сельскохозяйственных объектов и предотвращения чрезвычайных ситуаций. Применение методологии анализа человеко-машинной системы позволяет выявить потенциальные риски, оценить их вероятность и разработать меры по их снижению. Это позволяет обеспечить безопасность сельскохозяйственных объектов и предотвратить возможные негативные последствия. Одним из ключевых аспектов безопасности является минимизация техногенных рисков. Для этого необходимо разработать систему поддержки принятия решений (СППР), которая позволит установить качественно-количественные связи между входом  $X(t)$  (рискообразующие факторы) и выходом  $Y(t)$  (интегральный риск).

Система поддержки принятия решений – это информационная система, которая помогает лицам, принимающим решения, анализировать данные и выбирать наилучший вариант действий. В контексте оптимизации техногенных рисков СППР должна учитывать множество факторов, таких как состояние

оборудования, технологические процессы, человеческий фактор и другие аспекты [16,19].

Модель ЧМС «Ч-Э-С» – это человеко-машинная система, в которой человек взаимодействует с техническими объектами и системами. В контексте оптимизации техногенных рисков модель ЧМС «Ч-Э-С» позволяет оценить вероятность возникновения ЧС и их последствия.

Для теоретического обоснования СППР необходимо провести анализ существующих методов и моделей, которые используются для оценки техногенных рисков: анализ статистических данных, экспертные оценки, моделирование. На основе анализа этих методов и моделей можно сформулировать следующие требования к СППР:

1. СППР должна быть основана на математической модели, которая позволяет установить качественно-количественные связи между входом  $X(t)$  и выходом  $Y(t)$ ;

2. СППР должна учитывать неопределённость и неполноту данных, которые могут быть получены на этапах проектирования и эксплуатации модели ЧМС «Ч-Э-С»;

3. СППР должна предоставлять лицу, принимающему решения, информацию о вероятности возникновения ЧС и их последствиях.

Теоретическое обоснование СППР должно включать в себя математическую модель, которая описывает процессы возникновения техногенных рисков, а также алгоритмы и методы, которые позволяют реализовать эту модель.

Производственные объекты, такие как заводы, склады, фабрики и другие, часто оснащены электроустановками, которые могут представлять опасность для персонала и окружающей среды. Для обеспечения безопасности необходимо проводить анализ и оптимизацию рисков, связанных с электроустановками.

Одним из методов оптимизации рисков электроустановок является метод, основанный на концепции анализа трехуровневой иерархии человеко-машинной системы (ЧМС) «Ч-Э-С».

Иерархическая структура многокритериальной оптимизации – это метод, который позволяет решать сложные задачи оптимизации, учитывая множество критериев и ограничений. Этот метод основан на иерархическом подходе, который предполагает разделение задачи на несколько уровней или этапов (Рисунок 1).

На верхнем уровне иерархии формулируется общая цель оптимизации. На последующих уровнях определяются критерии и ограничения, которые должны быть учтены при оптимизации. Критерии могут быть количественными или качественными, а ограничения могут быть заданы в виде равенств или неравенств.

Иерархическая структура позволяет упростить задачу оптимизации и сделать её более управляемой. Она также позволяет учесть различные точки зрения и интересы различных заинтересованных сторон [11,14,20].



Рисунок 1 – Иерархическая структура многокритериальной оптимизации

Суть этого метода заключается в декомпозиции рассматриваемой проблемы на составные части и последующем анализе каждого уровня иерархии.

Трехуровневая иерархия ЧМС «Ч-Э-С» включает в себя следующие уровни:

- Верхний уровень – это уровень анализа и оценки рисков. На этом уровне проводится анализ возможных опасностей и последствий, связанных с эксплуатацией электроустановок;

- Средний уровень – это уровень анализа причинно-следственных связей между факторами, влияющими на риски. На этом уровне выявляются факторы, которые могут привести к возникновению опасностей, и определяются их взаимосвязи;

- Нижний уровень – это уровень анализа конкретных мер по снижению рисков. На этом уровне разрабатываются и реализуются мероприятия, направленные на снижение вероятности возникновения опасностей и минимизацию последствий.

Применение метода оптимизации рисков электроустановок на основе анализа трехуровневой иерархии ЧМС «Ч-Э-С» позволяет провести комплексный анализ рисков, связанных с электроустановками; выявить факторы, влияющие на риски, и определить их взаимосвязи; разработать и реализовать мероприятия по снижению рисков; оценить эффективность принятых мер и внести коррективы в случае необходимости.

Этот метод может быть использован для оптимизации рисков электроустановок различных производственных объектов. Он позволяет учесть все аспекты, связанные с эксплуатацией электроустановок, и разработать меры по обеспечению безопасности персонала и окружающей среды.

Для реализации метода необходимо провести следующие этапы:

- Анализ верхнего уровня – провести анализ возможных опасностей, связанных с эксплуатацией электроустановок, и оценить риски;

- Анализ среднего уровня – выявить факторы, которые могут привести к возникновению опасностей, и определить их взаимосвязи;

- Анализ нижнего уровня – разработать и реализовать мероприятия по снижению рисков, оценить их эффективность и внести коррективы при необходимости.

В статье были рассмотрены методы и модели, устанавливающие причинно-следственные связи между рискообразующими факторами (РОФ) ЧМС «Ч-Э-С» и величинами техногенных рисков, а также методология оценки и управления техногенной безопасностью сельскохозяйственных объектов на основе анализа человеко-машинной системы [9-14].

Для эффективного управления техногенными рисками необходимо проводить анализ и оценку рисков, связанных с электроустановками, на основе концепции трехуровневой иерархии ЧМС «Ч-Э-С». Это позволяет провести комплексный анализ рисков, выявить факторы, влияющие на них, и определить их взаимосвязи. Также это дает возможность разработать и реализовать мероприятия по снижению рисков, оценить эффективность принятых мер и внести коррективы при необходимости.

Применение методов и моделей для анализа РОФ и оценки техногенных рисков позволяет повысить уровень безопасности и снизить вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций. Это особенно важно для сельскохозяйственных объектов, где техногенные риски могут привести к серьезным последствиям для жизни и здоровья людей, а также для окружающей среды.

Таким образом, управление техногенными рисками и оптимизация системы безопасности электроустановок инфраструктуры АПК являются важными задачами для обеспечения безопасности и предотвращения чрезвычайных ситуаций. Применение методов и моделей, рассмотренных в статье, может стать эффективным инструментом для решения этих задач.

### ***Библиографический список***

1. Латышенко, Н. М. Контейнер для хранения семенного зерна в регулируемой воздушной среде / Н. М. Латышенко, А. А. Слободскова // Материалы Всероссийской научно-практической конференции посвящённой 40-летию со дня организации студенческого конструкторского бюро (СКБ), Рязань, 11 февраля 2020 года – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 53-56.

2. К вопросу о лечении коров средствами широкополосной электромагнитной терапии / В. А. Балабошин, С. О. Белименко, И. А. Суслов, А. А. Слободскова // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения: Материалы 71-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. Том Часть 2. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 82-85.

3. Теоретическое обоснование конструктивно-технологических параметров шнековых смесителей / Д.Е. Каширин, А.М. Алешов, М. В. Мануев, А.А. Полякова // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной



научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 178-182.

4. Бышов, Н. В. Экспериментальное исследование двигателей привода кормораздатчика / Н.В. Бышов, Н.Г. Кипарисов, А.А. Полякова // Инновационные технологии и средства механизации в растениеводстве и животноводстве : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Владимира Федоровича Некрашевича, Рязань, 20–21 марта 2011 года. – Рязань: РГАТУ, 2011. – С. 114-116.

5. Полякова, А.А. К вопросу обоснования параметров смесителя-обогапителя концентрированных кормов / А. А. Полякова // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 159-161.

6. Полякова, А. А. К вопросу снижения энергоемкости при использовании шнекового смесителя / А. А. Полякова // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Троицк, 16–17 декабря 2015 года / ФГБОУ ВО "Южно-Уральский государственный аграрный университет". Том Секция 2. – Троицк: Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2016. – С. 231-233.

7. Патент на полезную модель № 166226 U1 Российская Федерация, МПК В01F 7/24. Смеситель-обогапител концентрированных кормов: № 2016116473/05: заявл. 26.04.2016: опубл. 20.11.2016 / Д. Е. Каширин, А. А. Полякова; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).

8. Обоснование конструктивной схемы электрического агрегата термической обработки кормов / Е.С. Семина [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – № 2(11). – С. 129-135.

9. Слободскова, А. А. Автоматизация систем управления микроклиматом в защищенном грунте / А. А. Слободскова, Е. С. Семина, Д. Н. Балакина // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – № 2(11). – С. 148-152.

10. К вопросу расчета токов и напряжений при несанкционированных потерях электроэнергии / Е. С. Семина, О. О. Максименко, А. А. Слободскова, И. С. Никушкин // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 24 марта 2023 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова; Научно-образовательный центр «Инженер». Том 2. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 132-135.

11. К вопросу эффективности мокрого электрофильтра при очистке воздуха/ А.А. Слободскова [и др.] // Эффективность применения инновационных технологий и техники в сельском и водном хозяйстве : Сборник научных трудов международной научно-практической онлайн конференции, посвященной 10-летию образования Бухарского филиала Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, Курск, 25–26 сентября 2020 года / Отв. редактор Т.Х. Жураев. – Курск: "Дурдона" ("Sadriddin Salim Buxoriy" Durdona nashriyoti), 2020. – С. 411-413.

12. Латышенко, Н. М. К вопросу хранения семенного зерна в металлическом силосе / Н. М. Латышенко, А. А. Слободскова, А. В. Ивашкин // Перспективы развития отрасли и предприятий АПК: отечественный и международный опыт: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Омск, 30 марта 2020 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2020. – С. 125-128.

13. Регулируемый электропривод насосов в системах водоснабжения животноводческих комплексов КРС / Е. С. Семина, О. О. Максименко, А. А. Слободскова, И. С. Никушкин // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 24 марта 2023 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова; Научно-образовательный центр «Инженер». Том 2. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2023. – С. 136-139.

14. Полякова, А.А. Теоретическое исследование конструктивно-технологических параметров шнековых смесителей концентрированных кормов/ А.А. Полякова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2016. – № 3(31). – С. 81-85.

15. Анализ коммерческих потерь электроэнергии в электрических сетях напряжением 0,4 КВ / Е. С. Семина, О. О. Максименко, А. А. Слободскова, И. С. Никушкин // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 24 марта 2023 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова; Научно-образовательный центр «Инженер». Том 2. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 128-131.

16. Теоретическое обоснование конструкции универсального моечного устройства абразивно-кавитационного действия / М. Б. Латышенко, А. В. Шемякин, Н. М. Тараканова, И. В. Конов // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 2010. – № 3(106). – С. 114-118.

17. Анализ способов хранения зерна / Н. М. Латышенко [и др.] // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-

практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 237-242.

18. Перспективы применения интеллектуальных систем на транспорте / В. В. Терентьев, И. Н. Горячкина, Н. М. Латышенок, О. А. Тетерина // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2023. – № 1(17). – С. 96-101.

19. Основные параметры абразивно-кавитационной струи и их влияние на интенсивность очистки сельскохозяйственных машин / М. Б. Латышенок, А. В. Шемякин, Е. М. Астахова, Н. М. Тараканова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2010. – № 4(8). – С. 65-66.

20. Абразивно-кавитационная очистка сельскохозяйственных машин / М. Б. Латышенок, А. В. Шемякин, Е. Ю. Шемякина, Н. М. Тараканова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2010. – № 4(8). – С. 64-65.

21. Коровин, М. А. Безопасность жизнедеятельности при техническом обслуживании сельскохозяйственной техники / М. А. Коровин, Е. В. Сазонов, С. А. Грашков // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК : сборник научных статей Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 15 марта 2023 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И.Иванова, 2023. – С. 340-344.

22. Модернизация цифровой систем защиты от аварийных режимов работы оборудования трансформаторных подстанций агропромышленных предприятий / С. О. Фатьянов, М. В. Поляков, Н. Е. Лузгин, А. Ю. Смирнов // Инновационные технологии: опыт, проблемы, перспективы развития, Тверь, 25 октября 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 444-446.

**УДК 621.311**

*Слободскова А.А., канд. техн. наук,  
Латышенок Н.М., канд. техн. наук,  
Пимеруков А.А.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ИМИТАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОЙ СИСТЕМЕ**

В нынешних реалиях человеко-машинные системы играют важную роль во многих сферах жизни. Они позволяют автоматизировать и оптимизировать процессы, снижать риски и повышать эффективность работы. Одним из основных направлений в этой области является имитация техногенных

процессов, позволяющая моделировать и прогнозировать поведение сложных систем.

Имитация техногенных процессов основывается на использовании математических моделей, которые описывают поведение системы в различных условиях (Рисунок 1). Такие модели могут быть как детерминированными, так и стохастическими, а также могут учитывать различные факторы, такие как случайные события, неопределенности и ограничения [1-6].

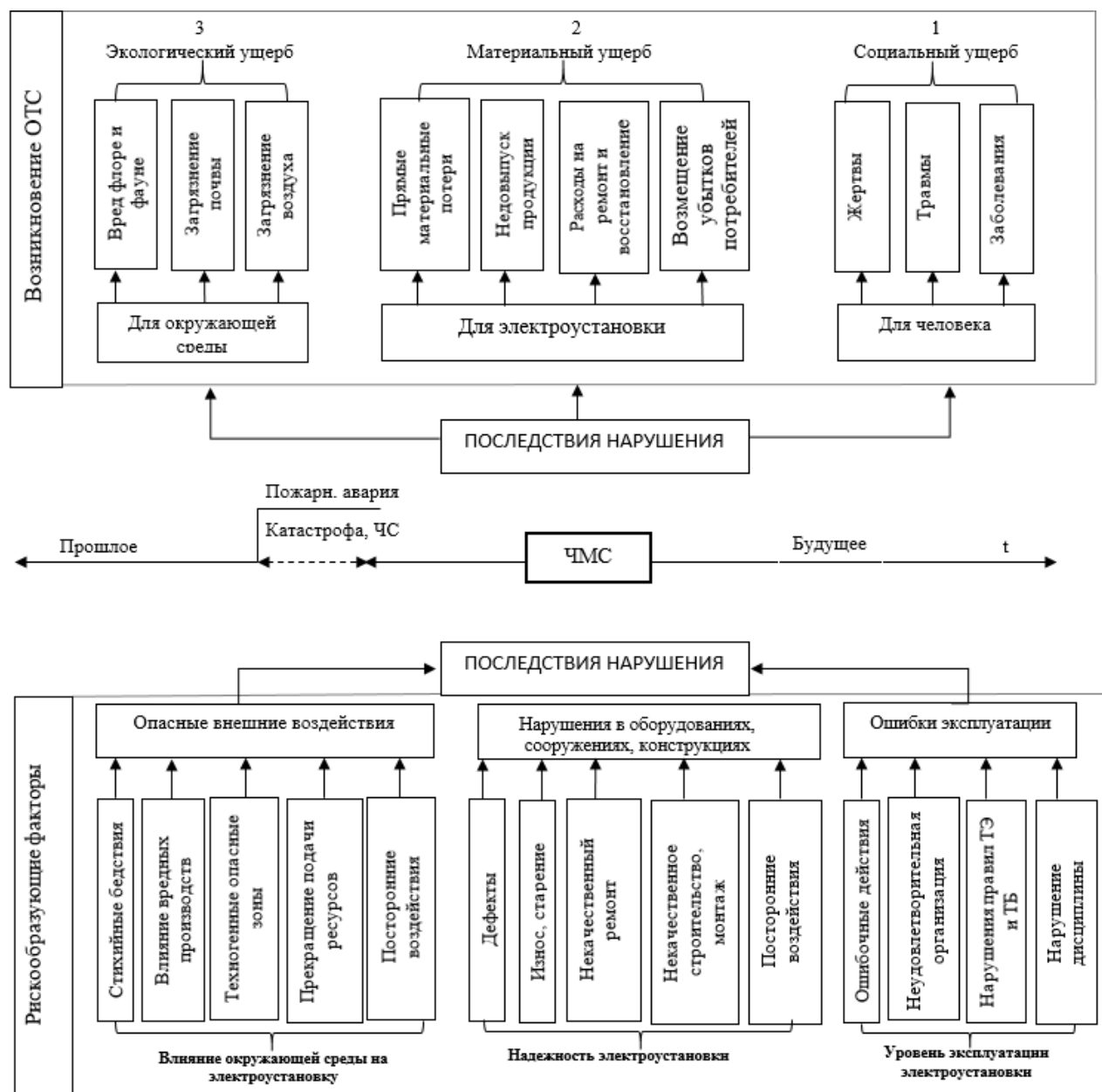


Рисунок 1 – Структурная схема имитации техногенных процессов в человеко-машинной системе

Детерминированная модель – это математическая модель, которая описывает связь между входными и выходными параметрами исследуемого объекта или процесса. Детерминированная связь означает, что каждому

значению входного параметра соответствует единственное значение выходного параметра. В данной статье мы рассмотрим основы детерминированных моделей, их применение и примеры.

Детерминированные модели могут быть представлены в виде функции:

$$y = f(x), \quad (1)$$

где  $y$  – выходной параметр;  $x$  – входной параметр;  $f$  – функция, связывающая эти параметры.

Существуют различные типы детерминированных связей, которые можно описать с помощью разных видов функций:

Линейная функция:

$$y = ax + b \quad (2)$$

где  $a$  и  $b$  – коэффициенты, которые определяют наклон и сдвиг прямой линии.

Этот тип связи используется для описания процессов, где изменение выходного параметра пропорционально изменению входного параметра.

Нелинейная функция: включает в себя все остальные виды функций, которые не могут быть описаны линейной функцией. Нелинейные функции могут иметь различные формы, включая полиномы, экспоненты, логарифмы и т.д. Стохастическая функция: описывает связи, когда значения выходных параметров зависят от случайных факторов. Стохастические модели могут быть описаны с помощью вероятностных распределений и статистических методов.

Детерминированные модели широко используются в различных областях науки и техники, таких как экономика, финансы, машиностроение, химия, биология и т.д. Они используются для решения следующих задач:

1. Прогнозирование: на основе детерминированной модели можно предсказать значения выходных параметров при известных значениях входных параметров;

2. Оптимизация: с помощью детерминированных моделей можно находить оптимальные значения входных параметров, которые обеспечивают максимальное или минимальное значение выходного параметра (например, максимальная прибыль, минимальная стоимость и т.п.);

3. Идентификация параметров: детерминированные модели позволяют определить неизвестные параметры, описывающие связь между входными и выходными параметрами, на основе экспериментальных данных.

Примером детерминированных моделей, можно взять линейное уравнение теплового баланса:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (3)$$

где  $Q$  – количество тепла;  $m$  – масса и теплоемкость материала;  $\Delta T$  – изменение температуры.

Ключевым аспектом имитации техногенных процессов является человеко-машинное взаимодействие. Это означает, что процесс моделирования должен быть интерактивным, то есть учитывать взаимодействие человека и машины. Например, в процессе моделирования могут быть использованы

интерфейсы, которые позволяют человеку управлять процессом и вносить корректировки в модель.

Одним из подходов к имитации техногенных процессов является использование агентного моделирования. Этот подход позволяет моделировать поведение отдельных агентов в системе и их взаимодействие друг с другом. Агентное моделирование может быть использовано для анализа поведения сложных систем, таких как транспортные сети, энергосистемы или системы управления производством [7-11].

Агентное моделирование (АМ) является одним из методов имитационного моделирования, который позволяет исследовать поведение сложных систем в динамике. Оно основано на моделировании поведения отдельных агентов, взаимодействующих друг с другом и со средой. Этот подход позволяет учесть индивидуальные особенности агентов, их способности к адаптации и самоорганизации, а также влияние внешних факторов на их поведение.

Применение агентного моделирования в анализе сложных систем позволяет получить следующие преимущества:

- Углубленное понимание процессов, происходящих в системе. АМ позволяет увидеть, как агенты взаимодействуют между собой, и как это влияет на динамику системы в целом;

- Прогнозирование поведения системы в различных условиях. Благодаря АМ можно заранее предсказать, как система будет вести себя при изменении тех или иных параметров, что позволяет оптимизировать ее работу и предотвратить возможные проблемы;

- Определение “слабых” мест системы.

АМ помогает выявить участки, где возникают проблемы, и определить причины их возникновения. Это дает возможность разработать эффективные стратегии для улучшения работы системы.

Ускорение процесса разработки новых продуктов и технологий. АМ позволяет быстро тестировать различные варианты решений, что сокращает время на их разработку и снижает риски.

Применение АМ требует от аналитика определенных навыков и знаний в области программирования, поскольку для создания модели необходимо написать специальный программный код. Кроме того, процесс анализа данных может быть достаточно трудоемким, так как необходимо обрабатывать большие объемы информации

Перспективы развития имитации техногенных процессов связаны с использованием новых технологий, таких как искусственный интеллект, большие данные и интернет вещей. Эти технологии позволяют создавать более точные и адаптивные модели, которые могут учитывать множество факторов и быстро адаптироваться к изменяющимся условиям [12-15].

Стоит отметить, что имитация техногенных процессов позволяет более точно моделировать различные процессы и системы, что в свою очередь позволяет принимать более обоснованные решения и минимизировать

возможные риски. В этом контексте, человеко-машинная система является идеальным инструментом для реализации имитации техногенных процессов благодаря своей гибкости и возможности адаптации к различным условиям.

Еще одной важной перспективой имитации техногенных процессов является возможность оптимизации работы сложных систем. Благодаря использованию математических моделей и алгоритмов, можно выявить наиболее эффективные и оптимальные сценарии работы системы, что позволяет снизить затраты и повысить эффективность работы.

Кроме того, имитация техногенных процессов может использоваться для прогнозирования поведения систем в различных условиях, что может быть полезно при принятии стратегических решений. Например, это может помочь определить, как изменение одного параметра системы может повлиять на ее работу в целом.

Однако, для успешного развития имитации техногенных процессов необходимо решить ряд задач, таких как разработка более точных и эффективных математических моделей, улучшение алгоритмов обработки данных и повышение качества данных, используемых для моделирования. Необходимо развивать методы взаимодействия человека с машиной, чтобы обеспечить более эффективное взаимодействие и принятие решений на основе полученных результатов моделирования.

Также важно отметить важность обучения и подготовки специалистов в области имитации техногенных процессов. Для этого необходимо разрабатывать новые методики и подходы к обучению, которые будут учитывать специфику данной области и современные требования к специалистам [15-20].

Таким образом, имитация техногенных процессов в человеко-машинных системах является важным направлением развития современных технологий. Использование математических моделей и агентного моделирования позволяет анализировать поведение сложных систем и прогнозировать их поведение в различных условиях. Перспективы развития данного направления связаны с применением новых технологий и обучением специалистов в данной области.

### ***Библиографический список***

1. Латышенко, Н. М. Контейнер для хранения семенного зерна в регулируемой воздушной среде / Н. М. Латышенко, А. А. Слободскова // Материалы Всероссийской научно-практической конференции посвящённой 40-летию со дня организации студенческого конструкторского бюро (СКБ), Рязань, 11 февраля 2020 года. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 53-56.

2. К вопросу о лечении коров средствами широкополосной электромагнитной терапии / В. А. Балабошин, С. О. Белименко, И. А. Суслов, А. А. Слободскова // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения: Материалы 71-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. Том Часть 2. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 82-85.

3. Теоретическое обоснование конструктивно-технологических параметров шнековых смесителей / Д. Е. Каширин, А. М. Алешов, М. В. Мануев, А. А. Полякова // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 178-182.

4. Бышов, Н. В. Экспериментальное исследование двигателей привода кормораздатчика / Н. В. Бышов, Н. Г. Кипарисов, А. А. Полякова // Инновационные технологии и средства механизации в растениеводстве и животноводстве : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Владимира Федоровича Некрашевича, Рязань, 20–21 марта 2011 года. – Рязань: РГАТУ, 2011. – С. 114-116.

5. Полякова, А. А. К вопросу обоснования параметров смесителя-обогапителя концентрированных кормов / А. А. Полякова // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 159-161. –

6. Полякова, А. А. К вопросу снижения энергоемкости при использовании шнекового смесителя / А. А. Полякова // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Троицк, 16–17 декабря 2015 года / ФГБОУ ВО "Южно-Уральский государственный аграрный университет". Том Секция 2. – Троицк: Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2016. – С. 231-233.

7. Патент на полезную модель № 166226 U1 Российская Федерация, МПК В01F 7/24. Смеситель-обогапител концентрированных кормов: № 2016116473/05: заявл. 26.04.2016: опубл. 20.11.2016 / Д. Е. Каширин, А. А. Полякова; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).

8. Обоснование конструктивной схемы электрического агрегата термической обработки кормов / Е. С. Семина [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – № 2(11). – С. 129-135.

9. Слободскова, А. А. Автоматизация систем управления микроклиматом в защищенном грунте / А. А. Слободскова, Е. С. Семина, Д. Н. Балакина // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – № 2(11). – С. 148-152.

10. К вопросу расчета токов и напряжений при несанкционированных потерях электроэнергии / Е. С. Семина, О. О. Максименко, А. А. Слободскова, И. С. Никушкин // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных



статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 24 марта 2023 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова; Научно-образовательный центр «Инженер». Том 2. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 132-135.

11. К вопросу эффективности мокрого электрофильтра при очистке воздуха / А. А. Слободскова, С. О. Белименко, И. А. Суслов [и др.] // Эффективность применения инновационных технологий и техники в сельском и водном хозяйстве : Сборник научных трудов международной научно-практической онлайн конференции, посвященной 10-летию образования Бухарского филиала Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, Курск, 25–26 сентября 2020 года / Отв. редактор Т.Х. Жураев. – Курск: "Дурдона" ("Sadrididin Salim Buxoriy" Durdona nashriyoti), 2020. – С. 411-413.

12. Латышенко, Н. М. К вопросу хранения семенного зерна в металлическом силосе / Н. М. Латышенко, А. А. Слободскова, А. В. Ивашкин // Перспективы развития отрасли и предприятий АПК: отечественный и международный опыт: Сборник материалов Международной науч.-практ. конференции, Омск, 30 марта 2020 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2020. – С. 125-128.

13. Регулируемый электропривод насосов в системах водоснабжения животноводческих комплексов КРС / Е. С. Семина, О. О. Максименко, А. А. Слободскова, И. С. Никушкин // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 24 марта 2023 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова; Научно-образовательный центр «Инженер». Том 2. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2023. – С. 136-139.

14. Полякова, А. А. Теоретическое исследование конструктивно-технологических параметров шнековых смесителей концентрированных кормов / А. А. Полякова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2016. – № 3(31). – С. 81-85.

15. Анализ коммерческих потерь электроэнергии в электрических сетях напряжением 0,4 КВ / Е. С. Семина, О. О. Максименко, А. А. Слободскова, И. С. Никушкин // Электроэнергетика сегодня и завтра : сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 24 марта 2023 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова; Научно-образовательный центр «Инженер». Том 2. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 128-131.

16. Теоретическое обоснование конструкции универсального моечного устройства абразивно-кавитационного действия / М. Б. Латышенко, А. В. Шемякин, Н. М. Тараканова, И. В. Конов // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 2010. – № 3(106). – С. 114-118.

17. Анализ способов хранения зерна / Н. М. Латышенок [и др.] // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 237-242.

18. Перспективы применения интеллектуальных систем на транспорте / В. В. Терентьев, И. Н. Горячкина, Н. М. Латышенок, О. А. Тетерина // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2023. – № 1(17). – С. 96-101.

19. Основные параметры абразивно-кавитационной струи и их влияние на интенсивность очистки сельскохозяйственных машин / М. Б. Латышенок, А. В. Шемякин, Е. М. Астахова, Н. М. Тараканова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2010. – № 4(8). – С. 65-66.

20. Абразивно-кавитационная очистка сельскохозяйственных машин / М. Б. Латышенок, А. В. Шемякин, Е. Ю. Шемякина, Н. М. Тараканова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2010. – № 4(8). – С. 64-65.

21. Богданчиков, И. Ю. Совершенствование технологического процесса подготовки к использованию незерновой части урожая в качестве удобрения : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Богданчиков Илья Юрьевич. – Рязань, 2013. – 167 с.

22. Ретроспективный анализ интенсификации технологического развития предприятий АПК / А.Ф. Дорофеев [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 103. – С. 35-44.

23. Горшков, В.В. Совершенствование технологии средств механизации при производстве сдобных изделий на предприятиях общественного питания / В.В. Горшков, В.Н. Туркин // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК: материалы Международной научно-практической конференции. - Рязань: РГАТУ. 2017. - С. 53-57.

24. Моделирование систем и алгоритма управления напряжением при помощи нейросети / Д.О. Иванова [и др.] // Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России : Материалы 73-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 апреля 2022 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 41-46.

25. Использование цифро-аналоговых преобразований для анализа вольт-амперных характеристик энергетических систем / О. Г. Денисов, Н. Б. Нагаев, Д. В. Куракин, Е. П. Головлев // Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России : Материалы 73-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 апреля 2022 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 36-40.

26. Технология электрического освещения птичников на основе кормовой активности цыплят-бройлеров / Д. Е. Каширин [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2021. – № 1(12). – С. 67-74.

27. Романова, Л. В. Применение технологии «больших данных» в деятельности предприятий АПК / Л. В. Романова // Научные исследования: проблемы и перспективы в контексте глобальных вызовов : сборник научных трудов по материалам XVIII Международной научно-практической конференции, Анапа, 21 октября 2023 года. – Анапа: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский центр экономических и социальных процессов» в Южном Федеральном округе, 2023. – С. 20-26.

28. Черкашина, Л. В. Проблемы внедрения технологий искусственного интеллекта российскими предприятиями / Л. В. Черкашина, Л. В. Романова, Л. А. Морозова // Инновационные научно-технологические решения для АПК: вклад университетской науки : материалы 74-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 291-296.

**УДК 631.3**

*Старунский А.В.,  
Котов М.Е.,  
Скрипкин Н.В.,  
Чадин С.М.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМИ МАШИННО-ТРАКТОРНЫМИ АГРЕГАТАМИ**

В настоящий период концепция распределенного управления подсистемами автоматизированных машинно-тракторных агрегатов получила преимущественное распространение по отношению к централизованному управлению [1, 2, 3, 4].

Математическое и программное обеспечение модулей управления и контроля системы управления автоматизированными машинно-тракторными агрегатами базируется на комплексе алгоритмов и программ, обеспечивающих регламентированное функционирование их основных подсистем в адаптирующихся условиях работы этих объектов с учетом активной безопасности, надежности, удельных затрат, эргономики и экологичности машины [5, 6, 7, 8].

В основе современного математического моделирования динамических систем лежит понятие фазового пространства состояний [9, 10, 11]. При этом  $n$ -мерный вектор  $x(t)$ , определяющий состояние системы управления в момент

времени  $t$  несет минимальную информацию о системе, необходимую для определения её эволюции в будущем, если также известны приложенные к системе воздействия [12, 13, 14].

Систему управления транспортным объектом (двигателем, машиной) в режиме нормального функционирования (без отказов) можно описать векторно-матричным линейным дифференциальным уравнением, характеризующим движение объекта:

$$\bar{x}(t) = \bar{A}(t)\bar{x}(t) + \bar{B}(t)\bar{u}(t) + \bar{C}(t)\bar{f}(t), \quad (1)$$

где  $\bar{x}(t)$  – мерный вектор состояния системы, образующий пространство состояний системы в момент времени  $t$ ;  $\bar{A}(t)$  – квадратная матрица коэффициентов дифференциального уравнения процесса  $n$ -го порядка;  $\bar{u}(t)$  – мерный вектор управления (вектор входа), образующий пространство входа системы в момент времени  $t$ ;  $\bar{B}(t)$  – переходная матрица управления, размера  $n \times p$ ;  $\bar{f}(t)$  – случайный  $m$  – мерный вектор шумов возмущений;  $\bar{C}(t)$  – переходная матрица шумов возмущений, размера  $m \times n$ .

Объект (машина, агрегат) будет считаться полностью управляемым, если он может быть переведен из некоторого начального состояния  $x_0(t_0)$  в желаемое состояние равновесия за конечный интервал времени  $\tau = t - t_0$ :

$$\bar{y}(t) = \bar{N}(t)\bar{x}(t) + \bar{F}(t)\bar{v}(t), \quad (2)$$

где  $N(t)$  – матрица наблюдений системы размера  $S \times n$ ;  $v(t)$  – случайный вектор гауссовских шумов измерений с нулевым средним и корреляционной матрицей  $\bar{E}[\bar{v}(t) \cdot \bar{v}^T(t)]$ ;  $\bar{F}(t)$  – непрерывная матрица размера  $s \times m$ .

При заданном начальном условии  $\bar{X}(t_0) = \bar{x}^0 \in \bar{X}$ , управлении  $\bar{u} = \bar{U}(t)$ , возмущении  $\bar{f} = \bar{F}(t)$ , решая уравнение (1), получим единственное решение – траекторию  $x(t; \bar{u}(\cdot), \bar{f}(\cdot), \bar{x}_0)$ .

Общее решение уравнения (1) имеет вид:

$$x(X) = \bar{\varphi}(t, t_0)\bar{X}(t_0) + \int_{t_0}^t \bar{\varphi}(\tau, t) [B(\tau)\bar{u}(\tau) + \bar{G}(\tau)f(\tau)] d\tau, \quad (3)$$

где по аргументу  $\tau$  величина  $\varphi(\tau, t)$  есть матричное решение уравнения  $d\bar{\varphi}/d\tau = \bar{\varphi}\bar{A}(\tau)$  с краевым условием  $\varphi(t, t_0) = I$ ,  $I$  – единичная матрица,  $\varphi(\tau)$  – вектор-строка.

Функция  $\bar{\varphi}(t-t_0) = e^{A(t-t_0)}$  является матрицей переходных состояний или фундаментальной матрицей. Каждый из элементов матрицы  $\bar{\varphi}(t-t_0)$  можно рассматривать как реакцию  $j$ -й переменной состояния при единичном начальном значении  $i$ -й переменной состояния  $x_i(0) = 1$  и нулевыми начальными значениями всех остальных переменных состояния, то есть:

$$x_{ji}(t) = \bar{\varphi}_{ji}(t)\bar{x}_i, \quad (4)$$

Для решения задач оптимального управления траекторией вектора  $\bar{x}(t)$  необходима непрерывная информация о его координатах  $x_i$ . Эту информацию можно получать в результате организации процесса наблюдения. При этом предполагается, что число измеряемых координат состояния равно  $m$  и наблюдению доступен вектор выхода системы  $\bar{y}(t)$ .

Конечная цель задачи наблюдения заключается в оценке координат вектора  $\bar{x}(t)$  по значениям измеренной реализации  $\bar{y}(t)$ .

Вследствие присутствия неопределенных возмущений  $\bar{f}(t)$  и  $\bar{v}(t)$  осуществить восстановление точных значений не всегда удастся, поэтому аппроксимируют эти значения в виде несмещенной оценки вектора  $\bar{x}(t)$  с помощью устройства восстановления, называемого наблюдателем или идентификатором. В качестве устройств оценки состояния (УОС) вектора  $\bar{x}(t)$  могут наблюдатель Луенберга  $n-1$  порядка или фильтры Калмана-Бьюси.

Обозначив оценку вектора состояния через  $\hat{x}(t_1/t)$ , а ошибку оценки через:

$$\tilde{x}(t_1/t) = \bar{x}(t) - \hat{x}(t_1/t), \quad (5)$$

Тогда корреляционная матрица ошибки запишется как:

$$\bar{R}_x(t) = M \{ \tilde{x}(t)\tilde{x}^t \} \quad (6)$$

В качестве критерия оптимальности оценки вектора состояния примем минимум среднеквадратического значения ошибки  $\tilde{x}$ .

$$J = M \left\{ \left[ \bar{x}(t_1/t) - \tilde{x}(t_1/t) \right]^2 \right\} \quad (7)$$

Выражение для оценки вектора состояния  $\hat{x}(t_1/t)$  при известном выходе  $\bar{y}(t)$  имеет вид:

$$x(t_1/t) = \bar{\Phi}_\kappa(t_1, t_0)x(t_0) + \int_{t_0}^{t_1} \Phi_\kappa^t(t_1, \tau)\bar{y}(\tau)d\tau, \quad (8)$$

Дифференцируя уравнения (1), (3) получим матричное дифференциальное уравнение фильтра Калмана-Бьюси:

$$\frac{d\hat{x}}{dt} = \bar{A}(t)\hat{x}(t) + \bar{\Phi}(t)[\bar{y}(t) - \bar{G}(t)\hat{x}(t)], \quad (9)$$

Матричная функция  $\bar{\Phi}_\kappa$  представляет собой оптимальную матрицу коэффициентов усиления фильтра Калмана-Бьюси, определяемую зависимостью:

$$\bar{\Phi}_\kappa(t) = \bar{R}_e(t)G^{-T}(t)\bar{R}_v^{-1}(\tau), \quad (10)$$

где  $R_e$  – корреляционная матрица ошибки.

Корреляционная матрица ошибки вычисляется из уравнения Рикатти:

$$\frac{d\bar{R}_e}{dt} = \bar{A}(t)\bar{R}_e(t) + \bar{R}_e(t)A^{-T}(t) - \bar{R}_e^{-T}\bar{G}^{-T}(t)\bar{R}_v^{-1}\bar{G}(t) + \bar{R}_e(t) + \bar{R}_f(t), \quad (11)$$

где  $\bar{R}_f(t)$  и  $\bar{R}_v(t)$  – ковариационные матрицы случайных воздействий с нормальным распределением и равными нулю средними значениями.

Структура оптимального фильтра показана на рисунке 1.

Задачей устройства управления является формирование алгоритмов управления  $\bar{u}(t)$  на основании оценки вектора состояния  $\bar{x}(t)$  на выходе наблюдающего устройства по векторному критерию качества, которое определяется методом компромиссной реализации Парето-оптимальных решений.

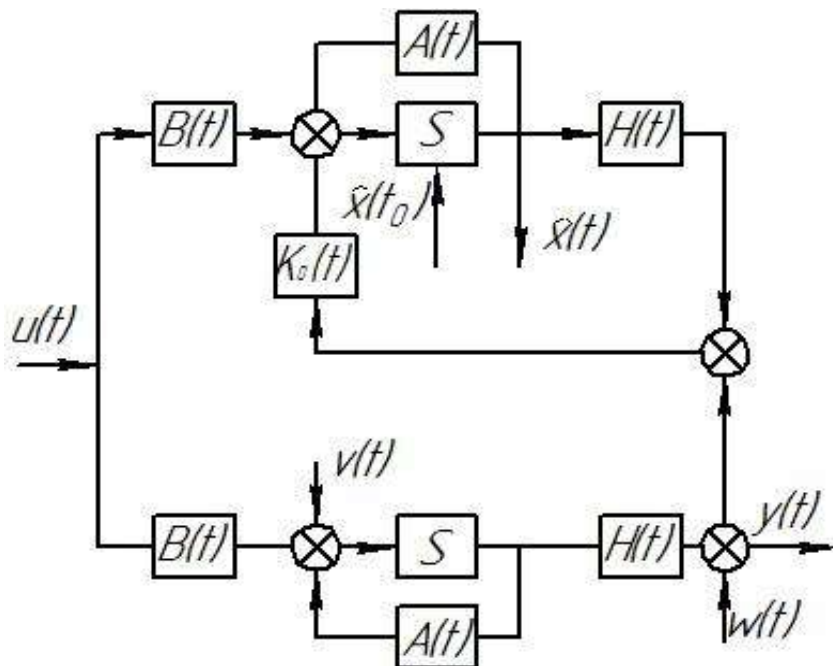


Рисунок 1 – Структурная схема фильтра управления

Предлагаемый принцип обоснования оптимального алгоритма управления и конструирования технологических процессов на основе методов математического моделирования позволяет сократить сроки проектирования и внедрения технических решений, эффективнее использовать имеющиеся в распоряжении сельскохозяйственных производителей существующие и перспективные автоматизированные машинно-тракторные агрегаты.

### *Библиографический список*

1. Назаров, П.А. Основы выбора стратегии управления двигателями мобильных транспортных средств / П.А. Назаров, А.В. Старунский // Научно-исследовательские решения высшей школы: Материалы Студенческой научной конференции 26 декабря 2023 года. – Рязань: Издательство РГАТУ, 2023. – С. 333-334.

2. Лукьянов, В.В. Особенности организации процесса управления двигателями энергетических и мобильных транспортных средств / В.В. Лукьянов, А.В. Старунский // Научно-исследовательские решения высшей школы: Материалы Студенческой научной конференции 26 декабря 2023 года. – Рязань: Издательство РГАТУ, 2023. – С. 315-316.

3. Скрипкин, Н.В. Основные принципы организации и конструирования системы управления автоматизированных машинно-тракторных агрегатов / Н.В. Скрипкин, А.В. Старунский // Научно-исследовательские решения высшей школы: Материалы Студенческой научной конференции 26 декабря 2023 года. – Рязань: Издательство РГАТУ, 2023. – С. 55-56.

4. Старунский, А.В. Методика оценки ускоренных испытаний восстановленных объектов на надежность / А. В. Старунский // Инновационные научно-технологические решения для АПК, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть II. – Рязань: Издательство РГАТУ, 2023. – С. 230-236.

5. Терентьев, О. В. Повышение эксплуатационной надежности машин / О. В. Терентьев, А. В. Старунский // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России: сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции, Курск, 28 октября 2022 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2022. – С. 221-224.

6. Тетерина, О. А. Логистика на транспорте: перспективы развития / О. А. Тетерина, Т.В. Мелькумова, А. В. Старунский // Тренды развития современного общества: управленческие, правовые, экономические и социальные аспекты: Сборник научных статей 12-й Всероссийской науч.-практ. конференции, Курск, 22–23 сентября 2022 года. – Курск: ЮЗГУ, 2022. – С. 329-332.

7. Мертвищев, Г. А. Применение геоинформационных систем при разработке КСОДД / Г. А. Мертвищев, А. В. Старунский // Теория и практика современной аграрной науки: Сборник IV национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 26 февраля 2021 года / Новосибирский государственный аграрный университет. –

Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета "Золотой колос", 2021. – С. 604-608.

8. Назаров, П. А. Снижение аварийности на автомобильных дорогах / П. А. Назаров, А. В. Старунский // Молодежь и XXI век - 2021: Материалы XI Международной молодежной научной конференции. В 6-ти томах, Курск, 18–19 февраля 2021 года. – Курск: ЮЗГУ, 2021. – С. 106-109.

9. Жуленков, П. В. Принцип работы программы "АРМ - технолога" / П. В. Жуленков, А. В. Старунский // Молодежь и XXI век - 2021: Материалы XI Международной молодежной научной конференции. В 6-ти томах, Курск, 18–19 февраля 2021 года. – Курск: ЮЗГУ, 2021. – С. 50-54.

10. Терентьев, О. В. Общественные взгляды на качество пассажирских перевозок / О. В. Терентьев // В мире научных открытий: Материалы IV Международной студенческой научной конференции, Ульяновск, 20–21 мая 2020 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2020. – С. 393-396.

11. Старунский, А. В. Совершенствование системы городского транспорта / А. В. Старунский // Будущее науки-2019: сборник научных статей 7-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 25–26 апреля 2019 года. – Курск: ЮЗГУ, 2019. – С. 122-125.

12. Матюнина, Е. А. Создание и внедрение инновационной системы на транспорте / Е. А. Матюнина, А. В. Старунский // Молодежь и наука: шаг к успеху: сборник научных статей 3-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 5 т., Курск, 21–22 марта 2019 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2019. – С. 74-77.

13. Терентьев, О. В. Методы исследования показателей транспортного процесса / О. В. Терентьев, А. В. Старунский // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2018. – № 2(7). – С. 88-94.

14. Актуальные вопросы совершенствования транспортного обеспечения сельскохозяйственных процессов с применением интерактивной диагностики / Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко, Р. В. Безносюк, А. В. Старунский // Актуальные вопросы материально-технического снабжения органов и учреждений уголовно-исполнительной системы: Сборник материалов Всероссийского научно-практического круглого стола, Рязань, 25 мая 2017 года / Академия ФСИН России ; Под общей редакцией Р. В. Фокина. – Рязань: Отделение полиграфии РИО Академии ФСИН России, 2017. – С. 28-35.

15. Бачурин, А. Н. Спутниковый контроль и мониторинг для оптимизации работы агрегатов / А. Н. Бачурин, Д. О. Олейник, И. Ю. Богданчиков // Сельский механизатор. – 2015. – № 7. – С. 4-5.

16. Экспериментальная оценка эффективности функционирования разработанного опытного образца бортового навигационно-связного устройства на платформе ГЛОНАСС / В. В. Елистратов, Д. О. Олейник, С. И. Безруков [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12-12. – С. 2541-2548.

17. Региональная система мониторинга и управления парком машин и



земельными ресурсами на основе ГЛОНАСС/GPS технологий для агропромышленного комплекса и перерабатывающей промышленности Рязанской области / Д. О. Олейник, Ю. В. Якунин, Н. А. Етко, М. А. Есенин // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 145-151.

18. Черкашина, Л. В. Проблемы внедрения технологий искусственного интеллекта российскими предприятиями / Л. В. Черкашина, Л. В. Романова, Л. А. Морозова // Инновационные научно-технологические решения для АПК: вклад университетской науки : материалы 74-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 291-296.

19. Влияние логистики на эффективность АПК / Д. С. Михеев, И. М. Воронцов, С. Е. Крыгин, Н. Е. Лузгин // Исследование инновационного потенциала общества и формирование направлений его стратегического развития : сборник научных статей 12-й Всероссийской научнопрактической конференции с международным участием, Курск, 30 декабря 2022 года. Том 1. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 452-456.

**УДК 629.1.01**

*Терентьев В.В., канд. техн. наук,  
Кожин С.А., канд. техн. наук,  
Боронин М.А.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **АНАЛИЗ СИСТЕМ ВОЗДУХОПОДГОТОВКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ТРАКТОРОВ И ТЕХНИКИ, ПРИМЕНЯЕМОЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Как известно, двигатель внутреннего сгорания – это тип двигателя, который преобразует химическую энергию, высвобождаемую при сгорании топлива внутри цилиндров, в механическую энергию. Он состоит из цилиндров, поршней, клапанов, системы подачи топлива и системы зажигания. Внутренние сгорания широко используются в автомобилях, мотоциклах, самолетах, лодках и многих других транспортных средствах.

Использование двигателей внутреннего сгорания (ДВС) имеет важное значение в сельском хозяйстве по нескольким причинам:

- Механизация процессов: ДВС позволяют приводить в движение различные сельскохозяйственные машины и оборудование, такие как тракторы, комбайны, насосы, и т.д. Это существенно повышает производительность труда и позволяет справляться с большими объемами работы за более короткий период времени.

- Увеличение производства: За счет механизации сельскохозяйственных процессов можно увеличить производство сельскохозяйственной продукции, что особенно важно в условиях растущего населения и потребностей в продовольствии.

- Эффективность и экономия ресурсов: Использование современных ДВС обеспечивает более эффективное использование топлива и других ресурсов, что позволяет снизить затраты на производство и повысить его экономическую эффективность.

- Повышение качества продукции: Механизация процессов с помощью ДВС позволяет более точно контролировать условия выращивания, обработки и хранения сельскохозяйственной продукции, что может способствовать повышению ее качества.

Таким образом, использование двигателей внутреннего сгорания играет ключевую роль в современном сельском хозяйстве, способствуя его развитию, увеличению производства и повышению эффективности.

Поскольку ДВС работает по принципу цикла сжатия, впрыска топлива, сгорания и выпуска отработанных газов, для максимальной эффективности его работы необходимо, чтобы все составляющие работали сообща, минимизируя отказы всех деталей и механизмов, обеспечивая максимальную отдачу, а также оптимальные расход топлива и подачу воздуха в цилиндры.

В зависимости от режима работы, двигатель внутреннего сгорания требует различного количества топливно-воздушной смеси, которая должна обладать определенным соотношением и хорошим перемешиванием компонентов. Для обеспечения этого необходимы соответствующие сборочные единицы, детали и приборы в системе питания, которые гарантируют поступление чистого воздуха, подачу топлива и приготовление горючей смеси, а также регулирование подачи топлива в зависимости от нагрузки на двигатель.

В двигателях внутреннего сгорания применяются различные методы смесеобразования: внутреннее и внешнее.

Внутреннее смесеобразование характеризуется тем, что перемешивание воздуха с топливом происходит внутри цилиндров двигателя, как, например, в дизельных двигателях.

Внешнее смесеобразование, напротив, предполагает, что смесь топлива и воздуха формируется вне цилиндров двигателя, как это происходит, например, в карбюраторных двигателях.

Важным аспектом работы двигателя является также очистка поступающего воздуха. Поскольку воздух захватывается из атмосферы, необходимо обеспечить его предварительную очистку. Эта задача решается с помощью воздушных фильтров, или воздухоочистителей.

В зависимости от метода очистки воздуха, воздухоочистители различаются следующим образом:

1. Инерционные очистители: воздух, проходя через них с большой скоростью, резко изменяет направление движения (Рисунок 1).

2. Центробежные (циклонного типа): воздух, проникающий через такие очистители, приобретает вращательное движение (Рисунок 2).

3. Фильтрующие: воздух проходит через фильтрующий элемент, который задерживает пыль. Фильтрующий элемент может быть выполнен из различных материалов, таких как металлическая сетка, хлопчатобумажная ткань, войлок и другие.

Инерционные и фильтрующие воздухоочистители могут быть сухими или мокрыми. В случае мокрых очистителей воздух ударяется о слой масла, находящегося в корпусе очистителя.

4. Комбинированные: воздух сначала проходит очистку инерционным или центробежным методом, а затем фильтруется. Эти воздухоочистители могут быть сухими, мокрыми или комбинированными, где инерционная очистка сухая, а фильтрация осуществляется в условиях влажности.

Современные тракторы и автомобили обычно оснащаются комбинированными воздухоочистителями.

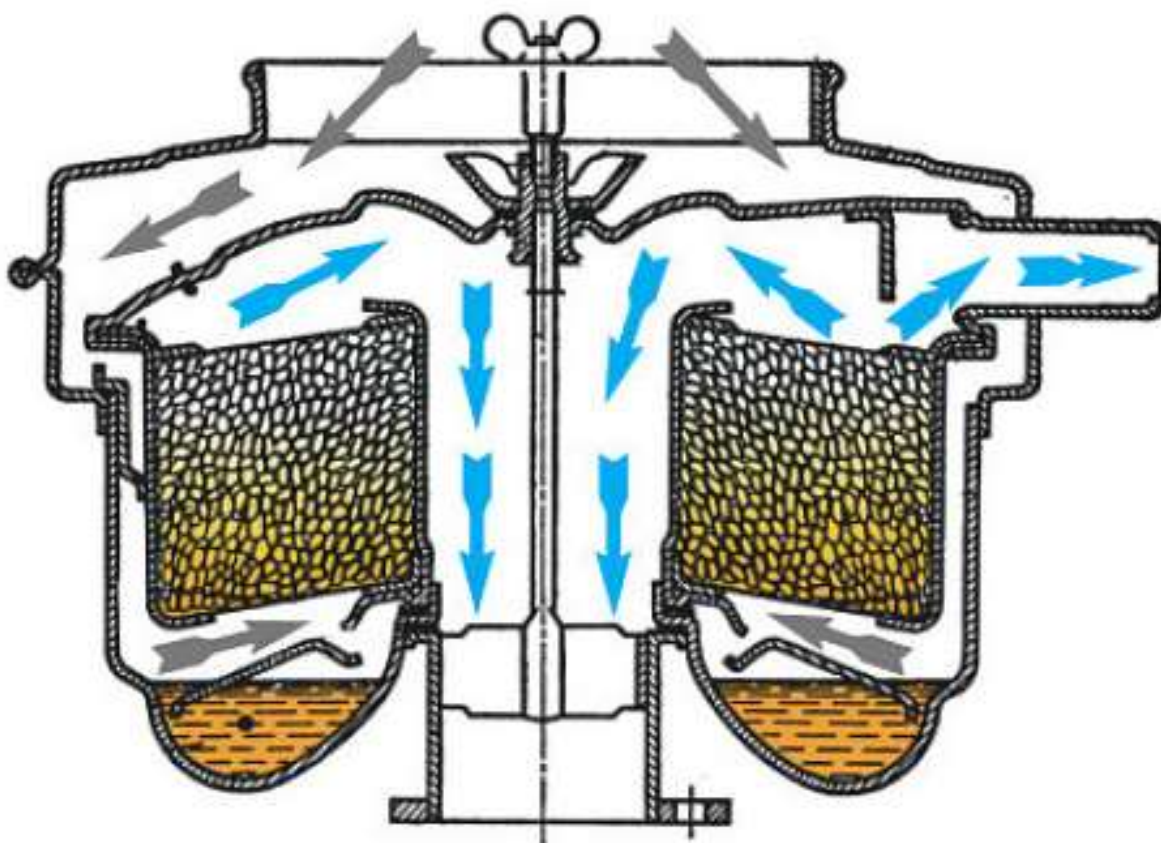
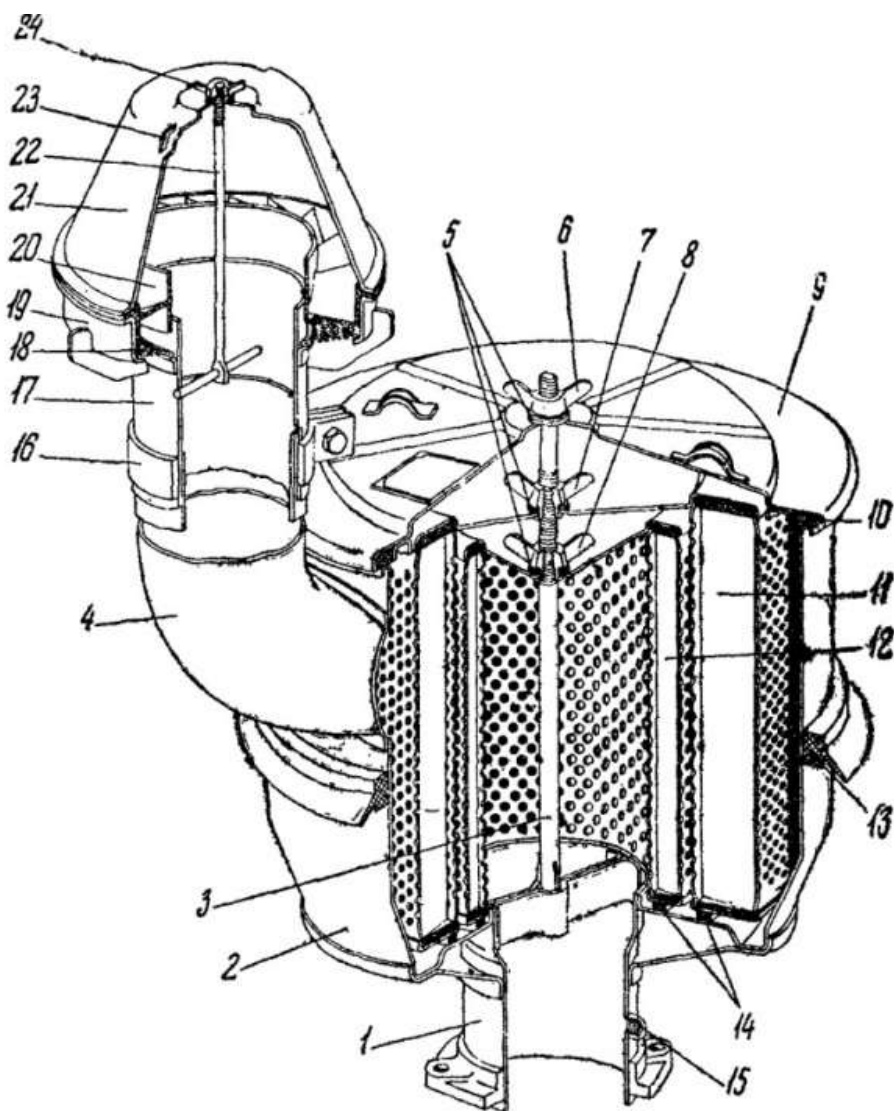


Рисунок 1 – Инерционно-масляный воздушный фильтр

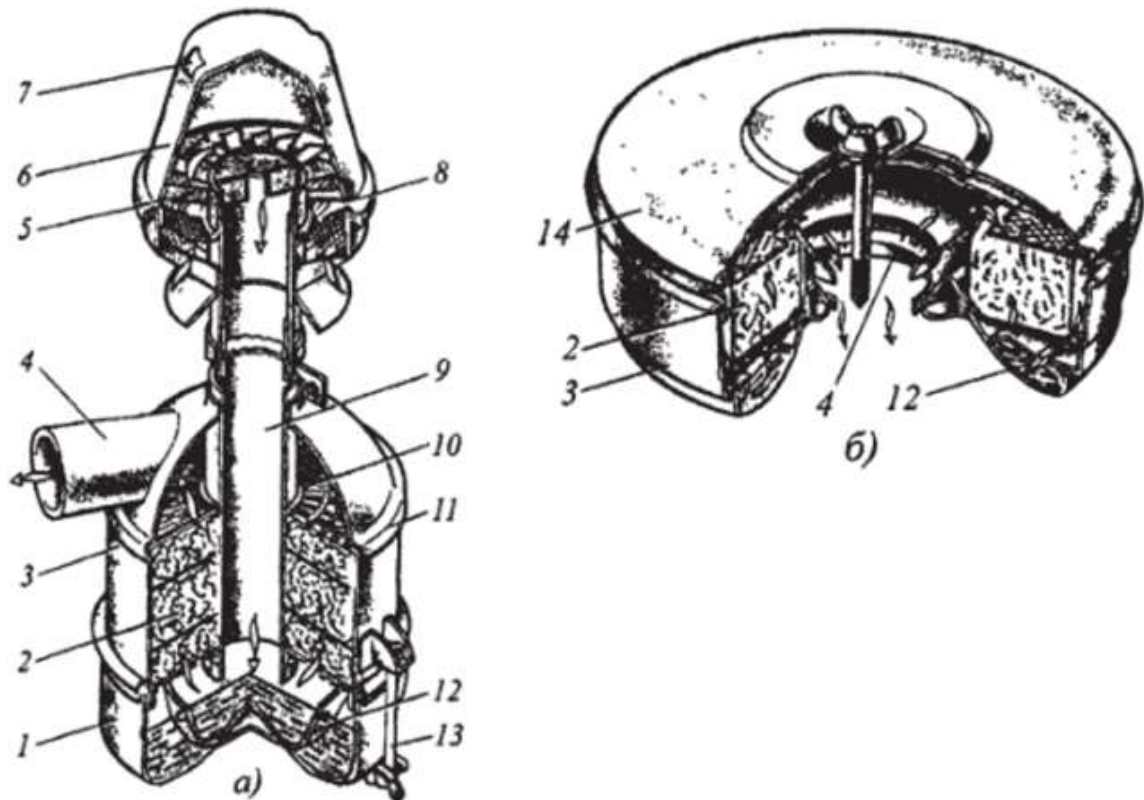


1 – выходной патрубок корпуса воздухоочистителя; 2 – корпус; 3 – траверса;  
 4 – входной патрубок корпуса воздухоочистителя; 5 – шайба; 6, 7, 8, 24 – гайки барашкового  
 типа; 9 – крышка; 10, 13 – уплотнительные кольца; 11 – основной фильтр-патрон;  
 12 – предохранительный фильтр-патрон; 14 – уплотнительные кольца фильтр-патронов;  
 15 – бочка для подсоединения трубопровода индикатора засоренности воздухоочистителя;  
 16 – стяжной хомут; 17 – патрубок моноциклона; 18 – защитная сетка; 19 – опорный фланец  
 патрубка моноциклона; 20 – завихритель колпака; 21 – колпак; 22 – шпилька;  
 23 – выбросная щель колпака моноциклона

Рисунок 2 – центробежный воздушный фильтр типа «мультициклон»

На рисунке 3, а показан пример трехступенчатого воздухоочистителя, который часто применяется в тракторных двигателях. Первая ступень обеспечивает инерционную очистку, вторая - контактную с масляной ванной, а третья - контактную с фильтрующим элементом.

Воздухоочиститель устанавливается на головке блока цилиндров с помощью кронштейна и хомутов. Он состоит из корпуса 3, головки 11 и заборной трубы 9, на которой закреплен инерционный очиститель 6. В головке установлены фильтрующие элементы 2 из капроновой путанки, закрепленные между опорными обоймами 10. Снизу при помощи стяжных болтов 13 к головке прикрепляется поддон 1 с масляной ванной 12.



1 – поддон; 2 – фильтрующий элемент; 3 – корпус; 4 – выходной патрубок очищенного воздуха; 5 – заверитель; 6 – инерционный очиститель; 7 – окно; 8 – сетка; 9 – заборная труба; 10 – опорная обойма; 11 – головка; 12 – масляная ванна; 13 – стяжной болт; 14 – крышка  
 Рисунок 3 – воздухоочистители тракторного (а) и автомобильного (б) типов

Во время впуска воздуха через отверстия сетки 8 он попадает в инерционный очиститель, где, сталкиваясь с наклонными полостями завихрителя 5, приобретает вращательное движение. Под воздействием центробежной силы крупные частицы пыли, попавшие в очиститель вместе с воздухом, отбрасываются к стенкам через два окна 7 в колпаке и выбрасываются наружу. Инерционный очиститель удаляет примерно 2/3 пыли из воздуха. Поток воздуха с мелкими частицами пыли быстро движется вниз по заборной трубе 9, взаимодействует с маслом в поддоне 1, и резко меняет свою скорость и направление. Мелкие частицы пыли остаются в масле, а воздух проходит через фильтрующие элементы 12, которые задерживают самые мелкие механические примеси воздуха. Затем воздух выходит через выходной патрубок 4 и направляется в цилиндры двигателя.

Автомобильный воздушный фильтр состоит из корпуса 3 и фильтрующего элемента 2. Фильтрующий элемент вместе с крышкой 14 образует неразборную конструкцию, где в качестве набивки используется капроновая щетина. В нижней части корпуса есть масляная ванна 12, в которую заливается моторное масло. Корпус фильтра и фильтрующий элемент уплотнены резиновой прокладкой.

Во время работы двигателя воздух проходит через кольцевую щель между корпусами 3 фильтра и фильтрующего элемента 2. Пройдя вертикальный кольцевой канал, воздушный поток меняет свое направление на 180° над масляной ванной 12. Крупные частицы, сохраняя инерцию, опускаются в масло и оседают на дне масляной ванны 12. Затем воздух проходит через фильтрующий элемент 2, где происходит его очистка, после чего направляется через выходной патрубок 4 в карбюратор.

В итоге, можно сделать вывод, что воздухоподготовка – это очень важный и один из основных процессов в двигателе внутреннего сгорания. Для достижения его максимальной эффективности необходимо соблюсти множество требований и использовать немало сил, что, в зависимости от типа транспортного средства, его двигателя, а также назначения, возможно совершить различными способами.

### *Библиографический список*

1. Силаев, Г. В. Конструкция автомобилей и тракторов : учебник для вузов / Г. В. Силаев. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 404 с.
2. Родичев, В.А. Тракторы / А.В. Родичев. - М.: Академия, 2005. - 256 с.
3. Силаев, Г.В. Тракторы для лесного хозяйства / Г.В. Силаев, Н.Д. Баздырев. - М.: МГУЛ, 2001. - 282 с.
4. Мыльнев, В.Ф. Введение в специальность “Двигатели внутреннего сгорания”: учеб. пособие / В.Ф. Мыльнев, В.М. Сычев. - Юж.-Рос.гос.техн.ун-т.-Новочеркасск: ЮРГТУ, 2008.- 136с.
5. Эрдеди, А.А. Техническая механика. Детали машин / А.А. Эрдеди, Н.А. Эрдеди. - М.: Высшая школа, 1991. - 272 с.
6. Бачурин, А. Н. Диагностика автотракторной техники : Лабораторный практикум / А. Н. Бачурин, И. Ю. Богданчиков, Д. О. Олейник. – Рязань : РГАТУ, 2021. – 81 с.
7. Оценка теплообмена в стенке внутрицилиндровой полости быстроходного дизеля двигателя внутреннего сгорания / О. О. Максименко, В. К. Киреев, Т. С. Ткач, А. А. Максименко // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 257-261.
8. Нургалиев, Л. М. Техника и приемы для рыхления переуплотненных почв / Л. М. Нургалиев, Н. Е. Лузгин // Материалы международной научно-технической конференции "I юбилейные чтения Бойко Ф. К.", посвященной 100-летию Бойко Ф. К., 21 февраля 2020 года. Том 2, 2020. – С. 297-303.

*Терентьев В.В., канд. техн. наук,  
Макаров В.А., д-р техн. наук  
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, РФ  
Непарко Т.А., канд. техн. наук  
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, РБ*

## **АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ СЕКЦИИ КУЛЬТИВАТОРА В ПРОДОЛЬНО-ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ**

Повышение эффективности работы пропашных культиваторов и увеличения степени крошения почвы при формировании гребня картофеля окучивающими корпусами являются ключевыми показателями сохранения мелкокомковатой структуры почвы и устойчивости хода секций культиватора при движении по полю, способствующими созданию лучших условий для роста и развития корневой системы картофеля.

В процессе работы навесные пропашные культиваторы подвергаются воздействию как постоянных, так и изменяющихся по величине и направлению сил в зависимости от микрорельефа, плотности сложения почвы и других её физико-механических показателей [1]. Поэтому при работе экспериментальной секции культиватора возникает необходимость выбора схемы с оптимальными параметрами, обеспечивающими в максимальной степени решение вопроса устойчивости хода её по глубине. Поэтому в данном исследовании ставятся задачи: установить устойчивость движения секции и определить зависимость изменений секции с пассивными рабочими органами в вертикальной плоскости от величины возмущающего момента и параметров. Вопросы устойчивости движения сельскохозяйственных машин рассматриваются в работах [2-5]. На рисунке представлена схема сил, действующих на секцию культиватора при определении устойчивости хода сошника.

Представим секцию культиватора в системе твёрдых тел с жёсткими связями. Характер движения секции культиватора, при перемещении агрегата определяется на него соответствующими силами и составляющими. На секцию культиватора действуют:

$P_x$ , и  $P_y$  силы сопротивления на окучивающем корпусе;

$P_f$  - сила давления пружины;

$G$  – сила веса секции;

$N$  – вертикальная реакция почвы на копирующее колесо секции;

$A_y$  – составляющая реакции верхнего шарнира  $A$ ;

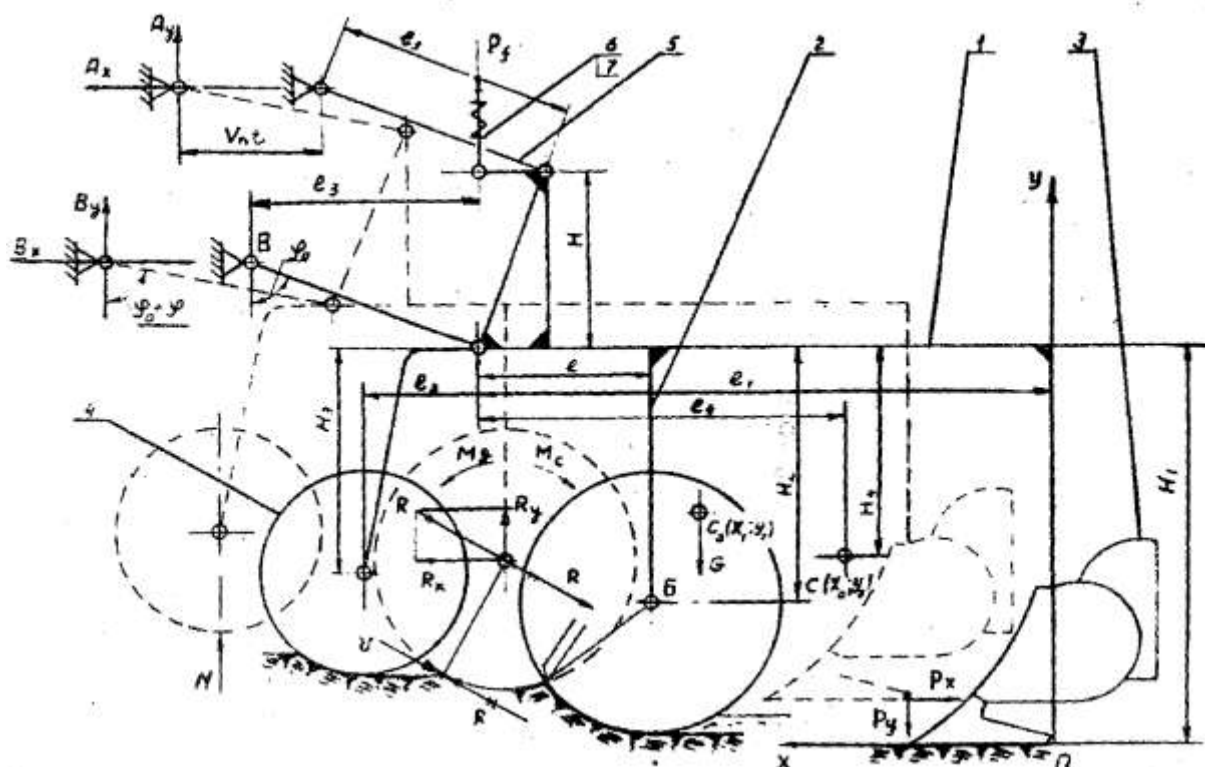
$B_x$  – составляющая реакции нижнего шарнира  $B$ ;

$B_y$  - составляющая реакции нижнего шарнира  $B$ ;

$V$  – окружное усилие.

Выведем условие устойчивости движения секции в продольно-вертикальной плоскости под действием приложенных к ней сил и моментов.

При устойчивом движении секции условием устойчивости можно считать статистическое равновесие всех сил и моментов, приложенных к секции.



1 – экспериментальная секция; 2 – фрезбарaban; 3 – окучивающий корпус;  
4 – копирующее колесо; 5 – параллелограммный механизм

Рисунок – Схема сил, действующих на секцию при определении устойчивости хода сошника

Равновесие сил резания методом  $R$  параллельного переноса, разместит в центре  $B$  и разложим на соответствующие  $P_x$  и  $P_y$ . В результате переноса силы получим дополнительный момент сопротивления фрезбарабана  $M_c$ , который уравнивается приводным моментом  $M_0$ . Тогда уравнение моментов относительно точки  $B$  запишем в виде:

$$\sum M_B = -P_x(H_1 + l_3 \cos \varphi_0) + P_y(l_1 - l_3 \sin \varphi_0) + G(l_4 + l_3 \sin \varphi_0) + R_x(H_2 + l_3 \cos \varphi_0) - R_y(l + l_3 \sin \varphi_0) - N + P_f l_5 = 0 \quad (1)$$

Силы  $G$ ,  $P_y$ ,  $R_x$ ,  $P_f$  мешают постоянные заглабляющие моменты, а силы  $P_x$  и  $R_y$  выглабляются моментами. Сопротивление перекачиванию копирующего колеса не учитывается в виду его незначительной величины. Копирующее колесо воспринимает разницу между заглабляющими моментами. Из уравнения (1) получим:

$$T = \frac{-P_x(H_1 + l_3 \cos \varphi_0) + P_y(l_1 + l_3 \sin \varphi_0) + G(l_4 + l_3 \sin \varphi_0) + R_x(H_2 + l_3 \cos \varphi_0) - R_y(l + l_3 \sin \varphi_0) - N + P_f l_5}{l_3 \sin \varphi_0 - l_2}$$



$$\frac{+R(H_1+l_3\cos\varphi_0)-R_y(l+l_3\sin\varphi_0)+P_f l_5}{l_3 \sin\varphi_0} \quad (2)$$

Условие устойчивости движения секции можно представить в виде:

$$N \geq 0 \quad (3)$$

Таким образом, в процессе работы секции культиватора величина может изменяться от 0 до  $N_{max}$ . Нулевое значение имеет место при равенстве заглублённого и выглубленного моментов на копирующей секции. Для обеспечения устойчиво работы секции в самых неблагоприятных условиях необходимо задаться  $N_{max}$ . Академик В.П. Горячкин [6] рекомендует следующую формулу для определения  $N_{max}$ :

$$N_{vax} = \frac{1,5 h k}{b h_{zp} \sqrt{D_k}} \quad (4)$$

где  $b$  – ширина катка;  $h_{zp}$  – коэффициент объёмного смятия;  $D_k$  – диаметр каточка;  $h_k$  – глубина колеи.

Определим влияние изменения возмущающего момента на единицу отклонения секции культиватора в вертикальной плоскости. Для этого отнесём секцию к неподвижной системе координат с началом в точке  $O$ . Если координата центра тяжести секции в начальный момент изменения обозначить через  $X_o$  и  $Y_o$  то можно записать:

$$\begin{aligned} l_1 - l_4, \\ Y_o = H_1 - H_4 \end{aligned} \quad (5)$$

Допустим, что секции через некоторое время  $t$  переместятся в направлении оси  $O_x$  на величину  $V_n t$  и под действием момента получит угловое перемещение. Тогда центр тяжести переместится в положение  $C_o (X_1, Y_1)$  и запишется в виде уравнения:

$$\begin{aligned} X_1 = V_n t + l_1 - l_4 + l_3 \sin\varphi_0 - l_3 \sin(\varphi_0 + \varphi), \\ Y_1 = H_1 - H_4 + l_3 \cos\varphi_0 - l_3 \cos(\varphi_0 + \varphi). \end{aligned}$$

При условии, когда  $V_n = const$  система будет иметь одну степень свободы. В этом случае задача сводится к определению  $\varphi$  во времени. Воспользовавшись, уравнением Лагранжа, составим уравнение движения секции культиватора:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{dT}{d\dot{\varphi}} \right) - \frac{dT}{d\varphi} = Q_\varphi \quad (6)$$

где  $T$  – кинематическая энергия системы;  $Q_\varphi$  – обобщённая сила;  $\varphi$  – угол поворота системы;  $d_\varphi$  – угловая скорость системы.

Тогда кинетическая энергия системы определяется из уравнения:

$$T = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} J_o \dot{\varphi}^2, \quad (7)$$

где  $m$  – масса системы;  $V$  – скорость центра тяжести секции;  $J_o$  – момент инерции, проходящей через центр тяжести системы  $C$ .

Если принять во внимание, что  $V^2 = X_1^2 + Y_1^2$ , то уравнение (7) запишется как:

$$T = \frac{1}{2} m \left( \dot{X}_1^2 + \dot{Y}_1^2 \right) + \frac{1}{2} J_o \dot{\varphi}^2 \quad (8)$$

Подставив в уравнение (7) значение  $\dot{X}_1$  и  $\dot{Y}_1$ , после соответствующих преобразований получим:

$$T = \frac{1}{2} m [V_n^2 - 2V_n l_3 \dot{\varphi} \cos(\varphi_0 + \varphi) + l_3^2 \dot{\varphi}^2], \quad (9)$$

или

$$\begin{aligned} \frac{dT}{d\varphi} &= \frac{1}{2} m [2V_n l_3 \dot{\varphi} \sin(\varphi_0 + \varphi)]; \\ \frac{dT}{d\dot{\varphi}} &= \frac{1}{2} m [2V_n l_3 \dot{\varphi} \sin(\varphi_0 + \varphi)]; \\ \frac{d}{dt} \frac{dT}{d\dot{\varphi}} &= m [V_n l_3 \dot{\varphi} \sin(\varphi_0 + \varphi) + l_3^2 \ddot{\varphi}] \end{aligned}$$

Тогда выражение (9) примет вид:

$$\begin{aligned} m l_3^2 \ddot{\varphi} + J_0 \ddot{\varphi} &= Q_\varphi \\ J_n \ddot{\varphi} &= Q_\varphi \\ J_n &= m l_3^2 + J_0 + \end{aligned} \quad (10)$$

Для  $Q_\varphi$  напишем работу сил при приложении их к секции орудия:

$$L_R \delta\varphi = Q_\varphi \delta\varphi$$

Тогда:

$$L_R = Q_\varphi$$

где  $L_R$  – момент сил относительно точки их приложения к раме.

Выбираем возмущающий момент. Из рис. 1 видно, что:

$$\begin{aligned} L_R = -P_x [H_1 + l_3 \cos(\varphi_0 + \varphi)] + P_y [l_1 + l_3 \sin(\varphi_0 + \varphi) + Q [l_4 + l_3 \sin(\varphi_0 + \\ \varphi + R_x [H_2 + l_3 \cos(\varphi_0 + \varphi)] - R_y [l_1 + l_3 \sin(\varphi_0 + \varphi) + P_f l_5 - N [l_2 \\ + l_3 \sin(\varphi_0 + \varphi)] + A_x H] \end{aligned} \quad (11)$$

При определении  $L_R$  принято  $P_f$  как сила веса.

Разница  $A_x$  выражается и через другие силы. Воспользовавшись уравнением равновесия можно записать:

$$\begin{aligned} A_x - P_x + R_x + B_x &= 0 \\ A_y + R_y - G + N + B_y - P_f - P_y &= 0 \end{aligned}$$

Если допустить, что  $A_x = B_x$  и  $A_y = B_y$ , то можно записать:

$$\begin{aligned} 2A_x - P_x + R_x &= 0 \\ 2A_y + R_y - G + N - P_f - P_y &= 0. \end{aligned}$$

Тогда

$$A_x = \frac{P_x - R_x}{2}; \quad A_y = \frac{G - R_y - N + P_f + P_y}{2} \quad (12)$$

Принимая во внимание, что

$$\cos(\varphi_0 + \varphi) = \cos\varphi_0 \cos\varphi - \sin\varphi_0 \sin\varphi \quad (13)$$

Уравнение (10) с учётом уравнения (11), (12) и (13) после некоторых преобразований можно записать в следующем виде:

$$\begin{aligned} L_R = (-P_x l_3 \cos\varphi_0 + P_y l_3 \sin\varphi_0 + R_x l_3 \cos\varphi_0 - R_y l_3 \sin\varphi_0 + G l_3 \sin\varphi_0 - \\ - N l_3 \sin\varphi) \cos\varphi - (-P_x l_3 \sin\varphi_0 - P_y l_3 \cos\varphi_0 + R_x l_3 \cos\varphi_0 + R_x \sin\varphi_0 + \\ + R_y l_3 \cos\varphi_0 - G l_3 \cos\varphi_0 + N l_3 \cos\varphi_0) \sin\varphi + [-P_x H_1 + P_y l_1 + R_x H_2 + \\ + G l_4 - R_y l - R_y l + N l_2 + P_f l_5 + \frac{1}{2} (P_x - R_x) H] \end{aligned} \quad (14)$$

Получим:

$$\begin{aligned}
a_1 &= -P_x l_3 \cos \varphi_0 + P_y l_3 \sin \varphi_0 + R_x l_3 \cos \varphi_0 - R_y l_3 \sin \varphi_0 + \\
&\quad + G l_3 \sin \varphi_0 - N l_3 \sin \varphi_0; \\
a_2 &= -P_x l_3 \sin \varphi_0 - P_y l_3 \cos \varphi_0 + R_x \sin \varphi_0 + R_y l_3 \cos \varphi_0 - \\
&\quad - G l_3 \cos \varphi_0 + N l_3 \cos \varphi_0; \\
a_3 &= P_x H_1 + P_y l_1 + R_x H_2 - R_y l + G l_4 + N l_2 + P_f l_5 - 0,5(P_x - R_x)H.
\end{aligned}$$

Уравнение (14) имеет вид:

$$J_n \ddot{\varphi} = a_1 \cos \varphi - a_2 \sin \varphi + a_3 \quad (15)$$

Для интегрирования этого уравнения введём новую переменную.

$$\text{Пусть} \quad \dot{\varphi} = \frac{d\varphi}{dt} = \rho, \quad \text{тогда} \quad \ddot{\varphi} = \frac{d^2\varphi}{dt^2} = \rho \frac{d\rho}{d\varphi} \quad (16)$$

Подставив значение  $\ddot{\varphi}$  в уравнение (16) будем иметь:

$$\rho d\rho = \frac{1}{J_n} (a_1 \sin \varphi + a_2 \cos \varphi + a_3) d\varphi \quad (17)$$

Проинтегрировав уравнение (17), получим:

$$\frac{1}{2} \rho^2 = \frac{1}{J_n} (a_1 \sin \varphi + a_2 \cos \varphi + a_3 \varphi + c_1) \quad (18)$$

где  $c_1$  – произвольная постоянная.

Для определения  $c_1$  воспользуемся начальными условиями:

$$t = 0; \quad \varphi = 0; \quad \frac{d\varphi}{dt} = 0; \quad \text{поэтому } c_1 = -a_2,$$

Уравнение (19) имеет вид:

$$\rho^2 = \left( \frac{d\varphi}{dt} \right)^2 = \frac{2}{J_n} (a_1 \sin \varphi + a_2 \cos \varphi + a_3 \varphi - a_2) = 0 \quad (19)$$

При максимальном значении угла  $\varphi$  угловая скорость будет равна 0.

Поэтому приняв значение угла  $\varphi$  (19)  $\varphi = 0$  получим:

$$a_1 \sin \varphi + a_2 \cos \varphi + a_3 \varphi - a_2 = 0.$$

Ввиду того, что угол  $\varphi$  мал ( $\varphi < 15^\circ$ ), то уравнение запишется как:

$$\sin \varphi \approx \varphi \quad \text{и} \quad \cos \varphi = 1 - \frac{\varphi^2}{2},$$

и примет вид:

$$(\dot{\varphi})^2 = \frac{2}{J_n} \left[ a_1 + a_2 \left( 1 - \frac{\varphi^2}{2} \right) + a_3 \varphi - a_2 \right]$$

или

$$\dot{\varphi} = \sqrt{\frac{a_2}{J_n}} \cdot \sqrt{2 \frac{a_1 + a_3}{a_2} \varphi - \varphi^2},$$

тогда

$$t = \sqrt{\frac{J_n}{a_2}} \cdot \int \frac{d\varphi}{\sqrt{2 \frac{a_1 + a_3}{a_2} \varphi - \varphi^2}},$$

или

$$t = \sqrt{\frac{J_n}{a_2}} \cdot \arccos \left[ \frac{a_2 \varphi - (a_1 + a_3)}{a_1 + a_3} \right] + C_2. \quad (20)$$

где  $C_2$  – произвольная постоянная.

При  $t = 0, \quad \varphi = 0.$

То запишем

$$C_2 = \sqrt{\frac{J_n}{a_2}} \cdot \arccos(-1) = \sqrt{\frac{J_n}{a_2}} \cdot \pi.$$

Тогда уравнение (20) запишется как:

$$t = \sqrt{\frac{J_n}{a}} \left\{ \pi - \arccos \left[ \frac{a_2 - (a_1 + a_3)}{a_1 + a_3} \right] \right\}$$

Тогда решив уравнение относительно  $\varphi$ , получим:

$$\varphi = \frac{a_1 + a_3}{a_2} \left( 1 - \cos \sqrt{\frac{a_2}{J_n}} \cdot t \right) \quad (21)$$

В нашем случае добавочная нагрузка на секцию осуществляется при помощи пружины. Тогда сила  $P_f$  будет являться консервативной, и уравнение представится выражением:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{D}{d\dot{\varphi}} \right) - \frac{dT}{d\varphi} = Q_\varphi - \frac{d\Pi}{d\varphi}, \quad (22)$$

где  $\Pi$  – потенциальная энергия консервативной силы;

$$\text{В данном случае: } \Pi = \frac{c \mu^2}{2},$$

где  $c$  – коэффициент упругости пружины;  $\mu$  – величина деформации пружины в момент отклонения поводка параллелограмма от своего начального положения.

Если принять с некоторым приближением, что;

$$\mu = \varphi l_3,$$

тогда

$$\Pi = \frac{c \varphi^2 l_3^2}{2} \quad \text{и} \quad \frac{d\Pi}{d\varphi} = c \varphi l_3^2$$

Подставляя значения коэффициентов  $a_1, a_2, a_3$  в решение (22) и принимая во внимание (21) и (22), получим значение угла  $\varphi$ , а именно:

$$\varphi = \frac{-P_x l_3 \cos \varphi_0 + P_y l_3 \sin \varphi_0 + R_x l_3 \cos \varphi_0 + R_y l_3 \sin \varphi_0 + G l_3 \sin \varphi_0 -}{-R_x l_3 \sin \varphi_0 - P_y \cos \varphi_0 + R_x l_3 \sin \varphi_0 + R_y l_3 \cos \varphi_0 -} \frac{P_x H_1 + P_y l_1 + P_x H_2 - P_y l + G l_4 + N l_2 + 0,5 (P_x - R_x) H}{-G l_3 \cos \varphi_0 + N l_3 \cos \varphi_0 + C l_3^2}$$

Из уравнения (24) видно, что изменение угла  $\varphi$  уменьшается с увеличением горизонтальной составляющей реакции сил резания.

При выборе параметров секции необходимо также учитывать, что соответственно величины  $l_1, l_2, l_4, H, H_1$  приводят к уменьшению изменения угла  $\varphi$  и, следовательно, более устойчивому ходу по глубине рабочих органов секции.

Зная закономерности изменения параметров  $l_1, l_2, \text{ и } l_4$ , определим их величину при помощи выявления зон деформации почвы и рабочих органов.

Закключение.

1. Теоретически установлены моменты работы секции культиватора при условии

$$\sum M_e = -P_x(H_1 + l_3 \cos \varphi_0) + P_y(l_1 - l_3 \sin \varphi_0) + G(l_4 + l_3 \sin \varphi_0) + R_x(H_2 + l_3 \cos \varphi_0)$$

$-R_y(l + l_3 \sin \varphi_0) - N + P_f l_5 = 0$ .  $G, P_y, R_x, P_f$  мешают постоянные заглубляющие моменты, а силы  $P_x$  и  $R_y$  выглубляются моментами.

2. Влияние изменения возмущающего момента на единицу отклонения секции культиватора устанавливается в вертикальной плоскости.

3. При максимальном значении угла  $\varphi$  угловая скорость будет равна 0.

4. При выборе параметров секции следует учитывать, что соответственно величины  $l_1, l_2, l_4, H, H_1$  приводят к уменьшению изменения угла  $\varphi$  и, следовательно, более устойчивому ходу по глубине рабочих органов секции.

### ***Библиографический список***

1. Параметры устойчивости хода почвообрабатывающего агрегата / В. Я. Котельников, А. А. Козявин, А. В. Котельников, Д. Е. Тищенко // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 12. – С. 12-13.

2. Гячев, Л. В. Устойчивость движения сельскохозяйственных машин и агрегатов / Л. В. Гячев. - М.: Машиностроение, 1981.- 206 с.

3. Леонков, А. Н. Основы научных исследований и моделирование / А. Н. Леонков, М. М. Дьяченко, В. Б. Ловкис. – Мн.: БГПУ, 2010. – 275 с.

4. Кувайнов, В. П. Параметры ресурсосберегающего культиватора для предпосевной обработки почвы под пропашные культуры / В. П. Кувайнов // диссертация на соиск. учёной степени канд. техн. наук. – ФГБОУ ВО Ставропольский государственный университет, 2018. – 131 с.

5. Устинов, Н. Н. Теоретическое обоснование устойчивости движения рабочего органа культиватора / Н. Н. Устинов, Р. Ф. Булатов, А. В. Маратканов // Оренбургский аграрный университет. – 2021. - № 90(4) – С. 137-141.

6. Горячкин, В. П. Собрание сочинений / В. П. Горячкин. - Том 2. - М.: Колос, 1968. - 480 с.

7. Булдышкин, К. В. Стенд для лабораторных испытаний рабочего органа культиватора-удобрителя / К. В. Булдышкин, И. Ю. Богданчиков // Перспективные научные исследования высшей школы : Материалы Всероссийской студенческой научной конференции, Рязань, 25 мая 2023 года. Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 9-10.

8. Лабораторные исследования рабочего органа культиватора-удобрителя / И. Ю. Богданчиков, С. В. Митрофанов, К. В. Булдышкин, А. А. Шевчук // Инженерные решения для АПК : Всероссийская научно-практическая конференция, посвящённая 84-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязань, 16–17 ноября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 12-17.

*Тесаловский Д.Э.,  
Афанасьев М.Ю., канд. с-х. наук,  
Клочков А.Я., канд. техн. наук,  
Мишина Т.О.,  
Кутейникова А.П.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ПРЕДПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН ФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

Предпосевная обработка семян – очень важная технологическая операция, которая улучшает качество семенного материала, обеспечивает защиту от вредителей и повышает качество посева семян [1, с. 390, 2, с. 470]. Современный уровень этих технологий предполагает широкое применение электрофизических методов обработки семян, которые позволяют повысить урожайность сельскохозяйственных культур при относительно низких энергозатратах при обработке. Это способствует исследованиям на эту тему, но внедрение такого оборудования пока не получило широкого распространения [3, с. 253]. Причины несколько и главная из них заключается в том, что зерно является биологическим объектом со всеми специфическими реакциями на внешние действия, которые относятся к этой категории. Производитель, использующий электрофизическую стимуляцию для предпосевной обработки должен: получить гарантированный заявленный результат; отсутствие побочных эффектов; стабильность результатов, на которые не влияют климатические факторы [4, с. 143].

Физические методы можно разделить на две группы. В первую группу отнести механическое воздействие и тепловое, а во вторую включить электрофизические методы. Примером механического воздействия может послужить механическое повреждение внешних оболочек зерна на определенную небольшую глубину с целью облегчить поступление влаги к внутренним структурам зерна, что способствует активации жизненной энергии [5, с. 92].

К наиболее распространенным электрофизическим методам предпосевной обработки семян относятся:

- использование электромагнитного поля сверхвысокой частоты;
- ультрафиолетовое облучение семян;
- лазерное облучение.

Наблюдение за предпосевными приемами обработки семян показывает, что существует общая схема реакции живого организма, и зерна, в частности, на внешнее воздействие. Реакция может быть направлена как на сохранение исходного состояния зерен (резистентность, упругость), так и на адаптацию к новому состоянию [6, с. 17].

Реакция растительных клеток на различные внешние воздействия, например, на температуру, была сходна с реакцией других организмов

(животных, человека), поэтому дальнейшее рассмотрение этого вопроса будет основываться на данных не только изучения растений, но и других испытуемых объектов. В некоторых работах любое воздействие на растения рассматривается как стресс, что приводит к адаптации и выработке устойчивости. Специфические реакции развиваются постепенно в процессе развития устойчивости растений [7, с. 257]. В первую очередь возникают неспецифические стрессовые реакции, такие как изменение проницаемости мембраны, повышение цитотропизма клеток к красителю, сдвиг рН, снижение мембранного потенциала, которые изменяют структуру цитоплазмы. Под влиянием этих быстрых реакций возникают промежуточные реакции (белки острой фазы, фотосинтез и остановка роста). Изучение эволюции живых организмов говорит нам о том, что существует ограниченное количество стандартных однотипных реакций на большое разнообразие действий. Реакция зерна практически одинакова на все виды обработки семян (УВЧ, лазерное излучение, тепловое и так далее). Разница в реакциях может зависеть от глубины проникновения (действует по-разному на разные части зерен), твердости и выдержки [8, с. 125]. Стресс – это реакция на сильный раздражитель, однако четкого разделения факторов по их силе не исследовано.

Систематическое повторение слабых, но постепенно нарастающих раздражителей, через некоторое время приводит к усилению защитной системы, по этой причине организм становится устойчивым к повреждающим действиям не только за счет развития торможения, но и за счет усиления активации защитной системы [9, с. 39]. Примечательно, что какое бы действие не использовалось для «тренировки», увеличение сопротивления происходит не только с этим действием, но и с другими. Говоря о предпосевной обработке семян воздушно-тепловой обработкой, можно предположить, что положительный эффект при таком длительном способе обработки проявляется именно за счет изменения температуры и относительной влажности воздуха в течение суток [10, с. 26]. Причем изменения происходят, по большей части, постепенно. Таким образом, повторение слабых стимулов становится систематическим. Систематическое повторение умеренного силового раздражителя в течение определенного периода времени приводит к развитию «длительной активации». Приведенные выше факты позволяют предположить, что если воздушно-тепловая обработка семян будет проводиться в подобном режиме, то есть возможность получать стабильный максимальный эффект. Вопрос состоит в том, как уровень устойчивости семян связан с их посевными характеристиками, каким должен быть тип и уровень внешнего воздействия, чтобы семена «продвинулись» на уровень отклика «длительной активации». Точка отсчета должна начинаться с силы воздействия, когда очевидна реакция биологического объекта на данный вид воздействия [11, с. 249]. Поэтому при установке предпосевной обработки семян важна не столько мера действующего фактора, сколько приращение его меры по отношению к исходному состоянию. Тем не менее, существуют естественные граничные условия, которые нельзя игнорировать. Эффект может быть отрицательным. Например, известно, что

зерна нельзя нагревать выше температуры 55-60°C. Если это не выполняется, то их посевные качества ухудшаются [12, с. 173]. В связи с этим основные адаптационные реакции – «тренировка», «мягкая активация», «экстремальная активация» и стресс – могут запускаться в узком диапазоне доз (силы) действующего фактора. На примере изменения температуры зерна при его аэрационной обработке рассмотрим состояние слоя зерна. Определим начальную температуру зерна в 20°C [13, с. 155]. Нагрев зерна до температуры 22-24°C переводит его в режим тренировки. До умеренной активации зерна температура должна находиться в диапазоне – 26,4-28,8°C. Экстремальный режим активации требует температуры зерна 31,7-34,6°C. Начальное снижение температуры приведет к изменению температуры порогов перехода. Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что для повышения устойчивости семян (и, как следствие, качества посева) необходимы следующие условия [14, с. 415].

Применение СВЧ энергии позволяет относительно легко изменять условия проведения экспериментов по определению оптимальных факторов воздействия путем изменения дозы облучения, времени и мощности воздействия. При механическом воздействии степень разрушения внешних оболочек семян можно изменять путем изменения скорости соударения зерен о конструктивные устройства (отражатели) рабочей камеры при вращательном движении рабочего органа. Для возникновения адаптационных реакций на уровне функциональных изменений, а не на структурном уровне, действующий фактор должен быть постепенно нарастающим, длительным, чередующимся (циклическим)[15,с.35].

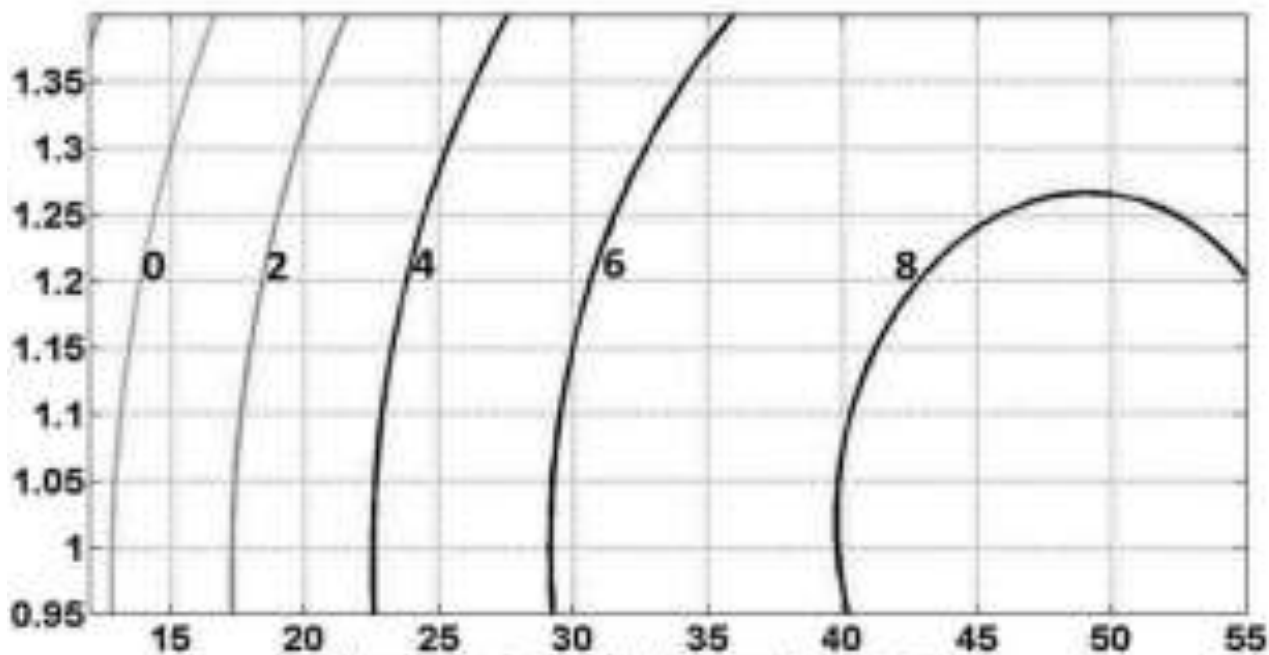


Рисунок 1 – График прироста всхожести семян



Чтобы получить реакцию активации, необходимо начать с физического раздражителя определенной величины, затем его следует уменьшить или прекратить. Следующим шагом является увеличение силы воздействия на 10-20% по отношению к исходному значению.

Максимальный эффект от физического раздражителя может быть достигнут сочетанием неспецифических реакций со специфическими.

Анализ контурных графиков показывает, что наименьший полуцикл предпосевной обработки, использованный в опыте (0,95 ч.), позволяет обеспечить наибольший прирост всхожести семян (8%). Однако для этого требуется приращение температуры нагрева зерна до 40%. Этот режим может быть реализован при начальной температуре зерна не выше 21°C и воздуха не ниже 25°C.

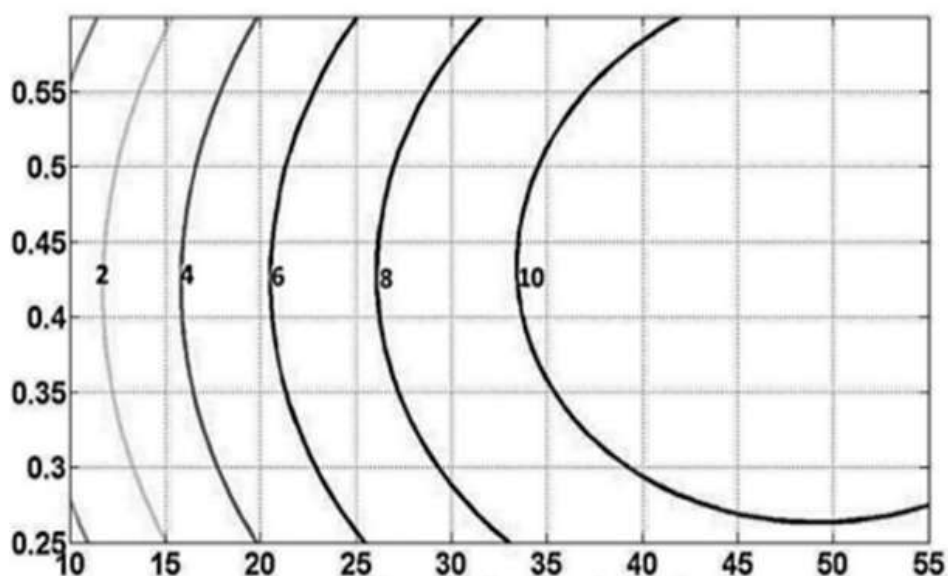


Рисунок 2 – Контурный график скорости воздуха в межзерновом пространстве

Анализ контурного графика на рисунке 2 позволяет предположить, что если скорость воздуха в межзерновом пространстве при тепловом воздействии воздуха остается на уровне 0,42 м/с, то для достижения максимального значения всхожести достаточно ограничить приращение температуры нагрева зерна до 33%. Применение зерновых бункеров с аэрацией для предпосевной обработки семян требует учета их конструктивных особенностей (изменение скорости движения воздуха по всему слою и мощности воздухонагревателя), что накладывает ограничения на режимы предпосевной обработки. Однако полученные зависимости (1) и (2) отражают соотношение параметров и для других устройств, которые могут использовать обсуждаемые режимы обработки, например, зерносушилки. Максимальная температура нагрева зерна, в данном случае, является основным ограничением. Температура не должна превышать 45°C.

Результаты экспериментов подтверждают теоретические исследования и определяют режимы предпосевной обработки семян воздушным теплом на

аэрируемых зерновых бункерах. Установлено, что для получения максимального прироста всхожести семян необходимо аэрировать зерна воздухом со скоростью 0,45 м/с, температура, обеспечивающая приращение температуры зерна 33-40%, с временем полуцикла обработки 0,95-1,1 ч.

### ***Библиографический список***

1. Анализ способов сушки и предпосевной обработки зерна в сельском хозяйстве / Е.С. Семина и др. // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной науч.-практ. конференции. - 2019. - С. 388-391.

2. Перспективы использования активного вентилятора и СВЧ излучений при сушке сыпучих продуктов / С.О. Фатьянов и др. // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции. - 2019. - С. 466-471.

3. Анализ теплоэнергообеспечения процесса термообработки сои / С.О. Фатьянов, А.П. Пустовалов, А.С. Морозов, А.А. Ивушкин // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции. Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. - 2019. - С. 250-254.

4. Использование электротехнологий для увеличения урожайности огурцов в тепличных условиях / Д.И. Сигунов и др. // Инновационные научно-технические разработки и исследования молодых учёных для АПК : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках Сессии Советов молодых ученых и специалистов аграрных вузов Центрального федерального округа. Министерство сельского хозяйства РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Совет молодых учёных РГАТУ имени П.А. Костычева, совет молодых учёных и специалистов Рязанской области. - 2021. - С. 142-145.

5. Применение фильтровых защит асинхронных электродвигателей сельскохозяйственного назначения / С.А. Копаев, А.С. Морозов, И.И. Садовая, С.О. Фатьянов // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса. Материалы Национальной науч.-практ. конференции. - 2017. - С. 89-93.

6. Морозов, А.С. Повышение эксплуатационной надежности электродвигателей в медицине / А.С. Морозов, И.И. Садовая, С.О. Фатьянов // Естественнонаучные основы медико-биологических знаний : Материалы всероссийской конференции студентов и молодых ученых с международным участием. - 2017. - С. 16-18.

7. Фатьянов, С.О. Исследование и анализ использования биогазовых установок в АПК / С.О.Фатьянов, С.В. Карловский // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного

агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конференции. Рязанский ГАТУ им. П.А. Костычева. - 2019. - С. 254-258.

8. Аэроионизация птицеводческих помещений для повышения качества продукции / Н.С. Морозова и др. // Инновационные научно-технические разработки и исследования молодых учёных для АПК : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках Сопровождающего Совета молодых ученых и специалистов аграрных вузов Центрального федерального округа. Министерство сельского хозяйства РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Совет молодых учёных Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. Совет молодых учёных и специалистов Рязанской области. - 2021. – С. 121-126.

9. Чураков, Е.П. О марковском подходе к задаче интерпретации результатов косвенных экспериментов / Е.П. Чураков, С.О. Фатьянов // В книге: Перспективные методы планирования и анализа экспериментов при исследовании случайных полей и процессов. - 1988. - С. 38-39.

10. Математическое обеспечение задач интерпретации результатов косвенных измерений в спектроскопии / М.Е. Ильин, А.И. Новиков, С.О. Фатьянов, Е.П. Чураков // Электронное моделирование. - 1991. - Т. 13. - № 2. - С. 25-27.

11. Фатьянов, С.О. Перспектива применения сои в качестве добавки в корм / С.О. Фатьянов, А.С. Морозов, А.А. Ивушкин // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конференции. Рязанский ГАТУ им. П.А. Костычева. - 2019. - С. 246-250.

12. Морозова, Н.С. Применение аэроионизации для повышения продуктивности птицеводческой продукции / Н.С. Морозова, С.О. Фатьянов, А.С. Морозов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского ГАТУ им. П.А. Костычева. - 2020. - № 2 (11). - С. 170-174.

13. Макаров, А.Ю. Современные методы и устройства компенсации реактивной мощности / А.Ю. Макаров, С.О. Фатьянов // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве : Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России. Министерство сельского хозяйства РФ; ФГБОУ ВО «Рязанский ГАТУ им. П.А. Костычева». - 2017. - С. 153-156.

14. Повышение эффективности работы солнечных фотоэлектрических панелей / Н.Г. Кипарисов и др. // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции. - 2019. - С. 412-416.

15. Игнатов, В.Д. Повышение посевных качеств семян с помощью электромагнитных технологий / В.Д. Игнатов, С.О. Фатьянов, А.С. Морозов // Материалы всероссийской научно-практической конференции посвящённой 40-летию со дня организации студенческого конструкторского бюро (СКБ). Министерство СХ РФ; ФГБОУ ВО «Рязанский ГАТУ им. П.А. Костычева»;

Всероссийский фестиваль науки НАУКА 0+ студенческого конструкторского бюро РГАТУ им. П.А. Костычева; Совет молодых учёных РГАТУ им. П.А. Костычева. - 2020. - С. 34-38.

16. Обзор существующих способов обеззараживания зерна на линиях послеуборочной обработки / Д. О. Иванова, Я. А. Брюхин, Н. Б. Нагаев, А. В. Винников // Новации как стратегическое направление механизации и автоматизации сельского хозяйства : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязань, 12 ноября 2021 года – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 59-64.

17. К вопросу перераспределения влаги в зерне после уборки / Д. О. Иванова, Н. Б. Нагаев, А. В. Винников, Р. А. Чесноков // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : Материалы I Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 года. Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 115-120.

18. Левин, В. И. Каскадный эффект внутривидового дистанционного воздействия облученных семян растений на необлученные / В. И. Левин, С. А. Макарова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2013. – № 1(17). – С. 16-20.

19. Еськов, Е. К. Специфичность дистанционного воздействия  $\gamma$ -облученных семян растений на необлученные / Е. К. Еськов, В. И. Левин // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2002. – Т. 42, № 3. – С. 302-307.

20. Анализ способов сушки зерна / Н. Е. Лузгин, В. В. Утолин, Д. Е. Дворенков, Д. С. Козаченко // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве : Материалы национальной научно-практической конференции, посвященные памяти д.т.н., профессора Бычкова Валерия Васильевича, Рязань, 28 февраля 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 6-12.

**УДК 628.381**

*Ткач Т.С., канд. техн. наук,  
Гаврилина О.П., канд. техн. наук,  
Карпушина С.П.,  
Васин Д.А.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ОРОШЕНИИ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

На сегодняшний день оросительные мелиорации играют важную роль в сельском хозяйстве. Благодаря ним мы имеем возможность получения высокого урожая на фоне засух.

Согласно статистике, общий запас водных ресурсов на территории Российской Федерации составляет в целом 4614,9 км<sup>3</sup>, большая часть которых находится в озерах, ледниках и подземных водах. При этом средние многолетние запасы водных ресурсов в Рязанской области составляют 25,7 км<sup>3</sup>/год.

Для сельского хозяйства необходим очень большой объем поливной воды. Изучая динамику потребления водных ресурсов в России, можно сделать вывод о том, что с каждым десятилетием забор воды из водных источников в среднем снижается на 20%. Согласно статистике, в год теряется около 5 км<sup>3</sup> воды при орошении полей. Это происходит из-за низкого качества оросительной техники и высокого износа мелиоративных систем.

Качество водных ресурсов с каждым годом критически снижается. Это связано с большим ростом городов и промышленных предприятий, от которых сточные воды поступают в природные воды, используемые для полива. При изучении водных ресурсов Рязанской области, делаем вывод, что в настоящее время вся вода области загрязнена из-за переноса по реке Оке (главного источника орошаемого земледелия Рязанской области) загрязняющих веществ с Московской области. Также р. Ока подвержена водоприему сточных вод из более чем 35 предприятий, часть из которых является неочищенными или недостаточно-очищенными сточными водами.

Для сохранения количества и качества водных ресурсов необходимо вводить дополнительные ограничения по водопользованию, применять новые технологии использования природных и сточных вод, проводить своевременный и регулярный ремонт или замену поливной техники, а также необходимо применять очистительные технологии и сооружения при использовании природных и сточных вод, так как некачественная оросительная вода неблагоприятно влияет на урожайность.

Одним из видов мер по сохранению водных ресурсов является повторное использование сточных вод в сельском хозяйстве. Существуют так называемые земледельческие поля орошения (ЗПО), представляющие собой мелиоративные системы по естественной биологической доочистке сточных вод и использованию подготовленных сточных вод в орошении (Рисунок 1). Рассматриваемые поля должны быть регламентированы требованиям СанПиН 2.1.7.573-96 «Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения».

Принцип работы ЗПО заключается в природной очистке сточных вод и в получении растениями удобрений. Очищенная через отстойники от крупных примесей сточная вода попадает на поля, где фильтруется через почву и дренажный трубопровод. Участки орошения в ЗПО называются картами. На картах устраивают борозды на расстоянии 1 метра и глубиной 1,5 метра, а между ними высаживают сельскохозяйственные культуры. Согласно санитарно-гигиеническим требованиям, на ЗПО разрешается выращивание таких сельскохозяйственных культур, как кормовые (многолетние и однолетние кормовые травы, кукуруза, кормовая свёкла, морковь, тыква, кабачок),

зерновые (пшеница, рис, рожь, горох, фасоль) и технические (подсолнечник, сахарная свекла, хлопчатник) культуры. При этом строго запрещено выращивать картофель, ягодные, фруктовые и салатные культуры.

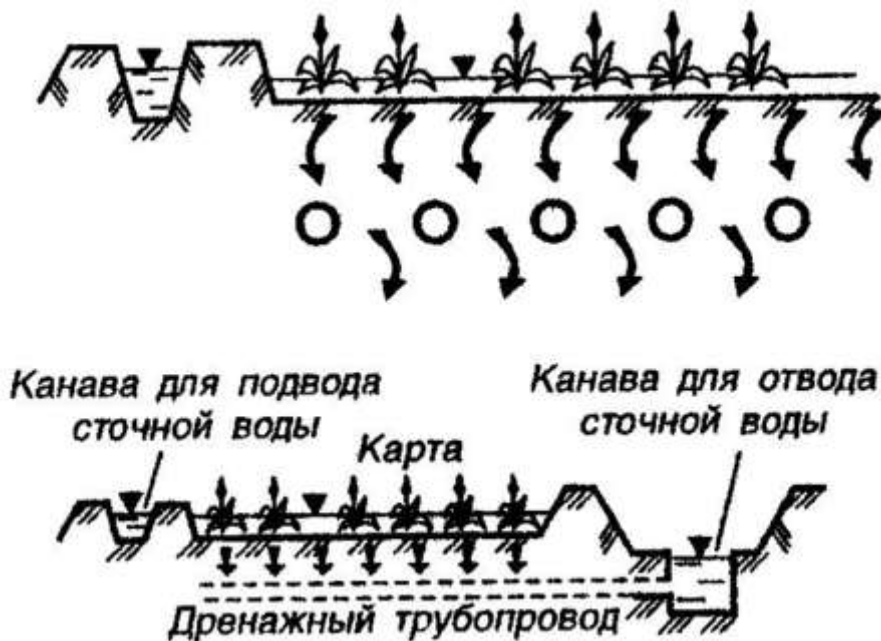


Рисунок 1 – Принцип работы ЗПО

В том случае, если сточные воды не соответствуют санитарно-гигиеническим и (или) агро-мелиоративным требованиям, то перед использованием таких вод в орошении сточная вода проходит цикл предварительной подготовки перед биологической очисткой, который заключается в прохождении сточной воды через решетки-песколовки, двукратном отстаивании, прохождении воды через аэротенки (где происходит биохимическая очистка сточной воды при помощи смешивания ее с активным илом), после чего сточная вода проходит через блок доочистки и блок обеззараживания и через камеру выпусков попадает в водоем (Рисунок 2).

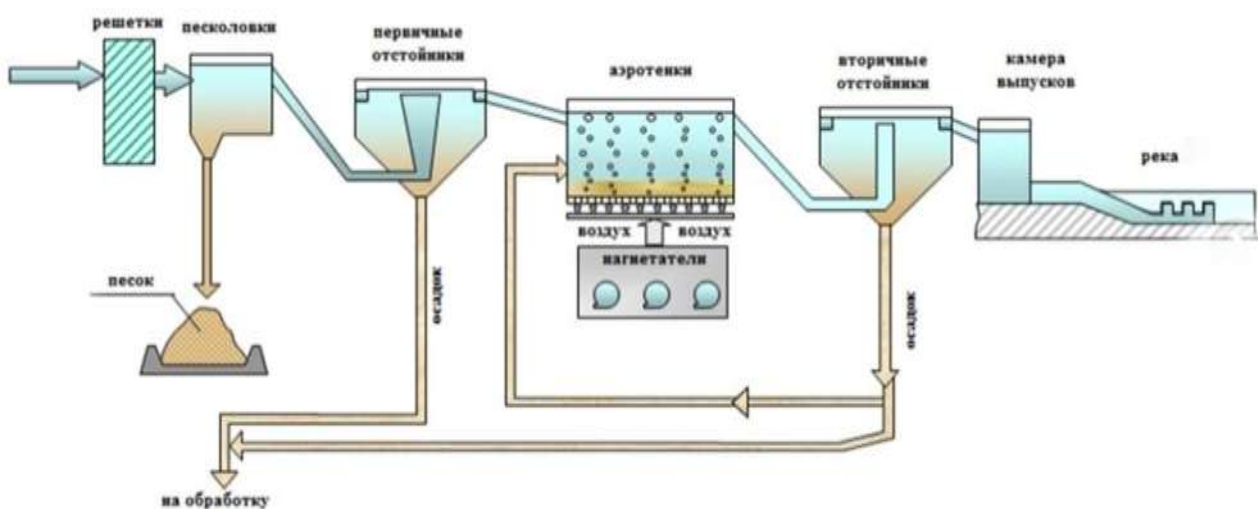


Рисунок 2 – Классическая схема очистки сточных вод

Важно отметить некоторые действующие на сегодняшний день нормативные документы, которые регламентируют требования к очистке сточных вод для орошения:

- НТП-АПК 1.30.03.02-06 «Нормы технологического проектирования оросительных систем с использованием сточных вод», где содержатся требования к составу сточных вод и правила эксплуатации оросительных систем с использованием сточных вод и др.;

- СП 100.13330.2016 «Мелиоративные системы и сооружения», регламентирующий использование подготовленных хозяйственно-бытовых сточных вод до нормативных требований;

- ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 «Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений», который устанавливает требования к свойствам осадков сточных вод;

Но при этом, что контроль за соблюдением всех требованиям по использованию сточных вод в орошении осуществляет государственный экологический надзор, контроль в области охраны окружающей среды.

Использование сточных вод на полях орошения, особенно вод сахарного или крахмально-паточного производства, может благоприятно влиять на урожайность, так как питательные вещества и микроэлементы усваиваются растениями легче и быстрее, чем искусственные удобрения. При этом в несколько раз окупаются затраты на промышленную доочистку сточных вод.

Использование сточных вод при орошении влияет на повышение урожайности, что подтверждается отечественным опытом. Так, в период 2012-2013 гг., в Саратовской области провели исследование влияния сточных вод в орошении на урожайность. Согласно опыту, при использовании в орошении сточных вод урожайность была выше на более чем 20%, по сравнению с орошением только чистой воды. В Алтайском крае уже более 10 лет используют сточные хозяйственно-бытовые воды в качестве оросительных. И многолетний опыт показывает, что при таком источнике орошения наблюдается повышение урожайности сена трав на более чем 50%, а процент прироста корневой массы многолетних трав достигает 75%.

Отметим, что наиболее благоприятно и рационально использовать хозяйственно-бытовые сточные воды, чем промышленные. Это связано с их составом, так как даже очищенные сточные воды промышленности могут не соответствовать санитарно-гигиеническим требованиям. Очистительные сооружения не могут в полной мере произвести очистку от загрязняющих веществ промышленного производства, а уже такие сточные воды могут негативно влиять на урожайность.

При очищении хозяйственно-бытовых сточных вод образуются два компонента: очищенная вода и осадок. Воду используют для полива, осадок может выступать в качестве удобрения (в составе осадка присутствует большое количество фосфора и азота) и даже кормовой добавки для сельскохозяйственных животных. При этом такой осадок должен подвергнуться разложению – минерализации с помощью микроорганизмов.

Минерализация с помощью микроорганизмов (микробная) – это процесс трансформации органических веществ в неорганические ферментами микроорганизмов. При таком процессе химические элементы, которые входят в состав органических веществ, переводятся в устойчивые неорганические соединения.

Существуют также сточные воды сельскохозяйственного производства, которые получают путем вымывания агрохимикатов и при осуществлении животноводческих комплексов. Помимо органических загрязнений растительного и животного происхождения, животноводческие стоки в своем составе также загрязнены аммиачными соединениями. Для таких стоков существует специальная технология водоочистки, которая заключается в механической, физико-химической и биологической очистках. Такая очистка позволяет не только достичь требуемых санитарно-гигиенических показателей для орошения, но и позволяет сделать процесс очистки наиболее экономным.

Механическая очистка заключается в прохождении сточной воды через навозоуловители, механические решетки, жируловители и усреднитель. Физико-химическая стадия очистки животноводческих стоков заключается в обрабатывании загрязнений химическими веществами – реагентом (суспензия фосфогипса), коагулянтом (5-10% раствор низкоосновного оксихлорида алюминия). Биологическая очистка заключается в применении активного ила или биопленки. Перед орошением очищенные животноводческие стоки подвергают ультрафиолетовому обеззараживанию.

Таким образом, одной из мер по сохранению водных ресурсов является использование сточных вод в сельском хозяйстве. Сточные воды, используемые в орошении, должны соответствовать санитарно-гигиеническим требованиям. Достичь требуемых показателей возможно путем биологической доочистки (ЗПО) и специальных технологий водоочистки, рассмотренные в статье. При этом использование очищенных сточных вод благоприятно влияет на урожайность благодаря питательным веществам и микроэлементам, содержащимся в составе сточной воды.

### *Библиографический список*

1. Гаврилина, О.П. Эколого-экономические основы мелиорации земель/ О.П. Гаврилина, А.А. Фионова // Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК: Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства российской федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». - 2022. - С. 377-380.

2. Гаврилина, О.П. Автоматизация водоснабжения и орошения/ О.П. Гаврилина, Н.С. Солянко, А.И. Бойко // Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных



сооружений в АПК : Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». - 2022. - С. 356-359.

3. Айдаров, И. П. Оросительные мелиорации / И.П. Айдаров, А.И. Голованов, М.Г. Мамаев. – М.: Колос, 1982. – 176 с.

4. Багров, М. Н. Оросительные системы и их эксплуатация/ М.Н. Багров, И.П. Кружилин. – М.: Колос, 1982. – 240 с.

5. Клячко, В.А. Очистка природных вод/ В.А. Клячко, И.Э. Апельцин. – М.: Стройиздат, 1971. – 579 с.

6. Гаврилина, О.П. Принципы и методы использования гидравлической процессов на оросительных системах/ О.П. Гаврилина, С.Н. Борычев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2019. - № 2 (9). - С. 76-80.

7. Овцов, Л.П. Использование сточных вод в орошаемом земледелии / Л.П. Овцов, Э.Е. Элик // Мелиорация и водное хозяйство. - 1988. - № 6.

8. Хвесик, М.А. Система контроля за качеством природных вод на территориях, орошаемых сточными водами / М.А. Хвесик // Гигиена и санитария. - 1987. - № 8.

9. Беличенко, Ю.П. Рациональное использование и охрана водных ресурсов / Ю.П. Беличенко, Н.М. Швецов. - М.: Россельхозиздат, 1986.

10. Можейко, А.М. Некоторые вопросы использования сточных вод на орошение а.м. Можейко // Сельскохозяйственное использование сточных вод: Материалы VI Международного совещания ученых соцстран по использованию сточных вод в сельском хозяйстве. - М., 1972.

11. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения. СанПиН 2.1.7.573-96. М.: Инф.-изд. центр Минздрава России, 1997.

12. Гидротехническое сооружение - дамба/ С.Н. Борычев и др. // Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники: Материалы Международной науч.-практ. конференции, посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта, 2020. - С. 12-17.

13. Колошеин, Д.В. К вопросу реконструкции и модернизации мелиоративных систем в условиях Рязанской области/ Д.В. Колошеин, Е.Ю. Гаврикова, А.М. Ашарина // Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники: Материалы Международной науч.-практ. конф. - Рязань, 2020. - С. 31-36.

14. Осушительная система в гидромелиорации/ Н.А. Суворова и др. // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. - 2020. - С. 163-167.

15. Причины и оценка заболачивания почв / А.С. Попов и др. // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского

хозяйства: Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020. - Рязань: РГАТУ. - С. 65-68.

16. Экологические проблемы почвоведения и земледелия / И. В. Дудкин [и др.] // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2023. – № 4. – С. 72-77.

17. Утилизация сточных вод и животноводческих стоков : учебное пособие / В. И. Желязко и др. - Москва, 2001. – 184 с.

18. Терентьев, О. В. Использование современного оборудования при орошении / О.В. Терентьев, В.В. Терентьев // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы международной студенческой конференции – Майский, 2024. – С. 133-134.

19. Карякина, С.Д. Перспективы восстановления плодородия агрозема торфяно-минерального в результате применения осадков сточных вод городских очистных сооружений / С. Д. Карякина, Т. В. Хабарова, В. И. Левин // Проблемы комплексного обустройства техноприродных систем : Материалы Международной научно-практической конференции, Москва, 01 января – 31 2013 года. Том ЧАСТЬ II. – Москва: ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет природообустройства, 2013. – С. 134-140.

20. Правкина, С. Д. Агроэкологическое обоснование использования овса для фиторемедиации агрозема торфяно-минерального с внесением осадка сточных вод в качестве удобрения / С. Д. Правкина, В. И. Левин, Т. В. Хабарова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2010. – № 3(7). – С. 20-23.

21. Уливанова, Г.В. Мониторинг процесса очистки сточных вод методом биоэстимации одноклеточных организмов / Г.В. Уливанова // Актуальные проблемы и приоритетные направления животноводства : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию факультета ветеринарной медицины и биотехнологии. Рязань, 27 марта 2019 года. – Рязань: РГАТУ. – 2019. – С. 134-139.

**УДК 624; 624.15; 725.1**

*Туркин В.Н., канд. техн. наук,  
Попов А.С., канд. техн. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, Рязань, Россия  
Марьяшин А.Н., студент магистратуры  
Рязанский институт (филиал) ФГАОУ ВО МПУ, Рязань, РФ*

## **КОНТАКТНЫЕ ДАВЛЕНИЯ БИНАРНЫХ ФУНДАМЕНТОВ- ОБОЛОЧЕК ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

В строительстве, среди эффективных фундаментов, отдельную нишу занимают бинарные фундаменты в виде тонкостенных оболочек нулевой

(цилиндрическая оболочка) или положительной (сферическая оболочка) гауссовой кривизны. Бинарный (двойной) фундамент – это бетонная оболочка на грунте, накрытая сверху силовой мембраной, жестко заделанной в опорный контур (ленточный фундамент). Они позволяют снизить цену фундамента, сроки и затраты на его возведение, повысить надежность сооружений, например, возводимых на слабых грунтах, обеспечить более эффективную экономику строительства новой формации [1, с. 27].

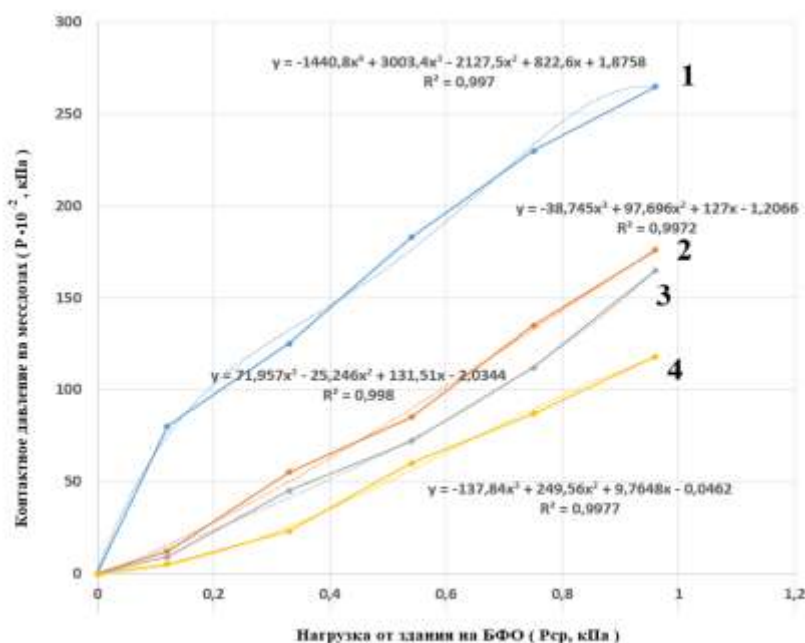
Ресурсоэффективные фундаменты особенно востребованы при больших строительных работах – при возведении жилых многоэтажных домов, заводов, мясоперерабатывающих, пищевых предприятий в гражданском строительстве и пр. [2, с. 22-25; 3, с. 295-299; 4, с. 484-489].

Нами была предложена инновация бинарного фундамента-оболочки (БФО) – введением в его центр шарнира-стержня из композита, не подверженного коррозии [5, с. 175-179].

Методики испытаний для БФО брались общепринятые, стандартные, согласно ГОСТ 20276-2020 и др. [6, с. 112-117].

Для определения контактных давлений БФО на грунт от здания, размещенного на БФО, размещали под БФО месдозы. Нагрузка от здания (модель нагрузки) увеличивалась ступенчато, посредством заранее взвешенных фундаментных блоков, размещённых равномерно на БФО [7, с.90-93].

За все 6 серий опытов по 5 ступеней нагружения фундамента БФО самые максимальные контактные давления зафиксированы месдозами для всех БФО под опорным контуром и меньше под бетонной оболочкой (Рисунок 1, 2).

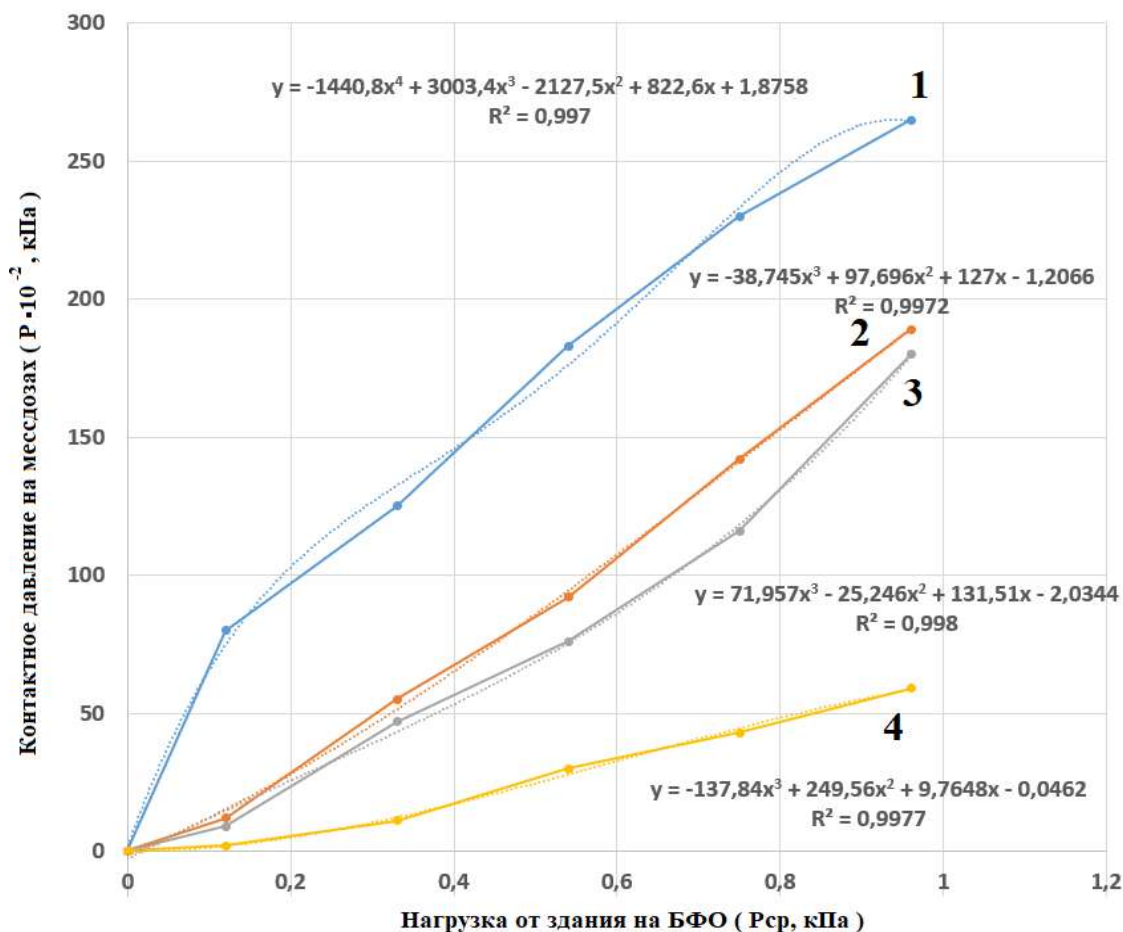


Тренд 1 – контактное давление под опорным контуром;

Тренд 2 – под узлом заделки мембраны в контур;

Тренд 3 – под серединой половины оболочки; Тренд 4 – под центром оболочки

Рисунок 1 – Тренды контактных давлений в зависимости от нагружения для стандартного БФО с выводом уравнения зависимости (полиномом n-го порядка – пунктирная линия) и достоверностью аппроксимации R<sup>2</sup> полинома



Тренд 1 – контактное давление под опорным контуром;  
Тренд 2 – под узлом заделки мембраны в контур;  
Тренд 3 – под серединой половины оболочки; Тренд 4 – под центром оболочки  
Рисунок 2 – Тренды контактных давлений в зависимости от нагружения для модернизированного БФО с выводом уравнения зависимости (полиномом n-го порядка – пунктирная линия) и достоверностью аппроксимации R<sup>2</sup> полинома

При этом в модернизированном БФО (МБФО), в отличие от стандартного БФО (СБФО), за счет продольной установки в центр оболочки стержня, и получения в центре оболочки шарнира, мембраны показывают меньшее контактное давление, на всем значении ступеней нагрузки БФО – тренды 4 (Рисунок 1, 2).

При регрессионном анализе, для графической визуализации интенсивности приращения и получения математической функциональной зависимости контактных давлений от нагрузки здания, получены степенные уравнения полиномов корреляционной зависимости контактных давлений от нагрузки здания под опорным контуром, так - и под бинарной оболочкой на всем ее протяжении [8, с. 81-91].

Достоверность аппроксимации полиномов всех БФО очень высокая и составляет R<sup>2</sup>>0,99, что говорит о высокой степени точности передачи реальной динамики данных трендов контактных давлений (от мембран)

полученными полиномами.

Согласно рисункам 1 и 2 наивысшая интенсивность приращения контактных давлений под опорным контуром наблюдается для всех БФО именно в начале нагрузки (первая ступень нагружения) в диапазоне  $P_{cp} = 0 \dots 0,12$  кПа.

После этого интенсивность снижается, что обусловлено частичной передачей нагрузки бинарной оболочке и грунту под ней при вовлечении в силовую работу оболочки и грунтового основания под оболочкой при пропорциональном росте нагрузки БФО.

При этом реактивное сопротивление грунта растет при увеличении на него внешней нагрузки - грунт уплотняется и больше сопротивляется нагрузке БФО.

Под бинарными оболочками, соответственно наоборот, интенсивность приращения контактных давлений под ней вначале мала, а затем возрастает в диапазоне нагрузки от здания  $P_{cp} = 0,12 \dots 0,96$  кПа.

Таким образом, для всех БФО, при возрастании нагружения от здания, соотношение нагрузки воспринимаемой опорным контуром и оболочкой (берется максимальное показание месдоз по оболочке) и, соответственно, реактивного отпора, меняется в сторону смещения (последующего увеличения) в сторону бинарной оболочки (таблица 1, 2).

Таблица 1 – Соотношение реактивного отпора опорного контура и реактивного отпора бинарной оболочки стандартного БФО

Нагрузка $P$ , кПа /кН		0,12/0,8	0,33/2,2	0,54/3,6	0,75/5,0	0,96/6,4
Соотношение реактивного отпора, %	Опорный контур	87	71	68	63	60
	Бинарная оболочка	23	29	32	37	40

Таблица 2 – Соотношение реактивного отпора опорным контуром и реактивного отпора бинарной оболочки, модернизированного БФО

Нагрузка $P$ , кПа /кН		0,12/0,8	0,33/2,2	0,54/3,6	0,75/5,0	0,96/6,4
Соотношение реактивного отпора, %	Опорный контур	87	69	67	62	58
	Бинарная оболочка	23	31	33	38	42

Анализ таблиц 1 и 2 показывает, что вначале нарастания нагрузки, реактивный отпор выше для опорного контура, чем для бинарной оболочки: соответственно 87% против 23% для СБФО и МБФО. Однако с ростом нагрузки на БФО реактивный отпор грунта перераспределяется в сторону оболочки, и на конечной ступени нагружения данное соотношение

соответственно составляет 60% против 40% для СБФО и 58% против 42% для МБФО.

При максимальной нагрузке на БФО ( $P_{cp} = 0,96$  кН) реактивный отпор у бинарной оболочки МБФО больше, чем для СБФО на 2% (42%-40%). То есть в варианте с МБФО, бинарная оболочка на 2% берет больше нагрузки от нагрузки на опорный контур, чем СБФО, за счет концентрации контактных напряжений в узле заделки силовой мембраны в контур.

Таким образом, приведённая инновация БФО будет необходима для создания ресурсоэффективной городской и промышленной строительной инфраструктуры [9, с. 429-440]. За счет введения в центр оболочки МБФО стержня-шарнира, по сравнению со СБФО, оболочка имеет меньшее контактное давление под своим центром с концентрацией давлений по своим краям при нулевом изгибающем моменте в центре (в шарнире), благодаря чему оболочку МБФО можно больше изгибать (как петлю) без опасения за ее излом, выполнить дешевле, сделав ее в центре тоньше.

### *Библиографический список*

1. Борликов, Г. М. Экспериментальные исследования совместной работы фундамента с оболочкой и песчаного основания: автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук / Борликов Герман Манджиевич; Новочеркасский политехнический институт имени Серго Орджоникидзе. - Новочеркасск, 1971.

2. Горшков, В. В. Анализ методов расчета площади складской группы помещений на предприятиях общественного питания/ В. В. Горшков, В. Н. Туркин // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации: материалы 72-й Международной научно-практической конференции. - Рязань: РГАТУ, 2021. - С. 22-25.

3. Попов, А. С. Усовершенствование конструкций фундаментов с применением бинарных конструкций фундаментов / А. С. Попов, А. Н. Марьяшин // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития: материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти д.т.н., профессора Н.В. Бышова. – Рязань: РГАТУ, 2022. – Часть II. – С. 295-299.

4. Туркин, В. Н. К вопросу о переходе к новой общественно-экономической формации / В. Н. Туркин, В. П. Солодков // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития: материалы II-ой Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти д.т.н., профессора Н. В. Бышова. – Рязань: РГАТУ, 2022. - С. 484-489.

5. Туркин, В. Н. Планировочные и инженерно-технические решения мясоперерабатывающего предприятия / В. Н. Туркин, А. А. Богданова, Е. С. Горобец // Научные приоритеты развития АПК, лесного хозяйства и сферы гостеприимства. - Рязань: РГАТУ, 2023. - С. 175-179.

6. Туркин, В. Н. Планировочные и инженерно-технологические решения кондитерского цеха оператора бортового авиапитания при выпуске десертов - мороженого / В.Н. Туркин // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития: материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием. - Рязань: РГАТУ, 2022. - С. 112-117.

7. Туркин, В. Н. Проектная рационализация технологических процессов современных агропредприятий / В. Н. Туркин, В. П. Солодков // Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России: материалы 73-й Международной научно-практической конференции. - Рязань: РГАТУ, 2022. - С. 90-93.

8. Туркин, В. Н. Создание комфортной городской инфраструктуры на базе старого микрорайона MYLLYPURO (Хельсинки, Финляндия) / В. Н. Туркин, А. С. Попов // Основные принципы развития землеустройства и кадастров: материалы Юбилейной Всероссийской научно-практической конференции. - Новочеркасск, 2023. - С. 81-91.

9. Туркин, В. Н. Урбанизация и реновация старых панельных домов и инфраструктуры по-фински на примере района «Мельничный ручей» (Хельсинки) / В. Н. Туркин, А. С. Попов // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и градостроительство: материалы 80-ой юбилейной Всероссийской научно-технической конференции. - Самара, 2023. - С. 429-440.

**УДК 624; 624.15; 725.1**

*Туркин В.Н., канд. техн. наук,  
Попов А.С., канд. техн. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, Рязань, РФ  
Марьяшин А.Н.*

*Рязанский институт (филиал) ФГАОУ ВО МПУ, Рязань, РФ*

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ФУНДАМЕНТОВ ПОСРЕДСТВОМ ИННОВАЦИЙ БИНАРНОГО ФУНДАМЕНТА-ОБОЛОЧКИ С ШАРНИРНЫМ СТЕРЖНЕМ**

Внедрение в практику строительства тонкостенных фундаментов-оболочек, работающих в составе сплошных фундаментов, позволит снизить сроки и затраты на строительство [1, с. 22-25]. А еще повысить надежность сооружений, возводимых на слабых грунтах, решить ряд геотехнических задач, обозначенных сложными инженерно-геологическими условиями, сделать предпосылки перехода к новому, рациональному экономическому укладу [2, с. 153]. Особенно это важно при крупном гражданском строительстве различных объектов: жилых многоэтажных домов, заводов, мясоперерабатывающих, пищевых предприятий и пр. [3, с. 295-299].

В данной статье, нами предложены способы повышения эффективности, усиления и удешевления стандартного бинарного фундамента-оболочки (БФО) изменением его конструкции, технологии и расчетной схемы за счет ряда инноваций и перевода бинарной оболочки из статически неопределимой силовой системы в статически определимую систему [4. с. 484-489]:

1. По центральной продольной оси бетонной оболочки введен шарнир (высокопрочный, геокомпозитный, некорродируемый стержень), который разделяет, тем самым, бетонную оболочку на две равные части (два «поворотных крыла»), что позволит в этом месте (в этом сечении) исключить изгибающие моменты (в этой оси они станут равны нулю, а система сил станет статически определимой), что так же позволит снизить контактные давления под оболочкой (между оболочкой и грунтом), устранить (скомпенсировать) действие монтажных и температурных напряжений, огрехов строительного процесса и т.п. (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Композитные стеклопластиковые стержни.

2. Армирование бетонной оболочки выполнено деформируемой (появление «эффекта шарнирности»), высокопрочной, полимерной, геокомпозитной, некорродируемой, строительной георешеткой, а не подверженной коррозии и недеформируемой стальной арматурой, за счет чего бетонная оболочка может иметь несколько большую степень свободы и иметь несколько большие деформации без своего разрушения и появления трещин, большую надежность, меньшую цену (Рисунок 2).





Рисунок 2 – Георешетка в бетонной заливке

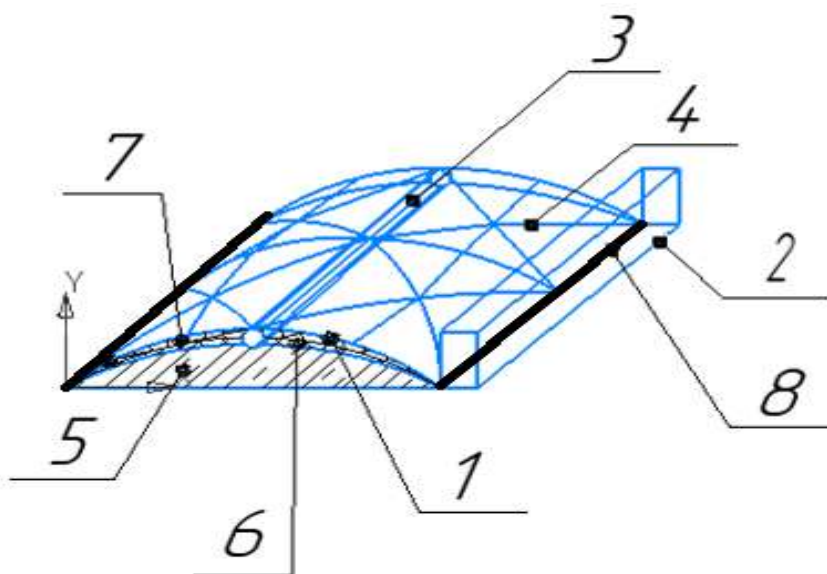
3. Между мембраной и оболочкой размещены два слоя рулонного фторопласта, с вязкой, нетекучей смазкой БМ-4 (смазка строительная, противопучинистая, вязкая) между слоями фторопласта. Это приводит к минимизации трения между мембраной и оболочкой, и к равнонапряженному состоянию мембраны, т.е. во всех ее сечениях продольная сила будет равной или равномерной, за счет чего при вертикальной нагрузке от здания на БФО и мембрану [5, с.175-179]. Мембрана при своем растяжении по оболочке не будет встречать значимых сопротивлений, а будет легко скользить благодаря смазке, и, следовательно, этот узел будет работать надёжнее, а мембрану можно выполнить более тонкой, дешевой и пр. (Рисунок 3).



Рисунок 3 – Рулонный фторопласт и смазка БМ-4 в ведрах

4. Мембрана над оболочкой выполняется из высокопрочного фиброматериала, стойкого к коррозии, хорошо воспринимающий усилия растяжения.

Общая конструкция модернизированного бинарного фундамента-оболочки (Рисунок 4).



- 1- силовая мембрана; 2 - опорный контур (ленточный фундамент);  
2- 3 – композитный стержень-шарнир; 4 - георешетка; 5 - грунтовое криволинейное основание; 6 - бетонная оболочка; 7 – двойной слой рулонного фторопласта  
3- со смазкой внутри; 8 -упругая прокладка

Рисунок 4 – Модернизированная конструкция фундамента-оболочки

Технико-экономическое сравнение фундаментов для общей площади застройки  $500 \text{ м}^2$ , сделано для 3-х конструкций фундаментов, рассчитанных на 9-ти этажный жилой дом каркасного типа с облегченными ограждающими конструкциями.

Первая конструкция – это плитный сплошной монолитный фундамент. Фундамент представляет собой монолитную железобетонную плиту толщиной 800 мм.

Вторая конструкция – это стандартный цилиндрический БФО с бинарной железобетонной оболочкой и мембраной, с жесткой заделкой мембраны в ограждающий опорный контур фундамента.

Толщина оболочки – 150 мм, размеры поперечного сечения прямоугольного опорного контура – 600x800 мм.

Третья конструкция – это предлагаемый нами, модернизированный вариант БФО с шарнирным соединением двух равных частей композитно-бетонной оболочки посредством композитного стержня. Он установлен на центральной продольной оси бетонной оболочки, а также с помощью георешетки вместо стальной арматуры в бетонной оболочке, с применением между бетонной оболочкой и мембраной двух слоев фторопласта с вязкой смазкой внутри слоев [6, с. 112-117].

Рассматриваемые варианты трех конструкций фундаментов приняты из условия равной несущей способности грунтового основания.

Сметная стоимость и трудозатраты на возведение нулевого цикла здания всех вариантов рассчитаны в программе «ГРАНД-смета». Подобные программы позволяют упростить и ускорить расчет, предотвратить ошибки «человеческого фактора» при рационализации процессов предприятий [7, с. 90-93].

Результаты расчетов сметной стоимости и технико-экономических показателей возведения нулевого цикла (Таблица 1).

Таблица 1 – Техничко-экономические показатели для вариантов различных конструкций фундаментов

Показатель	Плитный фундамент	Стандартный БФО	Модернизированный БФО
Сметная стоимость, тыс. руб.	9 078,91	6 889,24	6268,52
В том числе:			
Стоимость материальных ресурсов, тыс. руб.	7 981,02	5 972,80	5375,52
Стоимость эксплуатации машин, тыс. руб.	264,99	234,36	210,92
Прочие затраты, тыс. руб.	832,9	682,08	682,08
Трудозатраты:			
Трудозатраты машинистов, маш-час	434,41	365,40	383,67
Трудозатраты рабочих, чел-час	2 643,35	3 326,51	3492,83

Анализируя таблицу 1, можно сделать следующие основные выводы:

1. самый эффективный и экономичный вариант из представленных фундаментов – это модернизированный БФО, предлагаемый нами в данной работе, который дешевле по сравнению со стандартным БФО на 9,90%, и в сравнении с плитным монолитным фундаментом на 44,83%;

2. стоимость материальных ресурсов для модернизированного БФО в сравнении со стандартным БФО на 10,0% ниже (5375,53 тыс. руб. против 5972,80тыс. руб.) и еще ниже на 48,4% (5375,22 тыс. руб. против 7981,02 тыс. руб.) в сравнении с плитным фундаментом, вследствие удешевления ресурсов (бетона, армированных элементов, сопутствующих материалов) для модернизированного БФО: например от применения георешетки из более дешевых композитных материалов против дорогой, в настоящий момент, стальной арматуры для стандартного БФО;

3. стоимость эксплуатации машин для модернизированного БФО в сравнении со стандартным БФО на 11,1% ниже (210,92 тыс. руб. против 234,36 тыс. руб.) и еще ниже на 25,6% (210,92 тыс. руб. против 264,99 тыс. руб.) в сравнении с плитным монолитным фундаментом, вследствие уменьшения погрузочно-разгрузочных работ и затрат от меньшего по объёму и более легкого материала: бетон, композитная георешетка, композитный стержень;

4. прочие затраты равны для модернизированного и стандартного БФО, но на 22,1% ниже в сравнении с технологией плитного монолитного фундамента.

5. для модернизированного БФО в сравнении со стандартным БФО, трудозатраты выросли на 4,8% для машинистов (383,67 маш-час против 365,40 маш-час) и на 4,8% рабочих (3492,83 чел-час против 3326,51 чел-час) из-за дополнительных работ, связанных с монтажом композитных стержней модернизированной оболочки, он эти же затраты ниже в сравнении с технологией плитного фундамента на 13,2% для машинистов (383,67 маш-час против 434,41 маш-час) и рабочих на 24,4% (3492,83 чел-час против 2643,35 чел-час) из-за большого объема бетонных работ по возведению монолитной плиты толщиной 800 мм против возведения оболочки толщиной 150 мм в модернизированном фундаменте.

Необходимо так же отметить, что помимо удешевления фундамента зданий за счет использования модернизированного БФО, и повышения технико-экономических показателей данного варианта, необходимо отметить более высокую его надежность из-за введения в бетонную оболочку БФО композитных стержней, что придает большую подвижность оболочки, предотвращая ее от поломок и трещин при эксплуатационных нагрузках, а также более высокую стойкость к коррозии модернизированного БФО [8, с. 81-91].

Все эти инновации необходимы для создания экономически эффективной городской и промышленной инфраструктуры [9, с 429-440].

Таким образом, рассчитанные технико-экономические показатели демонстрируют эффективность применения модернизированного бинарного фундамента-оболочки относительно стандартного бинарного фундамента-оболочки и плитного фундамента в данных условиях.

### *Библиографический список*

1. Горшков, В. В. Анализ методов расчета площади складской группы помещений на предприятиях общественного питания / В. В. Горшков, В. Н. Туркин // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации: материалы 72-й Международной научно-практической конференции. - Рязань: РГАТУ, 2021. - С. 22-25.

2. Порошин, О. С. Взаимодействие цилиндрических бинарных фундаментов-оболочек с глинистым грунтом основания: специальность 05.23.02 «Основания и фундаменты, подземные сооружения»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Тюменский государственный архитектурно-строительный университет / Порошин Олег Сергеевич. - Тюмень, 2011. – С. 153

3. Попов, А. С. Усовершенствование конструкций фундаментов с применением бинарных конструкций фундаментов/ А. С. Попов, А. Н. Марьяшин // Научно-инновационные аспекты аграрного производства:

перспективы развития: материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти д.т.н., профессора Н.В. Бышова. Часть 2. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 295-299.

4. Туркин, В. Н. К вопросу о переходе к новой общественно-экономической формации / В. Н. Туркин, В. П. Солодков // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития: материалы II-ой Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти д.т.н, профессора Н.В. Бышова. – Рязань: РГАТУ, 2022. - С. 484-489.

5. Туркин, В. Н. Планировочные и инженерно-технические решения мясоперерабатывающего предприятия / В. Н. Туркин, А. А. Богданова, Е. С. Горобец // Научные приоритеты развития АПК, лесного хозяйства и сферы гостеприимства. - Рязань: РГАТУ, 2023. - С. 175-179.

6. Туркин, В. Н. Планировочные и инженерно-технологические решения кондитерского цеха оператора бортового авиапитания при выпуске десертов – мороженого / В.Н. Туркин // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития: материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием. - Рязань: РГАТУ, 2022. - С. 112-117.

7. Туркин, В. Н. Проектная рационализация технологических процессов современных агропредприятий / В. Н. Туркин, В. П. Солодков // Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России: материалы 73-й Международной научно-практической конференции. - Рязань: РГАТУ, 2022. - С. 90-93.

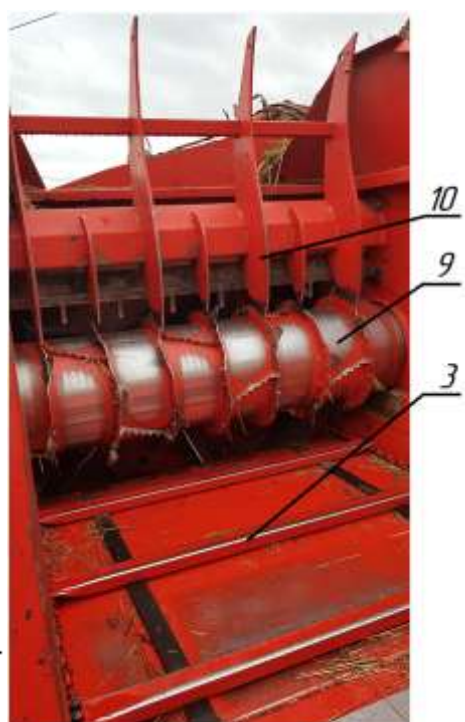
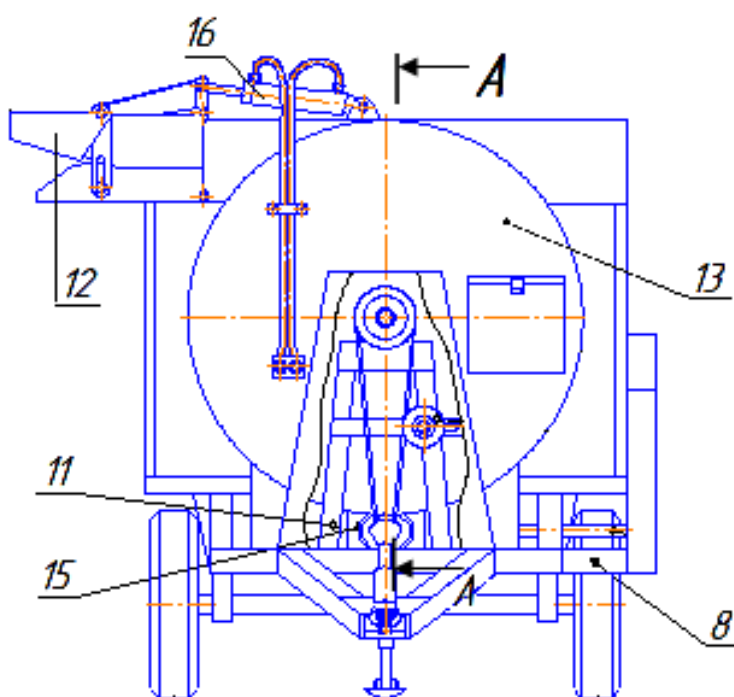
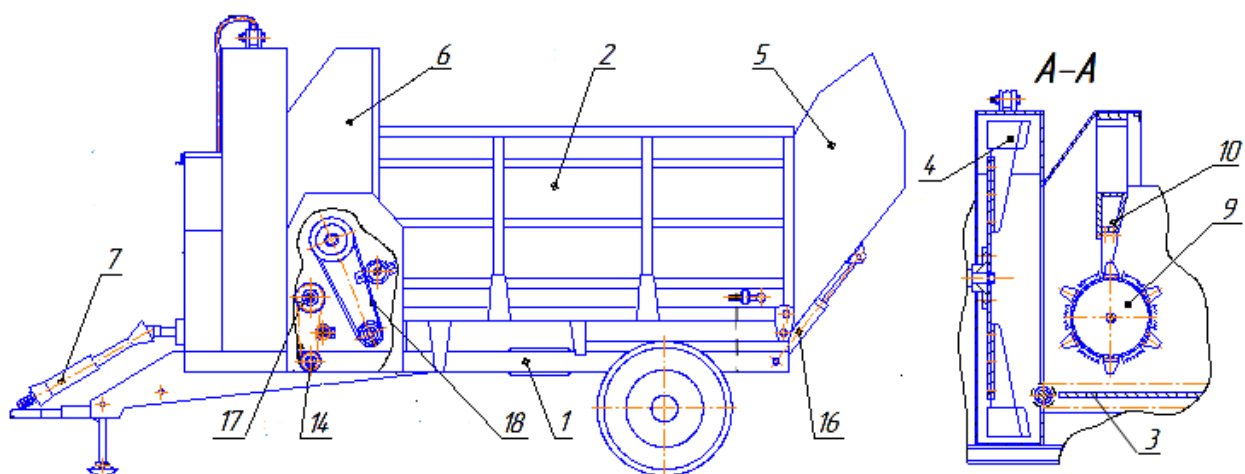
8. Туркин, В. Н. Создание комфортной городской инфраструктуры на базе старого микрорайона MYLLYPURO (Хельсинки, Финляндия) / В. Н. Туркин, А. С. Попов // Основные принципы развития землеустройства и кадастров: материалы Юбилейной Всероссийской научно-практической конференции. - Новочеркасск, 2023. - С. 81-91.

9. Туркин, В. Н. Урбанизация и реновация старых панельных домов и инфраструктуры по-фински на примере района «Мельничный ручей» (Хельсинки) / В. Н. Туркин, А. С. Попов // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и градостроительство: материалы 80-ой юбилейной Всероссийской научно-технической конференции. - Самара, 2023. - С. 429-440.

## **МАШИНА ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДСТИЛКИ**

Несмотря на сложную политическую и экономическую ситуацию, сельское хозяйство устойчиво функционирует в нашей стране. Это позволило полностью обеспечить продовольственную безопасность, в том числе и по продукции животноводства. Дальнейший рост эффективности в скотоводстве зависит не только от используемого генофонда, полноценного и сбалансированного кормления животных, но и от создания условий для их комфортного содержания. Как известно, коровы должны отдыхать в сутки не менее 12 часов. Это требует обеспечить поверхность стойла или бокса необходимой подложкой, чтобы животным было удобно лежать с обеспечением требуемых санитарно-гигиенических норм. В качестве подложки могут использоваться либо многослойные специальные матрасы, как часто предлагают иностранные специалисты, либо подстилочный материал. Подстилочный метод предпочтительнее, так как помимо обеспечения комфортных для животных условий получается твердый навоз, который используют в виде органического удобрения [1,2,3]. Это позволяет повысить экономическую эффективность многопрофильных хозяйств, в которых есть и отрасли растениеводства и животноводства. После уборки зерновой части урожая остается солома, которую следует использовать частично как корм, если нет в достаточном количестве сена, так и в качестве подстилочного материала на фермах.

Предпочтительна подстилка из соломы озимых культур [4,5]. Такая подстилка позволяет обеспечить сухое логово, и затем после очитки пола стойла, смешанная с экскрементами, обеспечивает получение твердого навоза, позволяющего буртование для биотермического обеззараживания с последующим использованием в качестве органического удобрения в растениеводстве. Для увеличения впитывающих влагу свойств подстилку следует измельчать и лучше с дополнительным продольным расщеплением. Обычно рекомендуемая длина подстилки из соломы 0,08-0,12 м. Такая длина резки соломы делает её сыпучей, что позволяет использовать машины как для дозированной выдачи в качестве грубого корма, так и механически распределять на поверхность помещения в качестве подстилки.



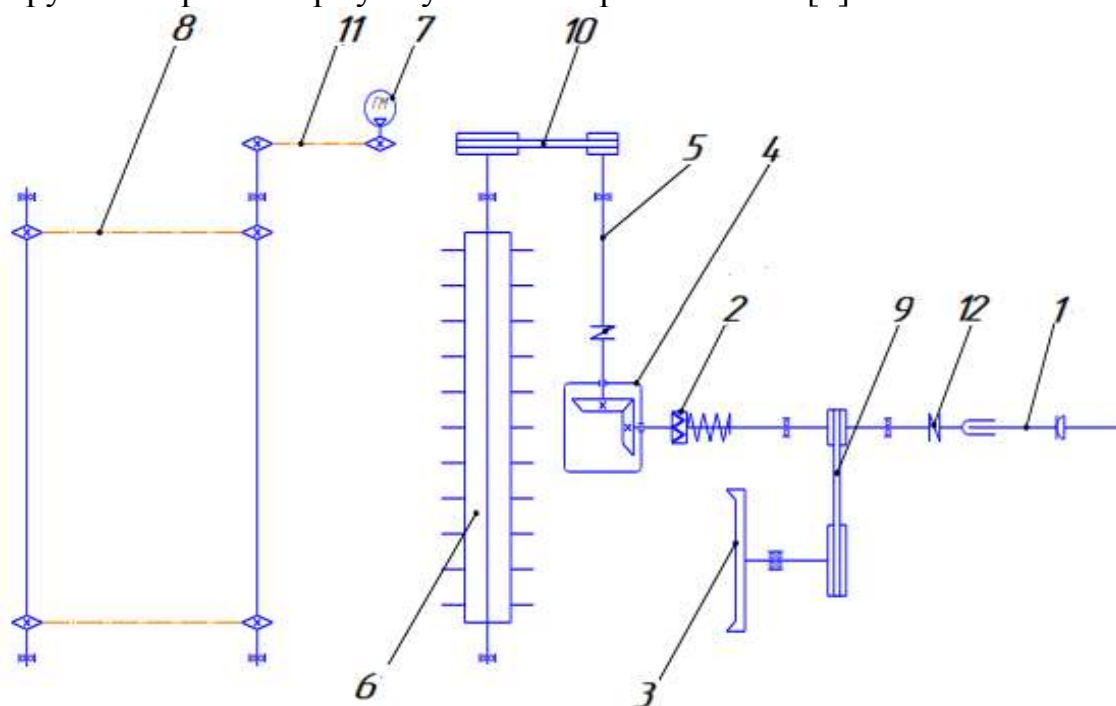
1 – кузов; 2 – корпус; 3 – конвейер; 4 – швырялка; 5 – борт; 6 – козырёк; 7 – вал карданный;  
 8 – рама; 9 – барабан; 10 – граблины; 11 – опора; 12 – дефлектор; 13 – вентилятор;  
 14 – гидромотор; 15 – редуктор; 16 – гидроцилиндр; 17, 18 – цепная и ремённая передачи

Рисунок 1 – Общий вид машины

Для снижения затрат при транспортировке, хранении и последующей обработке солому лучше заготавливать в качестве рулонов или тюков. В настоящее время на рынке представлены машины, которые применяются для измельчения рулонов, тюков с последующей раздачи резки в виде корма в кормушки или пневматическое распределение в качестве подстилки на площадки логов либо пол стойла или бокса. Так, наиболее совершенный из отечественных представителей, - это прицепной тракторный, такой как ИГК-5 со штифтовым рабочим органом. Штифтовый измельчающий аппарат является энергоёмким, что требует дополнительных затрат мощности. Более предпочтителен, на наш

взгляд, ножевой рабочий орган для измельчения соломы. При разработке конструкции режущего аппарата нужно учитывать то, чтобы он обеспечивал измельчение соломы с её расщеплением вдоль стебля, а рабочие органы должны быть разработаны с учетом обеспечения надежности работа и управления из кабины трактора [6,7].

Машина выполнена по компоновке одноосного прицепа, рама которого на ось на пневматическом ходу. Корпус прицепа имеет жестко расположенные боковые стенки с шарнирно установленным задним бортом, который при нижнем положении принимает вид лопаты, которая поднимается при помощи двух гидроцилиндров и несет достаточную нагрузку для обеспечения подъема рулона грубого корма. На днище прицепа – цепочно-скребковый конвейер по типу кормораздатчика РММ-Ф-6. Ближе к переднему краю в боковых стенках на подшипниках установлен измельчающий барабан, на дисках которого на заклепках либо болтах закреплены режущие сегменты, а между дисками размещены зубчатые гребенки, которые вырывают перерезаемые сегментами слои соломы в рулоне. Над барабаном размещены неподвижные граблины, выполняющие функцию противорезов для удержания грубого материала от вращения с барабаном. На передней стенке кузова на опоре установлен вентилятор, занимающий большую часть этой стенки. Внутри корпуса вентилятора размещен диск с лопастями, обеспечивающий как всасывающий эффект, так и швыряющий для создания кинетической энергии резки грубого корма. Корпус вентилятора снабжен кормопроводом, на конце которого установлен дефлектор, изменяющий наклон при помощи гидроцилиндра. При этом сам кормопровод может складываться вокруг корпуса при выгрузке и резке грубого корма в кормушку или на кормовой стол [8].



1 – карданная передача; 2,12 – муфта; 3 – диск швырляки; 4 – редуктор; 5 – вал; 6 – барабан; 7 – гидромотор; 8 – конвейер; 9,10, 11 – ременная и цепная передачи

Рисунок 2 – Кинематическая схема привода агрегата



Привод бitera, согласно кинематической схеме (рис. 2), осуществляется следующим образом. Через вал отбора мощности на редуктор, с которого через поперечный вал и клиноремennую передачу приводится измельчающий барабан. Вал швырялки приводится от ВОМ трактора через муфту на промежуточный вал и далее через клиноремennую передачу. Конвейер перемещается от гидромотора через цепную передачу.

Измельченнaя резка солома при работе машины выбрасывается вентилятором-швырялкой через воздуховод с дефлектором на конце. Дальность полета резки ( $L$ ) при пневматическом распределении можно определить из предлагаемой формулы:

$$L = \frac{k\pi^4 n^4 D^2 d^2 \rho (f+1)(1-\sin 2\alpha)}{g^2 l \gamma (\cos \alpha f + \sin \alpha)} \quad (1)$$

где  $k$  – коэффициент, определяемый из опыта;  $n$  – частота вращения диска вентилятора с лопастями,  $c^{-1}$ ;  $f$  – коэффициент трения резки соломы о лопасти швырялки и трубопровод;  $D, d$  – диаметр соответственно диска с лопастями и воздуховода, м;  $\rho$  – плотность воздуха,  $кг/м^3$ ;  $g$  – ускорение свободного падения,  $м/с^2$ ;  $\gamma$  – объемная масса соломенной резки,  $кг/м^3$ ;  $\alpha$  – угол между скоростью соломенной резки и горизонталью;  $l$  – длина соломенной резки, м.

Используя опытные данные разбрасывания подстилки в загон, где расположены овцы было приближенно оценен коэффициент  $k$ , его значение можно принять равным  $k = (n_0/n_k)^2$ , при этом  $n_0, n_k$  начальная и текущая частота вращения швырялки вентилятора. Графическая интерпретация приведенного выражения представлена на рисунке 3.

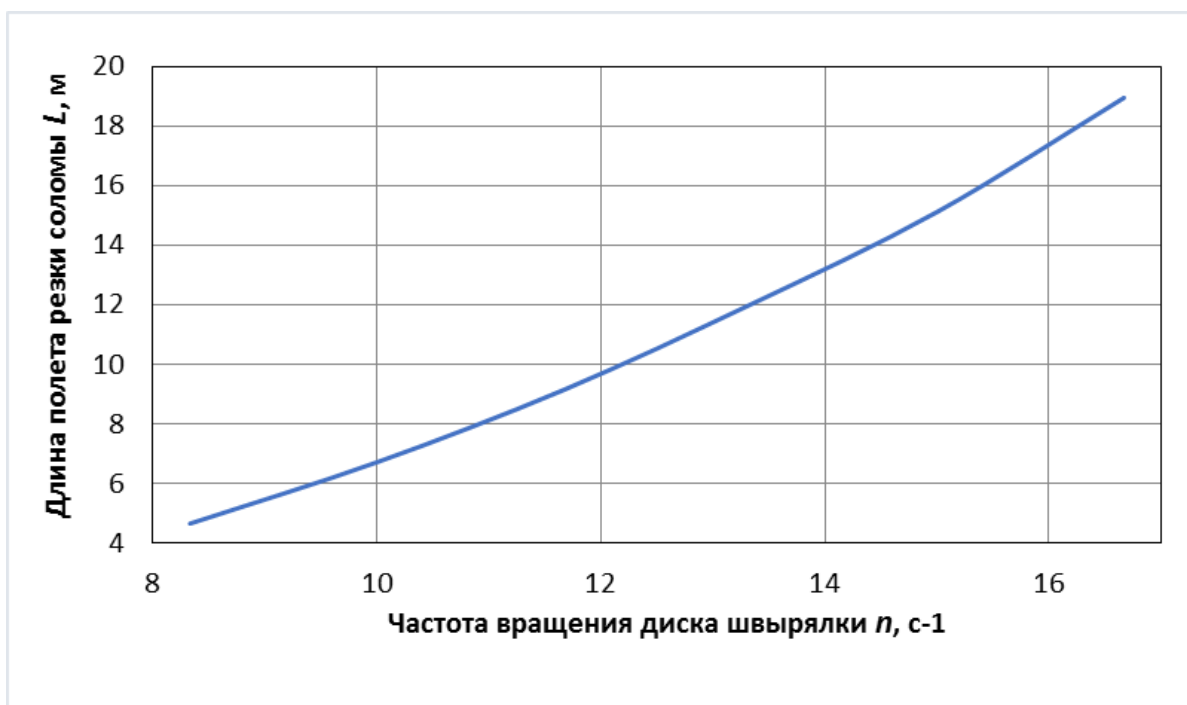


Рисунок 3 – Графическая зависимость длины полета резки соломы  $L$  от частоты вращения диска швырялки  $n$

При этом приняты следующие численных значений входящих в формулу величин:  $f = 0,3$ ;  $D = 1,55$  м,  $d = 0,3$  м диаметр соответственно диска с лопастями и воздуховода, м;  $\rho = 1,22$  кг/м<sup>3</sup>;  $\gamma = 80$  кг/м<sup>3</sup>;  $\alpha = 0$ ;  $l = 0,1$  м.

Анализ графической зависимости показывает, чтобы длина полета резки соломы при распределении подстилки была в пределах 12-18 метров частот вращения диска швырялки вентилятора должна быть 13,3-16,5 с<sup>-1</sup>. Такая длина распределения резки позволяет перемещаться по кормовому проходу в коровниках и распределять подстилку в зону логова или расположения боксов.

Использование рассмотренного агрегата позволяет обеспечивать самопогрузку грубого корма в виде рулонов или тюков, транспортировать, измельчать до состояния резки и распределять её как подстилочный материал в зону расположения животных или при необходимости на кормовой стол, а также в кормушку при раздаче грубого корма. Указанная машина позволяет к минимуму свести затраты ручного труда и обеспечивать весь технологический процесс одним механизатором.

### *Библиографический список*

1. Тищенко, М. А. Инновационные ресурсосберегающие технологические процессы и технические средства нового поколения для производства продукции животноводства / М. А. Тищенко // Вестник аграрной науки Дона. – 2011. – № 1(13). – С. 64-74.

2. Ульянов, В. М. Смеситель кормов / В.М. Ульянов, В.В. Утолин, М.В. Паршина // Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса: материалы 69-ой Международной научно-практической конференции, Рязань, 25 апреля 2018 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2018. – С. 348-352.

3. Фролов, В.Ю. Классификация кормораздатчиков / В.Ю. Фролов, М.И. Туманова // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 7. С. 18-19;

4. Луханин, В.А. Особенности выбора подстилки при содержании крупного рогатого скота / В.А. Луханин, А.Г. Сергенко, С.П. Псюкало // Интеграция науки и сельскохозяйственного производства: материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 16–17 февраля 2017 года. Том Часть 1. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2017. – С. 260-264.

5. Тищенко, М. А. Особенности конструкции измельчителя для приготовления грубых кормов и подстилки / М. А. Тищенко, А. Г. Сергиенко // Ресурсосберегающие технологии технического сервиса : Материалы международной научно-практической конференции, Уфа, 26–27 апреля 2007 года. Том Часть 2. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2007. – С. 144-149.

6. Ульянов, В.М. Определение энергетических показателей измельчителя стебельчатых кормов / В.М. Ульянов, В.В. Коновалов // Актуальные проблемы и их инновационные решения в АПК: Сб. науч. тр. – Рязань, 2011. – С. 73-76.

7. Сергиенко, А.Г. Малогабаритные средства внесения соломенной подстилки животным / А.Г. Сергиенко // Эффективное животноводство. – 2020. – № 1(158). – С. 74-77.

8. Ульянов, В.М. Агрегат для измельчения и распределения грубого корма / В.М. Ульянов, Э.Ж. Астанов, С.Э. Агафонов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2021. – № 2(13). – С. 64-70.

9. Мухтарова, О. М. Коррелятивная связь признаков молочной продуктивности коров / О. М. Мухтарова // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, товароведения и экспертизы сырья и продуктов животного и растительного происхождения, зоотехнии и биотехнологии : материалы X научно-практической конференции в рамках XII Всероссийского фестиваля науки : сборник научных трудов студентов и молодых ученых, Москва, 30 ноября 2022 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К.И. Скрябина», 2022. – С. 224-227.

10. Беспалов, В. Г. Заготовка прессованного сена в крестьянском (фермерском) хозяйстве / В. Г. Беспалов, Д. Е. Голиков, С. Е. Крыгин // Материалы Всероссийской национальной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина, Рязань, 12–13 ноября 2019 года / ФГБОУ ВО Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, Совет молодых ученых. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 25-30.

**УДК 631.356**

*Успенский И.А., д-р техн. наук,  
Кутыраев А.А.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ОПЫТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕХАНИЗАЦИИ УБОРКИ КАРТОФЕЛЯ**

Основная часть затрат энергии и труда в картофелеводстве отводится последнему этапу - сбору урожая, который забирает от 60 до 70% ресурсов. В 1992 году доля механизированного сбора картофеля в России не превышала 59%, тогда как в США и странах Западной Европы этот показатель был значительно выше. Внедрение современных картофелеуборочных комбайнов может уменьшить трудовые расходы в 3-5 раз и уменьшить потери продукции на 30%. Низкая урожайность и ограниченное использование

высокопроизводительной уборочной техники делают картофель одной из наиболее трудоемких сельскохозяйственных культур. Решением может стать разработка и внедрение новых уборочных машин, специально адаптированных к различным агроклиматическим условиям и требованиям к сбору урожая [2,8].



Рисунок 1 – Комбайн картофелеуборочный двухрядный AVR Spirit 6200

Современные машины для уборки картофеля не всегда соответствуют стандартам эффективности и производительности, которые от них ожидают [1,3]. Недостаточная работа таких машин часто связана с недоработками в конструкции подземных частей, которые являются ключевыми для их функционирования и определяют скорость и качество их работы. Чтобы улучшить эти показатели, необходимо сконцентрироваться на инновациях в разработке подкапывающих органов, отточив технические характеристики и кинематику для уменьшения затрат энергии и повышения скорости обработки почвы [4,5,6].

Из-за растущего спроса на эффективные агротехнические методы, появилась необходимость в улучшении существующего оборудования для сбора картофеля, а также в разработке новых механизмов, которые будут работать более качественно и экономить энергию [7,9].

Цель исследования заключается в разработке и внедрении инновационных подкапывающих элементов для машин, занимающихся сбором картофеля. Это должно быть выполнено путем применения математических моделей, которые воспроизводят динамику взаимодействия компонентов машины с клубненосным пластом во время технологической работы, с целью улучшения их функциональности. Основная цель — повышение экономической эффективности и уменьшение потребления энергии. В исследовании представлены новаторские технические и технологические подходы, которые способны ускорить развитие научно-технического прогресса в области производства оборудования для уборки картофеля [10,11,12,13].

Исследования и разработки имеют ключевое значение для агропромышленного сектора, так как они направлены на модернизацию процессов выращивания картофеля. Таким образом, создаются инновационные элементы для сельскохозяйственной техники, которые помогают уменьшить потребление ресурсов, как трудовых, так и энергетических. Это приводит не только к улучшению качества собираемого урожая, но и к сокращению его стоимости. Более того, данная работа способствует охране окружающей среды, внося значительный вклад в экологичное земледелие [14].



Рисунок 2 – Картофелеуборочный комбайн ПКК-2-05 «ПАЛЕССЕ RT25»

В ходе научного проекта, который соответствовал программным требованиям Государственного комитета по науке и технике, особое внимание уделялось картофелеводству, в рамках программы 0.51.7 (Картофель). Это исследование было частью более обширной работы, проводимой Рязанской государственной сельскохозяйственной академией, которую основал профессор П.А. Костычев.

В результате тщательных исследований, как теоретических, так и практических, удалось достичь прогресса в ряде научно-технических вопросов.

1. На основе теоретических исследований предложена технологическая схема и конструкции комбинированного подкапывающего органа, который обеспечивает высокую надежность процесса выкапывания клубней картофеля с большей производительностью, лучшим качеством и меньшими энергетическими затратами, в том числе:

1.1. Предложена раздельная установка подкапывающих органов с боковыми дисками с целью снижения количества клубненоносной массы, поступающей в картофелеуборочную машину, и ограничения подкапывания уплотненной почвы из междурядий.

1.2. С целью снижения материалоемкости конструкции на 20-25% и энергетических затрат процесса уборки целесообразно применение дисковых боковин с зубьями трапецевидной формы.

1.3. Размещение на приводных отрезающих дисках почвозацепов, выполненных по логарифмической кривой с постоянным углом скольжения, улучшает транспортирование и крошение клубненосного пласта.

2. Обоснованы и разработаны способы и средства снижения энергозатрат картофелеуборочных машин, в том числе:

2.1. Установлены общие принципы снижения энергозатрат.

2.2. Предложена методика анализа энергетических затрат технологического процесса возделывания картофеля.

2.3. Сделана энергетическая оценка операций современных технологии.

2.4. Проведен общий анализ энергетических затрат в рабочем процессе картофелеуборочных машин.

2.5. Осуществлен анализ энергозатрат при работе подкапывающих органов методом имитационного моделирования.

3. Исследования привели к формированию научных принципов, которые стали основой для разработки соответствующих стратегий. Они направлены на обоснование и реализацию внедрения в аграрный сектор инновационных картофелеуборочных машин.

Такие машины характеризуются эффективностью работы, сокращением расходов на труд и энергию, уменьшением использования металла и поддержанием экологического баланса [15].

В итоге были получены следующие научные положения:

1. Оценка и улучшение процессов и механизмов, задействованных в уборке картофеля, с особым вниманием к энергоэффективности и адаптации к агротехническим условиям.

2. Разработка теоретической базы для оптимизации уборочных машин, в частности изучение взаимосвязи между структурой работы уборочной техники и её эффективностью, а также:

2.1. Усовершенствование элементов, непосредственно контактирующих с почвой и картофелем.

2.2. Анализ воздействия различных дисковых систем на эффективность и качество работы уборочного оборудования, включая оценку энергопотребления и качественные характеристики процесса извлечения картофеля из земли.

2.3. Общие принципы снижения энергозатрат.

2.4. Методика анализа энергетических затрат в технологическом процессе возделывания картофеля.

2.5. Общий анализ энергетических затрат в рабочем процессе картофелеуборочных машин.

3. Результаты лабораторно-полевых, хозяйственных испытаний машин для уборки картофеля с разработанными подкапывающими органами.

4. Направления повышения технологической эффективности, снижения энергозатрат и улучшения экологической совместимости машин для уборки картофеля.

5. Технико-экономическая реализация проведенных исследований.

Картофель, как ключевая сельскохозяйственная культура, играет существенную роль в промышленной и пищевой отраслях по всему миру. Он произрастает на всех материках - от Европы до Океании, и его выращивают в более чем 140 государствах. В частности, благоприятные условия для его культивирования характерны для западноевропейских стран, вроде Бельгии и Германии, а также регионов, таких как юг Британии и север Франции, а также разнообразные территории России, включая её западные и северо-западные части.

В 1994 году общий объем урожая картофеля составил приблизительно 265 миллионов тонн, выращенного на земельном участке площадью 18 миллионов гектаров. В тот период, большая часть этого урожая, точнее 61.6%, была собрана на территории Европы. В то время как Америка и Азия внесли свой вклад, составив 10.8% и 2.0% соответственно.

Отмечается, что в России то время культивировался картофель на площади в 3327 тысяч гектаров, с урожайностью в среднем 101 центнер с гектара.



Рисунок 3 – Самоходный картофелеуборочный комбайн Grimme Ventor 4150

Это заметно ниже мирового среднего показателя урожайности, которое достигает 148 центнеров с гектара. В то время как некоторые лидирующие страны показывают значительно более высокие результаты. К примеру, в 1994 году Нидерланды демонстрировали урожайность в 450 центнеров с гектара, Франция - 327, Германия - 316, Дания - 474, а Великобритания - 415 центнеров с гектара.

### *Библиографический список*

1. Инновационные решения уборочно-транспортных технологических процессов и технических средств в картофелеводстве / Г. К. Рембалович [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 1. – С. 23-25.
2. Актуальные вопросы совершенствования картофелеуборочной техники / А. А. Симдянкин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 114. – С. 985-1000.
3. Современный взгляд на производство картофеля / Н. В. Бышов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 128. – С. 146-153.
4. Патент на полезную модель № 51450 U1 Российская Федерация, МПК А01D 33/00. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от ботвы : № 2005127949/22 : заявл. 08.09.2005 : опубл. 27.02.2006 / С. В. Колупаев ; заявитель ФГОУ ВПО Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева.
5. Патент на полезную модель № 63637 U1 Российская Федерация, МПК А01D 33/08. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей : № 2006134956/22 : заявл. 04.10.2006 : опубл. 10.06.2007 / А. В. Паршков, Г. К. Рембалович, С. Н. Бoryчев [и др.] ; заявитель ФГОУ ВПО Рязанская государственная сельскохозяйственная академия им. проф. П.А. Костычева.
6. Патент № 2362294 С2 Российская Федерация, МПК А01D 91/02. Способ уборки и послеуборочной обработки корнеклубнеплодов : № 2007114219/12 : заявл. 16.04.2007 : опубл. 27.07.2009 / Г. К. Рембалович, С. Н. Бoryчев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".
7. Инновационные решения уборочно–транспортных технологических процессов и технических средств в картофелеводстве / Г. К. Рембалович, Н. В. Бышов, С. Н. Бoryчев [и др.] // Инновационные технологии и техника нового поколения - основа модернизации сельского хозяйства : Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, Москва, 05–06 октября 2011 года / Ответственный редактор: Лачуга Ю.Ф.. Том Часть 2. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2011. – С. 455-461.
8. Инновационные решения вторичной сепарации: результаты испытаний в картофелеуборочных машинах / Р. В. Безносюк [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2011. – № 4(12). – С. 34-37.
9. Перспективная схема картофелеуборочного комбайна с взаимозаменяемыми сепарирующими модулями / И. А. Успенский [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 6. – С. 35-38.



10. Формирование комплекса картофелеуборочных и транспортных машин / И. А. Успенский, И. А. Юхин, А. В. Мачнев, А. А. Голиков // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 2(284). – С. 27-31.

11. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом / Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко, Д. Е. Каширин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 102. – С. 417-431.

12. Патент № 2438289 С2 Российская Федерация, МПК А01D 33/08. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины : № 2009125943/13 : заявл. 06.07.2009 : опубл. 10.01.2012 / Н. А. Рязанов [и др.] ; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации агрохимического и материально-технического обеспечения сельского хозяйства.

13. Патент № 2479981 С2 Российская Федерация, МПК А01D 91/02, А01D 17/00. Способ уборки картофеля и устройство для его осуществления : № 2011131354/13 : заявл. 26.07.2011 : опубл. 27.04.2013 / Н. Н. Колчин, Г. К. Рембалович, И. А. Успенский, А. А. Голиков ; заявитель Закрытое акционерное общество "Колнаг".

14. Анализ современного уровня и обоснования эксплуатационно-технологических требований к картофелеуборочным машинам / И. А. Успенский, Г. К. Рембалович, А. А. Голиков, Д. А. Волченков // Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК : Сборник научных трудов преподавателей и аспирантов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, Рязань, 05–06 августа 2012 года. – Рязань: РГАТУ, 2012. – С. 35-39.

15. Патент на полезную модель № 134735 U1 Российская Федерация, МПК А01D 25/04. Выкапывающий рабочий орган картофелеуборочного комбайна : № 2013113332/13 : заявл. 27.03.2013 : опубл. 27.11.2013 / И. А. Успенский, А. А. Симдянкин, А. С. Колотов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ).

16. Классификация сепарирующих рабочих органов механического принципа действия / Н. В. Бышов, С. В. Галушкин, С. Е. Крыгин, Ю. В. Якунин // Юбилейный сборник научных трудов сотрудников и аспирантов РГСХА : 50-летию академии посвящается / Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. Том 1. – Рязань : Сахара, 1999. – С. 277-279.

17. Трошин, А. Ю. К вопросу о повышении эффективности использования агрегатов при возделывании картофеля / А. Ю. Трошин, В. И. Варавин // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 03–04 декабря 2020 года. Том

Часть 4. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2020. – С. 28-31

18. К вопросу об исследованиях по хранению картофеля/ С.Н. Борычев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2019. - №2(42). - С. 129-135.

19. Патент № 194510 U1 Российская Федерация, МПК А01D 33/00. Каток опорный картофелеуборочного комбайна: № 2019126717: заявл. 23.08.2019: опубл. 12.12.2019 / И.В. Лучкова, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, В.Д. Липин, Д.В. Колошеин; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

20. Анализ обеспеченности картофелеводства сельскохозяйственных организаций Рязанской области уборочной техникой за тридцатилетний период / И.К. Родин, А.Б. Мартынушкин, М.В. Поляков, С.А. Кистанова // Инновационный вектор развития отечественного АПК. Материалы III Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова. – Рязань: РГАТУ, 2023. - С. 124-129.

21. Крыгин, С. Е. Разработка принципиальной схемы однорядного комбайна для уборки картофеля / С. Е. Крыгин, Д. В. Макеев, М. Б. Угланов // Агротехника и энергообеспечение. – 2014. – № 1(1). – С. 34-40.

22. Петрухин, А. С. Выращиваем экологически безопасный картофель / А. С. Петрухин, В. И. Левин // Картофель и овощи. – 2017. – № 4. – С. 31-33.

23. Способы повышения урожайности картофеля / Т. Ю. Амелина, А. Н. Гордиенко, И. А. Кабанова, Г. Н. Фадькин // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиком МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том 1. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 59-61.

**УДК 636.085:330.131**

*Федоскина И.В., канд. экон. наук,  
Демочкин В.В., канд. пед. наук,  
Федяшов Д.А.,  
Даниленко Ж.В.,  
Попов Ю.А.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОРМОВОЙ БАЗЫ ОТРАСЛИ ЖИВОТНОВОДСТВА**

Кормовая база – это определенный состав и емкость кормовых ресурсов с соответствующей совокупностью материально-технических средств и системой

организации производства, заготовки, хранения, приготовления и использования кормов. Важнейшей составной частью кормовой базы является кормопроизводство, которое представляет собой научно обоснованную систему организационно-хозяйственных и технологических мероприятий по производству, переработке и хранению корма на основе местных источников [1, с. 288].

Кормовой план – плановая потребность животноводства в кормах на год или на другой период. Сопоставление потребности с источниками и объемом ее обеспечения и выявление на этой основе избытка или недостатка кормов по видам представляют собой баланс кормов.

Уровень кормления характеризуется количеством корма в кормовых единицах, израсходованного за определенный период (сутки, месяц, год) в расчете на одну физическую или условную голову скота [2, с. 382].

Плановый уровень кормления (норма кормления) дифференцируется в зависимости от вида, возраста, продуктивности, производственного, назначения и других особенностей животных. В передовых хозяйствах расход кормов в расчете на условную голову достигает 60 ц кормовых единиц.

Тип кормления – это состав и структура кормов (в % по питательности), расходуемых животным определенного вида, возраста и производственного назначения в тот или иной период их содержания [3, с. 145].

Высокую эффективность кормовой базы характеризует ее соответствие специализации и местным условиям производства животноводческой продукции; опережающий рост запасов кормов по сравнению с ростом поголовья, и продуктивности скота; равномерное и бесперебойное обеспечение животных биологически полноценными рационами в течение всего года; правильное сочетание полевого и культурного пастбищного кормопроизводства с рациональным использованием естественных кормовых угодий; минимальные затраты труда и средств на производство и приготовление кормов в расчете на единицу животноводческой продукции.

К важным особенностям кормовой базы современного крупного животноводства относятся:

- перевод внутривладельческого и особенно межхозяйственного кормопроизводства и кормоприготовления на промышленную основу, усиление их технологического и организационно-экономического обособления и превращение выращивания кормов и переработки до потребительских кондиций в самостоятельные отрасли, обслуживаемые специализированными трудовыми коллективами [4, с. 204];

- углубление специализации кормопроизводства и кормоприготовления с целью максимального его приспособления к потребностям определенных видов и групп животных;

- развитие межхозяйственных производственных связей в кормопроизводстве с целью расширения ассортимента и концентрации местных кормовых средств для сбалансированного кормления сельскохозяйственных животных, широкое приготовление и использование полиингредиентных

(полнорационных) монокормов в виде брикетов и гранул, поддающихся автоматизированной транспортировке и раздаче;

- удобное месторасположение источников малотранспортабельных кормов с точки зрения надежности транспортных связей, сохранения качества кормов при перевозках и размера транспортных издержек [5, с. 56];

- надежное и ритмичное удовлетворение повышенной потребности кормоприготовительных предприятий и цехов в белково-витаминных добавках, премиксах и микроэлементах, вызванное уменьшением их удельного веса в свежих натуральных компонентах и необходимостью обеспечить максимально возможную продуктивность животных для ускорения сроков окупаемости капиталовложений в комплексы и фермы промышленного типа [6, с. 391].

Применительно к разным отраслям животноводства названные особенности имеют неодинаковое значение. Для скотоводства и овцеводства, например, исключительно важно иметь высокопродуктивные естественные или искусственные источники зеленых, сочных и грубых кормов. Свиноводство нуждается в гарантированной поставке концентратов и премиксов для интенсивного выращивания молодняка и т.д.

Во многих районах страны, с небольшим и мелкоконтурным землепользованием хозяйств большая часть проблем организации кормовой базы разрешается созданием межхозяйственных специализированных предприятий по производству кормов или отдельных наиболее важных компонентов кормовых рационов для свиней, крупного рогатого скота и даже для овец. Использование этого пути повышает обеспеченность кормами и эффективность производства животноводческой продукции [7, с. 173].

На крупных предприятиях зерново-животноводческой зоны кормовую базу обычно организуют путем максимального использования внутрихозяйственных ресурсов, сокращая до минимума потребности в покупных кормовых средствах. Это удешевляет корма, повышает качество малотранспортабельных зеленых и сочных кормов, способствует снижению себестоимости животноводческой продукции, упрощает экономические отношения при межхозяйственном кооперировании в животноводстве.

В современных условиях широко практикуют строительство и эксплуатацию достаточно мощных межхозяйственных комбикормовых заводов, заводов мясо-костной муки из утилизированных животных. Опыт показывает, что межхозяйственные комбикормовые предприятия несколько уступают по своим технико-экономическим показателям специализированным, но они позволяют применить высокопроизводительные кормоприготовительные машины и оборудование, прогрессивную технологию производства и на этой основе снизить эксплуатационные расходы на приготовление одной тонны комбинированных кормов [8, с. 20].

Создание прочной кормовой базы предусматривает использование всех путей увеличения запасов кормов. Важнейшим из них является интенсификация полевого кормопроизводства, которая означает использование пашни для возделывания наиболее урожайных и экономически эффективных

кормовых культур. Данные передовых хозяйств показывают, что использование этих путей интенсификации позволяет увеличить при прочих равных условиях урожайность ячменя, гороха, овса, кукурузы и других культур в 1,5-2 раза.

Большой экономический эффект дает возделывание кормовых культур при орошении, особенно люцерны и других многолетних трав, кукурузы и долголетних культурных пастбищ. Продуктивность каждого гектара пашни в этом случае увеличивается в 3-4 раза. Некоторое удорожание кормовых единиц и переваримого протеина на орошаемых участках нивелируется большим приростом животноводческой продукции и подбором экономически эффективных культур [9, с. 1429].

Продуктивность обширных естественных кормовых угодий увеличивается в 3-4 раза путем коренного или поверхностного их улучшения с последующим применением пастбище- и сенокосооборотов, подсева трав и внесения удобрений. Например, себестоимость центнера кормовых единиц в зеленой массе с улучшенных пастбищ в 1,7-3,3 раза меньше, чем в зеленой массе с орошаемых пастбищ и сеяных культур.

При использовании прогрессивных способов уборки, консервирования, хранения и приготовления кормов сокращаются потери питательных веществ в сене, сенаже и силосе, которые достигают более 20-30% [10, с. 192].

Для увеличения животноводческой продукции и эффективного расходования кормовых ресурсов в нашей стране первостепенное значение имеет рост производства белка, так как его недостаток в рационах животных увеличивает расход кормов на единицу животноводческой продукции на 20-30% и больше. Проблема белка должна решаться расширением посевов зернобобовых, многолетних бобовых и других культур с повышенным содержанием протеина, а также с увеличением производства жмыхов, шротов, кормовых дрожжей, аминокислот, сухого обезжиренного молока, белково-витаминных концентратов и др.

Развитие межхозяйственной комбикормовой промышленности, способствует рациональному использованию кормового сырья не только промышленного, но и сельскохозяйственного производства, так как полноценные комбикорма по сравнению с зернофуражом в чистом виде дают возможность увеличить производство животноводческой продукции в 2-2,5 раза [11, с. 264].

В хозяйствах, получающих большое количество побочной продукции растениеводства (соломы, полосты и др.), весьма положительно себя зарекомендовали цехи переработки грубых кормов для приготовления кормовых смесей. Здесь измельчаются и смешиваются грубые корма, силос и сенаж с концентратами, минеральными, белковыми и другими добавками. Полученная смесь высокотранспортабельна и охотно поедается крупным рогатым скотом и овцами.

Решающим условием создания прочной кормовой базы является комплексная автоматизация и цифровизация выращивания, уборки кормовых культур и приготовления кормов [12, с. 39].

Современная система машин в кормопроизводстве включает в себя серию технологических комплексов для, возделывания и уборки зернофуражных культур, кукурузы на зерно, силосных культур и трав на силос, сенажа и зеленого корма, картофеля, свеклы и других кормовых культур, а также технологические комплексы для послеуборочной обработки и хранения зерна и семян трав.

Создание и использование этих комплексов породили поточные способы организации наиболее важных полевых работ, особенно при уборке урожая. Это обеспечивает проведение их в оптимальные сроки, а, следовательно, и максимальный сбор продукции с единицы кормовой, площади.

Для производства, рассыпных и гранулированных комбикормов, в крупных хозяйствах или на межхозяйственных комбикормовых предприятиях предусмотрено оборудование автоматизированных комбикормовых цехов с весовым дозированием и порционным смешиванием. Для гранулирования комбикормов созданы грануляторы производительностью до 8 т в час с охладительной колонкой и измельчителем [13, с. 310].

Комплекс оборудования для приготовления травяной муки включает сушильные агрегаты производительностью до 5 т в час и соответствующие грануляторы. Внедряются комплексы машин для безобмолотной уборки, зернофуражных культур в фазе молочно-восковой спелости, а также для приготовления кормовых брикетов из растительно-стебельной массы, зерна и других компонентов.

Приведенные выше способы увеличения запасов кормов должны найти отражение в плане совершенствования организации кормовой базы, разработка которого начинается с анализа фактически сложившегося кормопроизводства и определения эффективности кормопроизводства, которая характеризуется примерно целой системой показателей [14, с. 100].

Процесс совершенствования организации кормопроизводства характеризуется своими показателями эффективности. Он обеспечивает увеличение производства животноводческой продукции, рост производительности труда, значительное снижение себестоимости кормов и животноводческой продукции и повышение доходности использования земли для производства кормов [15, с. 439].

После анализа уточняются кормовые ресурсы хозяйства или объединения, выбираются экономически эффективные типы кормления животных разных групп, в стойловый и пастбищный периоды, определяются потребность в кормах и посевные площади кормовых культур, планируются зеленые конвейеры, составляется баланс кормов, проектируются севообороты.

### ***Библиографический список***

1. Юрковски, Т.С. Проблемы и направления развития отечественного сельского хозяйства / Т.С. Юрковски, А.Б. Мартынушкин // Юность и знания -

гарантия успеха - 2019. Сборник научных трудов 6-й Международной молодежной научной конференции. – Курск: ЮЗГУ, 2019. - С. 287-290.

2. Кистанова, С.А. Особенности анализа хозяйственной деятельности в аграрном секторе экономики / С.А. Кистанова, А.Б. Мартынушкин, М.В. Поляков // Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 8-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. - Курск ЗАО «Университетская книга», 2023. - С. 381-385.

3. Мартынушкин, А.Б. Особенности инновационного развития аграрного производства в России / А.Б. Мартынушкин // Актуальные вопросы экономики и управления АПК: Материалы Международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2013. - С. 144-148.

4. Подобаева, У.В. Основные направления совершенствования системы управления сельскохозяйственным производством и АПК региона / У.В. Подобаева, А.Б. Мартынушкин // Молодежь и системная модернизация страны. Сборник научных статей 5-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. – Курск: ЮЗГУ, 2020. - С. 202-206.

5. Мартынушкин, А.Б. Совершенствование амортизационной стратегии и экономическая оценка качества сельскохозяйственных машин / А.Б. Мартынушкин // Ученые записки Санкт-Петербургского имени В.Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии. - 2018. - № 1 (65). - С. 55-57.

6. Кистанова, С.А. Экономическая эффективность молочного скотоводства при использовании пробиотической кормовой добавки / С.А. Кистанова, А.Б. Мартынушкин, М.В. Поляков // Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 8-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. - С. 390-394.

7. Жирнокислотный состав жира сельскохозяйственных животных при введении в рацион наноразмерных частиц металлов / О.В. Куликова, С.А. Кистанова, А.А. Назарова, С.Д. Полищук // Инновационные фундаментальные и прикладные исследования в области химии сельскохозяйственному производству. Материалы V международной заочной научно-практической Интернет-конференции. – Орел: Орловский ГАУ, 2012. - С. 172-176.

8. Мартынушкин, А.Б. Состояние отрасли молочного скотоводства РФ и Рязанской области / А.Б. Мартынушкин, М.В. Поляков, С.А. Кистанова // Стратегия социально-экономического развития общества: управленческие, правовые, хозяйственные аспекты: Сборник научных статей 13-й Международной научно-практической конференции. - Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. - С. 18-24.

9. Мартынушкин, А.Б. Проблемы использования природно-экономических ресурсов в Российской Федерации / А.Б. Мартынушкин // Теоретические и практические проблемы развития уголовно-исполнительной системы в Российской Федерации и за рубежом. Сборник тезисов выступлений и докладов участников Международной научно-практической конференции. – Рязань: АПУ ФСИН, 2018. - С. 1428-1433.

10. Современные тенденции развития отечественного аграрного производства / А.Б. Мартынушкин, В.В. Федоскин, Г.Н. Бакулина [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. Материалы VII Международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2023. - С. 190-195.

11. Кистанова, С.А. Экономическая эффективность применения адаптивной технологии «Зеребра Агро» / С.А. Кистанова, М.В. Поляков, А.Б. Мартынушкин // Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых. Сборник научных статей 4-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. - С. 263-267.

12. Лящук, Ю.О. Анализ рынка молока как инструмент системы риск-менеджмента в молочной промышленности ЦФО России / Ю.О. Лящук, А.Б. Мартынушкин // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. - 2015. - № 3. - С. 37-41.

13. Диверсификация, кооперирование и комбинирование в сельском хозяйстве / М.В. Поляков, М.В. Евсенина, А.Б. Мартынушкин [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. Материалы VII Международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2023. - С. 308-311.

14. Мартынушкин, А.Б. Ресурсы продовольственного рынка Рязанской области и управление рисками в производстве продуктов питания / А.Б. Мартынушкин, Ю.Б. Кострова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2015. - № 1 (25). - С. 98-104.

15. Анализ развития экономики Российской Федерации в условиях международных санкций / А.Б. Мартынушкин, А.В. Шемякин, Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития: Материалы II Национальной научно-практической конференции. - Рязань: РГАТУ, 2022. - С. 438-443.

16. Мухтарова, О. М. Рост и развитие молодняка крупного рогатого скота в разных климатических зонах Российской Федерации / О. М. Мухтарова // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения : Сборник трудов 2-й Научно-практической конференции, Москва, 23 июня 2023 года / Под общей редакцией С.В. Позябина, Л.А. Гнездиловой. – Москва: Сельскохозяйственные технологии, 2023. – С. 296-297. –

17. Национальные приоритеты управления продовольственной безопасностью / А. Б. Удалов [и др.] // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : материалы IV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 15 ноября 2023 года. – Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2024. – С. 77-83.



18. Приготовление силоса в мягких вакуумированных контейнерах / Р. В. Безносюк [и др.] // Инновационная деятельность в модернизации АПК : материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 3 частях, Курск, 07 декабря 2016 года – 09 2017 года. Том Часть 1. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2017. – С. 6-9.

19. Система кормопроизводства / Ю. М. Мельниченко, В. И. Левин, В. А. Грибович, В. Е. Маркова // Система ведения агропромышленного производства Рязанской области на 1998 - 2010 годы: Учебно-методическое пособие для руководителей, специалистов сельскохозяйственного производства всех форм собственности и хозяйствования, научных работников, студентов высших и средних специальных сельскохозяйственных учебных заведений. – Рязань : ООО "Шиловская типография", 1999. – С. 110-137.

20. Крыгина, Е. Е. Технология и технические средства заготовки сенажа / Е. Е. Крыгина, С. Е. Крыгин // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – № 1. – С. 201-206.

21. Оптимизация кормления лактирующих коров разных технологических групп в условиях интенсификации производства / О.А. Федосова [и др.] // Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России : материалы 73-й Международной науч.-практ. конференции. Рязань, 21 апреля 2022 года. – Рязань: РГАТУ. – 2022. – С. 287-296.

22. Кормление животных и технология кормов / Н.И. Торжков [и др.] // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 7. – С. 176.

**УДК 664.724**

*Чернышев А.Д. канд. техн. наук,  
ФГАОУ ВО Рязанский институт (филиал)  
Московский политехнический университет  
Костенко М.Ю., д-р техн. наук,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ УПАКОВКИ КОМПОНЕНТОВ КОМБИКОРМА В МЕШКИ**

Проблематикой упаковки отдельных компонентов комбикорма и концентрированных кормов углублено занимались советские ученые в 80-х годах XX века, при этом для хранения применялись стандартные методы (рисунок 1). Однако уже тогда было понятно, что хранение комбикорма это перспективное направление агропромышленного комплекса страны. Предложенная методика при хранении комбикорма основана на применении

газомодифицированной среды, при этом такая методология рассматривалась в основном для пищевой промышленности.



а) – хранение комбикорма в силосе; б) – хранение комбикорма россыпью;  
в) – хранение комбикорма в плетеных полипропиленовых мешках  
Рисунок 1 – Хранение комбикорма и его компонентов

Увеличение сроков хранения комбикорма и уменьшение потерь при хранении зерна и зернопродуктов является основой в документах и постановлениях правительства РФ. Комбикорм это сложный продукт, состоящий из отдельных компонентов, при этом процентное соотношение которых зависит от рецептуры корма. При этом компоненты комбикорма, к которым относится и зерно, кукуруза, соя, бобы, подсолнечник хранятся по-разному и при разных условиях. Рецептура комбикорма так же включает в себя дополнительные добавки, такие как ингибиторы, антибиотики, отдельно могут добавляться шроты, костная, рыбная или травяная мука [1]. Питательная ценность комбикорма зависит от соотношения его компонентов, содержащих белки, жиры, клетчатку, золу, влагу и другие вещества. Влажность комбикорма не должна превышать 12%, процентное соотношение белка варьируется от 12 до 16% в зависимости от рецептуры комбикорма [2]. При такой сложной рецептуре комбикорм имеет ограниченный срок хранения, который зависит от способа его приготовления. Россыпной, гранулированный и брикетированный, как показано на рисунке 2 [3].



а) – рассыпной комбикорм; б) – гранулированный комбикорм;  
в) – брикетированный комбикорм

Рисунок 2 – Виды комбикормов

При этом сами условия хранения играют большую роль, так хранение комбикорма в среде углекислого газа способствует снижению процессов развития патогенной микрофлоры и различных вредителей, а его питательная ценность сохраняется более длительное время. Хранение комбикорма и его компонентов в среде углекислого газа приостанавливают, а в некоторых случаях полностью исключают развитие патогенной микрофлоры, плесневых грибов, токсинообразующих анаэробов и других микроорганизмов, негативно влияющих на питательную ценность комбикорма и его качество. В качестве газомодифицированной среды применяется смесь азота, углекислого газа. Углекислота не только способствует угнетению микроорганизмов, но и позволяет обеспечивать сохранность отдельных компонентов комбикорма, особенно с большим содержанием растительного жира. Известно, что в первую очередь при хранении комбикорма разлагается жир и происходит его прогоркание. Исследования Б. С. Алеев, Я. Я. Никитинского и В. С. Загорянского показали, что при хранении продукции в среде углекислого газа окисление насыщенных жиров сокращается в 3-4 раза по сравнению с хранением в воздушной среде [4].

Для обеспечения основных принципов упаковки и хранения комбикорма и его компонентов, с сохранением питательной ценности, необходимо производить упаковку в газовой среде непосредственно после его приготовления. Фасовку же следует осуществлять в контейнеры типа биг-бэг (рисунок 3). В таком контейнере по сравнению с мешком массой нетто 50 кг можно укладывать полиэтиленовый вкладыш, который обеспечит герметизацию, что позволит удержать углекислый газ внутри контейнера. При этом мягкий контейнер биг-бэг способствует погрузке-разгрузке без повреждений контейнера с полиэтиленовым вкладышем, благодаря своим конструктивным особенностям [5].



Рисунок 3 – Общий вид мягкого контейнера с комбикормом типа биг-бэг

Упаковка на предприятии изготовители и дальнейшая транспортировка комбикорма осуществляется при помощи специального манипулятора. При этом обеспечение наличия газовой среды является приоритетным. Формирование газовой среды обеспечивается его подачей из баллона, при этом обеспечивается контроль количества углекислоты, полиэтиленовый вкладыш удерживает углекислоту внутри мягкого контейнера, применение специальной установки, показанной на рисунке 4, способствует равномерному распределению газа в межзерновом пространстве и формированию газовой среды и упаковыванию комбикорма для дальнейшего хранения. Подача двуокиси углерода осуществляется из баллона по шлангу через перфорированную трубку. Перфорация способствует равномерному распределению газа по слоям комбикормовой массы.

Устройство позволяет обеспечить загрузку комбикорма и его компонентов с одновременной подачей углекислого газа, при этом находящийся внутри биг-бэга полиэтиленовый вкладыш способствует удержанию газовой среды. Применяя данную установку, решалась одна из основных задач, это равномерное распределение углекислого газа. В процессе аналитического исследования было установлено, что для обеспечения равномерного заполнения мягкого контейнера следует выполнять несколько проколов иглой иньектором. Аналитические исследования способа консервации кормов показали, что на 1 тонну корма при его упаковке и хранении используется от 0,5 до 1,0 кг углекислого газа. При этом количество углекислого газа напрямую зависит от вида комбикорма и его компонентов. Для упаковки комбикорма и его компонентов следует применять от 0,3 до 0,8 кг углекислого газа на одну тонну корм. Так же установлено, что применение газа из баллона позволяет обеспечить равномерное распределение газа в течение 8-10 часов, время зависит от вида комбикорма и его скважистости. Подачи баллонного углекислого газа позволяет сократить срок распределения углекислого газа внутри мягкого контейнера наполненного комбикормом до 5-6 часов.

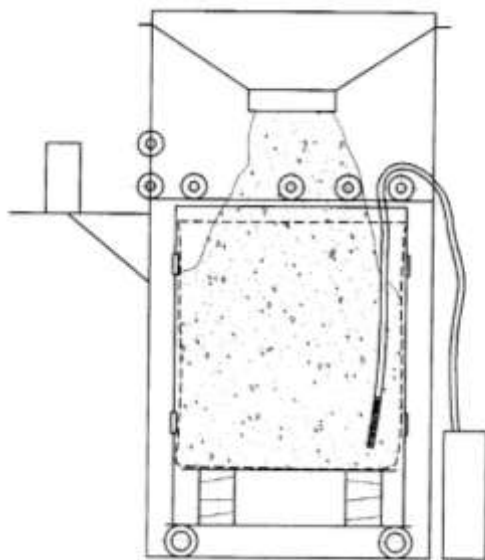


Рисунок 4 – Устройство для упаковки сельскохозяйственных продуктов

Для обеспечения качественной упаковки комбикорма и его компонентов в мягком контейнере типа биг-бэг с установленным вовнутрь него полиэтиленовым вкладышем, установку для упаковки сельскохозяйственных продуктов следует применять углекислый газ из баллона. Применение перфорированной иглы иньектора обеспечивает стабильное распыление газа и полное заполнение пространства. При этом такой метод способствует сокращению времени распределения углекислого газа внутри мягкого контейнера с комбикормом.

### ***Библиографический список:***

1. ГОСТ 23462-2019 Продукция комбикормовой промышленности. Правила приемки, упаковка, маркировка, транспортирование и хранение [Текст] Введ. 01.08.2020. - М.: Стандартинформ, 2021.
2. Чернышев, А. Д. Газовая среда как способ упаковки кормов / А. Д. Чернышев, М. Ю. Костенко, Р. В. Безносюк // Инновационные решения для АПК, Рязань, 16 февраля 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 188-192.
3. Новый вид комбикорма повышенной кормовой ценности / И. В. Науменко, С. К. Волончук, К. Я. Мотовилов, А. И. Резепин // Ползуновский вестник. – 2021. – № 2. – С. 95-101.
4. Алеев, Б. С. К физиологии и экологии сапробных водорослей : (К физиологии питания *Ankistodesmus falcatus* Ralfs) / Б. С. Алеев ; Под общ. ред. проф. П. С. Белова ; Под спец. ред. проф. Я. Я. Никитинского ; Всес. науч.-иссл. ин-т водоснабжения и сан. техники. - Москва ; Ленинград : Госстройиздат, 1932 (Калуга : тип. Мособлполиграфа). - Обл., 16 с. : ил.; 25x17 см.
5. Чернышев, А. Д. Совершенствование упаковки комбикорма для хранения : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Чернышев Алексей Дмитриевич. – Рязань, 2023. – 17 с.
6. Приготовление силоса в мягких вакуумированных контейнерах / Р. В. Безносюк [и др.] // Инновационная деятельность в модернизации АПК : материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 3 частях, Курск, 07 декабря 2016 года – 09 2017 года. Том Часть 1. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2017. – С. 6-9.
7. Изменение объёма мягкого вакуумированного контейнера для приготовления и хранения силоса под воздействием вакуума и обоснование его рационального объёма / С.Н. Борычев, Г.К. Рембалович, Я.Л. Ревич, И.Ю. Богданчиков // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2016. - №3. - С. 41-44.
8. Привало О.Е. Продуктивное действие консервированных кормов в составе полнорационных кормовых смесей/ О.Е. Привало, К.И. Привало, Е.В. Малышева // Научное обеспечение агропромышленного производства :

Материалы Международной научно-практической конференции.– 2018.– С. 131-134.

9. Коченов, В. В. Разработка и расчет конструкции бункера микрокомпонентов / В. В. Коченов, Д. М. Савушкин, Л. М. Нургалиев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2019. – № 2(9). – С. 102-108.

#### **УДК 61.3:539.4**

*Чурилов Д.Г., канд. техн. наук,  
Полищук С.Д., д-р техн. наук,  
Арапов И.А.,  
Шемякин А.В., д-р техн. наук,  
Рембалович Г.К., д-р техн. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ,*

### **СОЗДАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ РЕМОНТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

Современные условия производства требуют появления на рынке новых износостойких композиционных покрытий, в том числе полученных гальваническим способом [1,2,3]. Расширить и повысить качество, широко применяемых процессов железнения, хромирования, позволяет создать новый перечень условий восстановления различных деталей. Это становится возможным при применении композиционных материалов с добавлением, в том числе высокодисперсных частиц определенных физико-химических характеристик [4,5,6].

Свойства поверхностного слоя деталей определяются структурой покрытий во взаимосвязи с механизмом и режимами осаждения. Установлено, что при восстановлении изношенных деталей из электролитов, содержащих твердые высокодисперсные частицы, происходит их внедрение в гальваническую матрицу с формированием дисперсно-упрочненных композитных гальванических покрытий на поверхности ремонтируемой детали, что позволяет получать поверхностный ремонтный слой с высокими служебными свойствами. Механизм их действия зависит от характеристик высокодисперсных систем, в частности размеров, способа получения, состава [7,8,9].

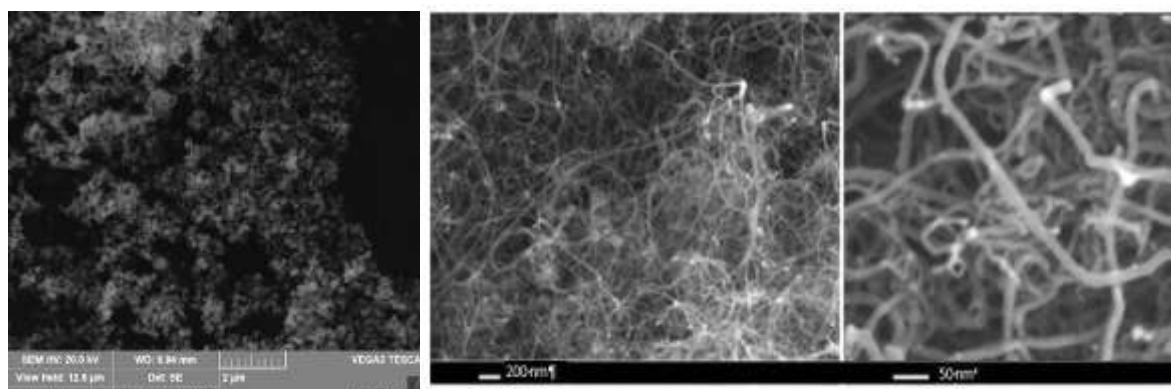
Электроосаждение покрытий сплавом хром-молибден возможно на постоянном токе [10]. Однако, при таком способе резко меняется соотношение компонентов осаждения по толщине сплавов. Это зависит от режима электролиза, в частности от катодной плотности тока. Изменения содержания компонентов приводит к непостоянству физико-механических свойств покрытий. С возрастанием плотности постоянного тока уменьшается

количество молибдена, от 8-10% до 3-5%, что приводит к росту микротрещин, снижению коррозионной устойчивости и фрикционных свойств покрытий [11,12]. Для стабилизации состава сплава по содержанию компонентов использовали импульсный ток прямоугольной формы, частота импульсов 0,3-0,35 Гц и скважностью не выше 1,35.

Предлагаемый способ осаждения сплава Cr-Mo увеличивает выход по току в 1,45-1,6 раза, повышает износостойкость в 1,2 раза, стабилизирует содержание молибдена в сплаве в интервале плотности тока 10-50 А/дм<sup>2</sup> на уровне 2,2-3,0 вес. %, в области 60-100 А/дм<sup>2</sup> на уровне 5,5-6,2 вес. %.

Для повышения качества прикрытия в состав электролита возможно внесение наночастиц металлов, оксидов, многослойных углеродных нанотрубок (МУНТ), с последующим включением их в состав покрытия. Нанопорошки оксида цинка получены плазмохимическим методом, МУНТ - многослойные углеродные нанотрубки типа «Таунит».

С помощью просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) и сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) были получены микрофотографии исследуемых образцов (Рисунок 1).



а

б

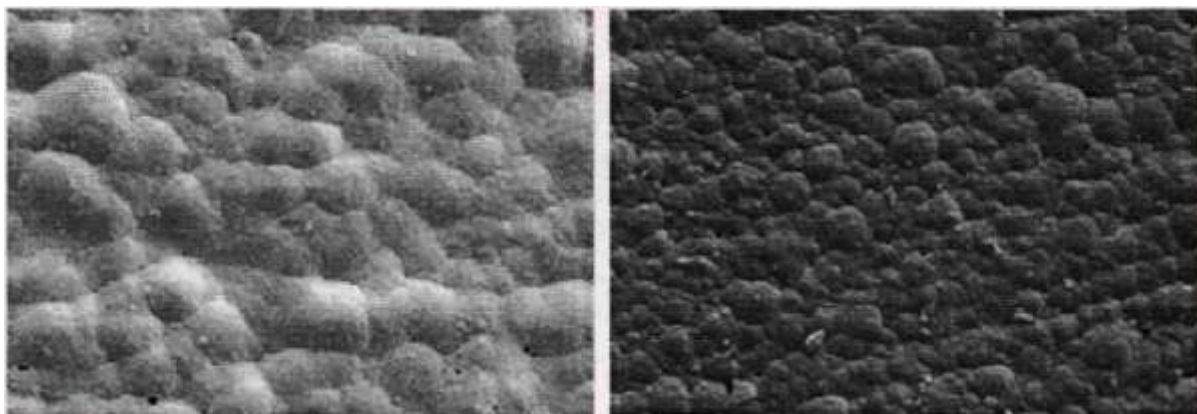
а) оксида цинка, б) мун

Рисунок 1 – Электрон микроскопическое изображение морфологической структуры масштабные линейки 200 и 500

Электролиз проводили для равномерного соотношения осаждаемых компонентов хрома и молибдена с использованием импульсного тока в присутствии наночастиц ZnO. Действие наночастиц на повышение адгезионной прочности, видимо, связано с участием высокодисперсного компонента в активации границы раздела «подложка-покрытие». Это приводит к созданию более качественного прочного покрытия. При электролизе наночастицы оксида цинка при ударе о поверхность катода образуют центры кристаллизации. Поэтому все процессы осаждения идут вокруг центров кристаллизации. Нано соединения обладают большой поверхностью раздела и высокой энергетической составляющей; наблюдается огромное количество частиц, участвующих в процессе электроосаждения. При этом создается

множество центров кристаллизации; осаждение основных компонентов покрытия идет по много зародышевому механизму.

Применение импульсного способа осаждения сплава Cr-Mo с добавкой НЧ оксида цинка позволяет при усилении адгезия повысить прочность сцепления хромового покрытия с основой в соответствии с требованиями ГОСТ 9.301-86 (Рисунок 2). Поверхность получается без видимых сколов, не наблюдается отслаивания покрытия от основного металла. Контроль за данными показателями проводили как при проверке методом нагрева согласно ГОСТ 9.302, так и методом шлифования по ТР 510 [13].



а)

б)

а) электролит с добавками наночастиц ZnO,

б) электролит с добавками наночастиц оксида цинка и соли молибдена

Рисунок 2 – Морфология покрытий Cr (VI), x 1000

Максимальная микротвёрдость хромового покрытия была определена при концентрации оксида цинка 10 мг/л (Рисунок 3).

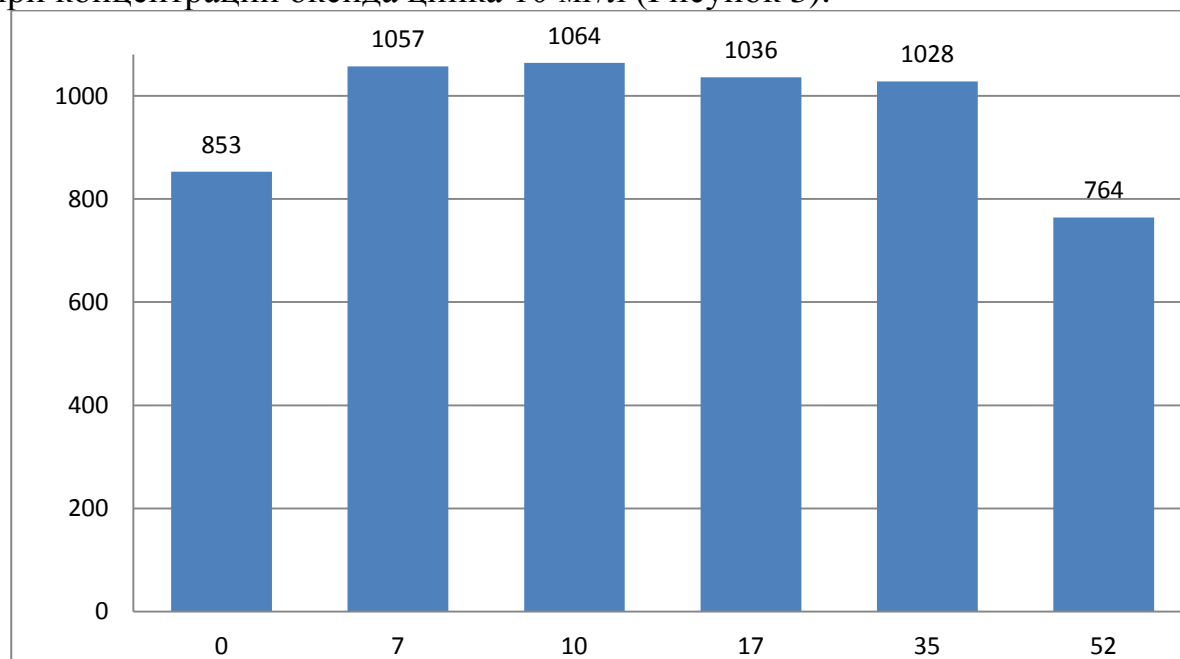


Рисунок 3 – Зависимость микротвердости композиционного хромо-молибденового покрытия от концентрации наночастиц оксида цинка.



Осаждение хром-молибденовых покрытий возможно и из сульфатного мало концентрированного электролита (г/л):  $\text{CrO}_3$  120-150,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1.2–1.5,  $\text{MoO}_3$  –30 с добавлением НЧ оксида цинка в присутствии кристаллического фиолетового 0,8-1 г/л, рН - 0,75, t - 30°C на импульсном режиме при плотности тока от 30 А/дм<sup>2</sup> до 100 А/дм<sup>2</sup>. Введение наночастиц оксида цинка в состав электролита способствовало повышению износостойкости покрытий в 1,2 раза микротвердость, увеличиваясь с 853 кг/мм<sup>2</sup> ( без оксида цинка) до 1064 кг/мм<sup>2</sup> .

На качество покрытий влияет и добавление в электролит хромирования многослойных углеродных нанотрубок (Таблица 1).

Таблица 1 – Зависимость микротвердости хромового покрытия от количества многослойных углеродных нанотрубок

№ эксперимента	Содержание МУНТ, мг/л	Микротвердость, кг/мм <sup>2</sup>
1	0	95
2	10	880
3	20	952
4	30	985
5	40	998
6	50	1012
7	60	1029
8	70	1022
9	80	1024
10	90	1018
11	100	1014

По сравнению с хромовым покрытием, полученным из стандартного электролита хромирования без добавок, увеличение микротвёрдости составляет 16%. Механизм влияния многослойных углеродных нанотрубок, а также однослойных углеродных нанотрубок на микротвёрдость заключается в появлении дополнительных центров кристаллизации на дефектах углеродных нанодобавок. В результате размер кристаллов уменьшается [14]. Из-за этого увеличивается микротвёрдость.

Рисунок 4 демонстрирует поверхность образцов хромовых покрытий в присутствии многослойных углеродных нанотрубок. Изображения, сделанные на сканирующем электронном микроскопе, показывают участки поверхности покрытия с внедрением многослойных углеродных нанотрубок.

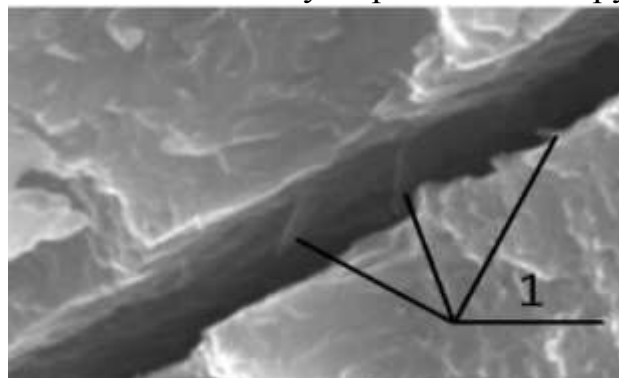


Рисунок 4 – Изображение участка поверхности хромового покрытием в присутствии 1 – многослойных углеродных нанотрубок.

Выборочная дефектация восстановленных валов хромового покрытия при добавлении многослойных углеродных нанотрубок, показала величину износа в пределах допуска, т.е. отсутствие необходимости их ремонта. Визуальный осмотр показал, что рабочие поверхности валов не отслаивается.

### ***Библиографический список***

1. Перспективные методы диагностирования систем мобильной техники в сельском хозяйстве/ В.В. Акимов и др. // Международный научный журнал. - 2017. - № 2. - С. 100-105.

2. Восстановление сельскохозяйственной техники и оборудования гальваническими покрытиями на основе железа/ С.Д. Полищук и др. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. - № 3 (43). - С. 130-135.

3. Промышленное использование хромирования при ремонте деталей сельскохозяйственной техники/ Д.Г. Чурилов и др. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2019. - № 4 (44). - С. 120-125.

4. Чурилов, Д.Г. Комбинированный способ восстановления и упрочнения деталей сельскохозяйственной техники типа "вал" с использованием легированных ферромагнитных порошков : диссертация ...кандидата технических наук: 05.20.03/ Д.Г. Чурилов. – Мичуринский государственный аграрный университет. – Мичуринск. - 2014.- 158 с.

5. Чурилов, Д.Г. Теоретические исследования напряженности в системе покрытие – основа в процессе реализации комбинированного способа восстановления изношенных деталей машин/ Д.Г. Чурилов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2012 - № 82. - С. 232-258.

6. Ингибитор коррозии металлов для использования при ремонте автотракторной техники / Н.В. Бышов, С.Д. Полищук, И.В. Фадеев, Ш.В. Садетдинов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2019. - № 2 (54). - С. 265-275.

7. Обоснование режимов применения технологической оснастки для обработки деталей методом пластической деформации/ Д.Г. Чурилов, И.С. Арапов, А.В. Старунский, С.Д. Полищук // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева.- 2021- Т. 13.- № 2.- С. 136-141.

8. Восстановление и упрочнение деталей ферромагнитными порошками в магнитном поле / М.Н. Горохова, Д.Г. Чурилов, А.А. Горохов, Н.В. Симонова. - Рязань, 2012.

9. Corrective maintenance and hardening of agricultural machinery parts/ S.D.Polischuk [et al] // Key Engineering Materials. – 2020/ - Т. 836 КЕМ. - С. 158-167.

10. Theoretical analysis of chroming electrolytes and properties of chrome coatings/ Y.A. Stekolnikov [et al] //Key Engineering Materials. - 2020. - Т. 836 КЕМ. - С. 142-150.

11. Influence of the size of nanostructured metals on changes in the functional state of the cell and biological activity / D. Churilov [et al] // E3S Web of Conferences. Сер. "International Scientific and Practical Conference "Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad", DAIC 2020" 2020. - С. 2044.

12. Арапов, И.С.Повышение эффективности процесса хромирования/ И.С. Арапов, Д.Г. Чурилов, С.Д. Полищук // Молодежь и XXI век - 2020. материалы X Международной молодежной научной конференции. – 2020. - С. 115-119.

13. Литовка, Ю.В. Процесс получения наномодифицированных цинковых покрытий с повышенной равномерностью / Ю.В. Литовка, Д.Н. Симатин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. - 2013. - Т. 19. - № 4. - С. 886-889.

14. Контролируемый рост нанопроволок ZnO и их оптических свойств Свойства / П. Ян и др. // Adv. Функция. Матер. – 2002. – Т. 12. - С. 42.

15. Электроосаждение модифицированных дисперсными частицами хромовых покрытий и их физико-механические свойства / Е.Г. Винокуров и др. // Защита металлов. - 2006. - Т. 42. - № 3. - С. 312-316.

16. Условия осаждения покрытий латуни в процессе ремонта сельскохозяйственной техники / С. Д. Полищук, Д. Г. Чурилов, А. В. Шемякин, В. В. Терентьев // Известия Юго-Западного государственного университета – Серия: Техника и технологии. – 2017. – № 4 (25). - С. 39-48.

17. Арапов, И. С. Нанесение композиционных покрытий / И. С. Арапов, Д. Г. Чурилов, С. Д. Полищук // Молодежь и XXI век - 2020: материалы X Международной молодежной научной конференции, Курск, 19–20 февраля 2020 года. Том 4. – Курск: ЮЗГУ, 2020. – С. 111-114.

18. Композит металлургического шлама / Д. Г. Чурилов, С. Д. Полищук, А. В. Шемякин, М. С. Арапов // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий, Рязань, 06 апреля 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 501-504.

19. Корнюшин, В. М. Стеклопластиковая и базальтопластиковая композитная арматура / В. М. Корнюшин, И. Е. Кушев, В. В. Коченов // Новые технологии в науке, образовании, производстве : Международный сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, Рязань, 20–23 декабря 2014 года / Ответственный редактор Горохова М.Н. – Рязань: НП "Голос губернии", 2014. – С. 440-447.

*Юдаев Ю.А., д-р техн. наук,  
Соблуков И.А.,  
Ушаков А.Н.,  
Чернышева А.В.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ПОСЛЕДСТВИЯ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ В ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ**

Перенапряжения в линиях электропередач возникают на непродолжительное время. В этот момент происходят переходные процессы, которые протекают на протяжении нескольких десятков микросекунд. В некоторых случаях изменения напряжения в ЛЭП могут достигать сотен микросекунд.

Чаще всего перенапряжения возникают в результате попадания молнии. Технический термин для обозначения разряда молнии - электромагнитный импульс молнии.

Попадание молнии вызывает высокое перенапряжения. Это напряжение значительно превышает перенапряжение, которое возникает в момент коммутации нагрузки или при воздействии электростатического разряда [1-7].

В электроэнергетике под коммутацией понимают подключение или отключение мощных потребителей энергии или короткое замыкание (КЗ) в сети. В это время таких операций в поврежденных кабелях за короткое время происходят значительные изменения величины тока.

При электростатическом разряде энергия передается, когда тела с разным электростатическим потенциалом приближаются или вступают в контакт друг с другом. Знакомый пример этого - когда человек заряжается, проходя по ковру от стены до стены, а затем разряжается на металлический заземленный предмет.

Перенапряжения могут возникать в ЛЭП при различных условиях и типах соединений.

При гальваническом соединении источник перенапряжения непосредственно подключаются к электрической цепи. Такое явление наблюдается при ударах молнии. Протекание тока в этом случае приводит к появлению напряжения на сопротивлении заземления. Это напряжение воздействует на все кабели, которые подключены к центральному эквипотенциальному соединению. Перенапряжение также возникает вдоль проводов, по которым протекает ток, образовавшийся в результате воздействия молнии. Большая скорость нарастания напряжения с индуктивной составляющей сопротивления кабеля.

Перенапряжение происходит при воздействии магнитного поля одного проводника на другой по принципу трансформатора. Прямое перенапряжение вызывает скачок тока с высокой скоростью.

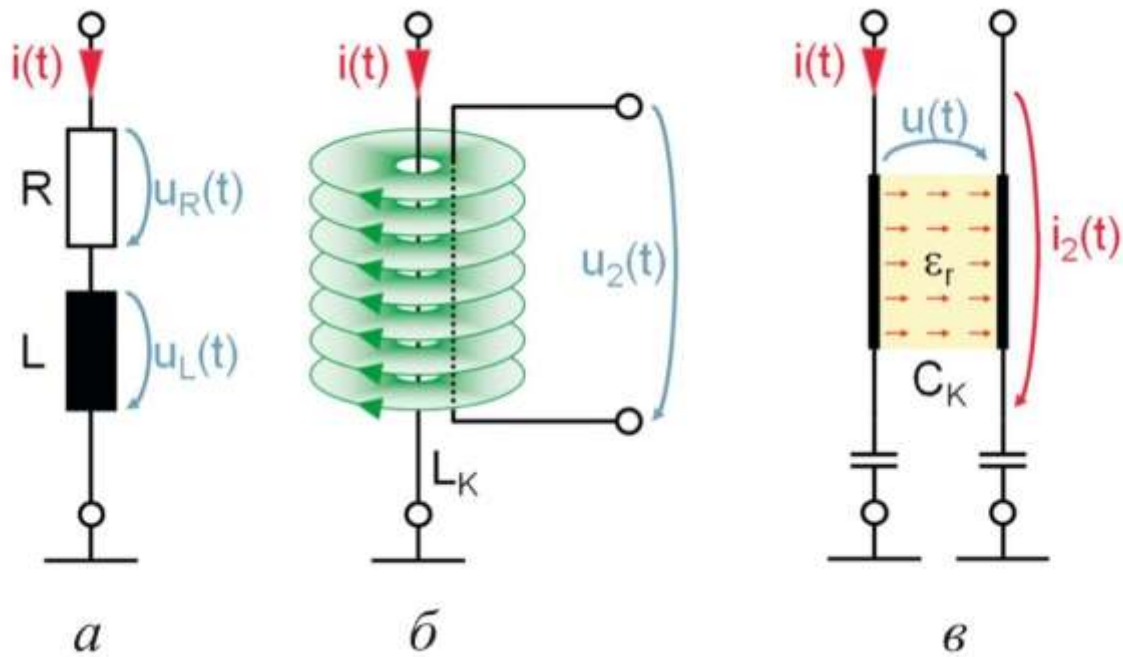


Рисунок 1 – Различные виды связей:

*a* – гальваническая связь; *б* – индуктивная связь; *с* – емкостная связь

Для расчета используется закон индукции Фарадея:

$$U_0 = L \frac{di}{dt}$$

В то же время вокруг проводника возникает значительное магнитное поле, подобное полю в первичной обмотке трансформатора. Это поле вызывает перенапряжение в кабелях поблизости от него, как это имеет место в обмотке трансформатора. Связанное перенапряжение передается по кабелям к нагрузке..

Емкостная связь в основном возникает за счет электрического поля между проводниками с разностью потенциалов. Высокий потенциал возникает через нисходящий провод громоотвода из-за удара молнии. Между нисходящим проводом и другими частями громоотвода с низким потенциалом создается электрическое поле.

Это могут быть, например, питающие кабели. Заряд передается с помощью электрического поля, что приводит к повышению напряжения и к перенапряжению в поврежденных кабелях.

Перенапряжения в электрических цепях, подверженных воздействию молнии, действуют в нескольких направлениях.

Синфазные напряжения ( $U_L$ ) возникают в случае электрических помех, вызванных перенапряжениями или высокочастотными интерференционными напряжениями между проводниками и землей. В этом случае часто применяется термин «асимметричный».

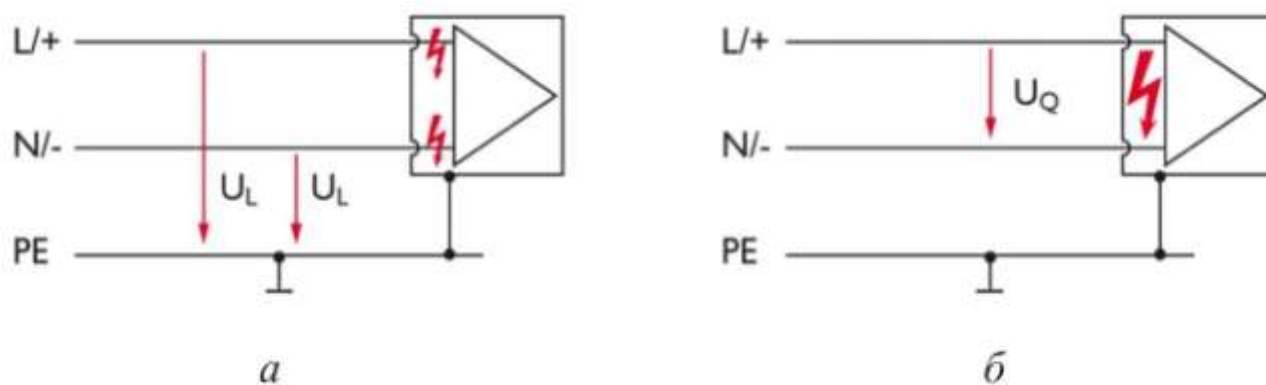


Рисунок 2 – Различные виды напряжений: *a* – синфазное напряжение; *б* – напряжение в нормальном режиме

Асимметричные напряжения представляют наибольшую опасность для элементов, расположенных между электродом с высоким потенциалом и заземленным электродом, что, например, приводит к возникновению искр на платах или между оборудованием и заземленным корпусом.

В нормальном режиме ( $U_Q$ ) возникают помехи, вызванные перенапряжением или высоковольтным и высокочастотным импульсом.



Рисунок 3 – Разрушение варисторного УЗИП при воздействии перенапряжения

Перенапряжения, возникающие в электрических цепях, приводят к выходу из строя оборудования, рисунок 3. Постоянно эксплуатирующиеся прибору и устройства, имеют наибольшую вероятность оказаться под воздействием перенапряжения. В данном случае это повреждение может привести к чрезвычайно высоким экономическим затратам. Ежегодно в мире от ударов молнии погибают от 6 до 24 тыс. человек. Выход электрооборудования из строя из-за ударов молнии по данным немецких страховых компаний (Немецкая страховая ассоциация, GDV) составляет в год примерно 200 миллионов евро. Данных для РФ в открытых источниках обнаружить не удалось.

Возможный вывод из строя электротехнических приборов и устройств при воздействии грозовых импульсов необходимо учитывать при проектировании систем электроснабжения [12-14].

### *Библиографический список:*

1. Анисимов, В.Ф. Динамическое напряжение пробоя в неуправляемых разрядниках / В.Ф. Анисимов, Ю.В. Киселев, Ю.А. Юдаев // Известия Российской академии наук. Серия физическая. - 2003. - Т. 67. - № 9. - С. 1302-1305.

2. Юдаев, Ю.А. Электронная обучающая среда для подготовки специалистов в АПК / Ю.А. Юдаев, Л.Н. Юдаева // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции. - 2017. - С. 335-339.

3. Юдаев, Ю.А. Методика интерактивного обмена информацией В сборнике: Информационно-коммуникационные технологии преподавателя физики и преподавателя / Ю.А. Юдаев, С.И. Официн, Л.Н. Юдаева // Сборник материалов десятой Всероссийской научно-практической конференции. - 2017. - С. 42-45.

4. Yudaev, Y.A. Application of ionising waves for increasing of high speed of response of hydrogen filled thyratrons/ A.S. Arefev, B.D. Maloletkov, Y.A. Yudaev // Электронная обработка материалов. - 1994. - № 3 (177). - С. 50-51.

5. Yudaev, Yu.A. Modelling of vacuum breakdown formation/ A.S. Arefjev, V.A. Antoshkin, Yu. A. Yudaev // International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum, ISDEIV. 19th International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum (ISDEIV). - Xian, China, 2000. - С. 37-38.

6. Юдаев, Ю.А. Численные исследования распределения электрического поля в системе электродов при воздействии на семена растений / Ю.А. Юдаев, Т.В. Кожанова, М.Ю. Юдаев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2015. - № 4 (28). - С. 144-148.

7. Юдаев, Ю.А. Численные исследования процесса формирования разряда в управляемых газоразрядных коммутаторах тока низкого давления/ Ю.А. Юдаев // Известия Российской академии наук. Серия физическая. - 2000. - Т. 64. - № 7. - С. 1307-1316.

8. Исследование связей между техническим состоянием топливной аппаратуры и сигналом давления топлива/ Ю.Н. Абрамов и др. // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2020. - № 2 (11). - С. 81-87.

9. Метод диагностирования топливной системы питания ДВС/ Ю.Н. Абрамов и др. // Новации как стратегическое направление механизации и автоматизации сельского хозяйства: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007). Министерство сельского хозяйства Российской Федерации ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». - 2021. - С. 6-10.

10. Бышов, Д. Н. Моделирование переходных процессов в системах электроснабжения агропромышленных объектов / Д. Н. Бышов, Ю. А. Юдаев ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева. – Рязань : РГАТУ, 2020. – 146 с.

11. Моделирование процесса формирования импульсного разряда в двухэлектродном промежутке с холодным катодом методом частиц / В.Ф. Анисимов и др. // Известия Российской академии наук. Серия физическая. - 2003. - Т. 67. - № 9. - С. 1322-1327.

12. Исследование новых эмиссионных материалов в неуправляемых газонаполненных разрядниках / В.Ф. Анисимов и др. // Известия Российской академии наук. Серия физическая. - 2000. - Т. 64. - № 7. - С. 1335-1339.

13. Патент № 2146405 С1 Российская Федерация, МПК Н01J 17/20. Смесь газов для наполнения газоразрядных приборов : № 98121250/09 : заявл. 23.11.1998 : опубл. 10.03.2000 / А.С. Арефьев, Т.Н. Москвичева, П.В. Сенин, Ю.А. Юдаев ; заявитель Рязанская государственная радиотехническая академия.

14. Богданова, Н.П. Электронная обучающая среда / Н.П. Богданова, Ю.А. Юдаев, А.А. Зорин // Учебный эксперимент в высшей школе. - 2003. - С. 12.

15. Структура потерь электроэнергии в сельских электрических сетях с напряжением 0,38 кВ / Н. Б. Нагаев [и др.] // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиком МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 293-297.

16. Шемедюк, А. В. Испытания кабельных муфт на напряжение 35 кВ / А. В. Шемедюк, Н. Б. Нагаев, С. В. Никонов // Инновационный вектор развития отечественного АПК : Материалы III Национальной научно-практической



конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 23 ноября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 223-230.

17. Фатьянов С.О. Регулирование реактивной мощности в сетях электроснабжения сельского хозяйства / С.О. Фатьянов, А.Ю. Макаров // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева – 2017 – № 2 (5) – С. 157-161.

18. Обеспечение эффективности воздушных электрических сетей напряжением 20 кВ / Е. С. Семина, О. О. Максименко, Л. В. Романова, А. И. Денисов // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК : сборник научных статей 2-й Международной науч.-техн. конф. молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 14 марта 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 486-489.

19. Анализ показателей работоспособности распределительных электрических сетей сельскохозяйственных предприятий / Н. Е. Лузгин, С. О. Фатьянов, Н. М. Латышенок, А. Ю. Смирнов // Инновационные технологии: опыт, проблемы, перспективы развития, Тверь, 25 октября 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 429-432.

**УДК 621.315.17**

*Юдаев Ю.А., д-р техн. наук,*

*Кощеев И.И.,*

*Соблуков И.А.,*

*Ушаков А.Н*

*ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

*Кирьяков О.В., канд. техн. наук*

*РПИ (филиал) ФГАОУ ВО МПУ, г. Рязань, РФ*

## **ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ГРОЗОВОГО РАЗРЯДА**

Для проведения комплексных мероприятий вокруг защищаемого объекта необходимо нарисовать воображаемую окружность. Системы защиты от предполагаемых перенапряжений должны быть установлены во всех точках, где электрические кабели или электрические линии пересекают эту окружность.

При выборе защитных приборов и оборудования необходимо учитывать номинальные характеристики соответствующей электрической цепи. Следовательно, область внутри защитной цепи защищена таким образом, что предотвращается подключение к сети с перенапряжением.

Концепцию защитной цепи можно разделить на следующие составляющие:

Источник напряжения.

Технология измерения и контроля.

Информационные технологии.

Системы передатчиков и приемников электрической энергии.

Рассмотрим расположение индивидуальных областей защиты жилого дома. Для обеспечения эффективных защитных мероприятий необходимо определить, где расположены приборы и устройства, которые могут быть подвергнуты воздействию от перенапряжения и какие воздействия могут представлять опасность для устройств. На рисунке 1 показан дом, который будем использовать для иллюстрации расположения индивидуальных зон защиты.

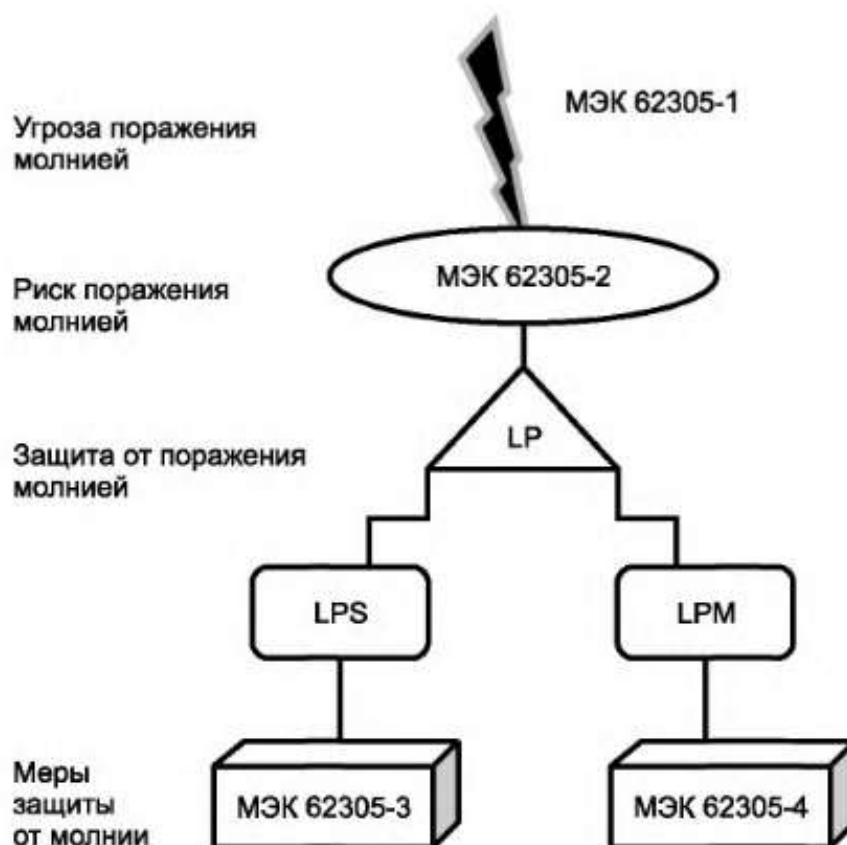


Рисунок 1 – Классификация защитных мер от попадания молнии с соответствующими стандартами

Сокращение LPZ является общепринятой и расшифровывается «Зона молниезащиты» и относится к разным опасным зонам. Проводится различие между зонами:

LPZ 0A (прямой удар молнии): Относится к опасной зоне за пределами здания.

LPZ 0B (прямой удар молнии): Относится к защищенной опасной зоне за пределами здания.

LPZ 1: Относится к зоне внутри строения, где высокое напряжение представляет опасность.

LPZ 2: Относится к зоне внутри строения, где опасность представляют низкоэнергетические перенапряжения.

LPZ 3: В этой области опасность представляют высокие напряжения и другие негативные воздействия, вызванные самими устройствами и кабелями (линиями электропередач).

Перенапряжения ограничиваются разрядными токами высокой частоты и, следовательно, переходными процессами. Первостепенное значение имеет не активное омическое сопротивление, а реактивное индуктивное сопротивление кабеля или линии.

Согласно закону индукции Фарадея, когда токи перенапряжения уходят в землю, то между точкой подключения и нулевым потенциалом (землей) вновь создаются перенапряжения:

$$U_0 = L \frac{di}{dt}$$

$U_0$  – наведенное напряжение, В;  $L$  – индуктивность, Гн;  $di$  – дифференциал тока, А;  $dt$  – временной интервал, с.

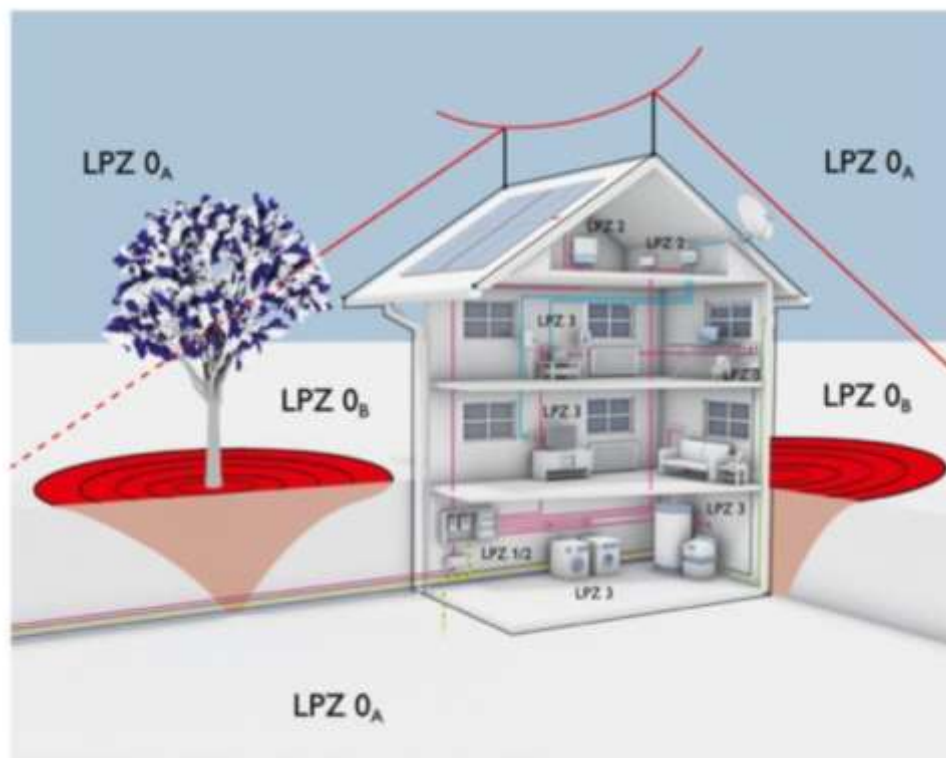


Рисунок 2 – Защита дома от воздействия молнии

Уменьшить сопротивление индуктивности можно только укоротив длину кабеля или соединив разрядные каналы параллельно, рисунок 3. Для минимизации общего сопротивления разрядного контура и, следовательно,

остаточного напряжения наилучшим практическим решением считается сетчатое эквипотенциальное соединение с плотным зацеплением.

Полная защита может быть достигнута только за счет полной изоляции или полного эквипотенциального соединения. Однако, поскольку полная изоляция невозможна для многих практических применений, остается только полное эквипотенциальное соединение.

Для достижения этой цели все электропроводящие детали должны быть подключены к системе эквипотенциального подключения. Защитные устройства используются для подключения кабелей под напряжением к центральному эквипотенциальному подключению. В случае перенапряжения они являются токопроводящими и создают короткое замыкание при перенапряжении. Поэтому можно эффективно предотвращать повреждения от перенапряжений.

Могут быть созданы различные системы эквипотенциального подключения:

Линейное эквипотенциальное соединение

Звездообразное эквипотенциальное соединение

Сетчатое эквипотенциальное соединение

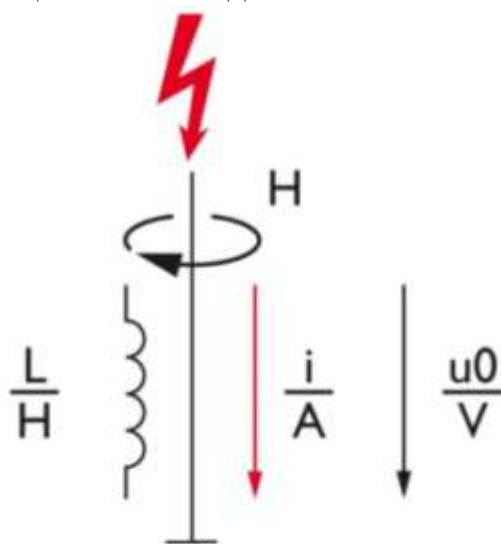


Рисунок 3 – Возникновение магнитного потока на заземляющем кабеле

Сетчатое эквипотенциальное соединение является наиболее эффективным методом, т.к. все электропроводящие детали имеют здесь отдельный кабель, а дополнительные кабели соединяют все точки по кратчайшему пути. Этот тип эквипотенциального подключения подходит для особо чувствительных систем, таких как компьютеры и серверы.

Обычно меры защиты разделены на два или три уровня в зависимости от выбранных защитных устройств и ожидаемого воздействия окружающей среды. Защитные устройства для отдельных уровней различаются по разрядной мощности и уровню защиты по напряжению в зависимости от того, к какому уровню защиты они относятся.

### *Библиографический список*

1. Анисимов, В.Ф. Динамическое напряжение пробоя в неуправляемых разрядниках / В.Ф. Анисимов, Ю.В. Киселев, Ю.А. Юдаев // Известия Российской академии наук. Серия физическая. - 2003. - Т. 67. - № 9. - С. 1302-1305.
2. Юдаев, Ю.А. Электронная обучающая среда для подготовки специалистов в АПК / Ю.А. Юдаев, Л.Н. Юдаева // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции. - 2017. - С. 335-339.
3. Юдаев, Ю.А. Методика интерактивного обмена информацией В сборнике: Информационно-коммуникационные технологии преподавателя физики и преподавателя / Ю.А. Юдаев, С.И. Официн, Л.Н. Юдаева // Сборник материалов десятой Всероссийской научно-практической конференции. - 2017. - С. 42-45.
4. Yudaev, Y.A. Application of ionising waves for increasing of high speed of response of hydrogen filled thyratrons/ A.S. Arefev, B.D. Maloletkov, Y.A. Yudaev // Электронная обработка материалов. - 1994. - № 3 (177). - С. 50-51.
5. Yudaev, Yu.A. Modelling of vacuum breakdown formation/ A.S. Arefjev, V.A. Antoshkin, Yu. A. Yudaev // International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum, ISDEIV. 19th International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum (ISDEIV). - Xian, China, 2000. - С. 37-38.
6. Юдаев, Ю.А. Численные исследования распределения электрического поля в системе электродов при воздействии на семена растений / Ю.А. Юдаев, Т.В. Кожанова, М.Ю. Юдаев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2015. - № 4 (28). - С. 144-148.
7. Юдаев, Ю.А. Численные исследования процесса формирования разряда в управляемых газоразрядных коммутаторах тока низкого давления/ Ю.А. Юдаев // Известия Российской академии наук. Серия физическая. - 2000. - Т. 64. - № 7. - С. 1307-1316.
8. Исследование связей между техническим состоянием топливной аппаратуры и сигналом давления топлива/ Ю.Н. Абрамов и др. // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2020. - № 2 (11). - С. 81-87.
9. Метод диагностирования топливной системы питания ДВС/ Ю.Н. Абрамов и др. // Новации как стратегическое направление механизации и автоматизации сельского хозяйства: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007). Министерство сельского хозяйства Российской Федерации ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». - 2021. - С. 6-10.

10. Бышов, Д. Н. Моделирование переходных процессов в системах электроснабжения агропромышленных объектов / Д. Н. Бышов, Ю. А. Юдаев ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева. – Рязань : РГАТУ, 2020. – 146 с.

11. Моделирование процесса формирования импульсного разряда в двухэлектродном промежутке с холодным катодом методом частиц / В.Ф. Анисимов и др. // Известия Российской академии наук. Серия физическая. - 2003. - Т. 67. - № 9. - С. 1322-1327.

12. Исследование новых эмиссионных материалов в неуправляемых газонаполненных разрядниках / В.Ф. Анисимов и др. // Известия Российской академии наук. Серия физическая. - 2000. - Т. 64. - № 7. - С. 1335-1339.

13. Патент № 2146405 С1 Российская Федерация, МПК H01J 17/20. Смесь газов для наполнения газоразрядных приборов : № 98121250/09 : заявл. 23.11.1998 : опубл. 10.03.2000 / А.С. Арефьев, Т.Н. Москвичева, П.В. Сенин, Ю.А. Юдаев ; заявитель Рязанская государственная радиотехническая академия.

14. Богданова, Н.П. Электронная обучающая среда / Н.П. Богданова, Ю.А. Юдаев, А.А. Зорин // Учебный эксперимент в высшей школе. - 2003. - С. 12.

15. Анализ потерь электрической энергии и способов их снижения в сельских электрических сетях / Н. Б. Нагаев [и др.] // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной науч.-практ. конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 319-324.

16. Структура потерь электроэнергии в сельских электрических сетях с напряжением 0,38 кВ / Н. Б. Нагаев [и др.] // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : материалы международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиком МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 293-297.

17. Фатьянов С.О. Регулирование реактивной мощности в сетях электроснабжения сельского хозяйства / С.О. Фатьянов, А.Ю. Макаров // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева – 2017 – № 2 (5) – с. 157-161.

18. Модернизация цифровой систем защиты от аварийных режимов работы оборудования трансформаторных подстанций агропромышленных предприятий / С. О. Фатьянов, М. В. Поляков, Н. Е. Лузгин, А. Ю. Смирнов // Инновационные технологии: опыт, проблемы, перспективы развития, Тверь, 25 октября 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 444-446.

*Юдаев Ю.А., д-р техн. наук,  
Кощеев И.И.,  
Соблуков И.А.,  
Ушаков А.Н.  
ФГБОУ ВО РГТУ, г. Рязань, РФ  
Кирьяков О.В., канд. техн. наук  
РПИ (филиал) ФГАОУ ВО МПУ, г. Рязань, РФ*

## **ТРЕХУРОВНЕВАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ УДАРА МОЛНИИ**

Концепция трехуровневой системы защиты от перенапряжения, возникающего при попадании молнии в линию электропередачи, состоит в последовательном размещении защитных устройств на участке действия высокого напряжения.

Уровень 1: Газонаполненный защитный разрядник. Производит защиту от напряжения свыше 5 кВ. Место установки – распределительный щит.

Уровень 2: Защитное устройство на напряжение 2,5 кВ. Место установки любое удобное для монтажа между распределительным щитом и конечной нагрузкой.

Уровень 3: Защитное устройство, на напряжение, лежащее в диапазоне  $1,15U_{ном}$  номинального напряжения до 1,5 кВ. Устанавливается непосредственно перед защищаемым устройством [1-6].

Первый и второй уровни защиты могут быть объединены в комбинированном устройстве. Подобное защитное устройство будет отвечать аналогичным требованиям, что и защитные устройства первого и второго уровня. Основным преимуществом является удобство установки. Кроме того, не требуется учитывать никаких особых условий установки.

В случае возникновения перенапряжений, поврежденные устройства и кабели должны быть закорочены с помощью гальванического соединения в течение очень короткого промежутка времени. Для этой цели можно применять различные элементы с подходящими свойствами. По сути, эти компоненты различаются по поведению при срабатывании и нагрузочной способности.

Диоды-ограничители выполняют функцию, которую называют точной защитой. Они выполняют функцию быстрой защиты и ограничивают низкое напряжение.

Стандартные типы имеют низкой токовую нагрузку и большую емкостную составляющую [7-9]. С увеличением напряжения токовая нагрузка уменьшается.

Промышленность выпускает стабилитроны на большое напряжение и большой разрядный ток. Однако эти версии имеют значительные размеры и редко применяются в комбинированных схемах защиты.

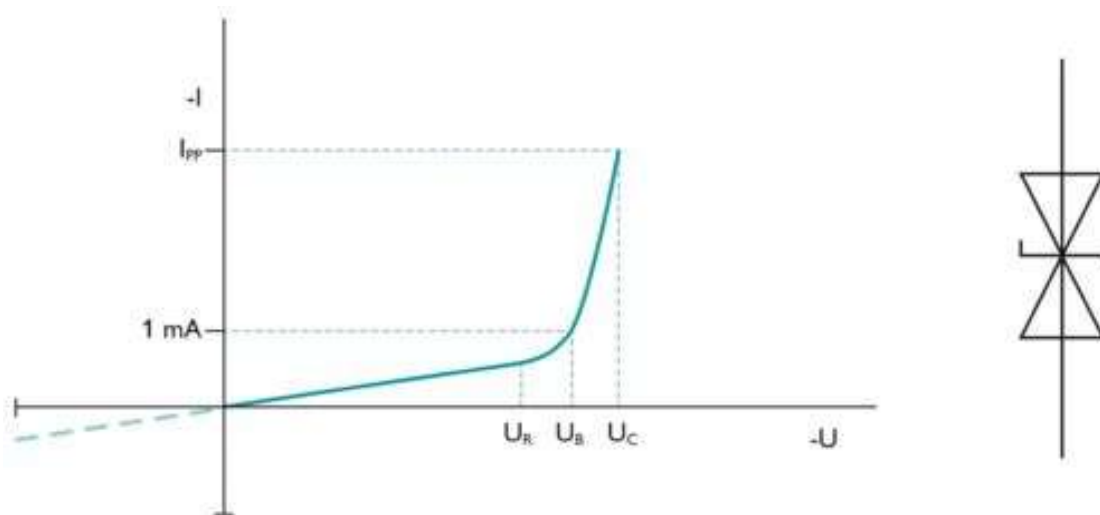


Рисунок 1 – Вольтамперная характеристика двухстороннего стабилитрона:  
 $U_R$  – обратное напряжение;  $U_B$  – напряжение пробоя,  $U_C$  – рабочее напряжение,  
 $I_{PP}$  – импульс тока перенапряжения

Еще одним защитным прибором является металлоксидный варистор. Время срабатывания его составляет единицы наносекунд.

Переход в проводящее состояние происходит намного быстрее, чем у газонаполненных разрядников.

Варисторы с током пробоя до 2,5 кА применяются в качестве среднего уровня защиты. Варисторы с номинальным током разряда до 3 кА применяются в области электроснабжения и являются ключевым элементом защитных цепей третьего уровня. Варисторы, которые используются в приборах защиты от перенапряжения второго уровня, имеют большую мощность. В этой области применения стандартная версия может выдерживать разрядный ток до 20 кА.

Существует класс приборов, который имеет ток пробоя 80 кА.

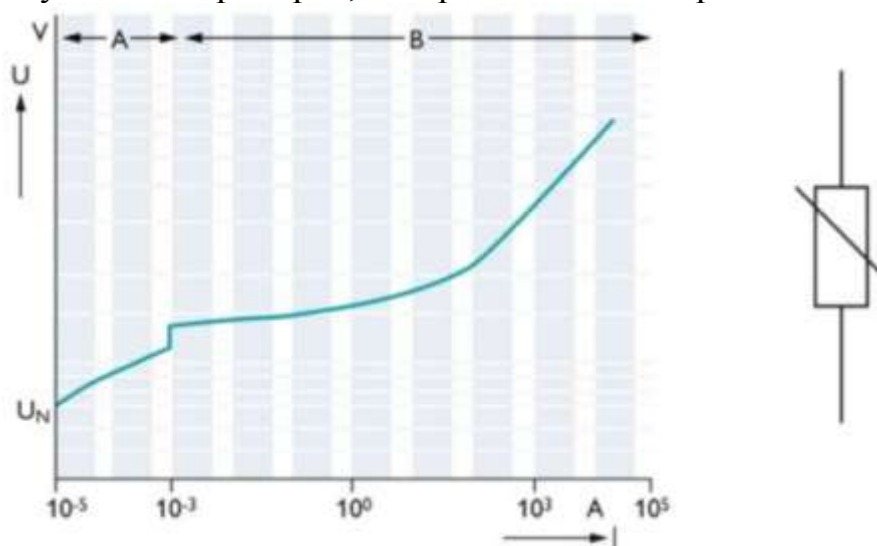


Рисунок 2 – Вольтамперная характеристика варистора:  
 А – рабочая зона с высоким сопротивлением;  
 В – рабочая зона с низким сопротивлением



Функцию защиты от перенапряжения выполняют также газонаполненные разрядники, которые обладают следующими свойствами:

- изменяющееся внутреннее сопротивление от единиц Мом до десятых долей Ома;
- время пробоя находится в наносекундном диапазоне;
- выдерживают ток разряда до 20 кА;
- прибор имеет очень компактные габариты;
- напряжение поддержания разряда находится в интервале 80 – 120 В.

Ключевым компонентом защиты от молнии чаще всего является разрядник. Этот прибор содержит два электрода, которые расположены близко друг к другу. При достижении напряжения пробоя в межэлектродном промежутке возникает дуговой разряд [10-14]. Внутренне сопротивление быстро уменьшается. Происходит короткое замыкание. Существуют открытые и закрытые разрядные промежутки. Разрядная мощность и коммутирующая способность открытых промежутков больше, чем у закрытых.

Возможно прерывание дуги при использовании дополнительного электрода, находящегося между катодом и анодом. Дуговой разряд движется к этому электроду и рассеивается. Это приводит к образованию отдельных областей дугового разряда, которые выводятся из разрядного промежутка и затем могут быть легко погашены. Это позволяет искровому промежутку снова переходить в состояние высокого сопротивления.



Рисунок 3 – Пробивная характеристика защитного разрядника

Возможно построение защитных схем с использованием разрядников. На рисунке 4 показаны двухуровневая защитная схема с резистивной развязкой и трехуровневая защитная схема с развязкой при использовании индуктивности.

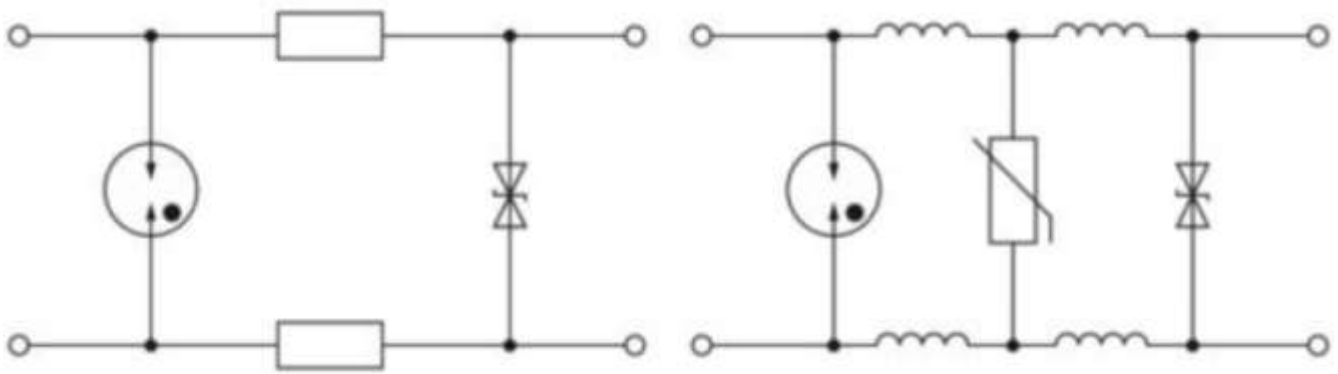


Рисунок 4 – Защитные схемы для защиты от ударов молнии

Приведенные схемы являются наиболее надежными для защиты приборов от перенапряжения.

### *Библиографический список*

1. Yudaev, Y.A. Application of ionising waves for increasing of high speed of response of hydrogen filled thyatrons/ A.S. Arefev, B.D. Maloletkov, Y.A. Yudaev // Электронная обработка материалов. - 1994. - № 3 (177). - С. 50-51.

2. Юдаев, Ю.А. Электронная обучающая среда для подготовки специалистов в АПК / Ю.А. Юдаев, Л.Н. Юдаева // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции. - 2017. - С. 335-339.

3. Юдаев, Ю.А. Методика интерактивного обмена информацией В сборнике: Информационно-коммуникационные технологии преподавателя физики и преподавателя / Ю.А. Юдаев, С.И. Официн, Л.Н. Юдаева // Сборник материалов десятой Всероссийской научно-практической конференции. - 2017. - С. 42-45.

4. Анисимов, В.Ф. Динамическое напряжение пробоя в неуправляемых разрядниках / В.Ф. Анисимов, Ю.В. Киселев, Ю.А. Юдаев // Известия Российской академии наук. Серия физическая. - 2003. - Т. 67. - № 9. - С. 1302-1305.

5. Yudaev, Yu.A. Modelling of vacuum breakdown formation/ A.S. Arefjev, V.A. Antoshkin, Yu. A. Yudaev // International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum, ISDEIV. 19th International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum (ISDEIV). - Xian, China, 2000. - С. 37-38.

6. Юдаев, Ю.А. Численные исследования распределения электрического поля в системе электродов при воздействии на семена растений / Ю.А. Юдаев, Т.В. Кожанова, М.Ю. Юдаев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2015. - № 4 (28). - С. 144-148.

7. Юдаев, Ю.А. Численные исследования процесса формирования разряда в управляемых газоразрядных коммутаторах тока низкого давления/ Ю.А. Юдаев // Известия Российской академии наук. Серия физическая. - 2000. - Т. 64. - № 7. - С. 1307-1316.

8. Исследование связей между техническим состоянием топливной аппаратуры и сигналом давления топлива/ Ю.Н. Абрамов и др. // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2020. - № 2 (11). - С. 81-87.

9. Метод диагностирования топливной системы питания ДВС/ Ю.Н. Абрамов и др. // Новации как стратегическое направление механизации и автоматизации сельского хозяйства: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007). Министерство сельского хозяйства Российской Федерации ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». - 2021. - С. 6-10.

10. Бышов, Д. Н. Моделирование переходных процессов в системах электроснабжения агропромышленных объектов / Д. Н. Бышов, Ю. А. Юдаев ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева. – Рязань : РГАТУ, 2020. – 146 с.

11. Моделирование процесса формирования импульсного разряда в двухэлектродном промежутке с холодным катодом методом частиц / В.Ф. Анисимов и др. // Известия Российской академии наук. Серия физическая. 2003. - Т. 67. - № 9. - С. 1322-1327.

12. Исследование новых эмиссионных материалов в неуправляемых газонаполненных разрядниках / В.Ф. Анисимов и др. // Известия Российской академии наук. Серия физическая. - 2000. - Т. 64. - № 7. - С. 1335-1339.

13. Патент № 2146405 С1 Российская Федерация, МПК H01J 17/20. Смесь газов для наполнения газоразрядных приборов : № 98121250/09 : заявл. 23.11.1998 : опубл. 10.03.2000 / А. С. Арефьев, Т. Н. Москвичева, П. В. Сенин, Ю. А. Юдаев ; заявитель Рязанская государственная радиотехническая академия.

14. Богданова, Н.П. Электронная обучающая среда / Н.П. Богданова, Ю.А. Юдаев, А.А. Зорин // Учебный эксперимент в высшей школе. - 2003. - С. 12.

15. Исследование переходных процессов в линейных электрических цепях / А. С. Красников [и др.] // Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых : Материалы научно-практической конференции с международным участием, Рязань, 02 марта 2018 года. – Рязань: РГАТУ, 2018. – С. 205-212.

16. Красников, А. С. К методике определения критической температуры  $t_c$  в высокотемпературной сверхпроводящей керамике / А. С. Красников, С. Н. Гобелев, Н. Б. Нагаев // Опыт применения ИКТ в технологическом и естественнонаучном образовании: состояние, проблемы, перспективы : сборник

материалов XII Всероссийской научно-практической конференции, Коломна, 03–05 апреля 2019 года. – Коломна: Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области "Государственный социально-гуманитарный университет", 2019. – С. 46-55.

17. Модернизация цифровой систем защиты от аварийных режимов работы оборудования трансформаторных подстанций агропромышленных предприятий / С. О. Фатьянов, М. В. Поляков, Н. Е. Лузгин, А. Ю. Смирнов // Инновационные технологии: опыт, проблемы, перспективы развития, Тверь, 25 октября 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 444-446.

**УДК 621.878**

*Юмаев Д.М., канд. техн. наук,  
Костенко М.Ю., д-р техн. наук,  
Рембалович Г.К., д-р техн. наук,  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МАШИН ДЛЯ ВЫРАВНИВАНИЯ МИКРОРЕЛЬЕФА И ПЛАНИРОВКИ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛЯ**

Исследование передовых агротехнических устройств для коррекции микротопографии и формирования эффективных агроландшафтов представляет собой ключевой вопрос в агроиндустрии. В рамках данного обзора будут детально изучены различные классы подобных аппаратов, механизмы их функционирования, а также преимущества и возможные ограничения каждой модели. Осуществляется сравнительный анализ модельного ряда, доступного на современном рынке, с целью определения наилучшего варианта агротехники, соответствующего специфике работы сельскохозяйственного производства или агробизнеса.

Агротехническая индустрия испытывает значительный рост, переходя на новый уровень эффективности через широкое применение инновационных технологий и сельскохозяйственной механизации. Одной из критических операций, выполняемых аграрными предприятиями, становится коррекция микрорельефа поля и его топографическое выравнивание. Такие действия необходимы для достижения равномерности в распределении семян посевов, минеральных удобрений и влаги, способствуют повышению продуктивности почвы и созданию идеальных агроклиматических условий для вегетации сельскохозяйственных культур.

Однако, в дополнение к их многочисленным преимуществам, инструменты для коррекции микротопографии и выравнивания земельных участков также обладают определёнными ограничениями. Например, часть из этих устройств характеризуется повышенным потреблением энергии или требует специфических навыков для эффективного применения. К тому же, их

приобретение может оказаться экономически невыгодным для мелких аграрных операций из-за относительно высокой ценовой категории.

В процессе отбора сельскохозяйственной техники, специализированной на выравнивании микрорельефа и выполнении работ по планировке агропромышленных земель, необходимо тщательно оценивать, как достоинства, так и возможные ограничения данных агрегатов. Этот подход позволяет выбрать оборудование, способствующее созданию идеальных условий для ведения аграрного хозяйства. Помимо этого, не менее значимым аспектом является должный уход и корректное использование такого оборудования, что напрямую влияет на успешность достижения поставленных агротехнических целей.

Анализ ассортимента техники для коррекции микрорельефа играет ключевую роль в стратегиях эффективного земледелия, позволяя повысить урожайность и улучшить качество обработки почвы. Современный рынок предлагает обширный выбор устройств и механизмов для этих целей, отличающихся по функциональности, эффективности и техническим характеристикам, что делает возможным наиболее точную подготовку земельного участка под посевную кампанию.

Тягачи, оснащенные грейдерными устройствами, занимают ведущие позиции среди оборудования для коррекции микрорельефа земельных участков. Эти агрегаты включают в себя продвинутые системы уровнемеров, способные автономно оценивать параметры высоты и уклона обрабатываемой территории, адаптируя функционирование грейдера для наилучшего результата. Основные достоинства подобного оборудования заключаются в его выдающейся эффективности и предельной аккуратности выравнивания, а также в присущей им способности к автоматизации таких операций. В то же время, значительные издержки на приобретение и техническое обслуживание представляют собой основной недостаток этих систем.



Рисунок 1 – Автогрейдер для коррекции микрорельефа

Ключевыми агрегатами для коррекции микротопографии и уровня земельного участка служат роторные культиваторы. Они укомплектованы особыми лезвиями или зубцами, которые снимая верхний слой земли, облегчают структуру и способствуют выравниванию территории. Эти устройства выделяются своей эффективностью и способны функционировать на обширных ареалах. Роторные культиваторы с гидравлическим регулированием глубины воздействия являются широко применяемыми агрегатами для выравнивания мелкозернистой структуры почвы. Обладая отличной управляемостью, они идеально подходят для компактных земельных участков и способны проводить качественную предпосевную и послепосевную обработку почвы, а также подготовку поля после сбора урожая. Тем не менее, эти культиваторы могут столкнуться с ограничениями в производительности и требуют регулярного технического обслуживания, включая замену изношенных компонентов.



Рисунок 2 – Роторный культиватор

На рынке представлены высокотехнологичные аграрные устройства для коррекции микрорельефа земель, включая применение лазерных уровнемеров и тракторов с GPS-навигацией. Эти технологически продвинутые сельхозмашины идеально подходят для использования на обширных аграрных территориях, где критически важны точность и оперативность обработки поля. Оснащённые передовыми системами геолокации и автоматизированным контролем, они гарантируют идеальное соблюдение заложенных параметров рельефа земли. Главные преимущества данных устройств заключаются в их способности обеспечивать безупречную точность и скорость выполнения работ, а также в их совместимости с прочими агротехническими инновациями. Тем не менее, их

использование ограничивается высокими затратами на приобретение и техническое обслуживание.

Следовательно, определение адекватного агрегата для коррекции микротопографии и выравнивания аграрных угодий напрямую связано с уникальными задачами и условиями, характерными для каждого агропромышленного комплекса. Разнообразие доступных инструментов обуславливает необходимость глубокого анализа их функционала и ограничений, чтобы выбранный инвентарь максимально соответствовал специфике и ресурсам предприятия.

Современные агрегаты для коррекции микрорельефа и ровности агрополей представляют собой передовые агротехнические устройства, оснащенные последними инновациями, что делает их незаменимыми для повышения качества и эффективности аграрных операций. Параметры и функционал этих агрегатов играют ключевую роль в оптимизации их работы на поле.

Основные параметры, такие как мощность двигателя, ширина обрабатываемой полосы, и глубина возделывания, играют ключевую роль в определении производительности и эффективности сельскохозяйственных агрегатов, предназначенных для планирования поверхности земельных участков. В процессе выбора подходящей техники важно уделять внимание не только этим параметрам, но и рассматривать возможности расширения функционала за счет дополнительных опций, при этом не забывая проанализировать экономическую составляющую — начальные затраты на приобретение агрегата и последующие расходы на его техническое обслуживание.

Мощность двигателя представляет собой важный параметр, определяющий способность транспортного средства успешно преодолевать повышенные нагрузки и выполнять объемные работы. Данный показатель обычно выражается в лошадиных силах (л.с.) или киловаттах (кВт), и его выбор должен соответствовать площади обрабатываемых земель, характеристикам почвы и требуемому уровню производительности.

Другим важным параметром является рабочая ширина устройства. Этот показатель определяет объем земельного участка, который агротехника может обработать за один цикл прохода. Различные модели и бренды предлагают разную рабочую ширину, и выбор наиболее подходящего варианта зависит от индивидуальных нужд и условий работы сельскохозяйственного предприятия.

Ключевым фактором также выступает дептация почвообработки, она определяет проникновение агротехнического оборудования в слои земли для коррекции ландшафта и подготовительных работ под засев или озеленение. Эффективность дептации значительно варьируется в зависимости от структуры почвенного покрова, погодных условий и агрономических потребностей выращиваемых культур.

Некоторые передовые агротехнические устройства для выравнивания земельных участков оснащены системами GPS для точной навигации и

контроля, улучшая эффективность выполнения задач и минимизируя время, необходимое оператору. Альтернативные модели предоставляют опции автоматической настройки глубины обработки почвы или контроля за распределением удобрений и применением средств борьбы с вредителями.

Необходимо принимать во внимание как первоначальную стоимость приобретения оборудования для обработки земли, так и последующие расходы на его техническое обслуживание, а также затраты на запчасти и проведение ремонтных работ. При выборе техники для выравнивания земельных участков руководствоваться следует не только ее функциональными возможностями, но и аспектами экономической выгоды в рамках длительной эксплуатации.

Примером того, как техника может оптимизировать агропромышленные процессы, является использование мощных агроиндустриальных машин для скоростного выравнивания микрорельефа и планировки земельных участков. Эти машины способствуют улучшению качества почвы и повышению урожайности, но их высокая стоимость может стать препятствием для мелких хозяйств. С другой стороны, более доступные машины могут предлагать умеренную мощность и сниженную эффективность, что также влияет на выбор аграриев, особенно при ограниченном бюджете.

Дополнительно, производительность агротехники напрямую коррелирует с качеством почвы и её микрорельефом. В определённых ситуациях, процессы выравнивания и создания плановых поверхностей требуются лишь на отдельных участках аграрных территорий, тогда как на других эти мероприятия могут представлять меньший приоритет. Это подразумевает, что механизированное выравнивание и планирование оказывается целесообразным лишь при наличии определенных условий.

Помимо того, результативность работы техники сильно зависит от квалификации и навыков оператора. Высокотехнологичное оборудование не способно показывать выдающиеся результаты без правильного управления. Следовательно, подготовка и практический опыт операторов критически влияют на производительность оборудования.

В конечном итоге, производительность оборудования тесно связана с его техническим уровнем и состоянием. Откладывание процедур техобслуживания и ремонтных работ может привести к снижению эффективности и появлению технических неполадок. Следовательно, систематическое техническое обслуживание и ремонты необходимы для оптимального функционирования машин.

Стоит отметить, что результативность применения новейших агротехнических устройств для коррекции микротопографии и террасирования сельскохозяйственных угодий контролируется комплексом аспектов, включающих в себя аккуратный подбор типа аппаратуры, характеристики и структуру почвенного покрова, квалификацию машиниста, а также исправность и настройки техники. Глубокое изучение этих элементов даст возможность аграриям выбрать наиболее продуктивные и адекватные агрегаты для



реализации индивидуальных задач и адаптации под специфические условия хозяйствования.

Развитие сельскохозяйственной техники ориентируется на усовершенствование автоматизированных процессов управления рельефом и планирования агроландшафтов. Агротехника сегодня оборудована системами автоматического контроля и GPS-навигации, благодаря которым механизмы способны самостоятельно выполнять ряд операций. Несмотря на это, достижение полной автономии агроустройств остается целью для специалистов. Прогресс в изучении и адаптации инновационных технологических решений, а также алгоритмизация приведет к повышению эффективности сельскохозяйственного производства.

Кроме того, одно из направлений развития заключается в применении передовых технологий и инновационных материалов для повышения эффективности агрегатов, задействованных в выравнивании микротопографии и подготовке агропочвенного слоя. Сегодня на рынке доступны новейшие материалы с улучшенными свойствами, включая повышенную прочность и устойчивость к абразивному износу. Применение этих материалов может существенно продлить эксплуатационный период таких агрегатов и способствовать поднятию их функциональной эффективности.

Также, перспективной считается оптимизация энергопотребления устройств, предназначенных для выравнивания микротопографии и обработки почвенного покрова аграрных угодий. Современные агрегаты часто используют дизельное топливо, что постепенно теряет свою экологическую и экономическую привлекательность. Проработка и адаптация инновационных энергоэффективных технологий, включая применение электроэнергии или возобновляемых источников энергии, обещает сократить операционные издержки и минимизировать вредное влияние на экосистему.

### *Библиографический список*

1. Юмаев, Д. М. Аспекты разработки программы комплексного развития транспортной инфраструктуры / Д. М. Юмаев // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 20 ноября 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 431-436.

2. Желтоухов, А. А. Обзор малогабаритных сельскохозяйственных машин для малых частных фермерских хозяйств / А. А. Желтоухов, Д. М. Юмаев, Г. К. Рембалович // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. , Рязань, 09 декабря 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 230-233.

3. Юмаев, Д. М. Анализ современных дождевальных машин для орошения сельскохозяйственных культур / Д. М. Юмаев, А. А. Желтоухов, Г. К. Рембалович // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 393-397.

4. Патент на полезную модель № 204127 U1 Российская Федерация, МПК А01G 9/24, А01G 25/00. дождевальная установка для теплиц : № 2020144374 : заявл. 30.12.2020 : опубл. 11.05.2021 / А. В. Кузнецов, А. И. Рязанцев, Г. К. Рембалович [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

5. Анализ современных сепарирующих устройств картофелеуборочных машин / А. А. Желтоухов, Д. М. Юмаев, Д. М. Ликучев, Г. К. Рембалович // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 196-200.

6. Анализ способов предпосадочной обработки картофеля / А. И. Ликучев, М. Ю. Костенко, Д. М. Юмаев, А. А. Желтоухов // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 255-260.

7. Санникова, М. Л. Методы эфхко как фактор устойчивого развития обработки материалов / М. Л. Санникова, Г. К. Рембалович, Д. М. Юмаев // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 362-364.

8. Юмаев, Д. М. Анализ современных систем и способов орошения сельскохозяйственных культур в условиях закрытого грунта / Д. М. Юмаев, А. А. Желтоухов, Г. К. Рембалович // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 467-470.

9. Юмаев, Д. М. Анализ современных систем и способов орошения сельскохозяйственных культур в условиях закрытого грунта / Д. М. Юмаев, А. А. Желтоухов, Г. К. Рембалович // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 467-470.

10. Улучшение защитных свойств противокоррозионной мастики / И. А. Успенский [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2020. – № 2(46). – С. 96-101.

11. Анализ процесса выгрузки клубней из транспортного агрегата с усовершенствованным самосвальным кузовом / О. В. Филюшин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2020. – № 1(45). – С. 107-114. –

12. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022660112 Российская Федерация. Расчет объемного и массового расхода : № 2022619415 : заявл. 24.05.2022 : опубл. 31.05.2022 / А. В. Шемякин [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

13. Ушанев, А. И. Обоснование параметров установки гидравлического нанесения защитного покрытия сельскохозяйственной техники : специальность 05.20.03 "Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ушанев Александр Игоревич. – Рязань, 2018. – 134 с.

14. Применение сероасфальтобетона в дорожном строительстве / С. Н. Борычев [и др.] // Развитие и модернизация улично-дорожной сети (УДС) крупных городов с учетом особенностей организации и проведения массовых мероприятий международного значения (в рамках подготовки к Чемпионату мира по футболу 2018 Г.), Волгоград, 17–19 октября 2014 года / Материалы Международной научно-практической конференции: Электронный ресурс. – Волгоград: Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. – С. 93-97.

15. Филюшин, О. В. Анализ усовершенствованных органов вторичной сепарации картофелеуборочных машин / О. В. Филюшин, А. А. Кутыраев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 22 декабря 2022 года /– Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 95-101.

16. Methodology for assessing the energy efficiency of separating methods for wax raw materials / Y. A. Ivanov, S. N. Borychev, D. N. Byshov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Zernograd, Rostov Region, 27–28 августа 2020 года. – Zernograd, Rostov Region, 2021. – P. 012070.

17. Определение удельного электрического сопротивления сдвига фрикционной накладке тормозной колодки относительно металлической пластины (корпуса) / И. А. Успенский, И. А. Юхин, Н. В. Лимаренко [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2020. – № 3(59). – С. 395-405.

18. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023619462 Российская Федерация. Программа расчета нормы эксплуатационного расхода топлива автотранспортных средств : № 2023617644 : заявл. 21.04.2023 : опубл. 11.05.2023 / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Г. К. Рембалович [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

19. Филюшин, О. В. Анализ способов бактерицидной обработки картофеля / О. В. Филюшин, А. А. Кутыраев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 22 декабря 2022 года – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 89-94.

20. Богданчиков, И. Ю. К вопросу об особенностях эксплуатации машинно-тракторных агрегатов для уборки незерновой части урожая на неровной местности / И. Ю. Богданчиков, А. Ю. Богданчикова // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве : Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России, Рязань, 26–27 апреля 2017 года Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 39-43.

21. Богданчиков, И. Ю. Способ мониторинга изменения рельефа сельскохозяйственных полей / И. Ю. Богданчиков // Ломоносов - 2021 : материалы Международного молодежного научного форума, Москва, 12–23 апреля 2021 года. – Москва: ООО "МАКС Пресс", 2021.

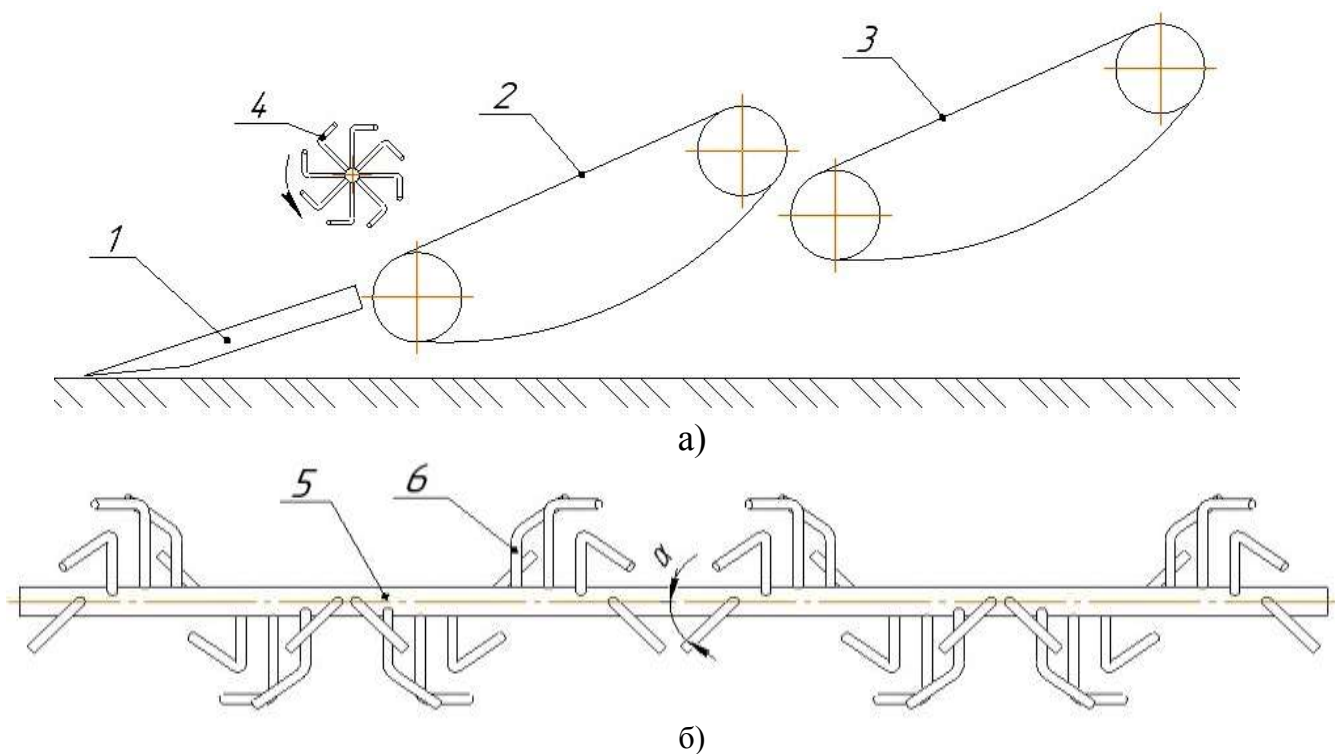
**УДК 631.356.44**

*Якутин Н.Н., канд. техн. наук,  
Борычев С.Н., д-р техн. наук,  
Симонова Н.В.,  
Енгальчев Р.Н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО РЫХЛИТЕЛЯ**

Для более качественного выделения клубней картофеля из клубненосного пласта, существующие картофелеуборочные машины оснащают различными устройствами [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. В частности предлагается дооборудовать картофелекопатель разработанным рыхлителем (Рисунок 1).

Данное устройство располагается над лемехами и прутковым элеватором картофелекопателя с определенным зазором. Устройство состоит из приводного вала (вращается против вращения приводного вала элеватора) с обрезиненными пальцами. Пальцы имеют Г-образную форму, причем их горизонтальная часть отклонена от оси вращения приводного вала на угол  $\alpha$ . Пальцы закреплены на приводном валу по правой и левой цилиндрической винтовой линии [8, 9].



а) – картофелекопатель (вид сбоку); б) – рыхлитель; 1 – лемех; 2 – основной элеватор; 3 – каскадный элеватор; 4 – рыхлитель; 5 – приводной вал рыхлителя; 6 – Г-образный палец рыхлителя;  $\alpha$  – угол между горизонтальной частью Г-образного пальца и осью вращения приводного вала

Рисунок 1 – Схема картофелекопателя

Работает данное устройство следующим образом. Картофелеуборочная машина при движении по полю своими лемехами подрезает клубненосный пласт, на который начинает воздействовать разработанный рыхлитель, при поступлении его на прутковый элеватор. Пальцы рыхлителя разрушают почвенную корку и почвенные комки, а также сдвигают верхнюю часть гребней клубненосного пласта в правую и левую сторону. Наблюдается более равномерная толщина клубненосного пласта по ширине элеватора, что положительно сказывается на качестве разделения его на компоненты. Также предполагается снижение сгуживания клубненосного пласта на лемехах в виду того, что скорость вращения разработанного рыхлителя выше скорости полотна пруткового элеватора [8].

При работе картофелекопателя, разработанный рыхлитель взаимодействует абсолютно со всеми компонентами клубненосного пласта [10]. Качество работы картофелеуборочной машины оценивается потерями и повреждениями клубней, которые напрямую зависят от параметров данного взаимодействия [11, 12, 13]. Проведенные теоретические исследования разработанного рыхлителя позволили определить его основные параметры. Экспериментальные исследования уточняют их.

Для проведения экспериментальных исследований в конструкцию серийного копателя КСТ-1,4 внесли изменение (установили разработанный рыхлитель) (Рисунок 2).

Факторами варьирования были выбраны частота вращения приводного вала рыхлителя и угол отклонения горизонтальной части пальца от оси вращения вала (Таблица 1).

Таблица 1 – Матрица планирования эксперимента

Уровни варьирования факторов	Факторы варьирования				Функция оптимизации	
	Частота вращения приводного вала, $n$		Угол отклонения горизонтальной части пальца от оси вращения вала, $\alpha$		Потери клубней	Повреждения клубней
Виды значений	Кодированное	Натуральное	Кодированное	Натуральное	%	%
Верхний уровень	+1	200	+1	45	$Q_1$	$P_1$
Основной уровень	0	180	0	30	$Q_2$	$P_2$
Нижний уровень	-1	160	-1	15	$Q_3$	$P_3$

Экспериментальные исследования проводились с трехкратной повторностью и позволили определить потери и повреждения клубней при работе разработанного рыхлителя. Обработка опытных данных позволила получить уравнения регрессии.



Рисунок 2 – Проведение экспериментальных исследований

Потери клубней (рисунок 3):

$$Q = 3,39 - 1,41x_1 - 0,5233x_2 + 0,53x_1^2 + 0,115x_1x_2 + 0,07x_2^2 \quad (1)$$

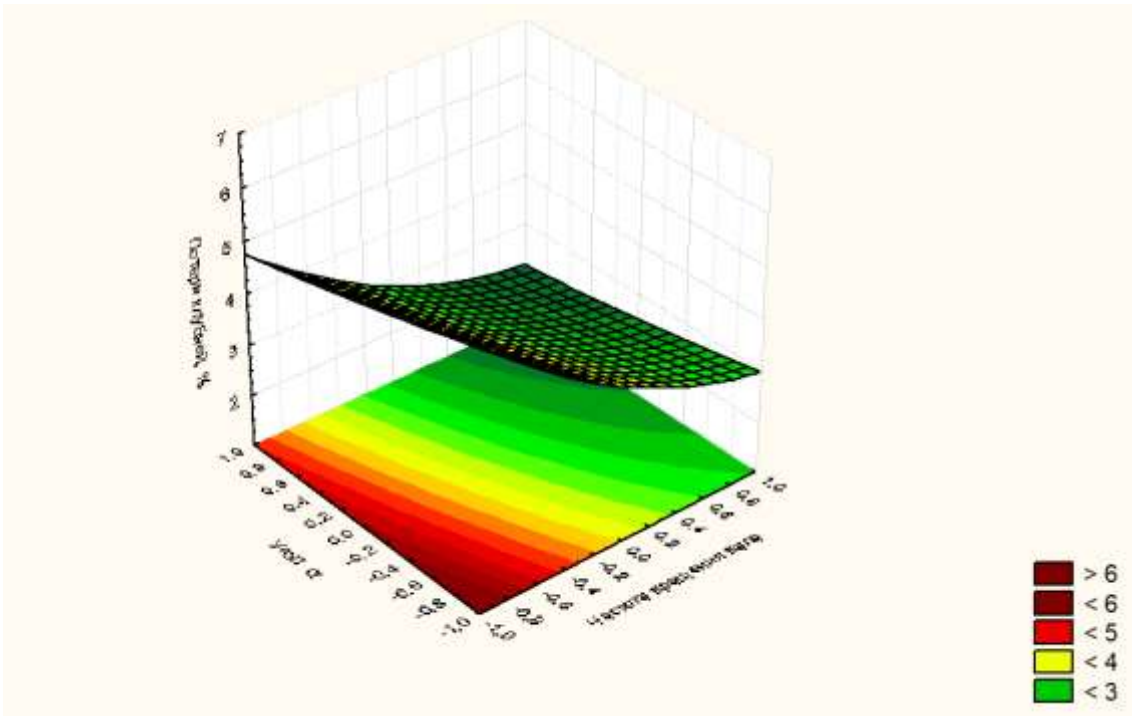


Рисунок 3 – Зависимость потерь клубней от факторов варьирования

Повреждения клубней (рисунок 4):

$$P = 2,96 + 1,39x_1 + 0,3567x_2 + 0,3x_1^2 + 0,13x_1x_2 - 0,06x_2^2 \quad (2)$$

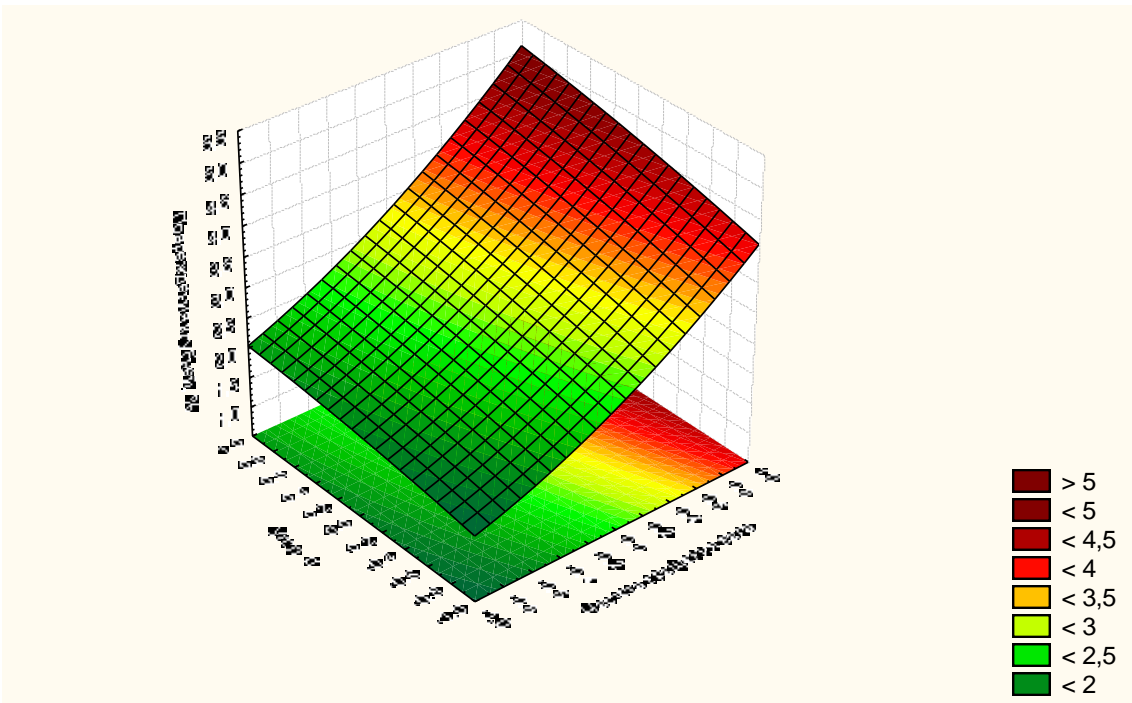


Рисунок 4 – Зависимость повреждений клубней от факторов варьирования

По результатам экспериментальных исследований приводной вал разработанного рыхлителя будет вращаться с частотой  $n = 175 \text{ мин}^{-1}$ , а горизонтальная часть пальца отклонена от оси вращения приводного вала на угол  $\alpha = 40^\circ$ .

### *Библиографический список*

1. Патент на полезную модель № 119299 U1 Российская Федерация, МПК В60Р 1/00, А01D 90/00. Кузов транспортного средства для перевозки картофеля : № 2012112083/11 : заявл. 28.03.2012 : опубл. 20.08.2012 / Н. В. Бышов, Ю. В. Якунин, Н. Н. Якутин ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

2. Патент на полезную модель № 132943 U1 Российская Федерация, МПК А01D 21/00. Картофелеуборочная машина : № 2012156047/13 : заявл. 24.12.2012 : опубл. 10.10.2013 / Н. В. Бышов, Ю. В. Якунин, Н. Н. Якутин ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

3. Бышов, Н. В. Новые рабочие органы копателя КСТ-1,4 / Н. В. Бышов, Н. Н. Якутин // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2016 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2016. – С. 50-54.

4. Об интенсификаторах сепарации картофелеуборочных машин / Н. В. Бышов, Г. К. Рембалович, Н. Н. Якутин [и др.] // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 106-109.

5. Патент на полезную модель № 195156 U1 Российская Федерация, МПК А01D 17/22, А01D 33/08. Картофелекопатель : № 2019124629 : заявл. 31.07.2019 : опубл. 16.01.2020 / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, В. Д. Липин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

6. Якутин, Н. Н. Анализ современных конструктивно-технологических схем сепарирующих органов картофелеуборочных машин / Н. Н. Якутин, Н. В. Бышов, А. А. Голахов // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения : Материалы 71-й Международной научно-практической



конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. Том Часть 2. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 242-246.

7. Патент на полезную модель № 198584 U1 Российская Федерация, МПК А01D 13/00. Картофелекопатель : № 2019137536 : заявл. 06.11.2019 : опубл. 17.07.2020 / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Г. К. Рембалович [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

8. Патент на полезную модель № 213875 U1 Российская Федерация, МПК А01D 17/22. Картофелекопатель : № 2022112215 : заявл. 04.05.2022 : опубл. 04.10.2022 / Н.В. Симонова, С.Н. Борычев, А.В. Шемякин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

9. Повышение надежности элеваторных картофелекопателей / Н.В. Симонова, С.Н. Борычев, Н.Н. Якутин, И.В. Щавелев // Новации как стратегическое направление механизации и автоматизации сельского хозяйства : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязань, 12 ноября 2021 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 154-159.

10. О взаимодействии клубненосного пласта с рабочими органами копателя / Н. В. Бышов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2018. – № 4(40). – С. 161-167.

11. Бышов, Н. В. Совершенствование сепарации клубнесодержащего вороха на различных этапах технологии уборки / Н. В. Бышов, Ю. В. Якунин, Н. Н. Якутин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2013. – № 1(17). – С. 49-52.

12. Модернизация картофелекопателя КСТ-1,4 / Н. В. Бышов [и др.] // Сельский механизатор. – 2016. – № 11. – С. 4-5.

13. Уборка картофеля в Рязанской области / Н. В. Бышов [и др.] // Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2019 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 220-224.

14. Ретроспективный анализ интенсификации технологического развития предприятий АПК / А. Ф. Дорофеев [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 103. – С. 35-44.

15. Крючков, М. М. Применение почвообрабатывающих и посевных комбинированных агрегатов в условиях Рязанской области / М. М. Крючков, О. В. Лукьянова. – Рязань: РГАТУ, 2013. – 157 с.

16. Посевные комплексы как элемент ресурсосберегающих технологий на полях Рязанской области / М. М. Крючков, Л. В. Потапова, Н. М. Шереметьева, О. В. Лукьянова // Юбилейный сборник научных трудов студентов, аспирантов и преподавателей агроэкологического факультета, посвященный 110-летию со дня рождения профессора Травина И.С.: Материалы научно-практической конференции, Рязань, 03 мая 2010 года. – Рязань: РГАТУ, 2010. – С. 35-37.

17. Нургалиев, Л. М. Техника и приемы для рыхления переуплотненных почв / Л. М. Нургалиев, Н. Е. Лузгин // Материалы международной научно-технической конференции "i юбилейные чтения Бойко Ф. К.", посвященной 100-летию Бойко Ф. К., 21 февраля 2020 года. Том 2, 2020. – С. 297-303.

УДК 624.07

*Антонова О.Ю.  
Рязанский институт (филиал) Московского  
политехнического университета, г. Рязань, РФ  
Попов А.С., канд. техн. наук, доцент  
ФГБОУ ВО РГТУ, г. Рязань, РФ*

## **ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ С НЕВЕНТИЛИРУЕМЫМИ КРЫШАМИ В ТЕПЛЫЙ ПЕРИОД ВРЕМЕНИ**

В последнее время из-за изменения климатических условий происходит рост температуры окружающего воздуха, особенно ощутимо это сказывается в теплый период года. Наблюдается тенденция повторяемости аномальных явлений воздействия блокирующих антициклонов не только на южной части, но центральной территории Российской Федерации, вызывающие продолжительное воздействие средней температуры выше + 30<sup>0</sup>С. Поэтому в этот период года происходит перегрев ограждающих конструкций зданий и как следствие нарушение оптимальных условий жизнедеятельности населения. Большинство конструкций зданий и сооружений проектировалось и строилось в прошедшее время и соответственно имеют устаревшие нормы теплотехнических расчетов, что не соответствует санитарно-гигиеническим требованиям проживания в построенных помещениях. Как показывает анализ, большинство зданий жилого, общественного и образовательного фонда имеют в качестве верхней ограждающей конструкции совмещенные невентилируемые крыши, которые не соответствуют нормативным значениям требуемого температурного режима в чердачных и верхних жилых помещениях.

Здания с невентилируемыми совмещенными крышами в основном используются для общеобразовательных и дошкольных учреждений, а также жилого фонда строительства и требуют изучения воздействия солнечной радиации и температуры на такие конструкции.

Для изучения теплового режима жилых зданий необходимо проводить теплотехнические расчеты и их экспериментальное исследование, особенно для климатических районов эксплуатации помещений со средней температурой в течении летнего периода года выше 21<sup>0</sup>С для самого жаркого месяца.

Ориентируя наружные ограждающие конструкции в сторону западной стороны проводят теплотехнические исследования вертикальных конструкций покрытий верхнего этажа многоэтажного каркаса здания.



Рисунок 1 – Подготовка жилых зданий к эксплуатации в осенне-зимний период

При этом наиболее комфортные условия находятся в зависимости от температурных параметров воздуха внутри помещения и нагрева поверхности ограждающей конструкции, зависящей от теплоустойчивости материала из которого она изготовлена.

Существующие строительные нормы и правила. Основанные на них методики теплотехнических расчетов при проектировании ограждающих конструкций не сводятся к учету зависимости температуры внутренней поверхности ограждения, что приводит к нарушению санитарно-гигиенических норм по температурным параметрам верхних этажей помещений жилых многоэтажных зданий в теплый период года для климатических условий строительства территории Российской Федерации.

Как показывают исследования, от действия солнечной радиации и большой температуры окружающего воздуха наружные поверхности крыш нагреваются выше  $60^{\circ}\text{C}$ . Это приводит к нежелательному перегреву конструкции, тем самым повышая температуру внутри помещения, и вызывает нагрев внутренней ограждающей конструкции крыши, нарушая при этом санитарно-гигиенические нормы эксплуатации жилого помещения. Сравнительные данные по результатам испытаний представлены в таблице 1, из которой видно, что экспериментальные значения измеренных параметров температуры превышают оптимальные и допустимые значения на  $10^{\circ}\text{C}$  и более градусов.

Таблица 1 – Требуемые параметры по ГОСТ 30494—2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»

Параметры	Результаты натурных исследований (июль-август)	Оптимальные	Допустимые
Температура воздуха внутри помещения (верхний этаж), °С	33-34	23-25	18-28
Суммарная температура, °С	22-24	22-24	19-27
Относительная влажность, %	40-50	60-30	Не более 65
Скорость движения воздуха, м/с	0,2-0,3	Не более 0,3	Не более 0,5

Существуют различные методики определения оптимальных и допустимых значений температурного и влажностного режима чердачных помещений и верхних этажей жилых зданий. Для более эффективного применения необходимо использовать не только традиционные (визуальные), но современные методики контроля, такие как телевизионные. Такие технологии бесконтактного воздействия на ограждающие конструкции с использованием информационных технологий с помощью тепловизоров, позволят более полно получить информацию о распределении температурных полей на поверхностях контроля, выявить аномальные зоны и соответственно рационально спроектировать конструкцию совмещенной крыши, подобрать необходимую технологию и теплоотражающие и удерживающие строительные материалы.

На основе тепловизионного метода контроля температурно-влажностного режима в верхних и чердачных помещениях возможно использовать и применять различные технологии регулирования. Для исключения затрат на эксплуатацию жилых зданий за счет использования искусственных средств охлаждения (кондиционеров) необходимо применять естественные мероприятия по регулированию микроклимата жилых помещений к которым относят:

- правильная планировка размещения здания на территории;
- оптимальное благоустройство площадки строительства (озеленение, обводнение и т.д.);
- использование теплоустойчивых свойств строительных материалов;
- применение материалов с низким коэффициентом теплопоглощения;
- использование специальных экранирующих конструкций;
- применение прослоек между верхними ограждающими конструкциями с естественной вентиляцией.

Перспективным направлением будет являться использование отражающих и поглощающих свойств строительных материалов за счет цветового колера, используемых в конструкциях совмещенной крыши, которую можно использовать не только при строительстве новых жилых зданий, но и при их реконструкции.

В теплоотражающей кровле используется специальный двух- или трехслойный утеплитель. С одной или обеих сторон он имеет отражающий слой, в качестве которого может выступать:

Алюминиевая фольга. Наносится на утеплитель методом тепловой сварки, полируется для получения коэффициента отражения в 95%. По температурному диапазону применения превосходит металлизированную пленку, но имеет ограничения по применению в некоторых случаях из-за электропроводности.

Металлизированная пленка. Имеет чуть меньший коэффициент отражения — 90%, но, в отличие от фольги выдерживает щелочное воздействие, поэтому не разрушается под действием соли из цементного раствора.

Теплоотражающая теплоизоляция работает по основным направлениям теплообмена:

Слабо проводит тепло, не пропускает его и не дает выйти из внутреннего пространства дома наружу. Это свойство, характерное для всех утеплителей.

Отражает тепловое излучение. Фольга и металлизированная пленка играют роль рефлектора (в световых приборах это полированная поверхность, служащая для отражения лучей). Эти слои утеплителя останавливают течение тепловых волн за пределами отапливаемого помещения и перераспределяют их обратно, внутрь помещения.

С помощью варьирования факторов, влияющих на излучательную способность различных поверхностей ограждающих конструкций крыш, позволит провести идеализацию и подобрать температуру чердачного помещения таким образом, что даст возможность создания комфортного условия жизнедеятельности верхнего этажа (рисунок 2).

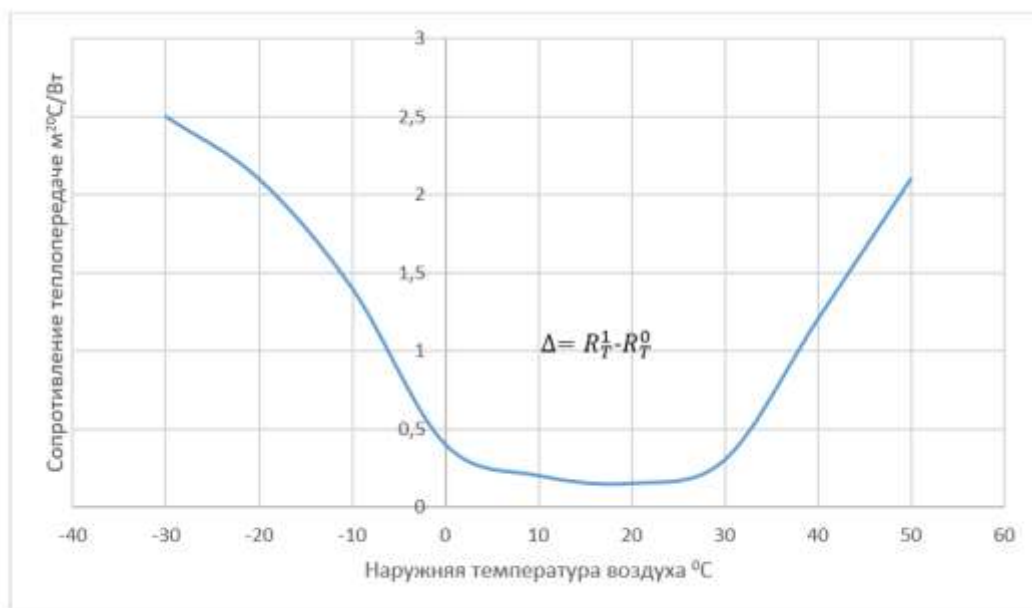


Рисунок 2 – Зависимость разности сопротивления теплопередачи от температуры наружного воздуха для различных кровельных материалов с разной излучательной способностью

Как показывают исследования, при условии  $\varepsilon_1 < \varepsilon_0$  разность сопротивлений теплопередачи кровельного материала изменяется по приближенной параболической зависимости и имеет экстремум при средних температурах наружного воздуха 10-20<sup>0</sup>С и определяются по формуле:

$$\Delta = R_T^1 - R_T^0 \quad (1)$$

где,  $R_T^1$ -сопротивление теплопередачи кровельного покрытия с излучательной способностью  $\varepsilon_1$

$R_T^0$ -сопротивление теплопередачи кровельного покрытия с излучательной способностью  $\varepsilon_0$

Таким образом, принцип работы теплоотражающего утеплителя очень простой. Фольга или пленка отражает большую массу тепловых волн, а основной слой теплоизоляции задерживает оставшееся тепло и не пропускает влажный холодный воздух внутрь. Можно сравнить это с работой термоса, который сохраняет все тепло внутри себя.

В сравнении с обычным, теплоотражающий утеплитель эффективнее на 30-60%. Учитывая небольшую разницу в цене, выбор теплоотражающей изоляции — хорошее решение, которое в перспективе даст экономию на обогреве за счет уменьшения расхода теплоносителя.

### ***Библиографический список***

1. Жуков, А.Н. Обеспечение требуемого теплового режима зданий с невентилируемыми крышами в теплый период года (на примере Волгоградской области) [Текст]: диск. ... канд. техн. наук: 05.23.03 / А.Н. Жуков. - Волгоград, 2013. - 153 с.

2. ГОСТ 26253-2014 «Здания и сооружения. Метод определения теплоустойчивости ограждающих конструкций».

3. ГОСТ 30494—2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».

4. Рузиев, Х. Р. Защита жилых зданий от перегрева / Х. Р. Рузиев, И. И. Тожиев. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 7 (111). — С. 156-158. — URL: <https://moluch.ru/archive/111/27793/> (дата обращения: 05.03.2024).

5. Басманов В.Г. Исследование тепловых потерь здания с применением тепловизора: учебно-методического пособия по выполнению лабораторных и практических занятий / В.Г.Басманов – Киров: ПРИП ФГБОУ ВПО «ВятГУ», 2012 – 55 с.

6. Щипачева, Е.В. Новый метод регулирования температурного режима чердачного помещения зданий в условиях сухого жаркого климата / Е.В. Щипачева, Н.Б. Рахимова, Р. Юнусов // Вестник ТашИИТ. - №3/4. – 2015. - 91 с.

7. Попов, А.С. Применение трехкомпонентной системы «Свая-грунт - плита» в карстовых районах / А.С. Попов, А.Ю.Иванов // Инновационные научно-технологические решения для АПК: Материалы 74-й Международной

научно-практической конференции 20 апреля 2023 года. – Рязань : РГАТУ, 2023. - Часть II. - 597 с.

8. Попов, А.С. Усовершенствование конструкций фундаментов с применением бинарных конструкций оболочек / А.С. Попов, А.Н. Марьяшин // Материалы I Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова. - 2022. - С. 295-299.

9. Методика измерений плотности и влажности грунтов / Е.Ю. Ашарина и др. // Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК: Материалы международной студенческой научно-практической конференции. - 2021. - С. 272-276.

**УДК 53.083; 620.2**

*Борисов Б.С.,  
Комлев А.Б.,  
Лаушкин А.В., канд. техн. наук,  
Хазиев А.А., канд. техн. наук, доцент  
ФГБОУ ВО МАДИ, г. Москва, РФ*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ АНАЛИЗА МОТОРНЫХ МАСЕЛ**

В статье даны основные заключения, связанные с изменением свойств смазочных материалов и рассмотрен метод ИК-спектроскопии, позволяющий быстро и точно оценить причины несоответствия качества моторных масел и выявить фальсифицированную продукцию.

Вследствие перераспределения логистических потоков на рынке Российской Федерации количество брендов моторных масел в последнее время увеличилось на 50...60%. Продукция европейских и американских производителей моторных масел, официально не поставляется на рынок РФ и ввозится по параллельному импорту. Производители смазочных материалов, официально сохранившие поставки, ввозят свою продукцию с азиатских заводов. Вместе с тем, объем поставки смазочных материалов иностранного производства значительно сократился. Сократились поставки на российские заводы по производству смазочных материалов брендированных пакетов присадок из стран Западной Европы, Англии, США.

В этих условиях российские производители смазочных материалов наращивают производство, компенсируя недостаток моторных масел в стране, решают вопросы применения новых пакетов присадок.

Также возросла доля контрафактной смазочной продукции, которая оценивается на уровне 30%, поэтому анализ качества масла является залогом надежной работы техники и сохранения ее ресурса.

Основными показателями качества свежего моторного масла, которые



декларируются производителями и проверяются в лабораториях, являются:

- плотность;
- кинематическая вязкость;
- динамическая вязкость;
- общее щелочное число;
- температура застывания;
- температура вспышки в открытом тигле;
- содержание активных элементов (элементы присадок).

Плотность моторного масла зависит от применяемых базовых масел и варьируется от 800 до 950 кг/м<sup>3</sup>. Плотность изменяется в зависимости от температуры и нормируется производителями при 15 или 20°C. Как правило, минеральные моторные масла имеют плотность больше (870-890 кг/м<sup>3</sup>), чем синтетические (850-870 кг/м<sup>3</sup>). Таким образом, характерна разница примерно 20 г/л. Контроль налива продукции на заводе осуществляется по весу. Для поддельных масел в канистру, похожую на оригинальную, как правило, наливается дешевое минеральное масло. Соответственно, даже на бытовых весах, имеется возможность отличить вес канистры с маслом. В зависимости от объема возможно зафиксировать отличие веса от 20 до 100 г. В лаборатории плотность образца определяется с точностью 0,5 кг/м<sup>3</sup>.

Кинематическая вязкость характеризуется скоростью протекания масла через тонкое отверстие капиллярного вискозиметра. Вязкость моторных масел нормируется при температурах 40 и 100°C. Для эксплуатации актуально значение вязкости при 100°C, поскольку эта температура близка к рабочей температуре двигателя [1, с. 1143]. По этой температуре назначается высокотемпературный класс вязкости SAE. При наиболее популярном классе SAE 30 в лаборатории МАДИ-ХИМ фиксировались значения менее 9.3 мм<sup>2</sup>/с, характерные для класса вязкости SAE 20, или более 12.5 мм<sup>2</sup>/с, соответствующие SAE 40. Это означает, что при работе двигателя, моторное масло будет вытекать из узлов трения, или, напротив, слишком долго протекать по каналам к наиболее нагруженным парам трения двигателя. В обоих случаях режим масляного голодания вызовет повышенные износы двигателя и его преждевременный выход из строя.

Динамическая вязкость, измеренная при отрицательных температурах, характеризует возможность проворачивания коленчатого вала двигателя при низкотемпературном пуске. По этому значению назначается низкотемпературный класс вязкости. Значения низкотемпературной динамической вязкости могут не декларироваться в явной форме, однако в лаборатории возможно провести проверку на соответствие классу вязкости. Для производства современных всесезонных масел используются маловязкие базовые масла. Несоответствие классу вязкости свидетельствует о фальсификации продукции. Использование такого масла может вызвать проблемы с зимней эксплуатацией автомобиля [2, с. 23].

Щелочное число характеризует общий присадочный комплекс в масле [3, с. 36]. Иначе, этот показатель называется числом нейтрализации. Для его

измерения присадки в масле титруются кислотой. Особенности измерения по ГОСТ 11362 заключаются в использовании соляной кислоты, а по ASTM D2896 - в использовании хлорной кислоты. Современные многокомпонентные пакеты присадок устойчивы к соляной кислоте и при оценке разными методами, значения щелочного числа отличаются на 1-2 мг КОН/г. Таким образом, при использовании более дешевого пакета, состоящего из минимального количества присадок, значения щелочного числа, измеренного разными методами, совпадут, что будет свидетельствовать о фальсификации продукции.

Температура застывания характеризует условия, при которых масло теряет подвижность. Напрямую это не влияет на эксплуатацию, поскольку масло сохраняет свои смазывающие свойства и при приложении внешних сил может прокачаться по системе и обеспечить смазку двигателя. Однако несоответствие температуры застывания может свидетельствовать о применении низкокачественных базовых масел или отсутствии депрессорной присадки. Последнее встречается при производстве масел для азиатского рынка, в частности Турции и ОАЭ.

Температура вспышки в открытом тигле характеризует пожаробезопасность продукта. В соответствии с требованиями ТР ТС 030/2012 она должна быть не ниже 135°C. Для четырехтактных моторных масел температура вспышки обычно выше 200°C. При проверке малодежных двухтактных масел, температура вспышки оценивается в диапазонах 75-100°C, что недопустимо на рынке РФ и таможенного союза. При использовании нерегламентированных базовых масел в фальсифицированной продукции температура вспышки фиксируется примерно на 20°C ниже или выше заявленной. Однако воспроизводимость метода в соответствии с ГОСТ 4333 составляет 16°C и делать выводы только по одному показателю некорректно.

Элементный состав интересен в первую очередь с точки зрения содержания элементов, характеризующих присадочный комплекс. В лаборатории оценивается содержание цинка, кальция, магния, фосфора, серы и некоторых других элементов, которые входят в состав присадок. Их количество коррелирует со щелочным числом и подтверждает применение того комплекса присадок, которое заявляется производителем моторного масла.

Как правило, производители масел допускают отклонение основных параметров до 10%, однако на практике, отклонение редко превышает 3-5%. Несоответствие даже одного показателя качества нормативным значениям вызывает необходимость забраковать продукт. При фиксации граничных значений требуются дополнительные лабораторные испытания, позволяющие подтвердить или опровергнуть гипотезу о фальсификации продукции. Таким анализом может служить инфракрасная спектроскопия.

Принцип инфракрасной спектроскопии заключается в неоднородности поглощения волн в инфракрасном диапазоне различными соединениями. Волновое число характеризует соединение, а интенсивность поглощения — содержание этого соединения в исследуемом веществе. Поскольку каждый производитель смазочных материалов при изготовлении масел подбирает свои

базовые масла и присадки, состав масла и оцениваемый ИК-спектр будет отличаться для разных производителей и разных масел одного и того же бренда. В ряде случаев, при выходном контроле на заводе фиксируется ИК-спектр продукта и сравнивается с контрольным. Наряду с основными показателями качества ИК-спектр характеризует правильность дозирования и смешивания основных компонентов моторного масла (рисунок 1).

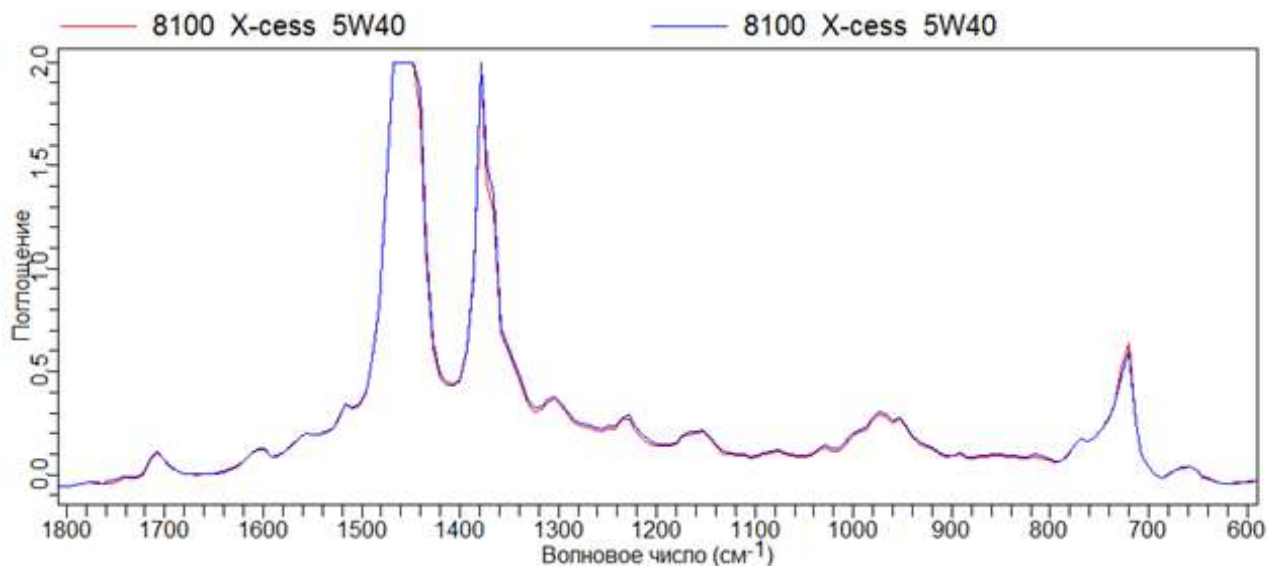


Рисунок 1 – ИК-спектр образцов масла Motul 8100 X-cess 5W-40 разных партий

ИК-спектрометр фиксирует поглощение инфракрасного излучения и проводя преобразование Фурье представляет результаты в виде спектрограммы [4, с. 40]. Благодаря специальной приставке, необходимое для анализа количество образца составляет 0,02 мл. Время анализа не превышает двух минут. Кристалл из селенида цинка является водостойким и позволяет анализировать масло без предварительной пробоподготовки в виде осушения. При анализе наблюдается высокая воспроизводимость результатов.

Ряд стандартов, в частности ASTM E2412 позволяет оценить определенные линии поглощения и сопоставить их с соединениями, характерными для свежих и работавших моторных масел. Даже незначительные изменения состава: накопление нежелательных соединений или срабатывание присадок отражаются на спектрограмме [5, с. 39, 6, с. 90]. Так, например, производителями стационарных двигателей внутреннего сгорания или двигателей сельскохозяйственной и строительной техники может нормироваться окисление и нитрование моторных масел, а также назначаться браковочные значения, оцениваемые ИК-спектроскопией.

Задача исследования свежих моторных масел ИК-спектроскопией осложняется отсутствием информации об исходном спектре продукта. Эта информация не предоставляется производителем моторных масел, что не позволяет сделать вывод о фальсификации или стабильности качества продукции. Однако при постановке задачи «сравнения» двух образцов ИК-спектроскопия максимально быстро и точно позволяет сделать вывод об

идентичности образцов.

Проверяя масла производителей, сохранивших поставки моторных масел в РФ, сотрудники лаборатории МАДИ-ХИМ наблюдают идентичные спектрограммы моторных масел. В совокупности с основными физико-химическими свойствами это свидетельствует о высоком качестве и стабильности при производстве продукции.

При отклонении характеристик спектрограммы от партии к партии, ожидаемо варьируются и основные физико-химические свойства моторных масел. Чаще всего эти отклонения не превышают допускаемых производителем диапазонов. Однако зафиксированы случаи жалоб потребителей на эксплуатационные характеристики таких образцов, например, повышенный расход масла на угар.

Отсутствие одной или нескольких линий поглощения в спектрограмме моторного масла может не вызывать отклонения большинства характеристик [7, с. 22]. В этом случае требуется проводить более полный анализ. Например, в масле может отсутствовать та или иная присадка. В зимние месяцы поступают жалобы на застывание масла. Действительно, проверка смазочного материала показывает высокие значения температуры застывания. При этом на спектрограмме отсутствуют некоторые линии, которые можно сопоставить с депрессорной присадкой [8, с. 16]. Общение с потребителем подтверждает, что моторное масло было ввезено с рынка Турции или ОАЭ, где требования к низкотемпературным свойствам смазочного материала не предъявляются. Поскольку анализ низкотемпературных свойств является трудоемким, клиенты предпочитают проверку только основных характеристик, что приводит к ошибочному заключению о качестве масла.

Ряд предприятий, эксплуатирующих технику, обращаются в лабораторию при наступлении отказов автомобилей. Чаще всего это связано со сменой поставщика смазочных материалов. Анализ образцов свежего и работавшего масел показывают значительное изменение свойств. При этом характерно отличие характеристик свежего масла от заявленных в технической документации. Таким образом, фиксируется фальсификация продукции [9, с. 165]. По договоренности с организацией, удастся проанализировать свежее масло, на котором ранее происходила эксплуатация транспортных средств. Инфракрасная спектроскопия показывает характерное отличие линий поглощения качественного и фальсифицированного продукта (рисунок 2).

Анализ моторных масел в лаборатории МАДИ-ХИМ показал следующие особенности:

- стабильное качество продукции для брендов, сохранивших поставки в Российскую Федерацию;
- нестабильное качество продукции для брендов, переориентировавших производство на альтернативные пакеты присадок;
- отсутствие депрессорной присадки в моторных маслах, производимых в южных регионах, например, в Турции и ОАЭ;
- подделка продукции.

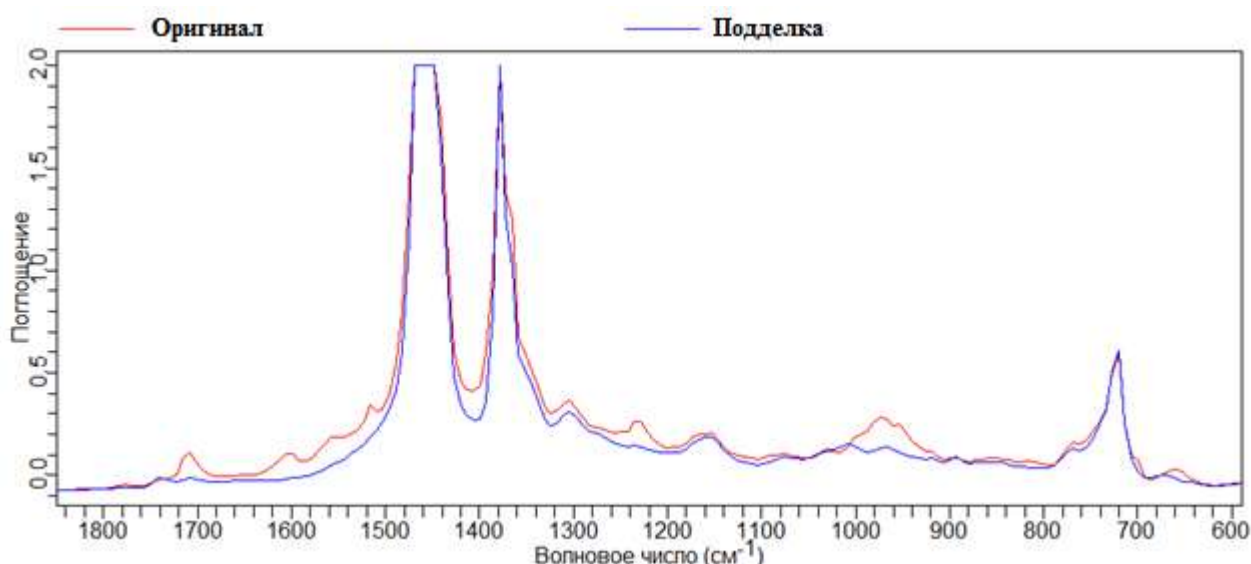


Рисунок 2 - ИК-спектр образцов оригинального и фальсифицированного масла

Применение инфракрасной спектроскопии позволяет сделать быстрый вывод о качестве поставленного смазочного материала.

### *Библиографический список*

1. Цветков, Ю. Н. Природа вязкостно-температурной зависимости смазочных масел / Ю. Н. Цветков, М. Ю. Власов, Л. И. Дехтярь // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2017. – Т. 9, № 6. – С. 1242-1251.
2. Ставицки, Т. Сравнительный анализ изменений динамической вязкости смазочного масла в двигателях тракторов и грузовых автомобилей / Т. Ставицки, П. Сендлак // Вестник Марийского государственного университета. – 2013. – № 12. – С. 23-25.
3. Чудиновских, А. Л. Щелочной запас и кислотность моторного масла как показатели его работоспособности / А. Л. Чудиновских, В. Л. Лашхи, В. Л. Иванковский // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. – 2013. – № 6. – С. 36-39.
4. Шпаченко, А. П. Инфракрасная Фурье-спектроскопия как метод анализа нефтепродуктов, топлива, смазочных масел и присадок / А. П. Шпаченко, В. Н. Спирова, О. В. Волина // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. – 2005. – № 4. – С. 39-41.
5. Марталов, А. С. Возможности метода инфракрасной спектроскопии для определения наличия присадок в моторных маслах / А. С. Марталов // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. – 2006. – № 12. – С. 39-40.
6. Майорова, Е. И. Инфракрасная спектроскопия как метод исследования структуры присадок сукцинимидного типа / Е. И. Майорова, В. Н. Бакунин // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2023. – № 1(47). – С. 88-94.

7. Борисов, Б. С. Оценка содержания присадок в моторных маслах методом ИК-Фурье / Б. С. Борисов, А. В. Лаушкин, А. А. Хазиев // Мир транспорта и технологических машин. – 2022. – № 3-2(78). – С. 19-25.

8. Марталов, А. С. Определение депрессорных присадок полиметакрилатного типа в моторных маслах методом ИК-спектроскопии на примере присадки ПМА "Д" / А. С. Марталов // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. – 2007. – № 1. – С. 16-17.

9. Самокрутова, О.Г. Анализ и оценка фальсифицированных моторных масел/ О.Г. Самокрутова, Е.С. Новикова // Химия и технология топлив и масел. -2014. – Т2 - Вып. № 2. – С. 163-168.

10. Автоматизированная система обработки экспериментальных данных при спектрометрическом анализе / М.Е. Ильин, А.И. Новиков, Е.П. Чураков, С.О. Фатьянов / Семинар по атомной спектроскопии, Ростов-Великий, 22–26 октября 1990 года : Сборник тезисов. – Менделеево: Федеральное государственное унитарное предприятие "Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений", 1990. – С. 10.

11. Биодизель как альтернатива минеральному дизельному топливу / Ю. Н. Рыжов, В. Е. Семенов, А. В. Трудко, Н. Е. Лузгин // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2023. – № 1(17). – С. 73-77.

12. Бачурин, А. Н. Диагностика автотракторной техники : Лабораторный практикум / А. Н. Бачурин, И. Ю. Богданчиков, Д. О. Олейник. – Рязань : РГАТУ, 2021. – 81 с.

**УДК 625**

*Борычев С.Н., д-р техн. наук, профессор,  
Колошеин Д.В., канд. техн. наук,  
Щур А.С.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АВТОДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Автодорожное строительство является сложным и многогранным процессом, требующим внимания к высоким требованиям безопасности, производительности и экономичности. В последние годы произошел значительный прогресс в разработке и внедрении инновационных технологий, которые способны улучшить качество, снизить затраты и сократить время строительства автодорог.

1. Полимерные материалы: Применение полимерных материалов в автодорожном строительстве, таких как полимер-модифицированный битум

или полимерные связующие в составе асфальтобетона, предоставляет ряд преимуществ и улучшений.

Использование полимер-модифицированного битума в асфальтобетоне обеспечивает улучшенную устойчивость к растрескиванию, что означает, что дорожное покрытие становится более прочным и устойчивым к механическим напряжениям. Этот тип полимерного битума также обладает улучшенной адгезией, благодаря которой более эффективно сцепляется с заполнителями и каменными материалами, используемыми в асфальтобетоне. Это способствует улучшению общей прочности и стойкости автодорожного покрытия.

Полимерные связующие также применяются в составе асфальтобетона для улучшения его свойств. Они могут обладать повышенной стойкостью к повреждениям от тепловых воздействий, таких как термическое разрушение или деформация, что особенно важно в условиях высоких температур, к которым могут быть подвержены дорожные покрытия. Полимерные связующие также обладают улучшенной стойкостью к химическим веществам, что уменьшает их разрушающее воздействие на дорожные покрытия и повышает их долговечность.

В целом, использование полимерных материалов в автодорожном строительстве способствует улучшению качества и долговечности дорожной инфраструктуры. Они повышают устойчивость к растрескиванию, улучшают адгезию и стойкость к повреждениям от тепловых воздействий и химических веществ. Это способствует созданию более прочных и долговечных автодорожных покрытий, что является важным фактором для обеспечения безопасности и комфорта на дорогах.

2. Рециклированные материалы играют важную роль в современном автодорожном строительстве. Их применение в составе дорожных покрытий, таких как рециклированный асфальт или переработанный бетон, предоставляет ряд экологических и экономических преимуществ.

Использование рециклированного асфальта в дорожных покрытиях позволяет сократить использование природных ресурсов, так как он является вторичным материалом, полученным путем переработки отходов асфальтовых дорог. Переработка старого асфальтного покрытия и его использование вновь помогает снизить объем отходов и уменьшить нагрузку на свалки, способствуя экологически устойчивому подходу в строительстве дорог.

Аналогично, переработанный бетон может использоваться в качестве заменителя природного бетона в дорожных конструкциях. Процесс переработки старого бетонного материала позволяет снизить потребление природных ресурсов, таких как камень и песок, и уменьшить количество отходов строительства. Рециклированный бетон обладает хорошей прочностью и устойчивостью, поэтому его использование может быть весьма эффективным с точки зрения экологии и экономики.

Преимущества применения рециклированных материалов в автодорожном строительстве явны. Это позволяет сократить потребление ограниченных природных ресурсов и снизить количество отходов, внося вклад

в устойчивое использование ресурсов и принципы кругового экономического подхода. Кроме того, использование рециклированных материалов может иметь экономическую выгоду, поскольку он часто является более экономически выгодным в сравнении с новыми материалами.



Рисунок 1 – Дорожный рециклинг

3. Композитные материалы играют важную роль в современном автодорожном строительстве, особенно при создании конструкций таких элементов, как мосты и шумозащитные стены. Их использование предоставляет ряд преимуществ и улучшений, включая повышенную прочность, стойкость к коррозии, снижение веса конструкции и обеспечение долговечности.

Стекловолокно и углепластик являются типами композитных материалов, состоящих из матрицы (обычно полимерной) и армировочных волокон (стекловолокно или углепластиковые волокна). Путем сочетания этих компонентов достигается высокая прочность и стойкость материала.

Применение композитных материалов в конструкциях дорожных элементов, таких как мосты или шумозащитные стены, позволяет значительно повысить прочность этих конструкций. Композитные материалы обладают высокой прочностью на растяжение, что делает их идеальным выбором для создания прочных и надежных конструкций. Это позволяет сократить необходимость в использовании тяжелых и объемных материалов, таких как сталь или бетон, и при этом обеспечивает высокую надежность.



Кроме того, композитные материалы обычно обладают отличной стойкостью к коррозии, что является важным фактором для долговечности дорожных конструкций, особенно в условиях агрессивной окружающей среды или контакта с влагой. Это позволяет уменьшить необходимость в регулярном обслуживании и ремонте, а также снизить общие эксплуатационные расходы.

Одним из главных преимуществ композитных материалов является их низкий вес. По сравнению с традиционными материалами, такими как сталь или бетон, композитные материалы весом намного легче, что облегчает транспортировку и монтаж. Более легкие конструкции также позволяют снизить нагрузку на основание и фундамент, а также увеличить долговечность и эффективность.

4. Интеллектуальные материалы играют важную роль в развитии автодорожной инфраструктуры, благодаря своим возможностям отслеживать состояние дороги и повышать безопасность и комфорт на автодорогах. Применение таких материалов, как смарт-покрытия или сенсорные системы, обеспечивает следующие преимущества и инновационные возможности.

Смарт-покрытия представляют собой интеллектуальные материалы, которые обладают специальными свойствами и функциями. Они могут быть оснащены сенсорами, которые мониторят различные параметры дороги, такие как уровень влажности, температура, уровень шума и другие. Эти данные могут быть собраны и переданы для анализа и принятия решений, позволяющих эффективно управлять дорожным движением и распределять ресурсы для обслуживания и ремонта.

Сенсорные системы, встроенные в материалы дорожного покрытия, могут обнаруживать и реагировать на дефекты и повреждения, такие как трещины, просадки или замятости. Они могут предупреждать об опасных ситуациях, например, об обледенении дороги или опасности скольжения. Это способствует раннему обнаружению проблем и возможности для быстрого реагирования и предотвращения дальнейшего ухудшения состояния дорожного покрытия.

Преимущества интеллектуальных материалов в автодорожном строительстве очевидны. Они способны предоставить реально время данные о состоянии дороги, предупреждать о проблемах и аварийных ситуациях, а также принимать меры для улучшения безопасности и комфорта на дорогах. Интеллектуальные материалы помогают оптимизировать управление дорожным движением, снижать риски и повышать эффективность в использовании ресурсов и обслуживания.

Преимущества улучшенных материалов:

1. Повышенная прочность и долговечность: Инновационные материалы, такие как усиленные композиты или новые формулировки асфальтобетонных смесей, обладают улучшенными механическими характеристиками, что позволяет создавать более прочные и долговечные дорожные покрытия. Это снижает необходимость в частом ремонте и позволяет экономить ресурсы.

2. Снижение затрат на обслуживание и ремонт: Улучшенные материалы обычно имеют хорошую адгезию и устойчивость к абразии, что позволяет им дольше сохранять свои эксплуатационные характеристики при интенсивной эксплуатации и эффективно сопротивляться воздействию агрессивных факторов окружающей среды. Это снижает необходимость в постоянном обслуживании и ремонте, что переводится в экономию затрат.

3. Экологическая устойчивость: Инновационные материалы могут быть разработаны с учетом экологических аспектов, таких как снижение выбросов парниковых газов при их производстве, повышение энергоэффективности или возможность переработки и повторного использования после срока службы. Это способствует устойчивому развитию дорожной инфраструктуры, снижению негативного воздействия на окружающую среду и созданию более экологически чистых транспортных систем.

Перспективы развития:

1. Умные дороги: Улучшенные материалы могут быть интегрированы с сенсорами и системами мониторинга для создания умных дорог. Это позволяет собирать данные о состоянии дороги, движении транспорта и окружающей среды, а также обеспечивать связь с автономными транспортными системами. Умные дороги способны оптимизировать трафик, улучшать безопасность, а также предоставлять дополнительные сервисы для водителей и пешеходов.

2. Автономные транспортные системы: Улучшенные материалы могут способствовать развитию автономных транспортных систем (АТС), позволяя создавать инфраструктуру, которая оптимизирует движение автономных транспортных средств в режиме реального времени. Такие материалы могут включать маркировку, которая обеспечивает лучшую видимость для сенсоров автономных автомобилей, а также интегрированные системы зарядки для электротранспорта.

3. Энергосберегающие технологии: Улучшенные материалы могут быть спроектированы с целью энергосбережения, например, использование специальных наполнителей для повышения изоляционных свойств дорожного покрытия и снижения энергозатрат на подогрев дороги зимой. Такие технологии могут способствовать снижению энергопотребления и экологической нагрузки на инфраструктуру.

4. Инновационные методы строительства: Улучшенные материалы могут потребовать разработки новых методов строительства и применения передовых технологий, таких как 3D-печать дорожных элементов или роботизированное строительство. Это может повысить эффективность строительных процессов и позволить достигнуть более высокой точности и качества.

Инновационные технологии в автодорожном строительстве представляют значительный потенциал для улучшения эффективности и качества дорожной инфраструктуры. Непрерывное исследование, разработка и внедрение таких технологий играют важную роль в развитии автодорожной отрасли и обеспечении безопасных и комфортных условий движения для пользователей автодорог. В дальнейшем исследовании можно сосредоточиться на конкретных

инновационных технологиях, а также на оценке их влияния на долговечность, энергоэффективность и экологическую устойчивость автодорожных систем.

### *Библиографический список*

1. Актуализация инновационных технологий в автодорожном строительстве / А. В. Кабанов, И. В. Колос, В. А. Черняева [и др.] // Транспортные сооружения. – 2019. – Т. 6, № 3. – С. 9.

2. Собирова, Д. К. Применение инновационных материалов в строительстве автомобильных дорог / Д. К. Собирова, Д. Ф. Кобилова, С. Ф. у. Эшкулов // Научный журнал. – 2020. – № 3(48). – С. 18-19.

3. Жуков, Е. А. Модернизация дорожного хозяйства России на основе инновационных технологий / Е. А. Жуков, С. В. Ильин // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2017. – Т. 8, № 3(31). – С. 348-356.

4. Современные прикладные исследования: Материалы пятой национальной научно-практической конференции, Шахты, 17–19 марта 2021 года. Том 1. – Новочеркасск: Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, 2021. – 314 с.

5. Лобосов, Д.А. Повышение качества дорожного строительства/ Д.А. Лобосов, Д.В. Колошеин // Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК: Материалы Международной студенческой науч.-практ. конференции. - 2021. - С. 302-306.

6. Мероприятия по охране растительного и животного мира и среды их обитания при проектировании автомобильных дорог/ С.Н. Борычев и др. // Материалы всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 40-летию со дня организации студенческого конструкторского бюро. - 2020. - С. 21-23.

7. Матюшкина, В.Д. Уплотнение слоев дорожной одежды / В.Д. Матюшкина, Д.В. Колошеин // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры: Материалы всероссийской студенческой науч.-практ. конф. - Рязань, 2022. - С. 138-142.

8. Основные виды синтетических материалов и их общая характеристика/ О.П. Гаврилина, Д.В. Колошеин, Н.А. Суворова и др. // Материалы Всероссийской науч.-практ. конф., посвящённой 40-летию со дня организации студенческого конструкторского бюро. - Рязань, 2020. - С. 27-30.

9. Расчет конструкции дорожных одежд с учетом продольных и поперечных нагрузок, возникающих от движения автотранспорта / Е. Ю. Гаврикова, А. М. Ашарина, О. П. Гаврилина, А. С. Попов // Научно-практические аспекты инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений : Материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 20 февраля 2020 года / Министерство сельского хозяйства РФ, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева». – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 348-353.

10. Техничко-экономическое обоснование различных вариантов текущего ремонта автомобильных дорог/ А.С. Попов, Д.В. Колошеин, Л.А. Маслова // Сб.: Современное состояние и перспективы развития механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта: Материалы Национальной науч.-практ. конф. - 2021. - С. 261-264.

11. Применение новых технологий при расчете дорожной одежды нежесткого типа/ А.Д. Крюнчакина и др. // Актуальные вопросы применения инженерной науки: Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. Министерство сельского хозяйства РФ. - Рязань, 2019. - С. 347-353

12. Эксплуатация автомобильных дорог с применением новых технологий/ Т.С. Беликова и др. // Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК: Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. - 2021. - С. 276-281.

13. Автодорожная сеть в Российской Федерации и её перспективы / С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин, Е.Э. Ждарыкина, В.О. Попова // Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых: материалы науч.-практ. конф. с международным участием, Рязань, 2 марта 2018 года. - Рязань: РГАТУ, 2018. - С. 243-246.

14. Анализ уплотнения нижнего слоя основания в насыпях автомобильных дорог / Д.В. Колошеин, А.С. Попов, С.Н. Борычев, В.Д. Матюшкина // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития: Материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора техн. наук, профессора Н.В. Бышова. - Рязань, 2022. - С. 260-265.

**УДК 629. 027**

*Глухих В.Д.,  
Шуханов С.Н., д-р техн. наук  
ФГБОУ ВО ИрГАУ, г. Иркутск, РФ*

## **ОСОБЕННОСТИ АДАПТИВНОЙ ПОДВЕСКИ МОБИЛЬНЫХ МАШИН**

Активное использование результатов инновационных разработок в области аграрной науки способствуют поступательному развитию сельского хозяйства. Примером могут служить ряд трудов в этой области знаний [1-4]. При этом приоритетное значение имеют труды, посвященные техническому обеспечению производственных процессов агропромышленного комплекса [5-8]. Ключевое значение отводится результатам исследований в сфере автотракторной техники, поскольку с их помощью выполняется существенная часть трудоёмких работ аграрного сектора страны [9-11].

Управляемость технического средства, в том числе ресурс не только ходовой, но также других механизмов машин коррелирует с качеством системы подвески. По этой причине трендом, в настоящее время, стал тот факт, что

большинство автомобильных концернов устанавливают на свою технику регулируемые подвески, которые могут подстраиваться к реальным дорожным условиям.

### **Особенности адаптивной подвески**



Рисунок 1 – Общий вид адаптивной подвески

Адаптивная подвеска по сравнению с другими подвесками с достаточно быстрой скоростью адаптируется к изменяющимся дорожным условиям, а именно изменяет свои характеристики в данный момент времени. Понятие активная подвеска – это общее название. Адаптивная подвеска представляет собой наиболее распространенный вид подвески активной.

Независимо от вида подвески функции, которые она призвана выполнять идентичны. Адаптивная подвеска снабжена ЭБУ (электронный блок управления системой, также он называется контроллером).



Рисунок 2 – Контроллер

Контроллер обеспечивает в том числе автоматическое срабатывание стабилизаторов поперечной устойчивости системы подвески транспортного средства в процессе его эксплуатации, а именно выполняет задачу снижения его крена в корреляции с особенностями, а также состоянием дорожного покрытия.

Кроме того, ключевыми компонентами адаптивной подвески являются:

1. Амортизаторы функция, которых заключается в поглощении возникающих колебаний подвески, включая уменьшение вибрации, а также обеспечении плавной поездки. Регулируются они по жесткости или же демпфированию с целью достижения оптимизации комфорта, в том числе управляемости.

2. Пневматические элементы, применяемые на некоторых адаптивных подвесках, выполняют задачу варьирования высоты, в том числе жесткости подвески. Это дает возможность мобильному транспортному средству приспособиться к различным дорожным условиям, а также загрузке.

3. Датчики встраиваются в электронную систему управления – контролируют изменяющиеся параметры, например, скорость движения машины, кроме того, неровности дороги, включая углы наклона. Информация передается в систему управления для корректировки функционирования подвески.

Структуризация адаптивных подвесок:

1. Полностью активная подвеска: обеспечивает максимальный уровень регулировки, что дает возможность транспортному средству приспособиться к изменяющимся дорожным условиям, а также стилю вождения.

2. Полуактивная подвеска: в этом варианте лишь некоторые элементы подвесок могут быть адаптивными, что влияет на соотношение стоимости и производительности. Такая система обычно используется на бюджетных машинах.

3. Адаптивная пневматическая подвеска: этот тип подвески оснащен пневматическими компонентами с целью осуществления варьирования высоты, в том числе жесткости подвески, что способствует повышению комфортабельности, включая управляемость автомобиля.

### **Пути совершенствования**

Технологии находятся в постоянном развитии - они непрерывно совершенствуются, конструкторы активно работают над созданием различных вариантов, чтобы достичь максимально возможных эксплуатационных характеристик, не нанося ощутимый ущерб весу, а также размеру. Их цель – решить задачу обеспечения осуществления наиболее точных настроек в каждый конкретный момент времени для каждого отдельно взятого колеса. Это дает возможность достичь высочайшей степени комфорта, включая полную безопасность, в том числе хорошую управляемость, а также устойчивость технического средства на дороге.



Рисунок 3 – Общий вид адаптивной пневматической подвески

### **Положительные и отрицательные стороны**

**Положительные стороны.** Несмотря на то, что есть механизмы близкие к идеалу даже у них есть некоторые недостатки. Отметим положительные стороны: исключительно хорошая плавность хода; великолепная управляемость, включая езду на плохой дороге; возможность варьирования величины клиренса; адаптация (в большинстве случаев автоматическая) под сложившиеся дорожные условия в конкретный момент времени; выбор стиля-режима езды; срок службы гидропневматических элементов (как минимум 25 тысяч километров пробега); эффективность - оптимизация функционирования подвески позволяет снизить расход горючего, в том числе увеличить ресурс эксплуатации шин.

### **Отрицательные стороны**

Основным недостатком системы – является высокая стоимость адаптивной подвески. В том числе причиной недовольства людей могут быть: большие затраты на техническое обслуживание и ремонт. При отказе одного гидропневматического компонента менять необходимо парой. Сложность конструктивного устройства.

### **Перспективы применения**

Адаптивные подвески находят всё большее распространение в самых различных классах автомобилей, начиная от премиум-сегмента и до массовых моделей. Она особенно востребована в странах мира, в которых комфорт, а также безопасность имеют приоритетное значение, например, такие как легковые мобильные машины для осуществления длительных поездок, включая

внедорожники и городские транспортные средства. Благодаря бурному техническому прогрессу в области развития технологий и технических средств и, кроме того, снижению производственных затрат, адаптивная подвеска становится более доступнее для широкого круга потребителей.

### **Вывод**

Адаптивная система подвеска представляет собой прогрессивную разработку, которая имеет большое количество положительных сторон. Она позволяет максимально улучшить комфорт, в том числе управляемость. А также безопасность поездки. Принцип ее функционирования базируется на применении различных компонентов и кроме того, систем управления, которые позволяют достичь наилучшее приспособление подвески к дорожным условиям, а также стилю вождения.

### ***Библиографический список***

1. Алтухов, И.В. Теплофизические характеристики как основа расчета постоянной времени нагрева сахаросодержащих корнеплодов в процессах тепловой обработки / И. В. Алтухов, В.Д. Очиров // Вестник КрасГАУ. - 2010. - № 4 (43). - С. 134-139.

2. Асалханов, П.Г. О некоторых алгоритмах прогнозирования дат технологических операций возделывания зерновых культур / П. Г. Асалханов, Я. М. Иваньо // Вестник ИрГСХА. – 2011. – № 47. – С. 116-121.

3. Шуханов, С.Н. Элементы взаимодействия частиц зернового вороха с воздухом при работе ленточного метателя / С.Н. Шуханов // Аграрный научный журнал. - 2015. - № 12.- С. 58-59.

4. Шуханов, С.Н. Обзор современных конструкций измельчителей корнеклубнеплодов как основа для создания более совершенных машин / С.Н. Шуханов, В.Д. Коваливнич, А.С. Доржиев // Аграрная наука. - 2016. - № 1.- С. 31-32.

5. Алексеев, В.А. О возможности работ двигателя внутреннего сгорания на газовом топливе / В.А. Алексеев, П.И. Ильин, П.А. Болоев // Вестник ИрГСХА. -2011.- № 45.- С. 70-74.

6. Ильин, П.И. Определение оптимальной частоты вращения коленчатого вала при диагностировании / П.И. Ильин // Актуальные вопросы аграрной науки. - 2018. - № 28.- С. 5-14.

7. Трекер для измерения параметров работы автомобиля в движении / С.Н. Кривцов и др. // Актуальные вопросы аграрной науки. - 2020.- № 36. С. 11-20.

8. Кокиева Г.Е. Исследование высокопроизводительных и малогабаритных винтовых транспортеров-зернопогрузчиков в сельском хозяйстве / Г.Е. Кокиева, В.П. Друзьянова // Дальневосточный аграрный вестник. - 2021. - № 1 (57). - С. 79-87.

9. Повышение надежности техники в сельском хозяйстве на основе применения систем непрерывного диагностирования / Р. В. Безносюк [и др.] //



Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 112-116.

10. Шальнев, С. В. Направления повышения эффективности систем охлаждения двигателей внутреннего сгорания / С. В. Шальнев, А. В. Алехин // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3, № 4. – С. 7.

11. Метод ускоренного диагностирования форсунок на коксование / А.А. Карташов и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2022. - № 176. - С. 85-95.

12. Романова, Л. В. Российское автомобилестроение: тенденции развития в условиях санкций / Л. В. Романова, Л. В. Черкашина // Актуальные вопросы устойчивого развития современного общества и экономики : Сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-практической конференции. В 3-х томах, Курск, 27–28 апреля 2023 года. Том 2. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 288-291

**УДК 629.3**

*Егоршин С.Н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ  
Воротников Е.С.  
Академия ФСИН России, г. Рязань, РФ*

## **РОЛЬ ДИАГНОСТИКИ В СОВРЕМЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТА**

Проведенные исследования показывают, что годовая выработка автомобилей к концу срока их эксплуатации уменьшается почти в 2 раза. Согласно данным таких исследований имеет место и снижение надежности автомобильной конструкции [1,2,3,4,5,6,7]. За весь период использования автомобиля расходы на его обслуживание и ремонт в 5-7 раз превышают его начальную стоимость. Поэтому и на этапах проектирования автомобиля и на протяжении всего срока его эксплуатации особого внимания требует прогнозная оценка ключевых показателей надежности его элементов. Далее будут рассмотрены особенности диагностирования параметров элементов автомобиля, а также их значение при определении технического состояния ТС. Одним из этапов технологических процессов приема, ремонта и технического обслуживания автомобилей в СТО является техническое диагностирование, представляющее собой определение состояния объекта без разборки и с высокой степенью точности (рис. 1) [4,7].

### **1. Суть диагностирования**

Планово-предупредительная система ремонта и ТО автомобилей предполагает, что по прошествию определенного времени в отношении транспортного средства обязательно проводятся необходимые профилактические мероприятия. При этом, несмотря на то, что режимы

выполнения ремонта и ТО периодически корректируются, применение индивидуального подхода к автомобилям не практикуется.

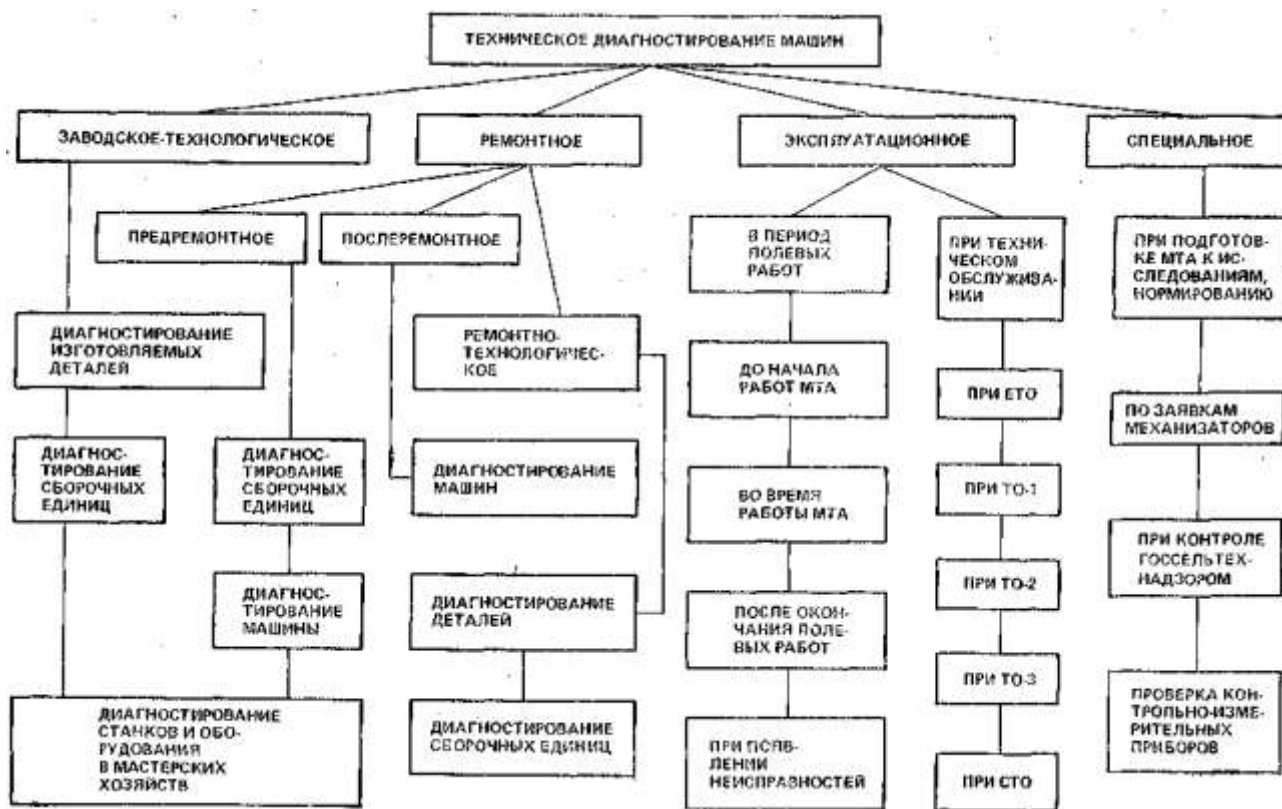


Рисунок 1 – Классификация технического диагностирования автомобилей

Однако такой подход необходим, поскольку даже работающие в одних и тех же условиях автомобили могут отличаться по своему техническому состоянию при одинаковой наработке [8,9,10,11]. Это может быть обусловлено самыми разными причинами (особенностями управления ТС, отличительными особенностями конкретного ТС и т.д.). Мероприятия, предусмотренные планами технического обслуживания не всегда нужны тому или иному автомобилю. В свою очередь выполнение таких лишних и ненужных операций приводит к тому, что индивидуальные свойства автомобилей реализуются не в полном объеме, а также к дополнительным тратам на ТО. Притом, что это не улучшает технического состояния автомобиля. Частые вмешательства в работу сопряжений, напротив, могут стать причиной нарушения работоспособности сопряжения поверхностей, нарушению герметичности и повреждению крепежных соединений. Обусловленный несвоевременным выявлением неисправностей большой объем ремонтных работ приводит к значительным потерям материальных и трудовых ресурсов.

Более широкое применение автомобильного диагностирования в рамках технологических процессов выполнения ремонта и ТО позволило бы более полно использовать индивидуальные возможности ТС и с большей эффективностью использовать подвижной состав [12,13].

Техническая диагностика - это область знаний, охватывающая средства и методы определения технических состояния объектов, особенности их проявления и разрабатывающая методы определения таких состояний. Техническое диагностирование - это определение технического состояния объекта и степени его исправности. Благодаря техническому диагностированию и своевременному проведению ТО и устранению неисправностей повышается надежность автомобилей. Другими преимуществами технического диагностирования является возможность продлить срок службы узлов и агрегатов ТС за счет сокращения частоты их разборок, сократить расход необходимых для проведения ремонта и ТО материалов и запчастей, а также связанных с проведением ремонтных работ и работ по обслуживанию трудозатрат, за счет того, что они будут проводиться по необходимости на основании данных, полученных в рамках планового диагностирования.

Как говорилось выше, определить техническое состояние транспортного средства можно по значениям структурных параметров (рис. 2). Однако измерить их не прибегая к частичной или полной разборке автомобиля практически не возможно.

Оценка состояния объекта в рамках диагностики производится по выходным процессам работающего механизма. Указанные процессы разделяют на рабочие (потребление топлива, отдача тепла, мощности) и сопутствующие (звуковые, световые явления и пр.). Оцениваются выходные процессы по определенным параметрам (к примеру, отдачу мощности можно оценить по темпу ее нарастания). Структурные параметры и параметры выходных процессов связаны между собой, в связи с чем по значениям последних можно определить степень исправности транспортного средства (узла, агрегата), качество его работы. Соответствуют друг другу и номинальные значения структурных параметров, и номинальные значения выходных параметров. В случае ухудшения технического состояния транспортного средства (узла, агрегата) возможно либо уменьшение выходных параметров (падение давления масла в автомобильном двигателе) либо их увеличение (количества потребляемого топлива). Параметр выходного процесса, достигший предельного значения, указывает на имеющуюся у автомобиля неисправность, а также на необходимость проведения ремонта или технического обслуживания ТС. На основе данных относительно скорости изменения выходного параметра, его характере и предельном значении можно определить срок безопасной работы автомобиля до следующего ремонта или технического обслуживания.

В зависимости от информации, которую могут отражать выходные параметры, их разделяют на частные и обобщенные. По обобщенным параметрам оценивается состояние транспортного средства в целом (объем топлива, расходуемый на определенное расстояние, время, за которое машина разгоняется до заданной скорости и др.), по частным параметрам - оценивается состояние той или иной системы, узла агрегата (рулевой люфт автомобиля, появление стука в КШМ двигателя и т.д.).

Только на работающем автомобиле возможно измерение выходных

параметров. Впоследствии по таким параметрам определяется состояние объекта без необходимости его разборки.

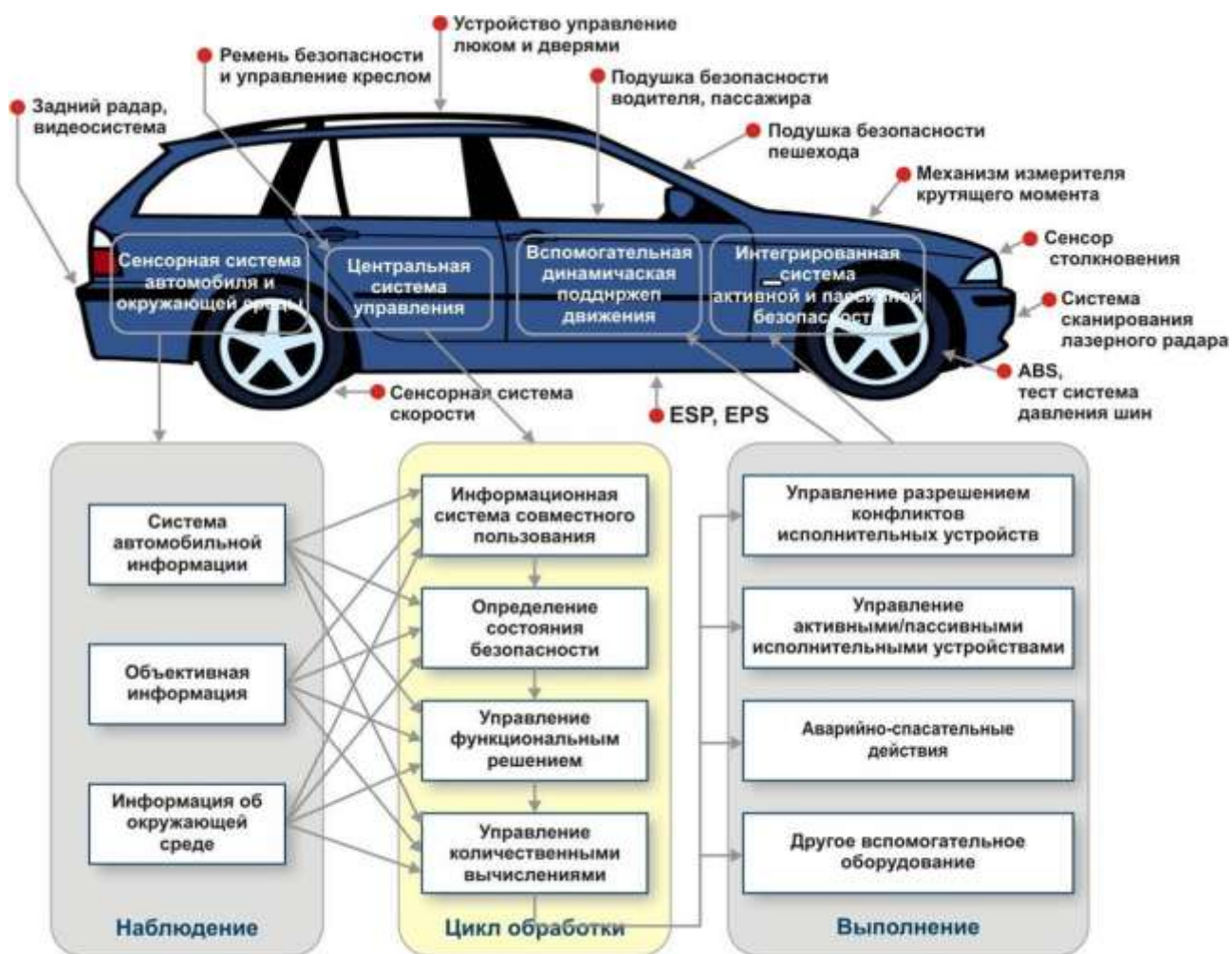


Рисунок 2 – Элементы ТС подверженные диагностике

Выходные процессы, используемые для оценки технического состояния автомобиля без необходимости его разборки, называют диагностическими признаками, параметры же таких процессов называются параметрами диагностическими. Однако не все выходные процессы могут исполнять роль диагностических признаков. Это возможно только в том случае, если выходной процесс отвечает определенным требованиям, а именно

- без него невозможно оценить состояние транспортного средства (узла, агрегата);
- он должен отличаться однозначностью, то есть перехода от убывающей функции к возрастающей (и наоборот) в зависимости от того, как долго работает автомобиль или изменения его структурного параметра до предельной отметки быть не должно. В свою очередь это является обеспечением соответствия каждому из значений структурного параметра  $S$  лишь одного конкретного значения выходного параметра  $z$ ;
- содержать определенную информацию и быть чувствительным.

Чувствительность определяется скоростью, с которой увеличивается выходной параметр Дц при несущественном изменении структурного параметра AS и ее величиной. Чем больше Ди при том или ином AS, тем чувствительнее выходной параметр;

- даже при повторных измерениях отличаться стабильностью, которая при одних и тех же условиях измерения характеризуется одинаковой степенью рассеивания значений относительно среднего значения параметра;

- отличаться экономичностью и технологичностью, что подтверждается удобством определения параметра в рамках диагностирования, а также соответствующими трудозатратами и затратами финансовыми;

- обладать способностью разделения и определения локализации имеющихся у объекта неисправностей по месту их возникновения (деталей в конкретном элементе, детали, в случае наличия нескольких одноименных сопряжений, до конкретного сопряжения, до частей, из которых состоит элемент).

Точность полученных по результатам диагностирования результатов во многом зависит от теплового, скоростного и нагрузочного режимов работы автомобиля [14, 15]. Поэтому для получения качественной и достоверной информации относительно технического состояния объекта применяют специальные устройства и приспособления, которые способны задавать необходимые режимы и поддерживать их.

### *Библиографический список*

1. Перспективы технической эксплуатации мобильных средств сельскохозяйственного производства / Н. В. Бышов [и др.]. – Рязань : РГАТУ, 2015. – 192 с.

2. Патент № 2607852 С Российская Федерация, МПК G01R 27/26, G01N 27/60. Способ диагностирования технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы : № 2015124080 : заявл. 12.10.2015 : опубл. 20.01.2017 / А. А. Голиков, А. В. Старунский, В. В. Акимов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ).

3. К выбору показателей эффективности при исследовании и совершенствовании системы технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве / Н. В. Бышов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 108. – С. 1058-1071.

4. Патент № 2601349 С1 Российская Федерация, МПК E04H 6/08, E04H 5/08. Способ хранения сельскохозяйственной техники : № 2015129727/03 : заявл. 20.07.2015 : опубл. 10.11.2016 / А. В. Шемякин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).

5. Диагностика технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы / Н. В. Бышов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 1(33). – С. 63-68.

6. Патент № 2648924 С2 Российская Федерация, МПК F16D 66/02. Устройство для контроля изнашивания тормозной колодки : № 2016137464 : заявл. 19.09.2016 : опубл. 28.03.2018 / А. А. Симдянкин, И. А. Успенский, Н. В. Бышов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).

7. Коррозия и защита металлов / И. В. Фадеев [и др.] ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева. – Рязань : РГАТУ, 2021. – 147 с.

8. Диагностирование дизельных двигателей автотракторной техники / А. В. Шемякин [и др.]. – Рязань : РГАТУ, 2021. – 130 с.

9. Метод ускоренного диагностирования форсунок на коксование / А. А. Карташов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 176. – С. 85-95.

10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022660112 Российская Федерация. Расчет объемного и массового расхода : № 2022619415 : заявл. 24.05.2022 : опубл. 31.05.2022 / А. В. Шемякин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

11. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022665017 Российская Федерация. Оценка эффективности мойки деталей автотракторной техники : № 2022664362 : заявл. 29.07.2022 : опубл. 09.08.2022 / А. В. Шемякин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

12. Патент на полезную модель № 167900 U1 Российская Федерация, МПК G01N 27/22, G01N 33/22. Устройство для определения качества автомобильного бензина : № 2016124863 : заявл. 21.06.2016 : опубл. 11.01.2017 / А. А. Голиков.

13. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022665214 Российская Федерация. Расчет потребления топлива грузовыми автомобилями при перевозке сельскохозяйственных грузов : № 2022664314 : заявл. 29.07.2022 : опубл. 11.08.2022 / А. С. Степашкина, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное

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

14. Энергетические и экологические показатели двигателей с ультразвуковой очисткой электромагнитных форсунок / И. К. Данилов [и др.]. – Москва : Российский университет дружбы народов (РУДН), 2022. – 122 с.

15. Патент на полезную модель № 218007 U1 Российская Федерация, МПК В08В 3/00. Установка для мойки деталей и узлов машин : № 2022127467 : заявл. 21.10.2022 : опубл. 02.05.2023 / А. А. Симдянкин, А. В. Шемякин, С. Н. Борячев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

**УДК 631.25**

*Колотов А.С., канд. техн. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ХРАНЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ПОД НАВЕСОМ**

В данной статье мы рассмотрим вопрос хранения сельскохозяйственной техники его актуальность, а так же то как методика хранения под навесом помогает решать этот вопрос.

Хранение техники — важный аспект поддержания её работоспособности и продления срока службы. Актуальность правильного хранения техники связана с необходимостью предотвращения потери исправности и работоспособности машин, а также их составных частей в нерабочий период. Это важно для сельскохозяйственных организаций, так как неправильное хранение может привести к коррозии, старению материалов, деформации деталей и снижению срока службы техники.

Хранение сельскохозяйственной техники под навесом (рисунок 1) является одним из распространённых вариантов частично-закрытого содержания машин [1-4]. Это самый простой и бюджетный вариант из данной категории. Многолетний опыт показывает, что его использование актуально для средней полосы. Навесная конструкция защищает технику от большинства внешних факторов и снижает прямое солнечное воздействие, что благоприятно сказывается на внешнем виде машины.

Перед установкой на хранение необходимо снять с техники механические узлы, требующие содержания на складе, произвести их чистку и частичное техническое обслуживание [5]. На поверхностях деталей в процессе эксплуатации могут появиться трещины и вмятины. Их можно устранить на специальном стенде в ремонтном цехе предприятия.

Площадка с навесом должна располагаться на небольшой возвышенности, чтобы в период половодья её не затопило. Угол наклона площадки должен быть равен нескольким градусам, чтобы во время косо

дождя, вода не скапливалась, а скатывалась с эксплуатируемой территории в канализационные люки.



Рисунок 1 – Хранение трактора под навесной конструкцией

Не рекомендуется устанавливать навес на открытой местности, потому что в ветреную погоду его может наклонить или снести, что с высокой вероятностью нанесёт урон стоящей под ним технике. К похожей проблеме может привести установка непосредственно в проёме между помещениями, в который попадает направленный поток ветра.

Установка навеса вблизи линии электропередач опасна из-за вероятности обрыва проводов и обрушения. Причиной этому могут стать техническая неисправность или ураган. В случае данного происшествия повышается риск возгорания и поражения электрическим током. Кроме того, электрические конструкции опасны сами по себе, потому что, как правило, находятся под высоким напряжением, что несёт потенциальную опасность. Обращаться с ними на любом предприятии следует с особой внимательностью и осторожностью.

Для подготовки перед установкой навеса предпочтительно заасфальтировать потенциальную площадь, на которой в последствии будет располагаться техника. Для этого используется выработанная технология проведения дорожных работ. Сначала с помощью спецтехники (грейдеров, бульдозеров, погрузчиков) расчищают выбранное место. При этом количество задействованной техники может варьироваться в зависимости от состояния поверхности. Далее выкапывается бассейн глубиной в несколько десятков сантиметров в зависимости от предполагаемой нагрузки. Асфальт кладут в несколько слоёв (рисунок 2):

грунт;



щебень;  
песок;  
георешетка;  
асфальтобетон пористый;  
асфальтобетон плотный.

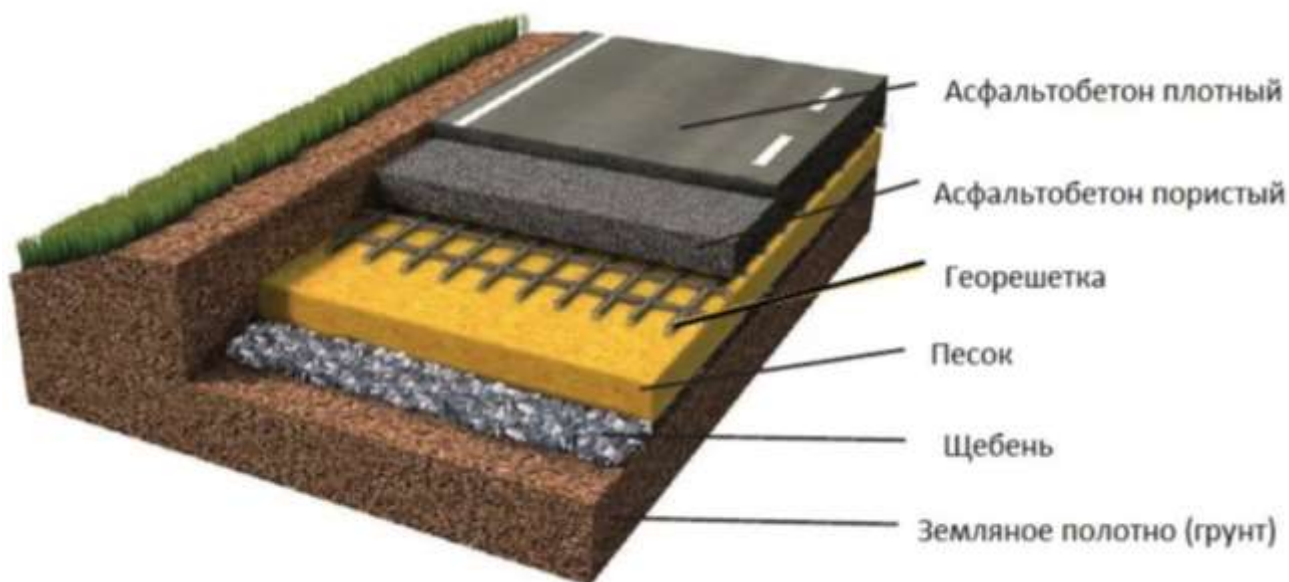


Рисунок 2 – Основные слои заасфальтированной площадки

Стояночная платформа является основной частью конструкции навесного укрытия для сельскохозяйственной техники. От качества асфальта и правильности его укладки зависят прочностные характеристики платформы и определяется её устойчивая способность. Главными задачами, которые должны быть достигнуты на данном этапе, являются: выдерживание веса техники и погодных условий разной сложности. Асфальтовое покрытие должно проходить периодическую проверку. При необходимости – должен быть обеспечен беспрепятственный ямочный ремонт.

ГОСТ 7751-2009 устанавливает предпочтительными типами хранения именно те, которые используют защитные укрытия. Это связано с тем, что в таком случае значительно повышаются надёжность и безопасность, снижается количество затрачиваемого времени и увеличивается производительность труда в целом. Навес достаточно прост в установке и не требует больших материальных вложений, что делает его фаворитом среди частично-закрытых вариантов хранения сельскохозяйственной техники.

Составные части навесной конструкции достаточно вариативны: от столбов и брезента, до полноценных стенок и крыши. При проектировании и выборе материалов руководствуются главными целями и задачами, которые стоят перед предприятием, количеством техники, её габаритами и сложностью, устанавливаемых на неё агрегатов.

При установке столбов особое внимание следует обращать на их дальнейшее применение: будут ли они стоять постоянно или же только

небольшой промежуток времени. Для установки на постоянную основу рекомендуется использовать метод частичного бетонирования. Он обеспечивает требуемую устойчивость и позволяет оказывать необходимое противодействие возможным внешним нагрузкам. Данный вариант установки считается более практичным и предпочтительным, так как производится качественно и один раз, позволяет выдерживать большие нагрузки и показывает устойчивость к шквалистым порывам ветра и ураганам.

Крыша навесной конструкции, обычно, выполняется либо покато, либо в виде треугольника или купола. Это делается для того, чтобы метеорологические осадки не скапливались, создавая угрозу обрушения, а скатывались вниз. По периметру крыши достаточно эффективно использовать специальный водоотвод, проходя по которому осадки попадают в сменную ёмкость или напрямую в канализацию. От прочностных характеристик крыши зависит то, какую нагрузку она сможет выдерживать, что определяет срок службы всей конструкции.

При выборе строительных материалов учитывают не только их запас прочности, но и экологичность. Вред, наносимый окружающей среде в результате использования токсичных материалов, с каждым годом становится всё больше. Сельскохозяйственная отрасль напрямую связана с природными ресурсами, оберегать и созидать которые является её основной задачей. Поэтому все используемые в строительстве хозяйственных объектов компоненты должны в обязательном порядке проходить специализированную проверку на предмет безопасности для человека и окружающей среды.

Перед установкой на хранение технику освобождают от скопившихся слоёв грунта и производят тщательный помыв. Для этого используют специальные щётки, которые не царапают поверхность техники, и наиболее эффективный вариант мойки под высоким давлением. Для качественной очистки от загрязнений и накопившихся за время эксплуатации техники различного рода отложений применяют моющие средства различного химического состава. Самыми распространёнными являются моющие средства на водной основе. Они имеют невысокую стоимость и являются безопасными для большинства видов поверхностей. Недостаток данного рода средств заключается в том, что они плохо справляются с накипями и закорстевшими отложениями. Чтобы ликвидировать данные субстанции, используют очистительную пену. Её наносят небольшим слоем на поверхность, которая нуждается в очистке, ждут, пока произойдёт химическая реакция, а затем смывают. В особо трудных случаях применяют специальные пасты. Они действуют похожим образом, но проявляют себя с наилучшей стороны. В крайнем случае, например, для очистки небольшого участка от мазута, можно использовать солянку. Она имеет потрясающие очистительные свойства, но требует качественной промывки и не подходит для чувствительных типов поверхностей.

Подготовленную технику контрольный раз осматривают и загоняют под навес. Важно соблюдать дистанцию между машинами, чтобы они не создавали

препятствия друг другу. Время хранения техники зависит от области её применения и механических возможностей. Большая часть машин используется всего несколько недель в году (посевные и уборочные агрегаты) и требует длительного хранения, а, например, трактор может использоваться круглый год. В таком случае целесообразно расположить его ближе к выезду из хранилища.

Вариант хранения техники под навесом активно применяется в агропромышленном комплексе и эффективно показывает себя с различных сторон: защищает машины от погодных невзгод, предотвращает ДТП, снижает вероятность угона и незаконного использования. Навесные конструкции устанавливаются на большом количестве сельскохозяйственных предприятий и качественно выполняют свою функцию. Доработка и модификация данного способа хранения техники – это одна из актуальных задач научной деятельности [6-7].

Хранение сельскохозяйственной техники под навесом является важным аспектом обеспечения её сохранности и продления срока службы. Правильное хранение включает проведение организационно-технологических процедур, направленных на защиту машин от агрессивной внешней среды, коррозии, механических повреждений и разрушающих воздействий.

Основные аспекты правильного хранения включают размещение техники в специально оборудованных помещениях или на открытых площадках под навесом. При размещении на открытых площадках необходимо провести предварительные работы по консервации и герметизации отдельных узлов, а также обеспечить отвод воды и защиту от снежных заносов.

Особенности хранения уборочных комбайнов включают очистку от остатков растений, пыли и комьев земли, смазку трущихся поверхностей, закрытие молотильного аппарата защитным щитком и покрытие ножей и режущих механизмов соответствующей смазкой.

Консервация двигателей также важна для беспроблемной эксплуатации техники после хранения. Она заключается в очистке и обдуве двигателя сжатым воздухом, использовании рабоче-консервационного масла для консервации силовой установки и применении специальных присадок для консервации топливной системы.

Соблюдение всех этих правил позволит сохранить сельскохозяйственную технику в хорошем состоянии и продлить срок её службы, обеспечивая эффективную работу и снижение затрат на ремонт и обслуживание.

### ***Библиографический список***

1. Захаров, А. В. Анализ условий и результатов функционирования картофелеуборочных машин в условиях сельскохозяйственных предприятий / А. В. Захаров, Р. А. Крупчатников, С. А. Грашков // Молодежь и XXI век - 2022 : Материалы 12-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах, Курск, 17–18 февраля 2022 года / Отв. редактор М.С. Разумов. Том 4. –

Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 299-301

2. Совершенствование технологии хранения сельскохозяйственной техники / К.П. Андреев, К.А. Забара, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2020. – № 7. – С. 32-38.

3. Андреев, К. П. Подготовка сельскохозяйственной техники к хранению / К. П. Андреев, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Ремонт, восстановление, модернизация. - 2018. - № 9. - С. 36-39.

4. Ушанев, А.И. К вопросу хранения сельскохозяйственной техники / А.И. Ушанев // Вестник РГАТУ. - 2016. - №4 (32). – С. 82-87.

5. Малухов, Б. А. Основы технического обслуживания автомобильного транспорта / Б. А. Малухов, А. А. Кутыраев // Инженерные решения для АПК : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 83-летию со дня рождения профессора А.М. Лопатина (1939-2007), Рязань, 16 ноября 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 225-229.

6. Перспективы организации работ, связанных с хранением сельскохозяйственных машин в сельском хозяйстве / Н.В. Бышов и др. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – 95 с.

7. Современное состояние, проблемы и перспективы развития АПК / Д. И. Жилияков, О. В. Петрушина, Т. М. Рустамов, Ч. К. Ибекве // Актуальные 76 научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы : Материалы IX Национальной научно-практической конференции с международным участием, Кемерово, 29 декабря 2022 года. – Кемерово: Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. – С. 933-936

8. Электрификация как рычаг увеличения конкурентоспособности Российских отраслей промышленности / С.Н. Волкова, Е.Е. Сивак, Е.В. Малышева, В.А. Харламов // Молодежная наука – развитию агропромышленного комплекса: материалы III Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Курск, 2023. – С. 352–355.

9. Терентьев, В.В. Пистолет-распылитель для двухкомпонентной консервации сельскохозяйственных машин/ В.В. Терентьев, М.Б. Латышенок, А.С. Попов // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: Материалы научных трудов. Рязань, Том Выпуск 3, Часть 1. - Рязань: РГАТУ, 1999. - С. 92-93.

10. Попов, А. С. Влияние температуры моющей жидкости на процесс кавитационной очистки наружных поверхностей сельскохозяйственной техники / А. С. Попов, В. Н. Туркин // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития: материалы II-ой Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора техн. наук, профессора Н.В. Бышова. Рязань, 24 ноября 2022 года. - Рязань: РГАТУ, 2022. - С. 299-304.

11. Морозова, Н. М. Принципы организации выполнения работ по проведению подготовки и хранению зерноуборочных комбайнов / Н. М.

Морозова, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: сб. науч. тр. – СПб., 2013. - С. 355-358.

12. Повышение сохранности сельскохозяйственной техники при хранении / К. А. Забара, А. В. Шемякин, В. В. Терентьев, В. А. Киселев // Вестник РГАТУ. – 2022. – Т. 14, № 4. – С. 133-144.

13. Утолин, В. В. Технология и устройство для механической очистки деталей животноводческих машин от консервационного материала / В. В. Утолин, А. В. Подъяблонский, Е. В. Старшинова // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – № 1. – С. 194-198.

14. Патент на полезную модель № 147131 U1 Российская Федерация, МПК В05В 7/02. Пистолет-распылитель : № 2014113273/05 : заявл. 04.04.2014 : опубл. 27.10.2014 / А. И. Ушанев, С. Г. Малюгин, В. С. Малюгин [и др.].

**УДК 625.72**

*Колошеин Д.В., канд. техн. наук,  
Ткач Т.С., канд. техн. наук, доцент,  
Щур А.С.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Геологическое проектирование автомобильных дорог играет ключевую роль в обеспечении стабильности, безопасности и отказоустойчивости транспортной инфраструктуры. Благодаря комплексному исследованию территории, тщательному планированию и инновационным инженерным решениям автомобильные дороги могут быть спроектированы таким образом, чтобы выдерживать геологические нагрузки при минимальном воздействии на окружающую среду.

Стабильность шоссе имеет первостепенное значение. Изучая почву, типы горных пород и геологические структуры, инженеры могут предвидеть и смягчать такие проблемы, как оползни, воронки или сейсмическая активность, которые могут превратить шоссе в приключение по бездорожью.

Почва: Не все почвы созданы равными. Некоторые, например глина, могут резко разбухать или усыхать при изменении влажности, что приводит к неровному дорожному покрытию. Песок, с другой стороны, может плохо выдерживать большие нагрузки. Определяя типы грунтов, инженеры могут адаптировать свой проект, возможно, стабилизируя грунт или выбирая более глубокие фундаменты.

Горные породы: Горные породы являются тяжеловесами геологических материалов. Их тип, целостность и устойчивость к атмосферным воздействиям имеют решающее значение. Например, осадочные породы, такие как известняк, могут быть подвержены эрозии, в то время как магматические породы, такие

как гранит, обладают превосходной прочностью и долговечностью. Понимание типов горных пород помогает в выборе наилучших методов строительства.

Планирование шоссе вблизи или поперек линий разломов требует глубокого понимания сейсмической активности. Инженеры используют геологические изыскания для составления карт этих опасных зон и проектирования магистралей, способных противостоять потенциальным землетрясениям.

Ориентация и угол наклона слоев горных пород могут существенно повлиять на устойчивость. Слои, отходящие от склона, менее подвержены скольжению, чем те, которые приближаются к нему. Геологи оценивают эти условия для предотвращения оползней или камнепадов.

Оползни: Геологи выявляют районы, подверженные оползням, изучая прошлые случаи, углы наклона, состав почвы и растительность. Контроль дренажа, подпорные стенки и корректировка угла наклона являются одними из стратегий предотвращения оползней в будущем.

Провалы: В основном вызывают беспокойство в районах, залегающих под растворимыми породами, такими как известняк. Инженеры избегают строительства в районах, подверженных провалам, или укрепляют грунт, чтобы предотвратить обрушение. Регулярный мониторинг также может предупредить о появлении провалов.

Сейсмическая активность: В районах, подверженных землетрясениям, автомобильные дороги необходимо проектировать таким образом, чтобы они изгибались и поглощали сейсмическую энергию. Для этого могут потребоваться специальные материалы, способные выдерживать тряску, или проектирование дорожной разметки таким образом, чтобы избежать прямого пересечения линий разломов. Сейсмическая активность может привести к значительному ущербу. Поэтому маршруты часто корректируются таким образом, чтобы огибать эти потенциально опасные районы.

Маршрут, по которому проходит шоссе, тщательно спланирован, где геология играет важную роль.



Рисунок 1 – План трассы в сложных геологических условиях

В районах, которые часто затапливаются или где проходят значительные водные пути, могут потребоваться мосты, водопропускные трубы или возвышенные участки. Иногда более целесообразно скорректировать маршрут, чем разрабатывать решения для преодоления водных преград.

Извилистые маршруты автомагистралей являются результатом сотен обсуждаемых и решаемых моментов, где за каждым поворотом, каждым объездом стоит причина — будь то геологическая, экологическая, социальная или экономическая. Они далеки от того, чтобы быть просто путями, они являются свидетельством человеческой изобретательности в балансировании между прогрессом и сохранением.

Геологическое исследование участка.

Высококачественное геологическое исследование участка имеет первостепенное значение для обеспечения стабильности, надежности и долговечности дорожной инфраструктуры. Важность проведения комплексных обследований подчеркивается несколькими ключевыми причинами:

1. Снижение рисков: Геологические изыскания помогают выявить потенциальные опасности, такие как оползни, просадки грунта, воронки и сейсмическая активность вдоль коридора автомагистрали. Понимание этих рисков позволяет инженерам принимать соответствующие меры по снижению рисков на этапах проектирования и строительства.

2. Конструкция фундамента: Геологический состав участка влияет на решения по проектированию фундамента. Знание подземных условий, свойств грунта и горных пород имеет решающее значение для выбора подходящих типов фундаментов и обеспечения достаточной несущей способности.

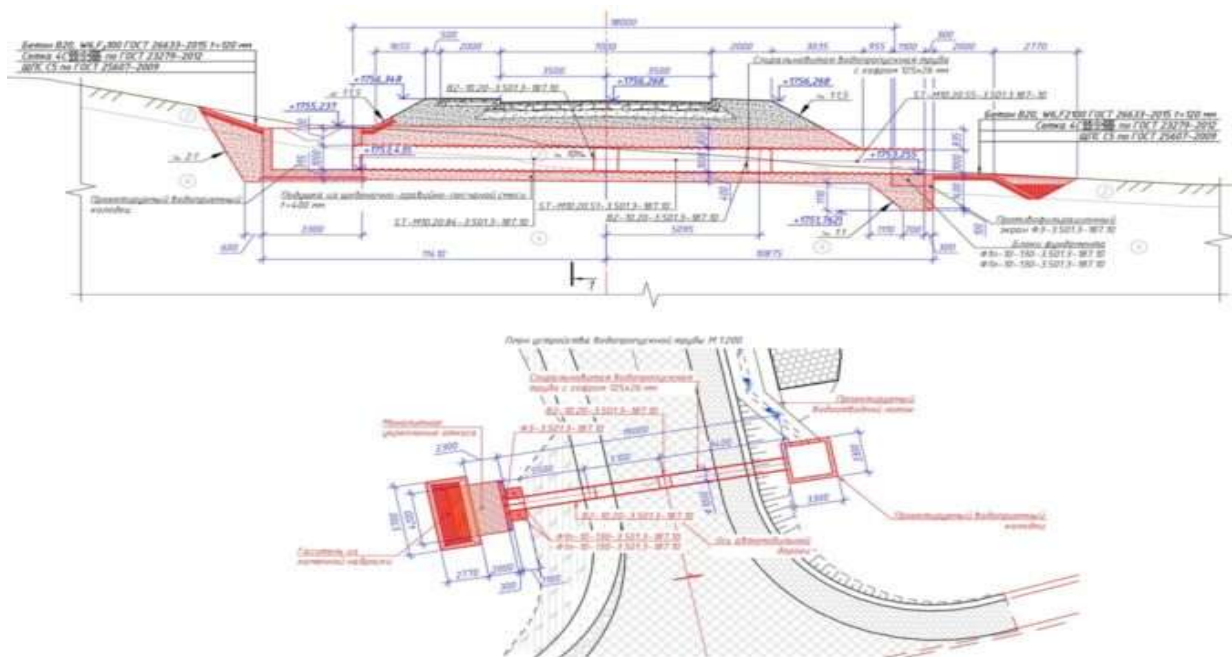


Рисунок 2 – План дренажа

3. Поиск материалов: Геологические изыскания помогают определить подходящие строительные материалы, такие как заполнители, материалы для заполнения и материалы для дорожного покрытия. Оценка геологических характеристик близлежащих карьеров или карьерных выработок помогает оптимизировать выбор материалов и минимизировать транспортные расходы.

4. Оценка воздействия на окружающую среду: Геологические исследования помогают оценить воздействие строительства автомобильных дорог на уязвимые экосистемы, водные ресурсы и естественную среду обитания. Эта информация служит основой для разработки устойчивых и экологически ответственных методов строительства.

При проведении геологических исследований на участке используются различные методы и техники для оценки подземных условий и характеристики геологических особенностей. Общие подходы включают:

1. Геофизические исследования: Такие методы, как сейсмическое отражение, электрическое сопротивление, георадарная съемка и гравитационная съемка, используются для определения границ подземных структур, обнаружения геологических аномалий и оценки свойств грунта и горных пород без проведения земляных работ.

2. Бурение и отбор проб: Прямые методы, включая бурение скважин, контрольных шурфов и рытье траншей, используются для получения физических образцов подземных материалов для лабораторного анализа. Колонковое бурение предоставляет ценную информацию о стратиграфии почвы, типах горных пород и геологических нарушениях.

3. Лабораторные испытания: Лабораторный анализ образцов грунта и горных пород включает в себя проведение испытаний для определения технических свойств, таких как плотность, пористость, проницаемость, прочность на сдвиг, сжимаемость и химический состав.

4. Дистанционное зондирование и ГИС: Методы дистанционного зондирования, спутниковые снимки и географические информационные системы (ГИС) облегчают интерпретацию региональных геологических особенностей, форм рельефа и характеристик местности.

Исследования, показывающие влияние геологических факторов на устойчивость автомобильных дорог:

1. Оползень Биг-Сур, Калифорния: Оползень 2017 года вдоль Калифорнийского шоссе № 1, известный как оползень Мад-Крик, привел к закрытию крупного шоссе и значительному ущербу инфраструктуре. Геологические факторы, включая крутые прибрежные скалы, тектоническую активность и процессы выветривания, способствовали нестабильности и разрушению склона.

2. Обрушение моста Рио-Тинто, Испания: Обрушение моста Рио-Тинто на юго-западе Испании в 2018 году подчеркнуло важность геологического изучения участка при строительстве моста. Геологические разломы и карстовые образования в подстилающей известняковой породе подорвали фундамент моста, что привело к его разрушению.



3. Шоссе Сринагар-Джамму, Индия. Шоссе Сринагар-Джамму на севере Индии подвержено оползням и камнепадам из-за пересеченной местности, и геологической нестабильности. Геологические изыскания сыграли важную роль в выявлении зон повышенного риска и осуществлении мер по стабилизации склонов для повышения безопасности дорожного движения.

Тщательные геологические изыскания необходимы для выявления потенциальных опасностей, определения характеристик подземных условий и принятия обоснованных проектных решений. Учитывая геологические соображения на каждом этапе строительства автомагистрали, инженеры могут снизить риски и оптимизировать результаты проекта.

Реальные примеры иллюстрируют важнейшую роль геологических факторов в стабильности автомобильных дорог. От оползней вдоль прибрежных скал до обрушений мостов в карстовых ландшафтах, геологические проблемы могут иметь значительные последствия для безопасности автомобильных дорог и устойчивости инфраструктуры.

Продвижение к совершенствованию геологического проектирования автомобильных дорог требует коллективных действий заинтересованных сторон в правительстве, промышленности, научных кругах и гражданском обществе. Инвестируя в исследования, наращивание потенциала и обмен знаниями, мы можем расширить возможности инженеров, проектировщиков и политиков для решения сложных геологических задач 21-го века и строительства автомобильных дорог, которые будут обслуживать население, улучшать связь и защищать окружающую среду для будущих поколений.

В динамичном мире дорожного строительства геологические границы представляют собой одновременно и вызов, и возможность. Применяя принципы геологического проектирования, используя научные достижения и поощряя культуру инноваций, мы можем проложить путь к будущему, в котором автомагистрали будут не только коридорами связи, но и бастионами устойчивости, жизнестойкости и инклюзивности.

### ***Библиографический список***

1. Белов, А.А. Инженерно-геологические изыскания для строительства автомобильных дорог и сооружений на них / А.А. Белов // Современные проблемы территориального развития. - 2018. - №3. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/inzhenerno-geologicheskie-izyskaniya-dlya-stroitelstva-avtomobilnyh-dorog-i-sooruzheniy-na-nih>

2. Белов, А.А. Меры предупреждения деформаций строений и затопления объектов / А.А. Белов, А.В. Кирюшин // Актуальные вопросы архитектуры и строительства. - Саранск, 2015. - С. 276–282.

3. Бабкин, В. И. Инженерная геодезия: Учебно-методическое пособие для СПО / В. И. Бабкин, Н. В. Капырин. – 2-е издание, исправленное. – Липецк, Саратов: Липецкий государственный технический университет, 2023. – 117 с. – (Среднее профессиональное образование).

4. Анализ уплотнения нижнего слоя основания в насыпях автомобильных дорог / Д.В. Колошеин, А.С. Попов, С.Н. Борычев, В.Д. Матюшкина // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития: Материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора техн. наук, профессора Н.В. Бышова. - Рязань, 2022. - С. 260-265.

5. Лобосов, Д.А. Повышение качества дорожного строительства/ Д.А. Лобосов, Д.В. Колошеин // Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК: Материалы Международной студенческой науч.-практ. конференции. - 2021. - С. 302-306.

6. Мероприятия по охране растительного и животного мира и среды их обитания при проектировании автомобильных дорог/ С.Н. Борычев и др. // Материалы всероссийской науч.-практ. конференции, посвящённой 40-летию со дня организации студенческого конструкторского бюро. - 2020. - С. 21-23

7. Матюшкина, В.Д. Уплотнение слоев дорожной одежды / В.Д. Матюшкина, Д.В. Колошеин // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры: Материалы всероссийской студенческой науч.-практ. конф. - Рязань, 2022. - С. 138-142.

8. Основные виды синтетических материалов и их общая характеристика/ О.П. Гаврилина и др. // Материалы Всероссийской науч.-практ. конф., посвящённой 40-летию со дня организации студенческого конструкторского бюро. - Рязань, 2020. - С. 27-30.

9. Расчет конструкции дорожных одежд с учетом продольных и поперечных нагрузок, возникающих от движения автотранспорта/ Е.Ю. Гаврикова, А.М. Ашарина О.П. Гаврилина, А.С. Попов. - 2020. - С. 348-353.

10. Технико-экономическое обоснование различных вариантов текущего ремонта автомобильных дорог/ А.С. Попов, Д.В. Колошеин, Л.А. Маслова // Современное состояние и перспективы развития механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта: Материалы Национальной науч.-практ. конф. - 2021. - С. 261-264.

11. Применение новых технологий при расчете дорожной одежды нежесткого типа/ А.Д. Крюнчакина и др. // Актуальные во-просы применения инженерной науки: Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. Министерство сельского хозяйства РФ. - Рязань, 2019. - С. 347-353

12. Эксплуатация автомобильных дорог с применением новых технологий/ Т.С. Беликова и др. // Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК: Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. - 2021. - С. 276-281

13. Карпушина, С.П. Повышение основных качеств дорожного покрытия при эксплуатации автомобильных дорог/ С.П. Карпушина, Д.В. Колошеин, Л.А. Маслова // Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК: Материалы международной студенческой науч.-практ. конф. - 2021. - С. 289-292.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПЕРЕВОЗКАХ ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ**

Для достижения эффективности в аграрной сфере необходимо сосредотачиваться на повышении производительности транспорта для внутрихозяйственной перевозки. Разнообразные грузы, включая продукцию растениеводства и животноводства, а также материалы для производства, характерны как для специализированных хозяйств, так и для крупных агрофирм. В этих хозяйствах используется множество наименований товаров. Следовательно, для обеспечения устойчивого роста производства и повышения его эффективности критически важно совершенствование транспортной системы в сельском хозяйстве [1,2,3,7,8,9,11,12].

Для оптимизации производственных процессов в сельскохозяйственных предприятиях необходимо обеспечить разнообразные способы транспортировки различных товаров в соответствии с их категорией. В целом же сельское хозяйство России отличается большим разнообразием грузов (до 250 видов).

Для транспортировки удобрений, кормов и сеялок применяются разнообразные транспортные средства: автомобили, специализированные машины и тракторы с прицепами, что обеспечивает эффективную работу на поле. В разных зонах производства сельскохозяйственной продукции возникают затруднения с доставкой из-за повышенной активности в сельском хозяйстве. Для перевозки зеленых кормов, свеклы и зерна в период пиковой загрузки требуются дополнительные универсальные автомобили, которые выделяются как основные грузы в различных аграрных районах [4,5,6,10,13,14].

Благодаря удобным условиям для автотранспорта, в зоне Нечерноземья активно развиваются строительство и животноводство. Средний радиус перевозки зеленых кормов не превышает 5 км, что позволяет выгодно использовать и тракторные поезда.

В условиях современного сельского хозяйства отмечается высокий уровень износа технических средств, недостаточное обновление производственной базы и низкая обеспеченность сельскохозяйственных предприятий транспортными средствами [10,15].

Более 30% подвижного состава используется за пределами установленных сроков эксплуатации, остальные также приближаются к этому состоянию. В результате отсутствия необходимого обновления транспортного

парка в последние годы, техническое состояние и работоспособность производственных процессов в сельском хозяйстве серьезно ухудшились.

Транспортная техника необходимая для сельского хозяйства, становится недоступной для производителей из-за отсутствия достаточного количества грузовиков с высокой энергоэффективностью и экономичностью топлива на российском рынке. Иностраные аналоги превосходят отечественные в этом отношении, что снижает конкурентоспособность местных производителей и препятствует увеличению производительности, сокращению потерь продукции и снижению расходов на обслуживание автотранспортных средств.

Для улучшения транспортного обслуживания в агропромышленном комплексе требуется активное обновление транспортного парка и применение передовых логистических методов.

Сложившаяся ситуация с повышением цен на автомобильную и тракторную технику создает проблемы для предприятий, чьи финансовые возможности ограничены. Растущие цены на автотранспорт усложняют ситуацию и подчеркивают актуальность вопроса об обеспечении предприятий транспортными средствами.

В других странах были внедрены новые методы доставки сельскохозяйственной продукции, что привело к изменениям в транспортной отрасли. Экономия топлива и совершенствование логистики достигаются благодаря использованию тяговых шасси с возможностью замены кузовов. Подход, основанный на таких инновациях, способствует повышению эффективности перевозок. Применение подобных технологий в России может увеличить производительность сельскохозяйственного сектора и уменьшить расходы на обслуживание транспортных средств предприятий АПК.

Важность колесных тракторов в сельском хозяйстве подтверждается тем, что до 60% всех внутрихозяйственных перевозок выполняется именно ими. Эти мощные машины могут без проблем перемещаться как по грунтовым, так и по асфальтированным дорогам, что делает их незаменимыми в процессе транспортировки.

Для обеспечения населения продуктами питания крайне важно расширять объем производства сельского хозяйства на 12% год от года. Снижение себестоимости и энергоемкости процессов, а также увеличение производительности труда способствуют значительной роли плодово-ягодной продукции в общем объеме производства.

Для улучшения доступа к свежим фруктам и ягодам для всех людей нужно активно развивать отрасль садоводства, повышать качество продукции и уменьшать потери в цепочке поставок. Важно использовать передовые технологии при сборе, транспортировке и хранении фруктов, чтобы добиться успеха.

В условиях сельского хозяйства транспортные средства сталкиваются с серьезными проблемами в перевозках из-за сложной ситуации на дорогах, где кузова подвергаются сильным колебаниям с ускорением, достигающим 3,5g. Это отрицательно влияет на груз, срок службы машин и самочувствие

водителей.

Возникают сложности с оптимальным использованием грузовой вместимости сельскохозяйственных перевозок из-за малой объемной массы большинства перевозимых товаров. Это приводит к повышению уровня повреждений груза из-за раскачивания и вибраций во время перевозки.

По результатам исследований стало ясно, что ограничения в грузоподъемности и скорости движения транспортных поездов не обусловлены мощностью двигателя. Они вызваны недостаточными тягово-сцепными свойствами, высокими колебаниями прицепа и низкой плавностью хода. По сравнению с тягачами, тракторные прицепы выделяются своей большой склонностью к колебаниям из-за их значительной массы и высокого расположения центра масс [1,4,5,6,9,11].

Для обеспечения более эффективной работы транспортных средств следует сосредоточить внимание на улучшении устойчивости движения в горизонтальной плоскости. Внедрение систем стабилизации положения автомобилей и механизмов для смягчения ударов на платформах грузовых автомобилей - один из методов, который может быть использован для решения данной проблемы. Применение таких средств поможет снизить колебания скорости и темп передвижения, что повлечет за собой улучшение сохранности перевозимых грузов.

Для оптимизации функционирования механизма перемещения кузова автомобиля было придумано специальное устройство стабилизации. Это устройство включает в себя группу упругих элементов различной жесткости, которые были внедрены в привод механизма для обеспечения плавного движения кузова. Цилиндрические пружины сжатия размещены симметрично на рычаге механизма. На рисунке 1 изображен стабилизатор кузова, который имеет связь с штоком гидроцилиндра, обеспечивая эффективную работу всей системы.

Для эффективного снижения издержек и повышения эффективности логистики необходимо изучить потенциал инновационного устройства, специально разработанного для транспортирования грузов.

Важным этапом этого процесса является анализ структурных особенностей, направленных на минимизацию вероятности повреждения перевозимых грузов.

В результате применения устройства стабилизации положения кузова с комбинированными упругими элементами различной жесткости на всех нагрузочных режимах, скорость движения поезда была снижена на 23% от максимально допустимой скорости до 24,4 км/ч. Это привело к уменьшению повреждений товаров, особенно плодоовощной продукции, в сравнении с обычным вариантом.



1 – рама; 2 – дугообразные направляющие; 3 – ролики; 4 – кронштейны; 5 - кузов;  
 6 – телескопический двуплечий рычаг; 7 – шток; 8 – силовой гидроцилиндр; 9 – кронштейн;  
 10 – группа комбинированных упругих элементов различной жесткости

**Рисунок 1 – Тракторный прицеп 2ПТС-4  
 с устройством стабилизации положения кузова**

### ***Библиографический список***

1. Повышение эффективности использования тракторных транспортных средств на внутрихозяйственных перевозках плодоовощной продукции / Н. В. Бышов [и др.]. – Рязань, 2012. – 264 с.

2. Перспективы повышения эксплуатационных показателей транспортных средств при внутрихозяйственных перевозках плодоовощной продукции / Н. В. Бышов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 78. – С. 227-238.

3. Кокорев, Г. Д. Стратегии технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта / Г. Д. Кокорев, И. А. Успенский, И. Н. Николотов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный

агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2009. – № 3(34). – С. 72-75.

4. Синицин, П. С. Основные принципы диагностирования МСХТ с использованием современного диагностического оборудования / П. С. Синицин, Г. Д. Кокорев, И. А. Успенский // Сборник научных работ студентов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева : Материалы научно-практической конференции 2011 года, Рязань, 01 января – 31 2011 года / Министерство сельского хозяйства РФ, ФГБОУ ВПО " Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том 1. – Рязань: РГАТУ, 2011. – С. 263-269.

5. Разработка теоретических положений по распознаванию класса технического состояния техники / И. А. Успенский, Г. Д. Кокорев, И. Н. Николотов, С. Н. Гусаров // Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора Игоря Николаевича Арина, Владимир, 20–22 ноября 2013 года / Под общей редакцией А.Г. Кириллова. – Владимир: Владимирский государственный университет, 2013. – С. 110-113.

6. Анализ внутрихозяйственных перевозок сельскохозяйственной продукции / Н. В. Аникин [и др.] // Перспективные направления автотранспортного комплекса : II Международная научно-производственная конференция, Пенза, 18–20 ноября 2009 года. – Пенза: Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2009. – С. 111-113.

7. Снижение уровня повреждения перевозимой сельскохозяйственной продукции за счет использования устройства для стабилизации положения транспортного средства / Н. В. Аникин [и др.] // Фундаментальные и прикладные проблемы совершенствования поршневых двигателей : материалы XII Международной научно-практической конференции, Владимир, 29–30 июня 2010 года. – Владимир: Владимирский государственный университет, 2010. – С. 319-322.

8. Кокорев, Г. Д. Тенденции развития системы технической эксплуатации автомобильного транспорта / Г. Д. Кокорев, И. А. Успенский, И. Н. Николотов // Перспективные направления автотранспортного комплекса : II Международная научно-производственная конференция, Пенза, 18–20 ноября 2009 года. – Пенза: Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2009. – С. 135-138.

9. Особенности применения тракторного транспорта в технологических процессах по возделыванию сельскохозяйственных культур / Н. В. Аникин [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора А.М.Гуревича. Сборник научных трудов, Киров, 01 января – 31 2010 года. Том Выпуск 11. – Киров: Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2010. – С. 45-49.

10. Диагностирование мобильной сельскохозяйственной техники с использованием прибора фирмы "SAMTEC" / Н. В. Бышов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 78. – С. 239-249.
11. Повышение эксплуатационных качеств транспортных средств при перевозке грузов в АПК / Н. В. Аникин [и др.] // Международный технико-экономический журнал. – 2009. – № 3. – С. 92-96.
12. Формирование комплекса картофелеуборочных и транспортных машин / И. А. Успенский и др. // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 2(284). – С. 27-31.
13. Повышение качества перевозки сельскохозяйственной продукции посредством совершенствования подвески транспортного средства / Н. В. Аникин [и др.] // Мир транспорта и технологических машин. – 2009. – № 3(26). – С. 3-6.
14. Патент на полезную модель № 105233 U1 Российская Федерация, МПК В60Р 1/28. Самосвальный кузов транспортного средства для перевозки легкоповреждаемой сельскохозяйственной продукции : № 2010119314/11 : заявл. 13.05.2010 : опубл. 10.06.2011 / Г. К. Рембалович, Е. П. Булатов, Г. Д. Кокарев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".
15. Особенности перевозки сельскохозяйственной продукции в кузове автотранспортных средств / Е. П. Булатов [и др.] // Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств : Материалы VI международной науч.-техн. конференции, Пенза, 18–20 мая 2010 года. – Пенза: Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2010. – С. 22-27.
16. Состояние и перспективы развития продовольственной системы России (на примере овощеводства и садоводства) / О. В. Абашева [и др.]. – Москва : Издательско-торговая корпорация "Дашков и К", 2020. – 407 с.
17. Влияние логистики на эффективность АПК / Д. С. Михеев, И. М. Воронцов, С. Е. Крыгин, Н. Е. Лузгин // Исследование инновационного потенциала общества и формирование направлений его стратегического развития : сборник научных статей 12-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Курск, 30 декабря 2022 года. Том 1. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 452-456.
18. Романова, Л. В. Российское автомобилестроение: тенденции развития в условиях санкций / Л. В. Романова, Л. В. Черкашина // Актуальные вопросы устойчивого развития современного общества и экономики : Сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-практической конференции. В 3-х томах, Курск, 27–28 апреля 2023 года. Том 2. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 288-291



Максименко О.О., канд. техн. наук, доцент,  
 Семина Е.С., канд. техн. наук, доцент,  
 Чивилева И.В., канд. психол. наук, доцент,  
 Милониди П.В.  
 ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

## ОЦЕНКА ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГАТЕЛЕЙ НА ВИБРОИЗОЛИРУЮЩЕЙ ПОДВЕСКЕ

Эффективным способом снижения виброперегрузок топливной аппаратуры дизелей является осуществление виброизолирующей подвески двигателя, при проектировании и отладке которых определенным интересом представляет оценка их частотных характеристик с точки зрения связности колебаний. Известно, что при некоторых условиях пространственные колебания двигателя становятся независимыми [1,2]. В этом случае сужается спектр собственных частот системы и возможна независимая отстройка от резонанса каждой собственной частоты. Ниже предлагается метод оценки связности собственных частот, основанный на анализе потенциальной энергии системы [3].

Рассмотрим пространственные свободные колебания двигателя на упругих элементах. Ограничимся рассмотрением малых перемещений двигателя [4,5], что приводит к независимости его окончательного положения в пространстве от последовательности поворотов вокруг координатных осей.

Начало неподвижной системы координат  $X, Y, Z$  совпадает с центром тяжести двигателя в положении его статистического равновесия. Подвижная система  $X_1, Y_1, Z_1$  жестко связана с двигателем и в положении статического равновесия совпадает с системой  $X, Y, Z$ .

Каждый упругий элемент представим в виде трех взаимно перпендикулярных пружин, оси которых в положении статического равновесия двигателя параллельны осям  $X, Y, Z$ . Точки крепления пружин к раме считаем идеальными шарнирами третьего класса. За обобщенные координаты примем три линейных перемещения  $X_0, Y_0, Z_0$  центра тяжести и три угла поворота двигателя  $\varphi_1, \psi_1, \vartheta_1$  относительно осей  $X_1, Y_1, Z_1$ .

Кинетическая энергия системы определяется по формуле:

$$T^* = \frac{1}{2} \left[ m(\dot{X}_0^2 + \dot{Y}_0^2 + \dot{Z}_0^2) + J_x \dot{\varphi}^2 + J_y \dot{\psi}^2 + J_z \dot{\vartheta}^2 \right], \dots \quad (1)$$

где:  $m$  – масса двигателя;  $J_x, J_y, J_z$  – моменты инерции двигателя относительно осей  $X_1, Y_1, Z_1$ .

Деформация  $\Delta X_i, \Delta Y_i, \Delta Z_i$  каждой из пружин, на которых закреплен двигатель при его отклонении от исходного положения:

$$\begin{aligned} \Delta X_i &= X_0 + Z_i \psi - Y_i \vartheta \\ \Delta Y_i &= Y_0 + X_i \vartheta - Z_i \varphi \\ \Delta Z_i &= Z_0 + Y_i \varphi - X_i \psi, \dots \end{aligned} \quad (2)$$

где:  $X_i, Y_i, Z_i$  – координаты точек закрепления пружин.

Тогда потенциальную энергию системы можно найти:

$$\Pi^* = \frac{1}{2} \sum (K_{X_i} \Delta^2 X_i + K_{Y_i} \Delta^2 Y_i + K_{Z_i} \Delta^2 Z_i), \dots \quad (3)$$

где:  $K_{X_i}, K_{Y_i}, K_{Z_i}$  – коэффициенты жесткости пружин в направлении осей  $X_1, Y_1, Z_1$ .

Подставляя (2) в (3) и группируя члены, получим:

$$\Pi^* = \Pi_1 + \Pi_2, \dots \quad (4)$$

$$\text{где: } \Pi_1 = \frac{1}{2} (K_X X_0^2 + K_Y Y_0^2 + K_Z Z_0^2 + R_X \varphi^2 + R_Y \psi^2 + R_Z \vartheta^2), \dots \quad (5)$$

$$\Pi_2 = AX_0\psi + BY_0\vartheta + CZ_0\varphi - DX_0\vartheta - EY_0\varphi - IZ_0\psi - P\psi\vartheta - T\vartheta\varphi - \Phi\varphi\psi, \dots \quad (6)$$

$$K_X = \sum K_{X_i}; \quad K_Y = \sum K_{Y_i}; \quad K_Z = \sum K_{Z_i}; \quad R_X = \sum (K_{Y_i} Z_i^2 + K_{Z_i} Y_i^2); \quad R_Y = \sum (K_{X_i} Z_i^2 + K_{Z_i} X_i^2); \quad R_Z = \sum (K_{X_i} Y_i^2 + K_{Y_i} X_i^2); \quad A = \sum K_{X_i} Z_i; \quad B = \sum K_{Y_i} X_i; \quad C = \sum K_{Z_i} Y_i; \quad D = \sum K_{X_i} Y_i; \quad E = \sum K_{Y_i} Z_i; \quad I = \sum K_{Z_i}; \quad P = \sum K_{X_i} Z_i Y_i; \quad T = \sum K_{Y_i} X_i Z_i; \quad \Phi = \sum K_{Z_i} Y_i X_i.$$

Составляющую  $\Pi_1$ , каждое из шести слагаемых которой зависит от одной обобщенной координаты, в дальнейшем будем называть основой, а составляющую  $\Pi_2$ , каждое из слагаемых которой зависит от двух обобщенных координат, причем, количество слагаемых обусловлено типом подвески, - дополнительной.

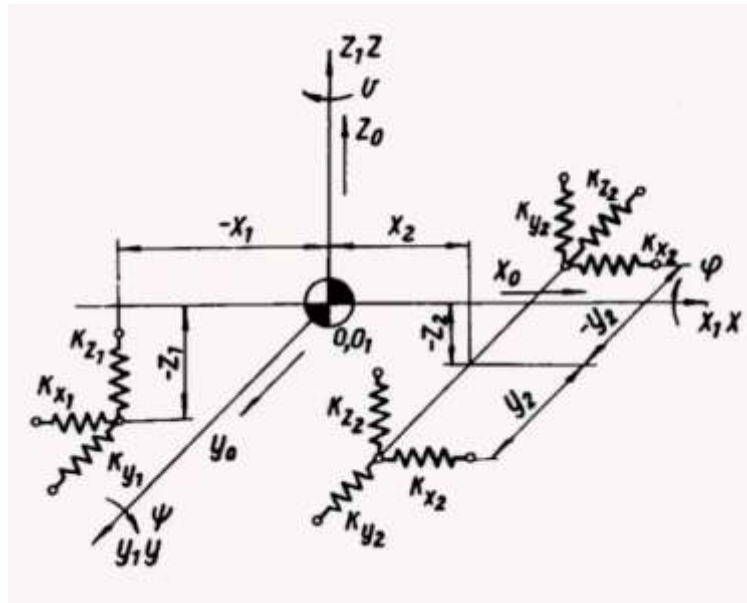


Рисунок 1 – Схема подвески двигателя СМД-14

Анализ уравнения (6) дополнительной потенциальной энергии  $\Pi_2$  для любого типа подвески позволяет установить, на сколько групп, независимых друг от друга уравнений, распадается система уравнений движения и, тем самым, решить вопрос о связности колебаний двигателя [6,7]. Для получения несвязных колебаний необходимо условие  $\Pi_2 = 0$ , т.е. коэффициенты жесткости упругих элементов и их координаты должны удовлетворять условиям симметричности:

$$A = B = C = D = E = I = P = T = \Phi = 0, \dots \quad (7)$$

Собственные частоты двигателя определяются обычными приемами теории колебаний /1/ без учета демпфирования по уравнениям движения, составленным методом Лагранже:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial \Gamma^*}{\partial \dot{q}_i} + \frac{\partial \Pi^*}{\partial q_i} = 0, \dots \quad (8)$$

где:  $q_i$  – обобщенные координаты.

Проиллюстрируем предлагаемый метод оценки связности собственных частот на примере дизелей СМД-14 и СМД-64 [8,9].

На рис. 1 представлена схема подвески дизеля СМД-14. Двигатель крепится к раме трактора ДТ-75 тремя упругими элементами, два из которых расположены симметрично продольной оси двигателя и имеют одинаковые характеристики жесткости [10,11].

Определяем величину дополнительной потенциальной энергии:

$$\Pi_2 = AX_0\psi + BY_0\vartheta - EY_0\varphi - IZ_0\psi - T\vartheta\varphi, \dots \quad (9)$$

где:  $A = -K_{X_1}Z_1 - 2K_{X_2}Z_2$ ;  $B = -K_{Y_1}X_1 + 2K_{X_2}Z_2$ ;  $E = -K_{Y_1}Z_1 + 2K_{Y_2}Z_2$ ;  
 $I = -K_{Z_1}X_1 + 2K_{Z_2}X_2$ ;  $T = -K_{Y_1}X_1Z_1 - 2K_{Y_2}X_2Z_2$

Сгруппируем слагаемые  $\Pi_2$ , содержащие одинаковые обобщенные координаты

$$\left. \begin{array}{l} AX_0\psi \\ |X_0) \\ |Z_0) \\ IZ_0\psi \\ |\psi) \end{array} \right\} I \quad \left. \begin{array}{l} BY_0\vartheta \\ |X_0) \\ -EY_0\varphi \\ |Z_0) \\ -T\vartheta\varphi \\ |\psi) \end{array} \right\} II$$

Отсюда следует, что рассматриваемая несимметричная относительно плоскостей  $XOY$  и  $ZOY$  подвеска имеет две группы трехсвязных колебаний:

Симметричная группа – линейные смещения по оси  $X$  и  $Z$  и поворотное относительно оси  $\psi$ .

Антисимметричная группа – линейное смещение по оси  $Y$  и поворотное относительно осей  $Z$  и  $X$ .

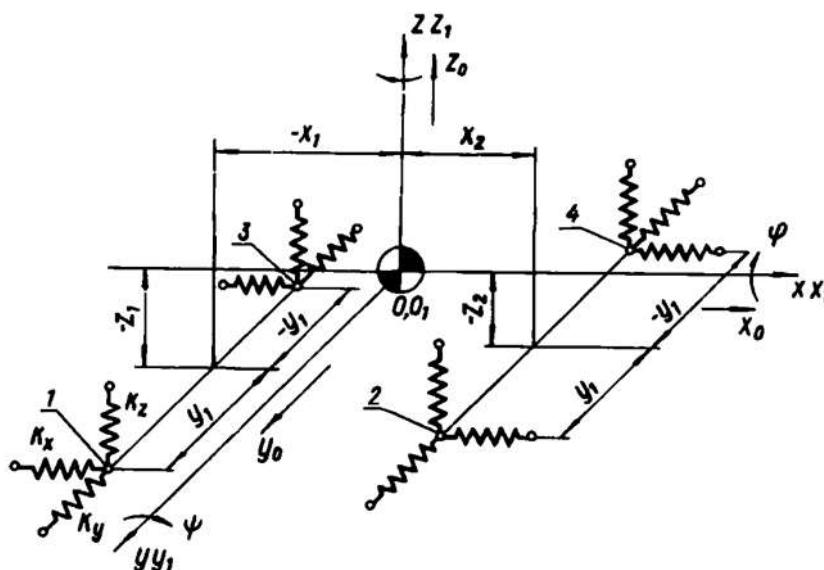


Рисунок 2 – Схема подвески двигателя СМД-64

На рис. 2 представлена схема подвески дизеля СМД-64. Двигатель крепится к раме комбайна «Колос» четырьмя упругими элементами, которые расположены симметрично относительно плоскости  $XOZ$  и имеют одинаковые характеристики жесткости.

Определяем величину дополнительной потенциальной энергии:

$$\Pi_2 = AX_0\psi + BY_0\vartheta - EY_0\varphi - IZ_0\psi - T\vartheta\varphi, \dots \quad (10)$$

где:  $A = -2K_X(Z_1 + Z_2)$ ;  $B = 2K_Y(X_2 - X_1)$ ;  $E = -2K_Y(Z_1 + Z_2)$ ;  $B = 2K_Z(X_2 - X_1)$ ;  $T = 2K_Y(X_1Z_1 - X_2Z_2)$

Анализ выражения (10) показывает, что оно равноценно выражению (9). Следовательно, вывод о связности колебаний, сделанный нами при рассмотрении подвески дизеля СМД-14, справедлив и для этой подвески [12,13,14].

Наличие двух групп трехсвязных колебаний существенно расширяет спектр собственных частот колебаний двигателя в обоих рассмотренных случаях, что не позволяет осуществить необходимую отстройку системы от резонансов. Для снижения виброперегрузок, действующих на топливную аппаратуру, следует устранить связность собственных частот системы [15,16].

Одним из возможных вариантов устранения связности для схемы, изображенной на рис. 1 при использовании равножестких амортизаторов, явится обеспечение  $Z_1 = Z_2 = 0$ ;  $X_1 = 2X_2$ . Для схемы (рис. 2) достаточным условием будет  $X_1 = X_2$ ;  $Z_1 = Z_2 = 0$ .

### ***Библиографический список***

1. Максименко, О. О. Исследование теплового состояния деталей цилиндрично-поршневой группы при нестационарном теплообмене / О. О. Максименко, В. К. Киреев, Н. А. Суворова // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года. Том Часть III. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 251-256.

2. Система повышения надежности электродвигателей в сельском хозяйстве на основе комплексной диагностики / Е.С. Семина и др. // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения: Материалы 71-й Международной научно-практической конференции. - 2020. - С. 193-197.

3. Тришкин, И. Б. Жидкостные нейтрализаторы : (Теория. Конструкции. Расчет) / И. Б. Тришкин, Д. О. Олейник, О. О. Максименко. – Рязань : РГАТУ, 2013. – 130 с.

4. Лунин, Е. В. Теоретическое обоснование влияния коэффициента прозрачности гидродинамической передачи на условия работы двигателя автопоезда при неустановившемся режиме работы / Е. В. Лунин, В. К. Киреев, О.О. Максименко // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2016 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное

бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2016. – С. 110-114.

5. Патент на полезную модель № 26596 U1 Российская Федерация, МПК F01N 7/08. Устройство для удаления выхлопных газов от двигателя внутреннего сгорания : № 2002111113/20 : заявл. 24.04.2002 : опубл. 10.12.2002 / О. О. Максименко [и др.] ; заявитель Рязанская государственная сельскохозяйственная академия им. проф. П.А. Костычева.

6. Лунин, Е. В. Технические основы кондиционирования воздуха в кабинах мобильных агрегатов / Е. В. Лунин, О. О. Максименко, В. К. Киреев // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2016 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2016. – С. 115-120.

7. Суворова, Н. А. Техническая задача - основа профессиональной подготовки в техническом вузе / Н. А. Суворова, О. О. Максименко, Е. Н. Бурмина // Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2019 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 362-365.

8. Тришкин, И. Жидкостный нейтрализатор для ДВС/ И. Тришкин, О. Максименко // Сельский механизатор. - 2007. - №1. - С. 12.

9. Повышение эффективности использования мобильных транспортных средств на предприятиях АПК за счет совершенствования элементов конструкции автомобиля / В.К. Киреев, О.О. Максименко, Н.В. Дмитриев, Т.С. Ткач // Современные направления и подходы к проектированию и строительству инженерных сооружений : Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева». - 2020. - С. 98-103.

10. Патент на полезную модель № 199913 U1 Российская Федерация, МПК F16D 51/24, F16D 65/16, F16D 51/18. Тормозной механизм барабанного типа колеса автомобиля : № 2020102230 : заявл. 20.01.2020 : опубл. 25.09.2020 / В. К. Киреев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

11. Оценка теплообмена в стенке внутрицилиндровой полости быстроходного дизеля двигателя внутреннего сгорания / О. О. Максименко, В. К. Киреев, Т. С. Ткач, А. А. Максименко // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России :

Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 257-261.

12. Совершенствование работы тормозного механизма дискового типа мобильных транспортных средств АПК/ В.К. Киреев и др. // Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса: Материалы Национальной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ. - 2019. - С. 191-195.

13. К вопросу расчета токов и напряжений при несанкционированных потерях электроэнергии / Е.С. Сёмина и др. // Электроэнергетика сегодня и завтра : Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова; Научно-образовательный центр «Инженер». - Курск, 2023. - С. 132-135.

14. Регулируемый электропривод насосов в системах водоснабжения животноводческих комплексов КРС / Е.С. Сёмина, О.О. Максименко, А.А. Слободскова, И.С. Никушкин // Электроэнергетика сегодня и завтра: Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова; Научно-образовательный центр «Инженер». - Курск, 2023. - С. 136-139.

15. Анализ коммерческих потерь электроэнергии в электрических сетях напряжением 0,4 КВ / Е.С. Сёмина, О.О. Максименко, А.А. Слободскова, И.С. Никушкин // Электроэнергетика сегодня и завтра : Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова; Научно-образовательный центр «Инженер». - Курск, 2023. - С. 128-131.

16. Оценка эксплуатационной надежности погружных электродвигателей используемых в сельском водоснабжении/ Е.С. Сёмина, О.О. Максименко, А.А. Слободскова, И.С. Никушкин // Юность и знание – гарантия успеха – 2023. Сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции. Редколлегия: А.А.Горохов (отв.редактор). - Курск, 2023. - С.485-489.

17. Стенд для тестирования панели приборов автомобилей / Д. С. Вебер [и др.] // Инженерные решения для агропромышленного комплекса : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 24 марта 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 15-19.

*Максименко О.О., канд. техн. наук, доцент,  
Семина Е.С., канд. техн. наук, доцент,  
Чивилева И.В., канд. психол. наук, доцент,  
Милониди П.В.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **О РАСЧЕТЕ ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЯ В ДИЗЕЛЯХ**

Сложность и недостаточная изученность физико-химических процессов смесеобразования и сгорания не позволяет ставить вопрос о строгом расчете сгорания в дизелях. Под таким расчетом подразумевается расчет скорости сгорания (тепловыделения) в любой момент времени с учетом процессов топливоподачи, распыливания, испарения и смесеобразования [1].

Согласно современным представлениям, процесс сгорания в дизелях представляет собой осложненный тип цепочно-теплого взрыва. Действительно, наличие задержки самовоспламенения и явная зависимость скорости тепловыделения в дизелях от времени, являющиеся основными признаками цепной реакции [1], убеждают в правильности такого подхода к рассмотрению процесса сгорания в дизелях. Еще в 50-е годы в работах Н.В.Иноземцева и А.И.Толстова был развит методически верный подход к расчету процесса тепловыделения на основе теории цепных реакций. Не останавливаясь на недостатках самого метода, можно указать на важнейший вывод этих работ – существование связи процесса тепловыделения с характеристиками первого периода сгорания – задержкой самовоспламенения и критерием управляемости цикла или критерием динамического цикла [2,3].

Химическая кинетика цепных реакций до сих пор еще не исчерпала своих возможностей по расчету тепловыделения в дизелях. Химическая кинетика может служить основой расчета, но в расчете необходимо учитывать существенные особенности дизеля. К этим особенностям относятся: переменные давления и температуры до начала самовоспламенения и переменная концентрации топлива в цилиндре двигателя. Указанные отличия от рассматриваемых в кинетике процессов при постоянстве  $P$ ,  $T$  до начала самовоспламенения и постоянства концентраций до начала сгорания, не позволяют прямо переносить зависимости кинетики на дизель. Для расчета тепловыделения необходимо дополнение этих методов учетом особенностей дизеля [4,5].

Анализ известных методов расчета тепловыделения приводит к выводу о наличии преимуществ и недостатков каждого из них. В связи с этим, был сделан вывод о перспективности комбинированного метода расчета тепловыделения, когда на основе химической кинетики с учетом особенностей дизеля рассчитывается первый период сгорания и один наиболее важный параметр (максимальная относительная скорость тепловыделения) второго периода сгорания [6,7]. Остальные параметры тепловыделения могут

рассчитываться, как и вся зависимость  $X$ ,  $\frac{dx}{dy} = f(\varphi)$  по методу /2/, основанному на статистическом подходе к расчету.

Такая структура расчета представляется единственно возможной и является достаточно обоснованной. При расчете первого периода сгорания учитывается переменность давлений и температур в ходе сжатия /3/, а при расчете параметра второго порядка учитывается как величина  $\tau_i$ , так и закон подачи топлива /4/, т.е. в расчете на основе химической кинетики в достаточной степени отражаются главные особенности дизеля. Применение методов расчета тепловыделения от времени /2/ обосновано наличием явной зависимости от времени скорости цепной реакции. В связях /3/, /4/ показаны результаты разборки и проверки математических моделей расчета  $\tau_i$  и скорости тепловыделения. Математическая модель расчета скорости тепловыделения представляет собой ряд связей:

$$1. \quad \tau_{im} = 1,5 \times 10^{-5} \left( \frac{T_m}{P_m} \right)^{0,5} e^{\frac{E}{RT}}$$

$$1 = \frac{\Delta t}{\tau_{i1}} + \frac{\Delta t}{\tau_{i2}} + \frac{\Delta t}{\tau_{i3}} + \dots + a \frac{\Delta t}{\tau_{im}}$$

$$\tau_i = \Delta t(m - 1 \pm a)$$

$$2. \quad \bar{b} = \frac{1}{\varphi_{ц}} \int_0^{\varphi_{ц}} d\varphi$$

$$3. \quad \left( \frac{dx}{dy} \right)_{max} = \frac{1500}{\pi} e^{4,4(K\bar{b}-1)}$$

$$4. \quad \varphi_{max} = \frac{1}{l} \left( \frac{dx}{dy} \right)_{max}^{-1}$$

$$5. \quad \frac{dx}{dy} = \frac{\varphi}{\varphi_{max}} \left( \frac{dx}{d\varphi} \right)_{max} e^{1 - \frac{\varphi}{\varphi_{max}}}$$

Изучение характеристик тепловыделения различных дизелей показало, что коэффициент « $K$ », оценивающий долю топлива от  $\bar{b}$ , подготовленную к сгоранию, не является постоянным в диапазоне  $0,1 \leq \bar{b} \leq 1,0$ .

Химическая кинетика цепных реакций позволяет более строго вывести формулу связи  $\left( \frac{dx}{dy} \right)_{max}$  с параметром  $\bar{b}$ .

Представим скорость реакции в виде:  $\omega = Al^{\varphi\tau}$ , где  $\varphi = f - \varphi$ , а  $f$  – скорость разветвления,  $\varphi$  – скорость обрыва цепной реакции. Эти скорости зависят от числа столкновений молекул исходных веществ и записываются в химической кинетике:

$$f \sim p^{v_1} e^{-\frac{E_f}{RT}} \text{ и } \varphi = p^{v_2} e^{-\frac{E_\varphi}{RT}}$$

Для дизеля скорости разветвления и обрыва будут:

$$f = b\bar{b}e^{-\frac{E_f}{RT}} \text{ и } \varphi = c\bar{b}e^{-\frac{E_\varphi}{RT}}$$

Это означает, что скорость разветвления зависит от числа активных молекул, пропорционального относительной концентрации, а скорость обрыва – пропорциональна квадрату, так как активные молекулы дезактивируются при столкновении друг с другом. Это положение высказано в работе /5/.

Максимальная относительная скорость реакции представляет собой:



$$\omega_{max} = Ae^{b\bar{\sigma}e^{-\frac{E_f}{RT}}} - c\bar{\sigma}^2e^{-\frac{E_{\phi}}{RT}} = Ae^{\bar{\sigma}e^{-\frac{E_f}{RT}(b-d\bar{\sigma})}}$$

Величину  $e^{-\frac{E_{\phi} + E_f}{RT}}$ , как мало меняющуюся, примем постоянной. Величина условной энергии разветвления, очевидно, для начала реакции и максимальной скорости будет равна условной энергии активизации воспламенения ( $E = 22250 \text{ кДж/м}$ ), а характеристическая температура будет равна температуре в момент воспламенения. Таким образом, получаем формулу максимальной скорости тепловыделения в связи не только с  $\bar{\sigma}$ , но и с температурой сгорания  $T_i$ :

$$\left(\frac{dx}{d\varphi}\right)_{max} = \frac{18,42}{n} F \bar{\sigma} e^{-\frac{E_f}{RT}(b-d\bar{\sigma})}$$

Если  $F e^{-\frac{E}{RT_i}}$  будет равна 4,4, то величина  $K = b - d\bar{\sigma}$ .

Как показывают характеристики тепловыделения, при  $\bar{\sigma} = 0,1$  величина  $K = 0,92$ , а при  $\bar{\sigma} = 1,0$  величина  $K = 0,65$ . Тогда коэффициент  $K = 0,95 - 0,3\bar{\sigma}$ . Значения опытных коэффициентов « $K$ » внутри  $0,1 \leq \bar{\sigma} \leq 1,0$  хорошо согласуются с расчетной формулой.

Расчет максимальных скоростей тепловыделения по формуле:

$$\left(\frac{dx}{d\varphi}\right)_{max} = \frac{18,42}{n} e^{4,4\bar{\sigma}(0,95-0,3\bar{\sigma})}$$

дает улучшенное согласование с опытными значениями максимальных скоростей тепловыделения. Расчет характеристик тепловыделения  $X$ ,  $\frac{dx}{d\varphi} = f(\varphi)$  также хорошо согласуется с опытными характеристиками [8,9]. При отсутствии данных по  $T_i$  следует вести расчет по этой формуле. Наличие данных по  $T_i$  позволяет определить максимальную скорость тепловыделения, и, что самое важное, моделировать не только от  $\bar{\sigma}$ , но и от температуры начала сгорания  $T_i$ .

Влияние  $T_i$  на скорость тепловыделения разъясняет причины  $K = 1,30$  для дизеля /4/. Повышенная  $T_i$ , вероятно, увеличивает скорость тепловыделения при равных значениях.

Величина « $K$ » для некоторых двигателей отличается от рассчитанной по  $K = 0,95 - 0,3\bar{\sigma}$  довольно значительно. Как указывалось раньше, величина « $K$ » отражает влияние не только химических, но и физических факторов (испарение и смешение). Поэтому двигатели, сильно отличающиеся смесеобразованием, очевидно, будут иметь отличное от других дизелей « $K$ », суммарно оценивающее смесеобразование [10,11].

Так, например, дизель с «М – процессом» 161 при  $n = 3000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$  и  $\bar{\sigma} = 0,62$  имеет  $K = 0,62$ , тогда как по общей зависимости  $K = 0,764$ . Для дизеля 8ЧН 21/21 с высоким наддувом и форсировкой  $P_e = 1,25 \text{ МПа}$  получено  $K = 0,68$ , тогда как для других дизелей при таких же  $\bar{\sigma}$  величина  $K = 0,87$ . Таким образом, изучение характеристик тепловыделения и описание их при помощи предложенных формул, показывает различные коэффициенты « $K$ », суммарно оценивающие как физические, так и химические факторы смесеобразования и

сгорания. Наличие гетерогенности смеси в дизеле приводит к существенному влиянию физических процессов испарения и смешения на процессе сгорания и тепловыделения во втором периоде сгорания. Коэффициент « $K$ » имеет крайние значения 1,30 и 0,62, тогда как в остальных известных случаях для неразделенных и полуразделенных камер сгорания –  $0,92 \geq K \geq 0,62$ , т.е. изменяется менее существенно.

Расчет « $K$ » от условий работы дизеля может существенно дополнить метод расчета, основанный на кинетики цепных реакций в части учета физических явлений. Сейчас для расчета приходится пользоваться приведенными ранее величинами « $K$ ».

Для расчетных исследований теплового процесса дизеля 8ДМ–21Л и 6ДМ–21Л составлена подпрограмма расчета и моделирования скорости тепловыделения, работающая совместно с программой численного моделирования рабочего процесса [12,13].

Машина определяет  $\tau_i$  через  $1^\circ$  п.к.в. и угол начала сгорания при переменных давлениях и температурах по задаваемому действительному углу опережения впрыска.

По экспериментальным законам подачи топлива или по таблице  $\bar{b} = f(\varphi)$  для дизелей 8ДМ–21Л и 6ДМ–21Л [7] и по величине  $\tau_i$  определяется  $\bar{b}$ . Это же можно сделать расчетом по  $\tau_i$  и продолжительностью впрыска  $\bar{b} = 0,9 \frac{Y_i}{Y_{впр}}$ . С момента начала сгорания рассчитывается текущая скорость тепловыделения:

$$\frac{dx}{d\varphi} = \frac{\varphi}{\varphi_{max}^2} e^{-\frac{\varphi}{\varphi_{max}}} / 2 \text{ для чего предварительно вычисляется:}$$

$$\varphi_{max} = \frac{n}{50} e^{-86,5e \frac{E}{RT_i} \bar{b}(0,74-0,3\bar{b})}$$

Конкретные коэффициенты выбраны по согласованию расчетной и экспериментальной динамики тепловыделения дизеля 8ДМ–21Л при  $P_e = 1,25 \text{ МПа}$  и остаются постоянными для моделирования как дизеля 8ДМ–21Л, так и 6ДМ–21Л при их различных форсировках и параметрах наддувочного воздуха. После первого цикла расчет, в соответствии с программой численного моделирования, вновь повторяется до получения сходимости. По окончании процесса моделирования на печать кроме обычных параметров, выдаются значения  $\tau_i$  (сек),  $\tau_i$  ( $^\circ$  п.к.в.),  $\bar{b}$ ,  $\varphi_{max}$ ,  $\theta$  – угла начала сгорания.

Применение программы численного моделирования с подпрограммой расчета и моделирования скорости тепловыделения от условий работы дизеля ( $P_K$ ,  $T_K$ ,  $\square_{\text{ц}}$ ,  $\varphi_{\text{опер}}$ ,  $\varepsilon$  и т.д.) позволило расширить возможности расчетных исследований теплового процесса [14,15].

Были проведены расчеты по выбору оптимальной степени сжатия дизелей ДМ – 21. Расчеты выполнялись при различных степенях сжатия и углах опережения впрыска топлива.

Выполнены расчеты по прогнозированию параметров дизеля 6ДМ–21Л при форсировках  $P_e = 1,25 \text{ МПа}$  до  $14,5 \text{ МПа}$  при различных степенях сжатия и

углах опережения впрыска топлива [16].

Результаты экспериментальных исследований подтвердили достоверность и достаточную точность полученных расчетом зависимостей.

Возможности численного моделирования с расчетом тепловыделения, не ограничиваясь кругом уже решенных задач, представляются более широкими.

### ***Библиографический список***

1 Максименко, О. О. Исследование теплового состояния деталей цилиндра-поршневой группы при нестационарном теплообмене / О. О. Максименко, В. К. Киреев, Н. А. Суворова // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года. Том Часть III. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 251-256.

2 Система повышения надежности электродвигателей в сельском хозяйстве на основе комплексной диагностики / Е.С. Семина и др. // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения: Материалы 71-й Международной научно-практической конференции. - 2020. - С. 193-197.

3 Тришкин, И. Б. Жидкостные нейтрализаторы : (Теория. Конструкции. Расчет) / И. Б. Тришкин, Д. О. Олейник, О. О. Максименко. – Рязань : РГАТУ, 2013. – 130 с.

4 Лунин, Е. В. Теоретическое обоснование влияния коэффициента прозрачности гидродинамической передачи на условия работы двигателя автопоезда при неустановившемся режиме работы / Е. В. Лунин, В. К. Киреев, О.О. Максименко // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2016 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2016. – С. 110-114.

5 Патент на полезную модель № 26596 U1 Российская Федерация, МПК F01N 7/08. Устройство для удаления выхлопных газов от двигателя внутреннего сгорания : № 2002111113/20 : заявл. 24.04.2002 : опубл. 10.12.2002 / О. О. Максименко [и др.] ; заявитель Рязанская государственная сельскохозяйственная академия им. проф. П.А. Костычева.

6 Лунин, Е. В. Технические основы кондиционирования воздуха в кабинах мобильных агрегатов / Е. В. Лунин, О. О. Максименко, В. К. Киреев // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2016 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2016. – С.

115-120.

7 Суворова, Н. А. Техническая задача - основа профессиональной подготовки в техническом вузе / Н. А. Суворова, О. О. Максименко, Е. Н. Бурмина // Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2019 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 362-365.

8 Тришкин, И. Жидкостный нейтрализатор для ДВС/ И. Тришкин, О. Максименко // Сельский механизатор. - 2007. - №1. - С. 12.

9 Повышение эффективности использования мобильных транспортных средств на предприятиях АПК за счет совершенствования элементов конструкции автомобиля / В.К. Киреев, О.О. Максименко, Н.В. Дмитриев, Т.С. Ткач // Современные направления и подходы к проектированию и строительству инженерных сооружений : Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева». - 2020. - С. 98-103.

10 Патент на полезную модель № 199913 U1 Российская Федерация, МПК F16D 51/24, F16D 65/16, F16D 51/18. Тормозной механизм барабанного типа колеса автомобиля : № 2020102230 : заявл. 20.01.2020 : опубл. 25.09.2020 / В. К. Киреев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

11 Оценка теплообмена в стенке внутрицилиндровой полости быстроходного дизеля двигателя внутреннего сгорания / О. О. Максименко, В. К. Киреев, Т. С. Ткач, А. А. Максименко // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 257-261.

12 Совершенствование работы тормозного механизма дискового типа мобильных транспортных средств АПК / В.К. Киреев и др. // Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ. - 2019. - С. 191-195.

13 К вопросу расчета токов и напряжений при несанкционированных потерях электроэнергии / Е.С. Сёмина и др. // Электроэнергетика сегодня и завтра. Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени

И.И. Иванова; Научно-образовательный центр «Инженер». - Курск, 2023. - С. 132-135.

14 Регулируемый электропривод насосов в системах водоснабжения животноводческих комплексов КРС / Е.С. Сёмина и др. // Электроэнергетика сегодня и завтра. Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова; Научно-образовательный центр «Инженер». - Курск, 2023. - С. 136-139.

15 Анализ коммерческих потерь электроэнергии в электрических сетях напряжением 0,4 КВ / Е.С. Сёмина и др. // Электроэнергетика сегодня и завтра. Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова; Научно-образовательный центр «Инженер». - Курск, 2023. - С. 128-131.

16 Оценка эксплуатационной надежности погружных электродвигателей используемых в сельском водоснабжении/ Е.С. Сёмина и др. // Юность и знание – гарантия успеха – 2023. Сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции. Редколлегия: А.А.Горохов (отв.редактор). - Курск, 2023. - С.485-489.

17 Анализ способов применения биологических видов топлива в дизельных двигателях / С. Н. Борычев, А. В. Шемякин, В. В. Терентьев, А. А. Иванов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2017. - № 3(35). - С. 84-88.

18 Аванесов, В. Л. Тепловое действие тока в сельском хозяйстве / В. Л. Аванесов, Н. Е. Лузгин, П. С. Лепшова // Студенческая наука, Тверь, 14–16 марта 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 247-249.

19 Бачурин, А. Н. Перевод дизельных двигателей при эксплуатации МТП на газомоторное топливо / А. Н. Бачурин, И. В. Кузнецов, В. М. Корнюшин // Инновационные решения для АПК, Рязань, 16 февраля 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 52-57.

*Максименко О.О., канд. техн. наук, доцент,  
Семина Е.С., канд. техн. наук, доцент,  
Чивилева И.В., канд. техн. наук, доцент,  
Милониди П.В.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕСООСНОСТИ КОРЕННЫХ ШЕЕК НА НАГРУЖЕННОСТЬ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА И ЕГО ПОДШИПНИКОВ**

Одна из основных тенденций развития двигателя внутреннего сгорания на состоит в увеличении их литровой и удельной мощностей при одновременном повышении моторесурса. Это обстоятельство требует совершенствования способов оценки нагруженности основных деталей, и в первую очередь коленчатого вала и его подшипников [1].

Совершенствование методов оценки нагруженности коленчатого вала и его подшипников идет по двум направлениям. Первое направление заключается в уточнении существующих и разработке новых, более прогрессивных способов определения нагруженности деталей под действием номинальных рабочих усилий двигателя. Второе – ставит целью определение нагруженности с учетом реальных конструктивных форм деталей, технологических отклонений, эксплуатационных износов и других подобных факторов. Как показали выполненные исследования, дополнительные нагрузки от этих факторов часто соизмеримы с номинальными, и пренебрежение ими может привести к серьезным ошибкам [2,3].

Основные дополнительные нагрузки на коленчатый вал и его подшипники создает несоосность коренных подшипников и коренных шеек.

Влияние несоосности коренных шеек недостаточно изучено как в теоретическом, так и в экспериментальном плане.

Исследование воздействия несоосности коренных шеек представляется актуальным и с практической точки зрения. Необходимо обоснованно назначать предельную несоосность коренных шеек, рационально применять операции правки коленчатых валов [4,5].

В данной статье описаны исследования по оценке воздействия несоосности коренных шеек, выполненные применительно к двигателям типа Ч 15/18. Приводимые расчетные и экспериментальные результаты относятся к двигателю 6ЧН 15/18.

Аналитическое исследование включало последовательное решение трех задач.

1. Расчет коленчатого вала с соосными коренными шейками как неразрезной многоопорной пространственной балки с учетом действительной жесткости коленчатого вала и упругой податливости опор. В результате расчета определялись номинальные усилия в элементах коленчатого вала и нагрузки на коренные подшипники [6].

2. Расчет дополнительных нагрузок от несоосности коренных шеек. В предложенном расчете коленчатый вал рассматривается как статически неопределимая упругая пространственная балка на податливых опорах без внешних нагрузок со смещенными опорными участками (рис. 1). Зазор в подшипниках не учитывался. За неизвестные усилия приняты реакции  $Y_n, Z_n$ , которые в данном случае являются единственными силовыми факторами.

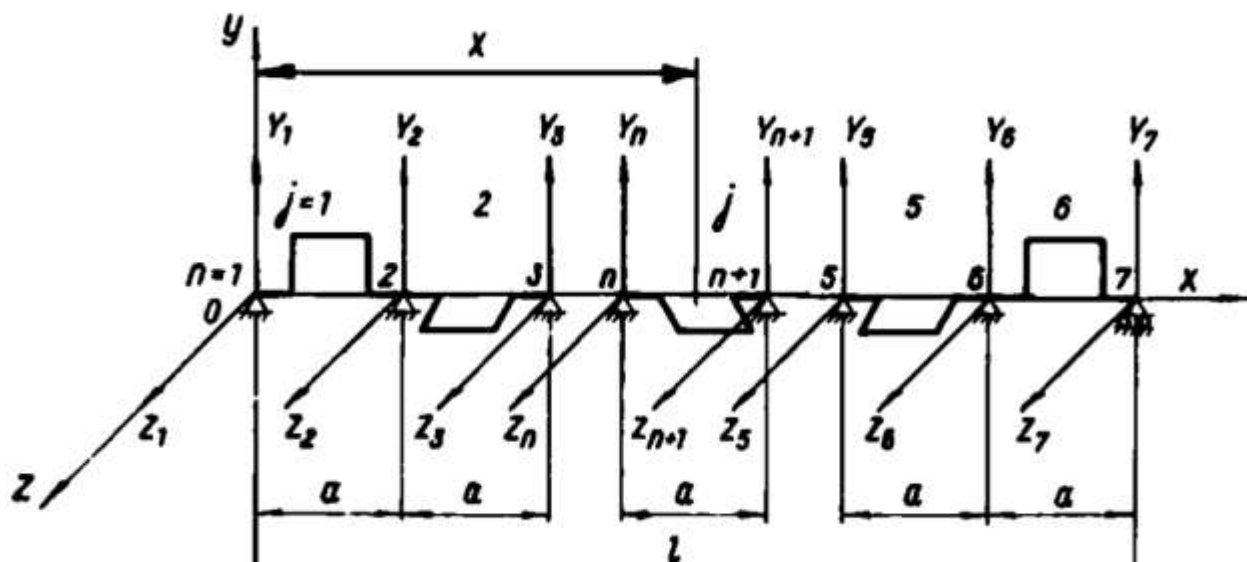


Рисунок 1 – Расчетная схема коленчатого вала для определения нагрузок при несоосности коренных шеек

При составлении системы уравнений для раскрытия статической неопределимости использованы общеизвестные соотношения статики и зависимости, выражающие равенство абсолютных величин прогибов вала от сил  $Y_n, Z_n$  над опорой и несоосности соответствующей шейки за вычетом упругой просадки опоры. В канонической форме эти зависимости описываются уравнением:

$$\Delta Y_n = -l_n \cos \varepsilon_n - Y_n C_{Y_n}; \Delta Z_n = -l_n \sin \varepsilon_n - Z_n C_{Z_n} \quad (1)$$

где:  $n$  – номер опоры;  $\Delta Y_n, \Delta Z_n$  – прогибы вала над  $n$ -ой опорой соответственно в направлении оси  $Y$  и  $Z$ ;  $l_n$  – задаваемая несоосность  $n$ -ой шейки относительно 1-ой и 7-ой шеек;  $\varepsilon_n$  – угол между вектором несоосности  $n$ -ой шейки и осью;  $C_{Y_n}, C_{Z_n}$  – податливаости  $n$ -ой опорой соответственно в направлении оси  $Y$  и  $Z$ .

В результате расчета находились дополнительные усилия на коренные подшипники изгибающие моменты в щеках в опасной плоскости наименьшей жесткости. Нагрузки от несоосности коренных шеек суммировались с номинальными, найденными при решении первой задачи [7,8]. Суммарные усилия в коленчатом вале использовались для оценки его нагруженности при несоосных коренных шейках. Суммарные нагрузки на коренные подшипники служили исходными данными для решения третьей задачи.

3. Аналитическое исследование нагруженности коренных подшипников. На данном этапе рассчитывались величины максимальных  $K_{max}$  и средних  $K_{cp}$  удельных давлений на диаметральною проекцию подшипника и траектория центра вала по методике /1/. Методика расчета траектории предусматривала определение параметров слоя смазки: минимальной  $h_{min}$  и средней  $h_{cp}$  толщины масляной пленки и величины критического угла  $\varphi_k$ , на протяжении которого минимальная толщина слоя смазки меньше заданной критической величины [9,10]. Влияние несоосности коренных шеек учитывалось введением нагрузок, найденных при решении второй задачи.

Экспериментальная часть работы состояла из двух разделов.

1. Определение упругих характеристик коленчатого вала и его опор, необходимых для расчета коленчатого вала как упругой балки на податливых опорах. Жесткость кривошипа и его элементов оценивалась по общепринятой методике; податливость опор определялась не только в вертикальном направлении, но и в горизонтальном /2/.

2. Экспериментальное определение нагруженности коленчатого вала и коренных подшипников при соосном и несоосном коленчатых валах на работающем двигателе для оценки достоверности расчетов.

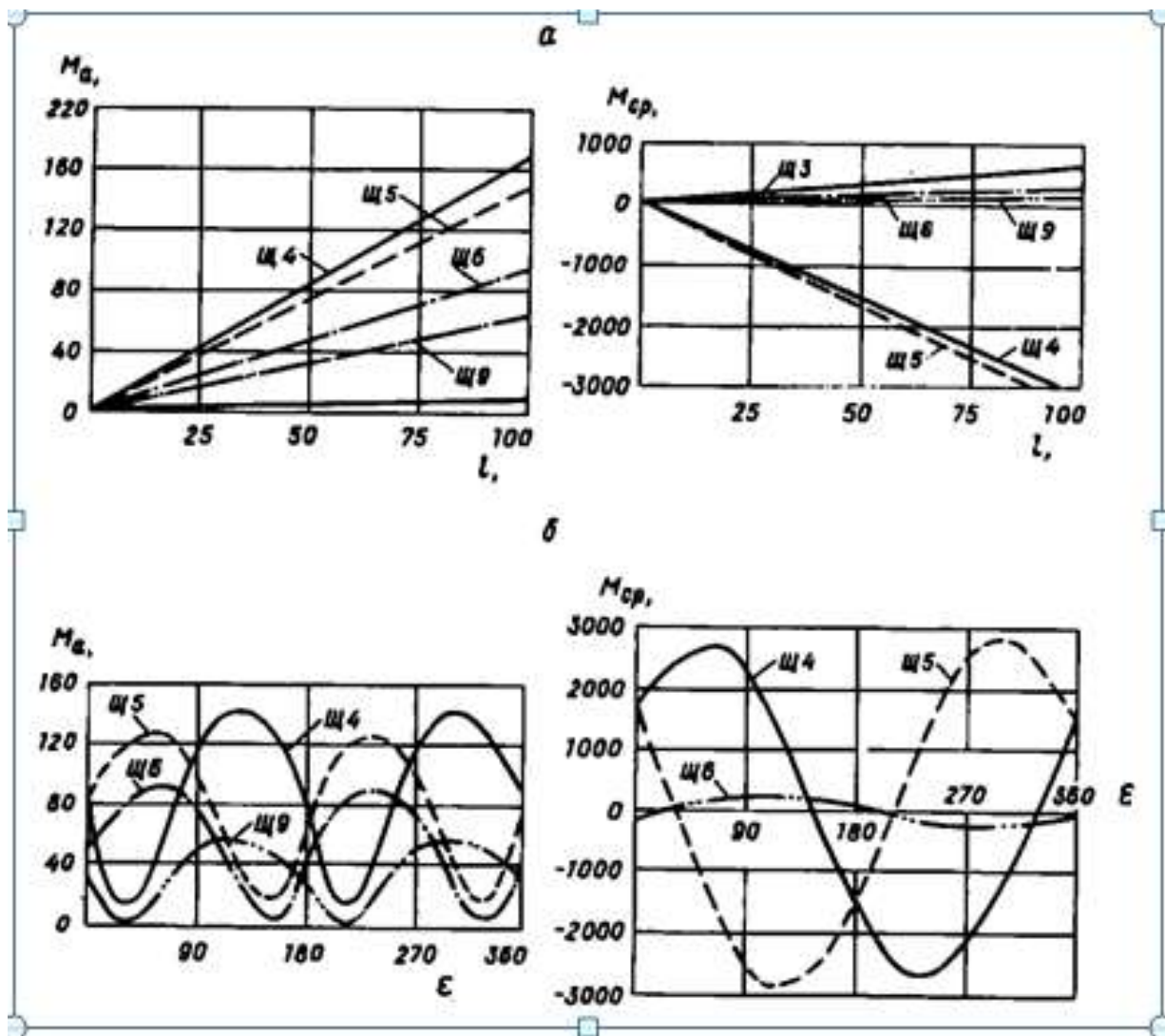
Нагруженность коленчатого вала оценивалась по измерению изгибающих моментов в щеках в опасной плоскости наименьшей жесткости методом тензометрирования.

Для оценки нагруженности подшипников измерялась температура масляного слоя хромель-копелевыми термопарами в семи точках по окружности и траектория центра вала в подшипниках [11,12]. Для записи траектории центра вала были разработаны и изготовлены индуктивные датчики, и предложена методика их подготовки и тарировки, позволившая производить точные и стабильные измерения.

Исследования на работающем двигателе включали три этапа. Для первого этапа был подобран коленчатый вал с несоосностью коренных шеек, близкой к нулевой, и записаны указанные выше параметры. Затем двигатель подвергался переборке без нарушения установленных датчиков. Коленчатый вал пластически деформировался в районе третьей коренной шейки. Несоосность шеек измерялась до и после каждого этапа испытаний.

Точное измерение несоосности коренных шеек по величине и направлению производилось по разработанной методике на специальном стенде. Методика измерения несоосности позволяла исключить влияние изменения прогиба от веса вала при повороте на опорах за счет неодинаковой жесткости кривошипов в плоскости колена и в перпендикулярной плоскости /4/.



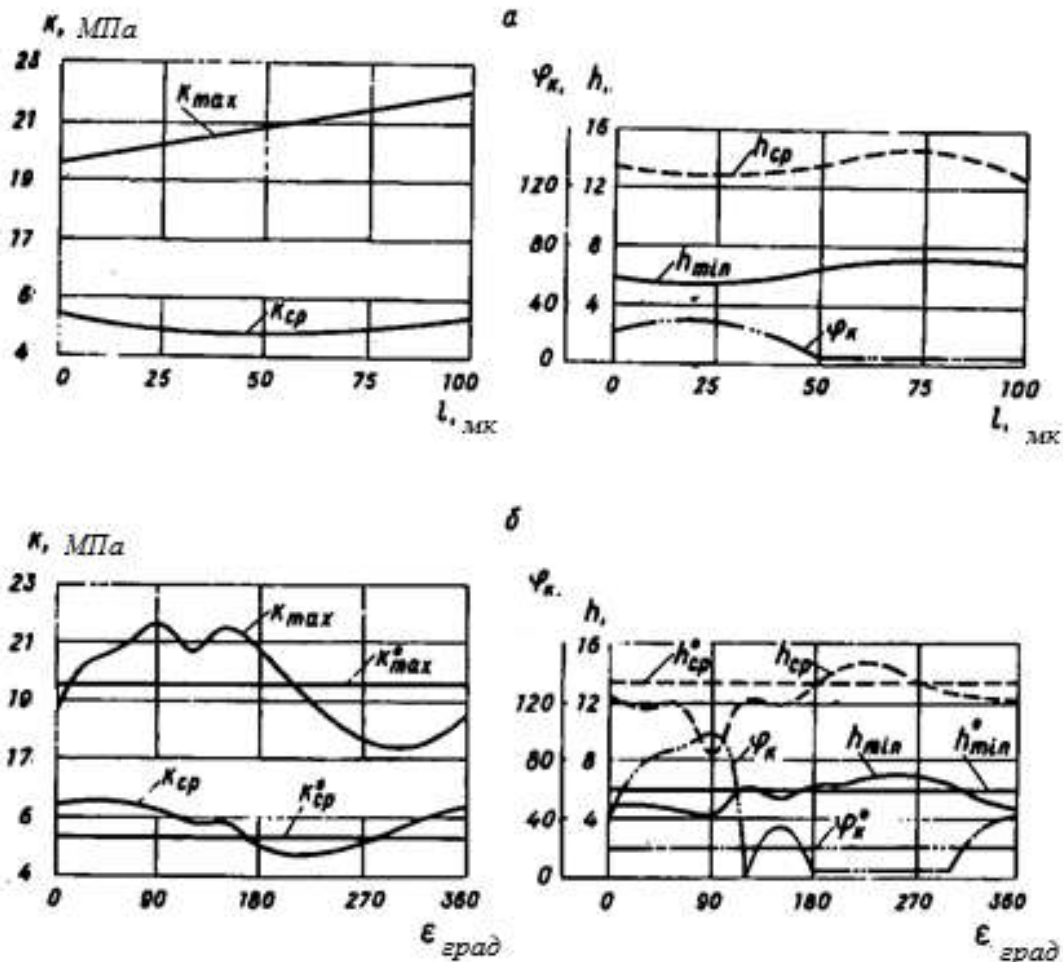


а) в зависимости от величины несоосности  $e$  при фазе  $\epsilon = 180^\circ$ ;  
 б) в зависимости от направления несоосности  $\epsilon$  при величине  $e = 50$  микрон.  
 Рисунок 2 – Изменение дополнительных амплитудных ( $M_a$ ) и средних ( $M_{cp}$ ) изгибающих моментов в щеках от несоосности третьей коренной шейки

Сопоставление расчетных и экспериментальных данных для трех испытанных на двигателе вариантов коленчатого вала обнаружило их хорошую сходимость. Это дало основание для проведения более обширного и систематического аналитического исследования [13,14].

Аналитическое исследование проводилось для характерно нагруженного участка коленчатого вала в районе третьей коренной шейки.

На рис. 2 показаны зависимости дополнительных средних и амплитудных изгибающих моментов в щеках от несоосности третьей коренной шейки. На рис. 3 приведено измерение параметров нагруженности третьего корневого подшипника в зависимости от несоосности третьей коренной шейки [15,16].



- а) в зависимости от величины несоосности  $e$  при фазе  $\varepsilon = 180^\circ$ ;  
 б) в зависимости от направления несоосности  $e$  при величине  $e = 50$  микрон.

$K_{max}^\circ, K_{cp}^\circ, h_{min}^\circ, h_{cp}^\circ, \varphi_k^\circ$  – параметры нагруженности подшипника при соосном коленчатом вале

Рисунок 3 – Изменение параметров нагруженности третьего коренного подшипника при наличии несоосности третьей коренной шейки

Все исследования выполнены для номинального режима работы двигателя, из этого можно сделать следующие выводы:

1. Несоосность коренных шеек оказывает качественно иное, гораздо менее опасное воздействие на коленчатый вал и его подшипники, чем хорошо изученная несоосность опор.

2. При несоосных опорах коленчатый вал дополнительно нагружается значительными по величине переменным изгибающим моментом. При несоосных коренных шейках, превышающей чертежную в 2-3 раза, вал дополнительно нагружается почти постоянным изгибающим моментом, что вызывает уменьшение запаса прочности щек не более, чем на 2%.

3. Переменная составляющая (амплитуда) дополнительного изгибающего момента при той же несоосности составляет не более 1% амплитуды момента от рабочих нагрузок и практически не влияет на прочность

вала.

4. Несоосность коренных шеек вызывает возрастание удельных нагрузок на отдельные подшипники. Однако изменение параметров масляного слоя (минимальной толщины слоя смазки, величины критического угла, температуры) при несоосности шеек, указанной в п. 2, не вызывает опасных для подшипника явлений.

5. Изменения направления смещения шейки приводит к изменению величины и направления действия дополнительных нагрузок вплоть до смены знака. При выборе определенного сочетания несоосностей шеек возможна разгрузка высоконапряженных подшипников и участков вала.

### *Библиографический список*

1. Максименко, О.О. Исследование теплового состояния деталей цилиндрично-поршневой группы при нестационарном теплообмене / О. О. Максименко, В. К. Киреев, Н. А. Суворова // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года. Том Часть III. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 251-256.

2. Система повышения надежности электродвигателей в сельском хозяйстве на основе комплексной диагностики / Е.С. Семина и др. // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения : Материалы 71-й Международной научно-практической конференции. - 2020. - С. 193-197.

3. Тришкин, И. Б. Жидкостные нейтрализаторы : (Теория. Конструкции. Расчет) / И. Б. Тришкин, Д. О. Олейник, О. О. Максименко. – Рязань : РГАТУ, 2013. – 130 с.

4. Лунин, Е. В. Теоретическое обоснование влияния коэффициента прозрачности гидродинамической передачи на условия работы двигателя автопоезда при неустановившемся режиме работы / Е. В. Лунин, В. К. Киреев, О.О. Максименко // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2016 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2016. – С. 110-114.

5. Патент на полезную модель № 26596 U1 Российская Федерация, МПК F01N 7/08. Устройство для удаления выхлопных газов от двигателя внутреннего сгорания : № 2002111113/20 : заявл. 24.04.2002 : опубл. 10.12.2002 / О. О. Максименко [и др.] ; заявитель Рязанская государственная сельскохозяйственная академия им. проф. П.А. Костычева.

6. Лунин, Е. В. Технические основы кондиционирования воздуха в кабинах мобильных агрегатов / Е. В. Лунин, О. О. Максименко, В. К. Киреев // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России

: Материалы национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2016 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2016. – С. 115-120.

7. Суворова, Н.А. Техническая задача - основа профессиональной подготовки в техническом вузе / Н.А. Суворова, О.О. Максименко, Е.Н. Бурмина // Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2019 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 362-365.

8. Тришкин, И. Жидкостный нейтрализатор для ДВС/ И. Тришкин, О. Максименко // Сельский механизатор. - 2007. - №1. - С.12.

9. Повышение эффективности использования мобильных транспортных средств на предприятиях АПК за счет совершенствования элементов конструкции автомобиля / В.К. Киреев и др. // Современные направления и подходы к проектированию и строительству инженерных сооружений : Материалы Всероссийской научно-практической конференции. ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева». - 2020. - С. 98-103.

10. Патент на полезную модель № 199913 U1 Российская Федерация, МПК F16D 51/24, F16D 65/16, F16D 51/18. Тормозной механизм барабанного типа колеса автомобиля : № 2020102230 : заявл. 20.01.2020 : опубл. 25.09.2020 / В. К. Киреев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

11. Оценка теплообмена в стенке внутрицилиндровой полости быстроходного дизеля двигателя внутреннего сгорания / О. О. Максименко, В. К. Киреев, Т. С. Ткач, А. А. Максименко // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 257-261.

12. Совершенствование работы тормозного механизма дискового типа мобильных транспортных средств АПК / В.К. Киреев и др. // Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса: Материалы Национальной научно-практической конференции . Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ. - 2019. - С. 191-195.

13. К Вопросу расчета токов и напряжений при несанкционированных потерях электроэнергии / Е.С. Сёмина, О.О. Максименко, А.А. Слободскова, И.С. Никушкин // Электроэнергетика сегодня и завтра : Сборник научных

статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова; Научно-образовательный центр «Инженер». - Курск, 2023. - С. 132-135.

14. Регулируемый электропривод насосов в системах водоснабжения животноводческих комплексов КРС / Е.С. Сёмина, О.О. Максименко, А.А. Слободскова, И.С. Никушкин // Электроэнергетика сегодня и завтра : Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова; Научно-образовательный центр «Инженер». - Курск, 2023. - С. 136-139.

15. Семина, Е.С. Анализ коммерческих потерь электроэнергии в электрических сетях напряжением 0,4 КВ / Е.С. Сёмина, О.О. Максименко, А.А. Слободскова, И.С. Никушкин // Электроэнергетика сегодня и завтра. Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова; Научно-образовательный центр «Инженер». - Курск, 2023. - С. 128-131.

16. Оценка эксплуатационной надежности погружных электродвигателей используемых в сельском водоснабжении/ Е.С. Сёмина, О.О. Максименко, А.А. Слободскова, И.С. Никушкин // Юность и знание – гарантия успеха – 2023. Сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции. Редколлегия: А.А.Горохов (отв. редактор). - Курск, 2023. - С. 485-489.

## УДК 629.1

*Миловидов Н.В.,  
Голиков А.А., д-р техн. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### **РЫНОК НОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В РФ**

Автомобильная промышленность непрерывно и постоянно развивается. В ней находят применения все современные технологические разработки, начиная от композитных материалов и заканчивая системами с искусственным интеллектом.

Глобальными этапами эволюции автомобилестроения являются [1]:

- применение парового двигателя на автомобиле (1769 год - паровая телега Кюньо);
- первый автомобиль с бензиновым ДВС (1885 год - Benz Patent-Motorwagen);
- первый серийный легковой автомобиль с дизельным ДВС (1936 год - Mercedes-Benz 260 D года);
- первый серийный «электрокар» (1996 год - General Motors EV1);
- первый автомобиль с гибридной силовой установкой (1997 год - Toyota

Prius);

- первый серийный автомобиль на водородном топливе (2013 год - Hyundai ix35 FCEV).

Стоит заметить, что даже спустя столетие с момента выпуска первого серийного автомобиля с бензиновым ДВС, их позиция на рынке является доминирующей. При этом не стоит отрицать тот факт, что в последние годы в связи с «зеленой» повесткой увеличивается роль ТС с гибридными силовыми установками и «электрокаров».



Рисунок 1 – Рейтинг стран с высокой долей «электрокаров»

Особый интерес у потребителей в последние годы вызывают «электрокары», доля которых на рынке новых автомобилей постоянно растет. Отметим страны, имеющие значительные достижения в данной области (рис. 1). Самый высокий показатель принадлежит Норвегии – доля автомобилей с электродвигателем от общего числа составляет около 80%.

Высокими показателями могут похвастаться и другие страны: Исландия, Дания, Швеция, Финляндия и прочие. Особую роль имеет Китай – страна, где сосредоточено более половины все автомобилей с электрическими силовыми установками.

Оценим, как обстоят дела на отечественном рынке новых автомобилей (рис. 2). Предсказуемо, доминирующую позицию здесь занимают транспортные средства с бензиновыми ДВС, на втором месте – с дизельными силовыми установками и замыкает тройку лидеров – гибридные автомобили. Объёмы продаж новых автомобилей в РФ за последние несколько лет выглядит следующим образом:

- для автомобилей с бензиновой силовой установкой показатель увеличился на 71%;
- для автомобилей с дизельной силовой установкой показатель снизился на 25,5%;
- для автомобилей с гибридной силовой установкой (электро-бензин) показатель увеличился на 224%;
- для «электрокаров» увеличился на 372,5% и т.д.



Рисунок 2 – Рынок автомобилей в РФ

Падение продаж автомобилей с дизельными ДВС можно объяснить двумя причинами. В первых, начиная с середины 2022 г. официальные представители большинства автоконцернов свернули деятельность на территории РФ. Зашедшие после этого на рынки страны китайские производители специализируются в основном на автомобилях с бензиновыми или электрическими силовыми установками.

Во вторых до 2018 г. включительно стоимость 1 литра бензина марки АИ-95 превышала аналогичный показатель для дизельного топлива (табл. 1). Начиная с 2019 г. ситуация диаметрально изменилась. Если для бензина ежегодный прирост цены не превышал 9%, то для дизельного топлива на анализируемом отрезке времени выражался двузначными числами (за

исключением «ковидного» периода времени). Совокупность этих причин и привела к значительному снижению интереса покупателей к автомобилям с дизельными ДВС.

На сегодняшний день разрыв в позициях гибридных автомобилей и «электрокаров» на отечественном рынке весьма мал и составляет около 11% (в 2022 г. разница составляла около 62%). Следовательно, при сохранении заданного вектора развития в ближайшем будущем тройка лидеров может измениться.

Таблица 1 – Динамика цен на бензин и дизельное топливо в РФ [2]

	Бензин марки АИ-95		Дизельное топливо	
	цена, руб	изменения, %	цена, руб	изменения, %
2010	25,29	6,84	19,17	10,43
2011	28,45	12,50	25,14	31,14
2012	30,69	7,87	28,51	13,40
2013	32,66	6,42	31,31	9,82
2014	35,21	7,81	33,56	7,19
2015	36,91	4,83	34,70	3,40
2016	38,34	3,87	35,60	2,59
2017	41,01	6,96	38,16	7,19
2018	44,83	9,31	41,05	7,57
2019	45,74	2,03	46,71	13,79
2020	47,01	2,78	48,49	3,81
2021	50,98	8,45	50,45	4,04
2022	51,35	0,73	57,20	13,38
2023	54,87	6,85	64,37	12,53

Рассмотрим, какие автомобильные бренды пользуются наибольшим спросом у соотечественников. По данным за 2023 г. тройка лидеров продаж «электрокаров» в РФ следующая (рис. 3): китайская марка Zeekr, немецкий Volkswagen и «отечественный» Evolute. При этом годом ранее бесспорным была американская Tesla (в 2023 г. данная марка занимает лишь 4 строчку рейтинга).

Более масштабному распространению «электрокаров» в настоящее время препятствует несколько негативных факторов. В первую очередь это касается одного из ключевых элементов автомобилей данного вида – аккумуляторной батареи. Самые современные «электрокары» могут похвастаться запасом хода примерно на 600 км пути при благоприятных погодных условиях. Использование данных автомобилей в повседневной жизни не вызовет серьезных проблем до момента когда владельцу ТС потребуется совершить междугороднее перемещение (развитие необходимой инфраструктуры – электрозаправочных станций находится на достаточно низком уровне, а сам процесс заряда в разы превышает продолжительность заправки автомобилей с ДВС).



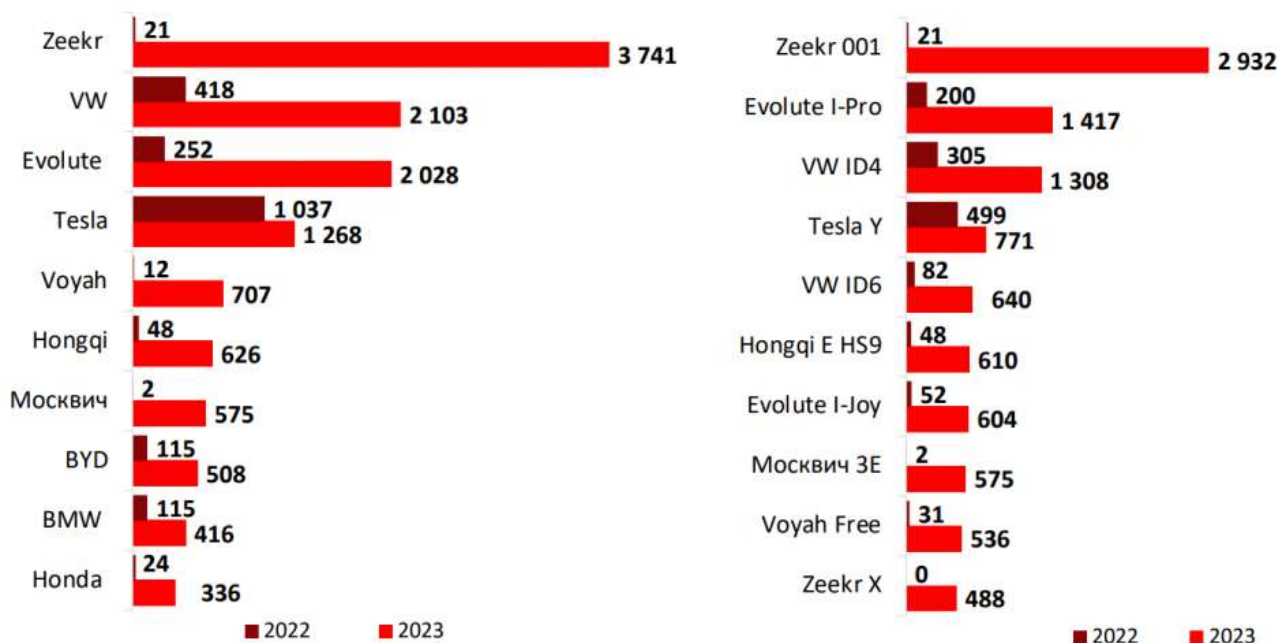


Рисунок 3 – Рейтинг продаж «электрокаров» в РФ

Во вторых это относительно малый ресурс самих аккумуляторных батарей, КПД которых с течением времени сильно падает, а проведение ремонтных воздействий в большинстве случаев будет сводиться к замене отдельных модулей.

Как видно из проведенного выше анализа перспективы автомобилей с электрическими силовыми установками весьма оптимистичны, даже при ряде существенных недостатков.

### *Библиографический список*

1. Электронный ресурс «Techinsider». – Режим доступа: <https://www.techinsider.ru/diy/552864-na-kolyosah-kak-poyavilsya-avtomobil/>
2. Электронный ресурс «Инфляция. Финансы. Новости». – Режим доступа: <https://inflatio.ru/96-ceny-na-benzin-i-diztoplivo-v-rossii-infljacija-i-statistika.html>
3. Диагностирование дизельных двигателей автотракторной техники / А. В. Шемякин [и др.]. – Рязань : РГАТУ, 2021. – 130 с.

## АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ КАБИН ТРАКТОРОВ С ДВИГАТЕЛЯМИ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

В статье рассмотрены вопросы создания систем отопления кабин мобильных средств с двигателями внутреннего сгорания воздушного охлаждения. Дана потребная теплопроизводительность системы отопления для кабин трактора с объемом кабины  $2,5\text{ м}^3$ . Рассмотрены конструкции систем отопления, применяемые в настоящее время. Указано на перспективность создания систем отопления с утилизацией тепловых потерь двигателя. Даны рекомендации о целесообразности применения различных систем отопления.

Современные тракторы оснащаются системами отопления, которые обеспечивают поддержание комфортных параметров микроклимата в зимнее время, определенными требованиями ГОСТ-12.2.01-76 - не менее  $14^\circ\text{ C}$ .

С целью расширения области применения систем отопления кабин мобильных средств с двигателями внутреннего сгорания воздушного охлаждения были проведены испытания Красноярским филиалом НПО ВНИИстройдормашем.

Теоретические и экспериментальные исследования показывают, что для теплоизолированных и герметизированных кабин тракторов с объемом около  $2,5\text{ м}^3$  теплопроизводительность отопителя и зависимости от наружных условий для обеспечения требований ГОСТ должна соответствовать величинам, представленным на рис. 1.

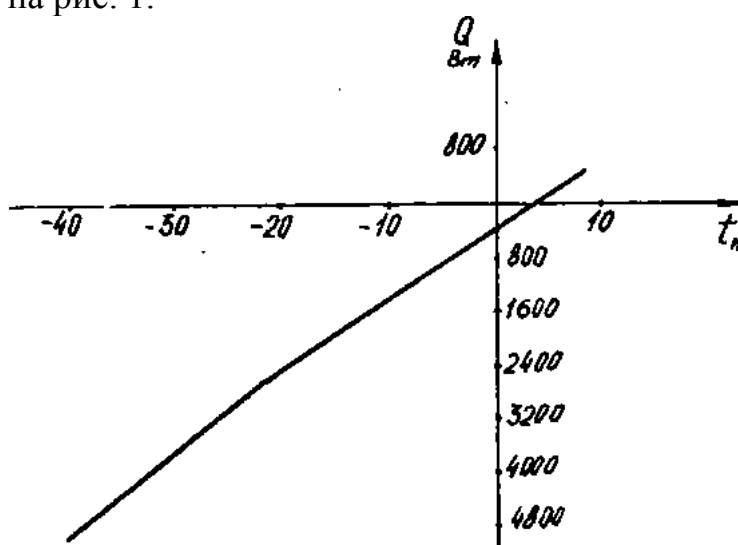


Рисунок 1 – Потребная теплопроизводительность системы отопления кабин тракторов с объемом  $2,5\text{ м}^3$

Учитывая, что основная доля лесохозяйственных тракторов используется в районах с расчетной температурой  $-20^{\circ}\text{C}$ , эти условия приняты для расчета и проектирования систем отопления. К промышленным тракторам, используемым в более тяжелых условиях, предъявляются повышенные требования. Кабины их, как правило, имеют двойное остекление, дополнительную теплоизоляцию, дополнительную (аварийную) систему отопления.

Такие меры используются на промышленных тракторах кл. 25, на Онежском лесопромышленном тракторе, на большегрузных автомобилях ФРГ "Магирус-Дойц" и т.д.

В качестве основных систем отопления используются системы, утилизирующие тепло двигателя трактора. Для двигателей с водяным охлаждением тепло системы охлаждения двигателя; для двигателей с воздушным охлаждением может быть использовано либо тепло выхлопных газов, либо тепло масла. Однако этот, казалось бы, простой способ конструктивно решается весьма сложно, и кроме того, температурный потенциал теплоносителя - масла ограничен. Более подробно это будет разобрано ниже.

В качестве дополнительного отопителя используется автономный отопитель, работающий на дизельном топливе. Такие отопители широко применяются в зарубежной и отечественной практике на автомобилях, а также на тракторах.

Предприятие «Форшрит» (ГДР), «Вебасто», «Эбершпехер» (ФРГ) производят жидкостные и воздушные автономные отопители с широкой номенклатурой – от 1000 до 20000 Вт.

Принципиальная схема автономного отопителя приведена на рис. 2

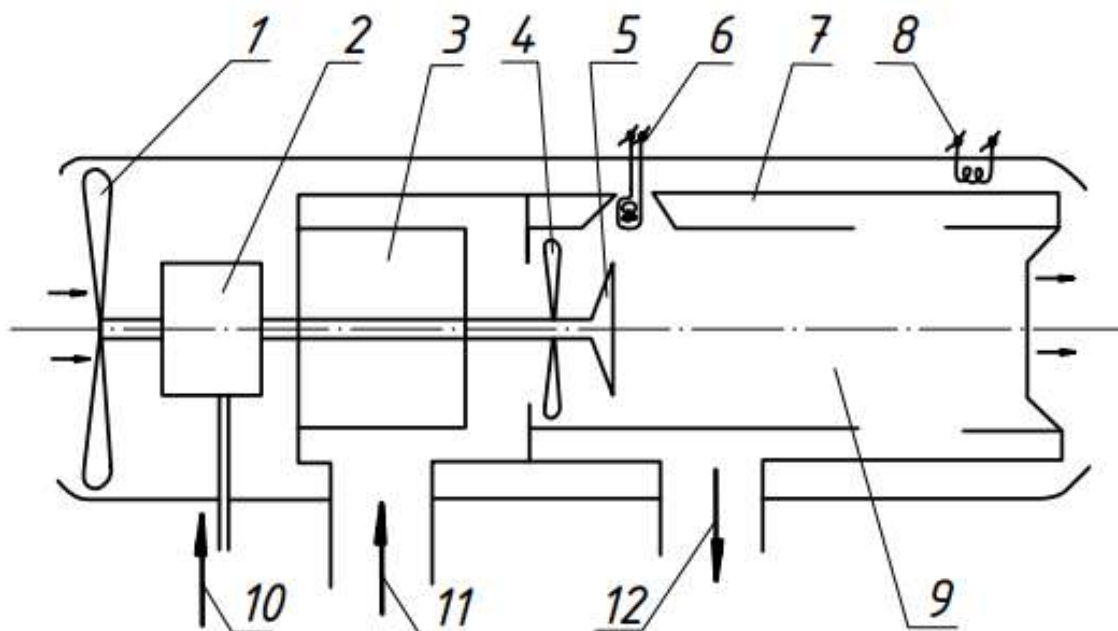


Рисунок 2 – Схема автономного пламенного воздушного отопителя

Принцип работы автономного отопителя следующий: электродвигатель 3 приводит топливный насос 2, ротационную форсунку 5 и вентиляторы подогреваемого воздуха 1 и воздуха для горения 4. Топливная смесь, поджигаемая свечой 6, образует факел в камере сгорания 9 и нагревает теплообменник. 7. Топливный насос соединен топливопроводом 10 с топливным баком. Воздух для горения забирается через патрубок II, а продукты сгорания выбрасываются через выпускной патрубок 12. От перегрева отопитель предохраняет датчик 8, отключающий в случае перегрева электродвигатель.

Большое значение для данных отопителей имеет способ распыла топлива, а также автоматизация его подачи, что во многом определяет экономичность агрегата. В этом направлении ведет интенсивную работу фирмы ФРГ «Вебасто» и «Эбершпехер».

Однако основными системами отопления кабин транспортных средств были и остаются системы, утилизирующие тепловые потери двигателя, достигающие до 60% теплотворной способности топлива.

В последнее время большое внимание уделяется системам отопления с использованием тепла картерного масла двигателя внутреннего сгорания. Как известно, теплоотдача в масло достигает на современных серийных двигателях 5-9% тепловых потерь двигателя. При холостой работе двигателя или его слабой нагрузке (менее 50%) этого тепла для отопления кабины недостаточно.

Так, например, у колесных лесохозяйственных тракторов класса 0,6 - 0,9 работающих в зимнее время на транспортных режимах, нагрузка двигателя составляет 25 – 30% номинальной.

Исследования теплового состояния картерного масла двигателя по данным ВТЗ при частичной нагрузке в зимних условиях показали, что имеет место его явное переохлаждение. Даже установка дроссельных дисков, снижающая производительность вентилятора системы охлаждения на 40-45%, не является оптимальной и не отвечает современным требованиям. Наиболее эффективным методом регулирования теплового состояния двигателя является автоматизация системы по температуре картерного масла. Работы, проведенные НИКТВД, показали возможность использовать картерное масло двигателя как теплоноситель для отопления кабины. Рисунок 3.

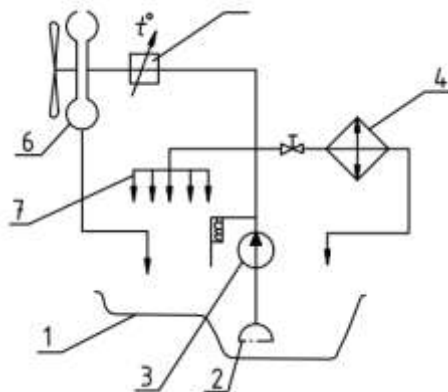


Рисунок 3 – Система отопления с использованием тепла картерного масла двигателя

В данной системе поддерживается температура масла от 85 до 120° С при помощи термостата 5, регулирующего поток масла, подаваемого на гидромуфту 6 вентилятора системы охлаждения. Масло из картера I подается через маслоприемник 2 насосом 3 в главную магистраль на точки смазки двигателя 7 и в контур гидромуфты 6.

В зимнее время открывается параллельный контур с теплообменником отопителя 4, расположенным в кабине.

Подобная система применена для отопления кабины промышленного трактора Т-330. Наиболее характерной для данного трактора является работа при номинальных нагрузках двигателя. Это позволяет поддерживать теплосъем с картерного масла двигателя около 6000 Вт.

Недостатком такой системы является возможность переохлаждения картерного масла двигателя в зимнее время, что является одним из тормозов при использовании этой схемы.

Патентные исследования и информативные данные позволяют говорить о перспективности схем с использованием тепла картерного масла двигателя.

При использовании в системе отопления в качестве теплоносителя выхлопных газов двигателя возникает сложность в поддержании стабильности характеристики системы при меняющихся в широком диапазоне режимов работы двигателя. Поэтому этот принцип требует тщательной проработки и в настоящее время не имеет серийно реализуемых конструкций.

Выводы:

1. Развитие конструкций систем отопления кабин мобильных средств с двигателями воздушного охлаждения идет в основном по пути утилизации тепловых потерь двигателя как наиболее экономически выгодному.

2. В настоящее время реализованы конструкции систем отопления с использованием тепла картерного масла двигателя. Такие системы отопления применены на промышленном тракторе Т-330 и большегрузном автомобиле «Магирус-Дойц». Системы отопления, использующие тепло выхлопных газов двигателя, разработанные в нашей стране, проходят экспериментальную проверку для установки их на перспективных тракторах.

3. Автономные пламенные отопители целесообразно использовать как дополнительную систему отопления для специализированных мобильных средств.

### ***Библиографический список***

1. ГОСТ 12.2.019-76 Система стандартов безопасности труда. Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Общие требования безопасности.

2. Исследование динамических качеств системы поддрессоривания лесохозяйственного трактора / С. С. Ш. Саая [и др.] // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 2. – С. 546-548.

3. Олейник, Д. О. "Паспорт профессионального здоровья" как средство сохранения профессионального здоровья специалиста / Д. О. Олейник, И. Б. Тришкин, В. С. Генералов // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А.Костычева. – Рязань : РГАТУ, 2008. – С. 251-253.

УДК 629.1

*Панова А.А.,  
Юхин И.А., д-р техн. наук, профессор  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## КОНТЕЙНЕРНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ГРУЗОВ

Перевозка груза может осуществляться различными видами транспорта: автомобилями, железнодорожным транспортом, воздушными судами, водным транспортом и через трубопроводы. Распределение значимости каждого из них в общей структуре транспортных работ представлено на рис. 1.

Как видно из представленной диаграммы тотальное доминирование имеет трубопроводный транспорт. При этом стоит отметить его специфику – перевозят исключительно товар в жидком (сырая нефть, продукты перегонки нефти, вода и т.д.) и газообразном состоянии (природный газ, метан и т.д.).

Транспорт позволяет доставить товар до пункта назначения за более короткий срок и при этом обеспечить его целостность и сохранность первоначального состояния [1, 2, 3, 4, 5]. Тем не менее, некачественные дороги являются причиной частых переживаний клиентов за сохранность груза. В этом случае мы предлагаем клиентам услугу контейнерной перевозки, а именно транспортировку груза в специальных модулях.

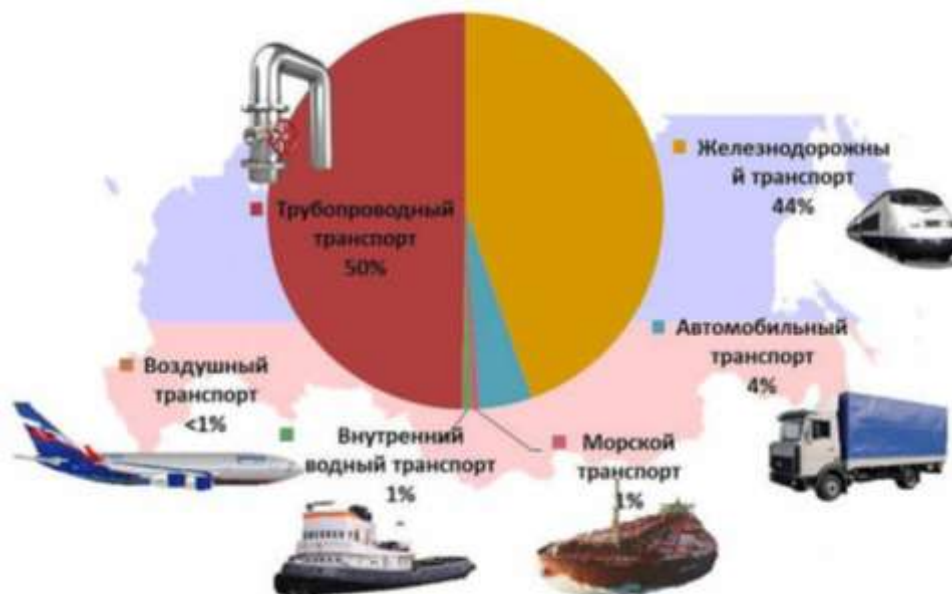


Рисунок 1 – Распределение грузооборота по видам транспорта

Начало использования «специальных ящиков» для транспортировки грузов приходится на 20-30-е годы прошлого века. Наибольшую же популярность такие перевозки получили в 60-х годах, в период стремительного роста грузооборота. Именно тогда к транспортировке стали предъявляться более высокие требования, в виду чего стало очевидным, что добиться сокращения времени, необходимого для доставки груза, при обеспечении его сохранности и целостности можно благодаря использованию транспортировочных контейнеров. Так было положено начало развитию рассматриваемой услуги.

На сегодняшний день доставка товаров в специальных модулях имеет очень большой спрос. Именно его рост привел к развитию такого направления как контейнерная логистика, позволяющая организовать доставку груза по более низкой стоимости, обеспечивая при этом качество оказываемой услуги [6, 7, 8, 9, 10].

Классификация транспортных контейнеров приведена на рис. 2.

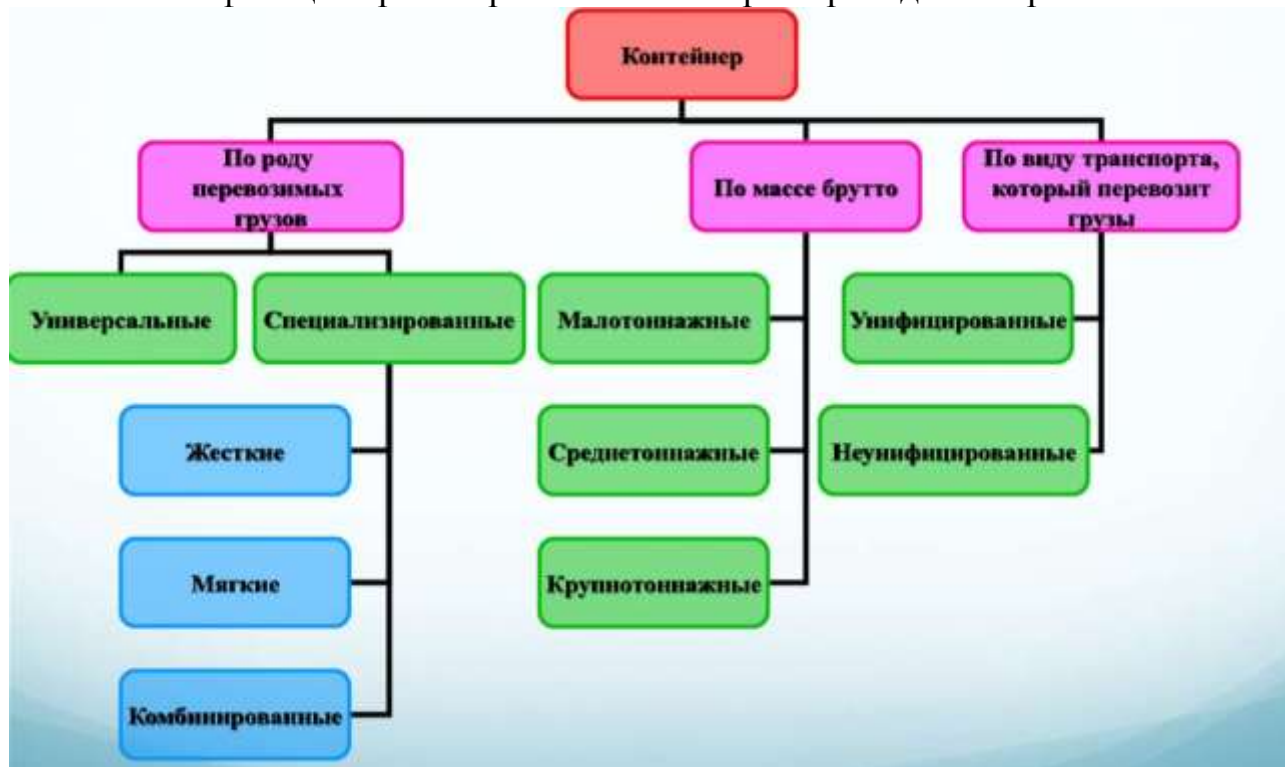


Рисунок 2 – Классификация транспортных контейнеров

Перевозка груза контейнерным способом имеет ряд преимуществ. В частности к ним относятся [11, 12, 13, 14, 15, 16]:

- Максимальная сохранность транспортируемого груза. Добиться этого позволяет его помещение в замкнутое пространство, обеспечивающее ему полную защиту. Именно поэтому большинство крупнейших компаний мира отдают предпочтение именно контейнерным перевозкам товаров. При этом некоторые даже пломбируют свои грузы, чтобы исключить таким способом возможность доступа к ним со стороны посторонних лиц.

- Универсальность. Многие люди думают, что контейнеры используют только для перевозки товаров производственного назначения. Но это далеко не так. Транспортировать посредством контейнерных перевозок можно довольно широкий перечень товаров: посуду, предметы мебели, технику, изделия медицинского назначения, зеркала, горное и промышленное оборудование, электронику, автомобили, продукты питания и пр. Есть и такие предметы, перевозить которые необходимо только в специальных контейнерах. Запрещено перевозить в транспортировочных контейнерах оружие, пиротехнику, химические изделия и другие, предусмотренные законом грузы.

- Экономичность. Контейнерные перевозки грузов - это выгодное решение и для получателя и для самого отправителя. Изготавливаются контейнеры из высококачественной стали, благодаря чему хранение груза в местах назначения не требует каких-либо дополнительных затрат. Возможность перевозки единичных товаров в контейнерах других клиентов позволяет сэкономить на расходах, связанных с транспортировкой. Благодаря довольно легкой погрузке и разгрузке модулей процесс перевозки занимает меньше времени.

Контейнерная перевозка грузов предполагает выбор тары. Поскольку контейнеры были заимствованы из морских грузоперевозок, их размеры определяются в футах.

Мировой и отечественный рынки представлены контейнерами следующей вместимостью: 3, 5, 10, 20, 40 футов. Также существуют и 45-футовые модули, оно относится к контейнерам повышенной вместимости. Все они соответствуют действующим стандартам в части габаритов, грузоподъемности, размера и других параметров.

В зависимости от типа груза модели контейнеров делятся на два вида:

- универсальные;
- специализированные.

Первый вариант может использоваться для перевозки всевозможных штучных товаров. Второй - для транспортировки цистерн с жидкими веществами, либо быстро портящихся продуктов.

Контейнерные перевозки - это безопасность и удобство транспортировки груза. Благодаря ним можно не беспокоиться за сохранность перевозимых товаров.

В транспортную систему, осуществляющую контейнерный способ перевозки грузов входят следующие составные элементы:

- контейнеры;
- подвижной состав;
- грузовые терминалы;
- информационное обеспечение перевозок (АСУ, маркетинговые исследования, соответствующие компьютерные технологии, базы данных и прочее);
- правовое обеспечение перевозок (международное и внутригосударственное);



- техническое и инженерное обеспечение (использование технологических, финансовых, проектно-конструкторских методов расчета на каждом из этапов оказания услуги контейнеризации и ее управления и т.п.);
- научно-методическая база (выработка разных методов, разработка всевозможных подходов, теоретические и научные исследования и т.д.).

Контейнерным терминалом называют транспортный пункт, представляющий собой складской комплекс на магистральном транспорте, предназначенный для переработки контейнерных грузов. Его главной функцией является преобразование контейнеропотоков, то есть изменение размеров партий (догрузка, отгрузка, консолидация), времени их отправления и прибытия и иных критериев перевозки) в ходе передачи контейнеров с грузом с одного транспортного средства на другое. Это обеспечивает высокую эффективность перевозки грузов в контейнерах.

Основным элементом контейнерного терминала является контейнерная площадка. В дополнение к ней могут создаваться крытые склады, где осуществляется переработка грузов, а также их разгрузка и загрузка.

В зависимости от сферы действия предприятия контейнерный способ перевозки грузов может претерпеть некоторые изменения (как технического плана, так и организационно-управленческого).

В сельском хозяйстве так же используют контейнерные перевозки грузов. В отличие от рассмотренных выше примеров здесь нашли применение менее габаритные образцы (вместимостью примерно 600-800 кг), например ящичные поддоны. На рисунке 3 приведен пример – уборка картофеля при помощи комбайна IMAC SPECIAL и его загрузка в транспортную тару (ящичный поддон).



Рисунок 3 – Сбор свежееубранного урожая в контейнер

После заполнения контейнера клубнеплодами, комбайн его сгружает на поле и продолжает дальнейший процесс уборки (после установки пустой тары). Сами контейнера подбираются транспортными средствами, оснащенными специализированными устройствами (погрузочно-разгрузочными) и отправляются по местам назначения.

Применение подобного способа позволяет снизить повреждения клубней при осуществлении погрузочно-разгрузочных работ в цикле уборочных работ, а заполненные контейнеры с картофелем без дополнительных технологических операций отправлять в пункты назначения [17, 18, 19, 20].

В сельскохозяйственном производстве контейнеры применяются не только для выполнения транспортных работ, но и для длительного хранения продукции. Особой популярностью пользуется организация картофелехранилищ, где корнеплоды хранятся в таре, сложенной штабелями.

### *Библиографический список*

1. Формирование комплекса картофелеуборочных и транспортных машин / И. А. Успенский и др. // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 2(284). – С. 27-31.

2. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex / N. V. Byshov, S. N. Borychev, I. A. Uspensky [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : The proceedings of the conference AgroCON-2019, Kurgan, 18–19 апреля 2019 года. – Kurgan: IOP Publishing Ltd, 2019. – P. 012145.

3. Increasing the safety of agricultural products during its transportation and unloading / N. V. Byshov [et al.] // Proceedings of the 4th International Conference on Frontiers of Educational Technologies, Moscow, 25–27 июня 2018 года. – Moscow: ACM New York, NY, USA, 2018. – P. 176-179.

4. Исследование алгоритма динамического расчета для уменьшения факторов, усиливающих колебательные движения автомобилей, приводящие к порче перевозимой плодоовощной продукции / И. А. Успенский [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 3(67). – С. 487-497.

5. Определение оптимальной транспортной скорости груженого тракторного прицепа 2ПТС-4 / И. А. Успенский [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 2(66). – С. 396-404.

6. Исследование причин возникновения повреждений клубней картофеля при их загрузке в транспортное средство / И. А. Успенский и др. // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 10(268). – С. 26-29.

7. Intra-farm transportation of easily damaged agro food products for sustainable development of agricultures / S. N. Borychev, I. Uspensky, I. Yukhin [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volgograd, 12–14 мая 2021 года. – Volgograd, 2022. – P. 012048.

8. Снижение травмирования корнеклубнеплодов при их перевозке самосвальным транспортным средством / И. А. Успенский и др. // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 6(276). – С. 22-25.

9. Обзор навесных перегрузочных устройств кузовов транспортных средств для Бережной разгрузки картофеля / И. А. Юхин и др. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 2(66). – С. 422-430.

10. Патент на полезную модель № 161488 U1 Российская Федерация, МПК В60R 9/00, В60P 1/00. Навесное перегрузочное устройство для самосвального кузова транспортного средства : № 2015145901/11 : заявл. 26.10.2015 : опубл. 20.04.2016 / О. В. Филюшин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).

11. Патент на полезную модель № 166384 U1 Российская Федерация, МПК В65D 85/34. Контейнер для перевозки плодоовощной продукции : № 2016115317/12 : заявл. 19.04.2016 : опубл. 20.11.2016 / В. А. Шафоростов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).

12. Патент на полезную модель № 191227 U1 Российская Федерация, МПК В65D 8/14. Устройство для транспортировки корнеклубнеплодов : № 2019116209 : заявл. 27.05.2019 : опубл. 30.07.2019 / С. Н. Борычев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).

13. Патент № 2584041 С1 Российская Федерация, МПК В60P 1/28. Самосвальный кузов для перевозки легкоповреждаемой продукции : № 2015107218/11 : заявл. 02.03.2015 : опубл. 20.05.2016 / И. А. Успенский [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ).

14. Патент на полезную модель № 194128 U1 Российская Федерация, МПК В60P 1/28. Самосвальный кузов для перевозки легкоповреждаемой продукции : № 2019100387 : заявл. 09.01.2019 : опубл. 28.11.2019 / Н. В. Бышов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).

15. Патент на полезную модель № 217289 U1 Российская Федерация, МПК В65D 81/03, В65D 85/34. контейнер для перевозки плодоовощной

продукции : № 2022131488 : заявл. 01.12.2022 : опубл. 24.03.2023 / А. А. Панова [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

16. Патент № 2636569 С Российская Федерация, МПК В65D 85/34, В65D 81/05. Устройство для транспортировки легкоповреждаемой плодоовощной продукции : № 2016120142 : заявл. 24.05.2016 : опубл. 23.11.2017 / И. А. Юхин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).

17. Исследование адаптивной модели уборки картофеля / А. В. Паршков и др // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2023. – Т. 15, № 2. – С. 103-110.

18. Голиков, А. А. Совершенствование уборки картофеля : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Голиков Алексей Анатольевич. – Рязань, 2022. – 292 с.

19. Повышение эффективности внутрихозяйственных перевозок плодоовощной продукции / Н. В. Лимаренко [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 2(70). – С. 429-439.

20. Патент на полезную модель № 222055 U1 Российская Федерация, МПК А01F 25/14, В65D 85/34, В65D 21/00. контейнер для хранения картофеля : № 2023121488 : заявл. 16.08.2023 : опубл. 08.12.2023 / Д. Н. Михайлов, С. Н. Борычев, Д. В. Колошеин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

## **УДК 629.1**

*Рязанцев М.А.,  
Супрун П.Г.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ  
Воротников Е.С.  
Академия ФСИН России, г. Рязань, РФ*

## **ТРАНСПОРТНЫЕ РАБОТЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Транспорт – это важная составляющая инфраструктуры сельскохозяйственного производства. Без него не обходится практически ни один вид работ.

Каждый из производственных процессов предполагает участие того или иного вида транспорта. В сравнении с другими сельскохозяйственными

работами транспортные работы считаются самыми энергоемкими и трудоемкими, поскольку именно на них приходится третья часть всех трудозатрат при выращивании сельскохозяйственных культур. Что касается себестоимости сельскохозяйственной продукции, то более 40% ее величины составляют транспортные издержки (рис. 1). В них входят: затраты на топливо; затраты на ТОиР транспортных средств; амортизация и т.д.



Рисунок 1 – Диаграмма структуры себестоимости

В сельском хозяйстве применяются как автомобильные, так и тракторные транспортные средства. Первые используются преимущественно для перевозок грузов на дальние расстояния, вторые – для внутривозвездных перемещений.

Факторами, определяющими значимость транспортных средств в сельскохозяйственном производстве являются: большой объем транспортируемых грузов, непосредственное участие в производстве сельхозпродукции.

Участвующий в различных процессах производства автотранспорт выполняет не только транспортную функцию, но и вместе с другими агрегатами и машинами осуществляет процесс, включающий в себя технологические, разгрузочные и перевозочные операции. Автомобиль, оснащенный рабочим органом, к примеру, подборщиком-погрузчиком, разбрасывателем удобрений принимает на себя роль технологического средства.

Другой особенностью использования автотранспорта является то, что он служит неким связывающим звеном в любом производственном потоке и в таком качестве определяет построение процессов согласно индустриальным схемам.

Повышение производительности сельскохозяйственного производства

непрерывно приводит к увеличению объема транспортных работ. В связи с этим возрастают и перевозки материалов, сырья, готовой продукции при осуществлении технологических процессов сельскохозяйственного производства, производства кормов, удобрений, топливных, строительных, смазочных и иных материалов.

От оснащенности учреждений необходимыми средствами транспорта, правильности организации перевозок и рациональности использования в них транспорта во многом зависят качество сельскохозяйственных работ, своевременность их выполнения, эффективность труда и конечно стоимость продукции.

Процесс транспортной работы включает в себя операции по перевозке, погрузке и разгрузке различных грузов. Объем грузов, перевозимых автомобилями, составляет 75% от общего объема, а объем приходящийся на тракторы с прицепами — 24%.

В зависимости от назначения грузов и пунктов назначений перевозки сельскохозяйственной продукции разделяют на внутрихозяйственные, внутриусадебные и внехозяйственные.

Внутрихозяйственные предполагают транспортировку грузов в рамках того или иного хозяйства и обеспечиваются тракторными поездами и автомобилями. Характерные расстояния для таких перевозок не превышают 25 км. Часть внутрихозяйственных перевозок в ходе обслуживания уборочных и посевных агрегатов составляет процесс технологического обслуживания МТА. Называются такие перевозки технологическими. В такой отрасли, как сельское хозяйство они являются основными, поскольку на них приходится около 60% всех транспортных работ.

В рамках внутриусадебных перевозок осуществляется доставка грузов с хранилищ и складов на подсобные предприятия, фермы и иные хозяйственные объекты, находящиеся на территории усадьбы. Характерные расстояния для таких перевозок - не более 3 км. Обеспечивают перевозку такие транспортные средства, как транспортеры, тракторы с прицепами, гужевой транспорт, трубопроводы.

Внехозяйственные — это перевозки грузов к разным пунктам назначения. Находятся такие пункты, как правило, вне пределов сельскохозяйственной организации. Если говорить о расстояниях перевозок, то они могут быть довольно большими (до 100 км). К числу транспорта, используемого для перевозки грузов, относятся разные виды автомобилей, например, молоковозы, бензовозы, фургоны для скота и т.д.

Ключевым параметром, характеризующим эффективность выполнения транспортных работ, является коэффициент использования грузоподъемности. Он рассчитывается как отношение фактической массы перевезенного груза к массе груза, которую могло вместить транспортное средство.

Существует большое количество сельскохозяйственных грузов, а их наименований насчитывается более 100. Сельскохозяйственные грузы могут классифицироваться в зависимости от способа загрузки и разгрузки, по

физическим и механическим свойствам; в зависимости от сроков перевозки, по степени использования грузоподъемности транспорта; в зависимости от условий перевозок.

По физико-механическим свойствам грузы подразделяются на:

- жидкие;
- твердые;
- газообразные.

Преобладающее большинство сельскохозяйственных грузов - твердые (семена, удобрения, сам урожай и т.д.).

В зависимости от возможности и способа механизации разгрузочно-погрузочных работ выделяют:

- наливные,
- навалочные,
- тарные,
- насыпные,
- штучные,

При этом наибольшая часть грузов в сельском хозяйстве составляют насыпные (рис. 2) и навалочные грузы (рис. 3). Они не нуждаются в упаковке, их погрузка и выгрузка возможна навалом, а учитываются такие грузы по объему или массе.



Рисунок 2 – Загрузка зерна в транспортное средство

В зависимости от коэффициента возможного использования грузоподъемности транспорта сельскохозяйственные грузы делятся на 5

классов. Первый класс образуют грузы с грузоподъемностью равной 1,0; второй класс — с грузоподъемностью от 0,99 до 0,71; третий — от 0,70 до 0,51; четвертый — 0,50 до 0,41; пятый — 0,4 и ниже.

Большая часть сельскохозяйственной продукции по степени возможного использования грузоподъемности относится к третьему, второму и первому классам.

При определенных условиях коэффициент использования грузоподъемности возможно повысить. Например, при правильном подборе упаковки для груза, средств транспорта для его перевозки, приспособлений к кузову в зависимости от груза (увеличение высоты бортов в случае перевозки легковесных грузов), группировки грузов в рамках партии.



Рисунок 3 – Загрузка транспортного средства свежесобранной картошкой

Не стоит забывать, что некоторые грузы различаются по срочности доставки и ее периодичности. Многие из них требуют перевозки в сжатые сроки. Поэтому для организации транспортных процессов необходимо использовать эффективные логистические методы.

Для организации транспортных работ могут быть использованы методы решения «транспортных задач» и «задач сетевого планирования». При их помощи возможно добиться построения оптимальных маршрутов и интервалов времени для их осуществления. При этом грамотный подход позволит повысить эффективность использования грузоподъемности транспортных средств при перевозке сборных грузов.

В заключении необходимо отметить, что оптимизация финансовых и трудовых издержек при выполнении транспортных работ является очень важной задачей в планах развития агропромышленного комплекса страны.



### *Библиографический список*

1. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex / N. V. Byshov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : The proceedings of the conference AgroCON-2019, Kurgan, 18–19 апреля 2019 года. – Kurgan: IOP Publishing Ltd, 2019. – P. 012145.
2. Increasing the safety of agricultural products during its transportation and unloading / N. V. Byshov [et al.] // Proceedings of the 4th International Conference on Frontiers of Educational Technologies, Moscow, 25–27 июня 2018 года. – Moscow: ACM New York, NY, USA, 2018. – P. 176-179.
3. Intra-farm transportation of easily damaged agro food products for sustainable development of agricultures / S. N. Borychev [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volgograd, 12–14 мая 2021 года. – Volgograd, 2022. – P. 012048.
4. Голиков, А. А. Совершенствование уборки картофеля : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Голиков Алексей Анатольевич. – Рязань, 2022. – 292 с.
5. Паршков, А.В. Исследование адаптивной модели уборки картофеля / А. В. Паршков // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2023. – Т. 15, № 2. – С. 103-110.
6. Исследование алгоритма динамического расчета для уменьшения факторов, усиливающих колебательные движения автомобилей, приводящие к порче перевозимой плодоовощной продукции / И. А. Успенский [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 3(67). – С. 487-497.
7. Обзор навесных перегрузочных устройств кузовов транспортных средств для Бережной разгрузки картофеля / И. А. Юхин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 2(66). – С. 422-430.
8. Определение оптимальной транспортной скорости груженого тракторного прицепа 2ПТС-4 / И. А. Успенский [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 2(66). – С. 396-404.
9. Патент № 2584041 С1 Российская Федерация, МПК В60Р 1/28. Самосвальный кузов для перевозки легкоповреждаемой продукции : № 2015107218/11 : заявл. 02.03.2015 : опубл. 20.05.2016 / И. А. Успенский [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ).
10. Патент № 2636569 С Российская Федерация, МПК В65D 85/34, В65D 81/05. Устройство для транспортировки легкоповреждаемой

плодоовощной продукции : № 2016120142 : заявл. 24.05.2016 : опубл. 23.11.2017 / И. А. Юхин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).

11. Патент на полезную модель № 161488 U1 Российская Федерация, МПК В60R 9/00, В60P 1/00. Навесное перегрузочное устройство для самосвального кузова транспортного средства : № 2015145901/11 : заявл. 26.10.2015 : опубл. 20.04.2016 / О. В. Филюшин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ). – EDN QMURUK.

12. Патент на полезную модель № 166384 U1 Российская Федерация, МПК В65D 85/34. Контейнер для перевозки плодоовощной продукции : № 2016115317/12 : заявл. 19.04.2016 : опубл. 20.11.2016 / В. А. Шафоростов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ). – EDN IBXDTL.

13. Патент на полезную модель № 191227 U1 Российская Федерация, МПК В65D 8/14. Устройство для транспортировки корнеклубнеплодов : № 2019116209 : заявл. 27.05.2019 : опубл. 30.07.2019 / С. Н. Борычев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).

14. Патент на полезную модель № 194128 U1 Российская Федерация, МПК В60P 1/28. Самосвальный кузов для перевозки легкоповреждаемой продукции : № 2019100387 : заявл. 09.01.2019 : опубл. 28.11.2019 / Н. В. Бышов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).

15. Патент на полезную модель № 217289 U1 Российская Федерация, МПК В65D 81/03, В65D 85/34. контейнер для перевозки плодоовощной продукции : № 2022131488 : заявл. 01.12.2022 : опубл. 24.03.2023 / А. А. Панова [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

16. Патент на полезную модель № 222055 U1 Российская Федерация, МПК А01F 25/14, В65D 85/34, В65D 21/00. контейнер для хранения картофеля : № 2023121488 : заявл. 16.08.2023 : опубл. 08.12.2023 / Д. Н. Михайлов, С. Н. Борычев, Д. В. Колошеин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский

государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

17. Повышение эффективности внутрихозяйственных перевозок плодоовощной продукции / Н. В. Лимаренко [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 2(70). – С. 429-439.

18. Исследование причин возникновения повреждений клубней картофеля при их загрузке в транспортное средство / И. А. Успенский и др. // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 10(268). – С. 26-29.

19. Снижение травмирования корнеклубнеплодов при их перевозке самосвальным транспортным средством / И. А. Успенский и др. // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 6(276). – С. 22-25.

20. Формирование комплекса картофелеуборочных и транспортных машин / И. А. Успенский и др. // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 2(284). – С. 27-31.

**УДК 621.313**

*Самусик Г.С.,  
Шуханов С.Н., д-р техн. наук  
ФГБОУ ВО ИрГАУ, г. Иркутск, РФ*

### **ОСОБЕННОСТИ ВОЗДУШНОГО ПУСКА ДВС**

Конкурентно способному функционированию сельского хозяйства во многом способствуют исследования в области аграрной науки [1-5]. Высокопроизводительная работа технических средств, обеспечивающих агропромышленный комплекс, осуществляется с помощью инновационных разработок [6-10]. Значительное место при этом занимает автотракторная техника, в том числе поршневые двигатели внутреннего сгорания [11-15].

Пуск двигателя внутреннего сгорания (ДВС) является важным элементом его эксплуатации. Существующие системы пуска ДВС структурируются на: мускульный метод (посредством мускульной силы человека применяется только в случае отказа штатной системы пуска); метод буксировки; пуск от электродвигателя; пуск вспомогательным двигателем-«пускателем»; пневматический пуск; инерционный пуск; непосредственный пуск; пиротехнический пуск.

Изучим особенности функционирования воздушного (пневматического) пуска мотора. Задача её заключается в осуществлении прокручивания коленчатого вала с помощью сжатого воздуха (основной способ пуска).

Система входит в состав общей системы пневмооборудования машины, и имеет следующие показатели технической характеристики: значение давления воздуха в баллоне в пределах  $150 \text{ кгс/см}^2$ ; минимальное значение давления воздуха в баллоне для пуска мотора тождественно  $45 \text{ кгс/см}^2$  (летом), а также равно  $80 \text{ кгс/см}^2$  (зимой); значение максимального давления в баллоне

составляет 165 кгс/см<sup>2</sup>.

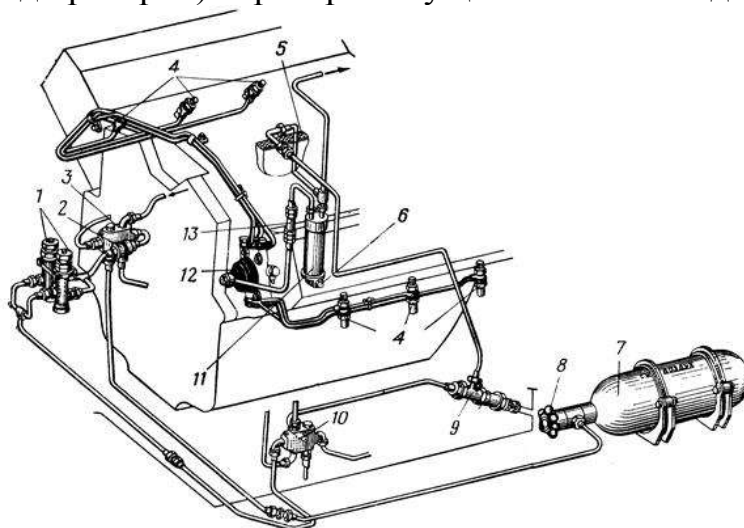
**Система воздушного пуска** силового агрегата (рис. 1) состоит из следующих элементов: воздушный баллон; в том числе электрический пневматический клапан; а также маслоотстойник; кроме того, обратный клапан; специальный воздухораспределитель; включая пусковые клапаны; трубопроводы.

**Воздушный баллон** выполняет функцию обеспечения запаса сжатого воздуха (значение давления  $P = 150 \text{ кгс/см}^2$ ). Конструктивная емкость баллона равна 5 л.

Воздушный баллон смонтирован непосредственно в отделении управления, расположенного у левого борта, и прикручен посредством двух хомутов конструкции днища машины.

В устройстве горловины корпуса баллона закреплен вентиль, открытие которого осуществляется за счет вращения маховичка. При запуске силового агрегата вентиль должен находиться в положении «открыто». В случае остановки мотора по продолжительности более 2-х часов – в положении «закрыто». Процесс заправки баллона сжатым воздухом реализуется при функционирующем двигателе компрессором, в ходе снижения значения давления в пределах до 130 кгс/см<sup>2</sup>.

В транспортном средстве существует возможность заправки используемого баллона от внешнего источника сжатым воздухом посредством штуцера, смонтированного в отделении управления, непосредственно над щитком приборов, размещенного в правом верхнем углу. На корпусе самого баллона установлены цифры даты прохождения проверки его котлонадзором (месяц, а также год проверки). Проверка осуществляется каждые 5 лет.



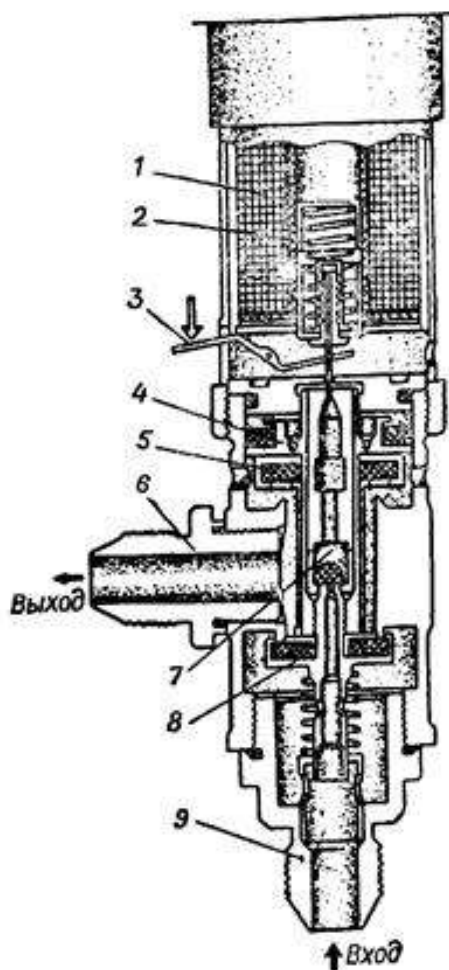
1 — редукторы регулирования давления воздуха пневмосистемы; 2 — фильтр очистки воздуха; 3 — коробка распределительная; 4 — клапаны пусковые; 5 — перегородка силового отсека; 6 — пробка спускная маслоотстойника; 7 — баллон воздушный; 8 — вентиль; 9 — электрический пневматический клапан; 10 — коробка распределительная; 11 — отстойник; 12 — распределитель воздуха; 13 — обратный клапан на трубопроводе к распределителю воздуха; 14 — обратный клапан на трубопроводе к электрическому пневматическому клапану; 15 — кран для ручного запуска

Рисунок 1 – Система пневматического пуска силового агрегата

Когда клапан находится в положении «открыто» воздух из баллона перемещается в редуктор для снижения давления, а затем под давлением 70 кгс/см<sup>2</sup> нагнетается в электрический пневматический клапан.

Электропневмоклапан ЭК-48 (рис. 2) осуществляет дистанционное управление подачей сжатого воздуха из емкости баллона к распределителю воздуха. Он размещен в секции управления, непосредственно на левом борту (верхний электрический пневматический клапан).

Это техническое устройство включает в себя цилиндрический корпус, в который вмонтированы два специальных штуцера: впускной (торцевой), а также выпускной (боковой). Корпус снабжен клапаном, который перекрывает впускное отверстие. Корпус оборудован электромагнитом, сердечник имеет соединение с клапаном. При работе электромагнита (нажатии на кнопку «ПУСК ВОЗД.») сердечник работает на втягивание, которое обеспечивает перемещение клапана. В этом случае впускное, а также выпускное отверстия соединяются друг с другом, что обеспечивает поступление воздуха в маслоотстойник. Клапан в том числе можно открыть с помощью ручного рычага, расположенного на корпусе электрического пневматического клапана.



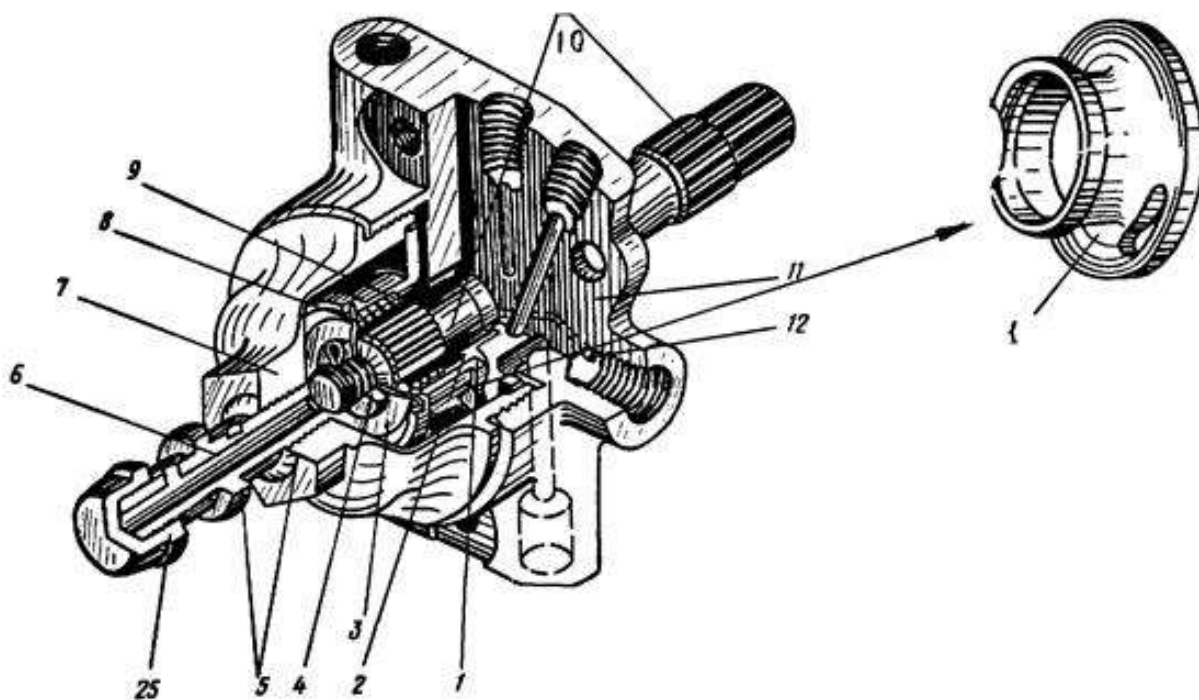
- 1 — магнит электрический; 2 — пружина винтовая; 3 — двуплечий рычаг;  
4 — алюминиевый поршень; 5 — клапан выпускной; 6 — штуцер выпускной;  
7 — сервоклапан универсальный; 8 — клапан впускной; 9 — штуцер впускной

Рисунок 2 – Клапан электрический пневматический марки ЭК-48

Клапан обратный выполняет функцию предотвращения попадания отработавших газов в трубопроводы, а также приборы пневматической системы в процессе функционирования силового агрегата в случае зависания одного или нескольких пусковых клапанов, в том числе предотвращения попадания масла непосредственно в систему пневматического оборудования из распределителя воздуха мотора.

Воздухораспределитель (рис. 3.) осуществляет задачу распределения воздуха по цилиндрам силового агрегата в соответствии с их порядком функционирования. Он смонтирован на левом блоке цилиндров со стороны расположения маховика.

Воздухораспределитель включает в себя такие элементы как алюминиевый корпус, который оснащен шестью отверстиями, соединенных посредством трубопроводов с цилиндрами силового агрегата. С передней части к корпусу установлен колпак, оборудованный входным отверстием для подачи сжатого воздуха. В корпусе смонтирован распределительный диск с окном в виде серповидного отверстия. Диск с помощью валика имеет соединение с шестерней механизма передач силового агрегата. Окно независимо от положения диска всегда совпадает с одним из имеющихся каналов корпуса.



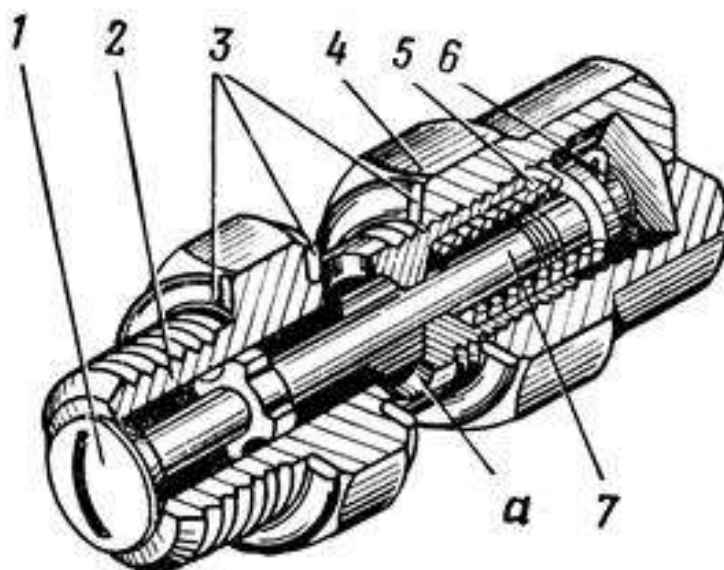
1 — распределительный диск; 2 — регулировочная муфта; 3 — специальная тарелка; 4 — гайка; 5 — шайба регулировочная; 6 — штуцер универсальный; 7 — колпак защитный; 8 — кольцо упорно-стопорное; 9 — винтовая пружина; 10 — валик распределителя воздуха

Рисунок 3 – Воздухораспределитель

Сжатый воздух, нагнетаемый в полость колпака, сквозь окно диска в корпусе попадает в один из цилиндров. В процессе воздействия воздуха на поршень осуществляется проворот коленчатого вала. Далее диск, поворачиваясь, поэтапно соединяет окно с каждым из цилиндров, в

соответствии с порядком их функционирования, что обеспечивает непрерывное вращение коленчатого вала.

Пусковые клапаны (рис. 4) представляют собой устройства, которые выполняют важную функцию в процессе запуска силового агрегата. Они обеспечивают подачу сжатого воздуха в цилиндры мотора во время старта, предотвращая при этом проникновение отработанных газов в систему пневматического запуска. Установленные непосредственно под впускными коллекторами в головках блоков цилиндров, они соединены трубопроводами с каналами распределителя воздуха. Каждый клапан имеет канал, обеспечивающий связь с камерой сгорания. Конструкция пускового клапана включает в себя цилиндрический корпус с встроенным обратным клапаном тарельчатого типа.



- 1 — тарельчатый клапан; 2 — корпус; 3 — уплотнительные регулировочные кольца;  
4 — колпачок защитный; 5 — винтовая пружина; 6 — гайка;  
7 — цилиндрический стержень клапана; а — радиальное отверстие

Рисунок 4 – Пусковой клапан

Воздушные трубопроводы представляют собой существенную часть системы, обеспечивающей подачу воздуха в двигатель. Они изготовлены из легированной стали и имеют форму трубочек с угловыми поворотными соединениями, закрепленными сваркой. Трубки организованы в две группы по три трубки в каждой. Каждая группа трубок соединена с помощью хомутов и крепится к верхней части блок-картера. Один конец каждой трубки прикреплен зажимами к распределителю воздуха, а другой напрямую к пусковым клапанам.

Важно отметить, что выбор материала для изготовления воздушных трубопроводов играет ключевую роль в их надежности и долговечности. Легированная сталь обладает высокой прочностью и устойчивостью к коррозии, что делает ее идеальным материалом для эксплуатации в автотракторной технике, особенно в условиях переменных климатических условий.

Схема группировки трубок на две части упрощает монтаж и обслуживание системы. Этот подход позволяет эффективно управлять подачей воздуха в цилиндры двигателя. Крепление трубок к блок-картеру и распределителю воздуха обеспечивает надежное соединение и предотвращает утечку воздуха в процессе работы.

Кроме того, важную роль играют поворотные угольники, которые обеспечивают гибкость и возможность регулировки направления воздушного потока. Это позволяет оптимизировать подачу воздуха в зависимости от условий эксплуатации автотракторной техники, что в свою очередь способствует повышению эффективности работы и экономии ресурсов.

#### **Функционирование системы пневматического запуска двигателя**

Система пневматического запуска является ключевым компонентом в механизме старта силового агрегата. Она обеспечивает надежный запуск мотора с использованием сжатого воздуха. Рассмотрим этот процесс более подробно.

Когда клапан баллона установлен в положение «открыто», сжатый воздух из баллона поступает в распределительную коробку. Здесь воздух проходит через войлочный фильтр и попадает в редукторы, где его давление уменьшается до необходимого уровня, приблизительно до 70 кгс/см<sup>2</sup>. После этого воздух поступает в электрический пневматический клапан через распределительную коробку.

При переводе кнопки в положение «ПУСК ВОЗД.» или нажатии на рычаг электрического пневматического клапана, клапан срабатывает. Он открывается, и сжатый воздух подается через маслоотстойник и обратный клапан в распределитель воздуха. Затем воздух направляется из распределителя воздуха через пусковые клапаны в цилиндры силового агрегата, обеспечивая начальное вращение коленчатого вала. Это позволяет запустить мотор при достижении его оборотов в пределах 100-150 оборотов в минуту.

Однако, в случае неисправности системы пневматического запуска, возможен запуск силового агрегата с использованием электрического стартера. Это альтернативный метод запуска, который может быть активирован при необходимости.

Важно отметить, что система пневматического запуска обеспечивает эффективное, в том числе безопасное начало работы двигателя.

#### ***Библиографический список***

1. Поляков Г.Н., Состояние и тенденции технического обеспечения АПК Иркутской области / Г.Н. Поляков, С.Н. Шуханов // Известия Международной академии аграрного образования. - 2019.- № 45.- С. 52-57.
2. Трекер для измерения параметров работы автомобиля в движении / С.Н. Кривцов и др. // Актуальные вопросы аграрной науки. - 2020.- № 36. С. 11-20.
3. Forecasting characteristics affecting the reliability of the operation of the



machine and tractor fleet over time / T.V. Bodyakina [et al] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Conference on World Technological Trends in Agribusiness, WTTA 2021". - 2022. - С. 012012.

4. Analytical model of a pneumatic brake drive as a real research object / S.N. Shukhanov [et al] // AIP CONFERENCE PROCEEDINGS. AIP PUBLISHING, - 2023. - С. 020016.

5. Шуханов, С.Н. Зависимость толщины масляного слоя в подшипниках скольжения от разных условий работы двигателей внутреннего сгорания / С.Н. Шуханов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2023.- № 1 (99). - С. 169-173.

6. Алтухов, С.В. Исследование теплообмена корпуса распылителя форсунки с топливом / С.В. Алтухов, С.Н. Шуханов // Вестник ИрГСХА. - 2017. - № 80. - С. 54-61.

7. Бодякина, Т.В., Особенности использования биотоплива в дизельных двигателях / Т.В. Бодякина, М.К. Бураев // Научные исследования и разработки к внедрению в АПК: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского. - 2019. - С. 128-133.

8. Ильин, П.И. Использование альтернативного топлива для дизельных двигателей в условиях Восточной Сибири / П.И. Ильин, О.Н. Хороших, С.Н. Ильин // Актуальные вопросы аграрной науки. - 2020.- № 34. - С. 11-19.

9. Обзор и анализ системы рециркуляции отработавших газов (EGR) / Н.В. Степанов и др. // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. - 2022. - № 4 (31).

10. Хабардин, В.Н. Особенности функционирования системы улавливания топливных испарений (EVAP) / В.Н. Хабардин, А.И. Аносова // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России : Материалы III Международной научной конференции. Красноярск, - 2022.- С. 154-156.

11. Косарева, А.В. Обзор и анализ систем газораспределения поршневых двигателей внутреннего сгорания / А.В. Косарева, А.С. Доржиев // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи : Сборник статей по материалам XIV Всероссийской (национальной) научно-практической конференции молодых учёных. Под общей редакцией А.А. Постовалова. - Курган, 2022. - С. 12-16.

12. Повышение надежности техники в сельском хозяйстве на основе применения систем непрерывного диагностирования / Р. В. Безносюк [и др.] // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 112-116.

13. Шальнев, С. В. Направления повышения эффективности систем охлаждения двигателей внутреннего сгорания / С. В. Шальнев, А. В. Алехин // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3, № 4. – С. 7.

14. Бачурин, А. Н. Диагностика автотракторной техники: Лабораторный практикум / А. Н. Бачурин, И. Ю. Богданчиков, Д. О. Олейник. – Рязань: РГАТУ, 2021. – 81 с.

15. Метод ускоренного диагностирования форсунок на коксование / А.А. Карташов и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2022. - № 176. - С. 85-95.

**УДК 631.37**

*Терентьев В.В., канд. техн. наук, доцент,  
Шемякин А.В., д-р техн. наук, профессор,  
Рябчиков Д.С., канд. техн. наук,  
Мальчиков В.Н.,  
Тимакина А.А.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ЛОГИСТИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ПЕРЕВОЗКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

Будущее логистики невозможно представить без внедрения инновационных технологий в управление потоками. Инновация рассматривается как новое решение, способствующее качественному росту эффективности процессов. Инновационную логистику следует понимать как деятельность, направленную на оптимизацию и повышение эффективности управления. Это самостоятельное направление, которое фокусируется на улучшении работы всей логистической системы. Кроме того, внедрение инноваций в логистические системы способствует повышению конкурентоспособности компании, удовлетворённости клиентов и развитию экономики как на уровне отдельных предприятий, так и на уровне страны в целом. Одним из таких нововведений является организация хранения товаров на складе. Можно организовать работу склада таким образом, чтобы поиск определённого товара занимал меньше времени. Это направление называется матричной логистикой, где основное внимание уделяется упорядоченным в определённом порядке и определённой логике матрицам. [1,2]

Инновационная стратегическая логистика актуальна и в России, хотя находится в начальной стадии развития. Внедрение инноваций улучшает качество обслуживания, сокращает сроки обработки и отгрузки заказов, а также доставки товаров до потребителей. Экономия времени позволяет увеличить количество отгружаемых заказов и повысить прибыль компании. Вот некоторые преимущества внедрения информационной логистики показаны на рис. 1.

Существует множество доступных методов и алгоритмов оптимизации маршрутов, каждый из которых предлагает свой уникальный подход к решению этой задачи с определёнными преимуществами и недостатками. [3]

Основные методы включают:

– Алгоритм Дейкстры идеален для поиска самого короткого пути между начальной и конечной точками на графе (см. рис. 2). Этот алгоритм предпочтителен для задач с одним источником и одним пунктом назначения из-за его эффективности в таких сценариях. Алгоритм Дейкстры работает на ориентированных (с некоторыми дополнениями и на неориентированных) графах, и призван искать кратчайшие пути между заданной вершиной и всеми остальными вершинами в графе. Алгоритм Дейкстры может найти кратчайший путь между вершинами и в графе, только если существует хотя бы один путь между этими вершинами. [4]

Некоторые преимущества внедрения информационной логистики	
контроль уровня обслуживания клиентов	повышение качества транспортировки
оценка эффективности работы персонала	углублённое изучение рынка
сбор и анализ статистических данных	снижение затрат
обеспечение гибкости и масштабируемости	более динамичная, безопасная и интерактивная цепь поставок
видимость цепи поставок в реальном времени	
сокращение административного персонала	снижение затрат на цепочки поставок

Рисунок 1 – Преимущества внедрения информационной логистики

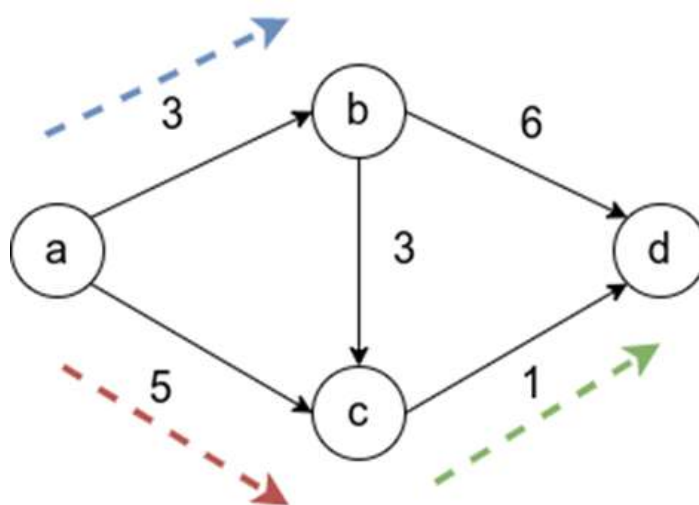


Рисунок 2 – Пример схемы применения алгоритма Дейкстры

Алгоритм Дейкстры — это эффективный инструмент для работы с графами, имеющий широкую область применения. Он позволяет оценить целесообразность добавления новых веток метро, дорог или маршрутов в компьютерных сетях.

– Алгоритм Флойда-Уоршелла определяет кратчайшие пути между всеми парами вершин в графе. Он идеально подходит для сетей малого и среднего размера, где важно знать оптимальные расстояния между всеми парами точек (см. рис. 3).

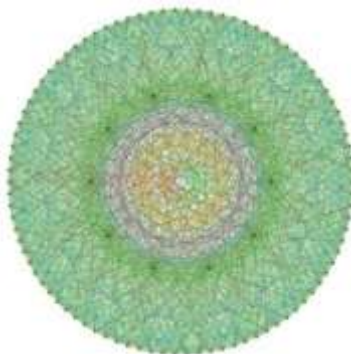


Рисунок 3 – Пример применения алгоритма Флойда-Уоршелла

– Муравьиный алгоритм основан на поведении муравьёв при поиске пути от гнезда до источника пищи. Этот алгоритм успешно оптимизирует маршруты благодаря своей способности адаптироваться к изменяющимся условиям и находить оптимальные решения в динамичной среде (см. рис. 4) [5].

Выбор оптимального метода оптимизации маршрутов определяется рядом факторов, таких как:

– размер и сложность задачи: для маленьких и более простых задач метод Дейкстры может быть оптимальным, в то время как для больших и сложных сетей могут потребоваться более мощные методы, например, генетические алгоритмы;

– требуемая точность: алгоритм Флойда-Уоршелла даёт точный результат, в то время как генетические алгоритмы и алгоритмы муравьиных колоний могут предлагать приблизительные решения, которые всё равно могут быть достаточно эффективными;

– временные ограничения: высокая скорость алгоритма Дейкстры делает его подходящим для ситуаций с ограниченным временем, в то время как генетические алгоритмы могут потребовать больше времени для нахождения оптимального решения.

В дополнение к перечисленным методам существуют и другие методы оптимизации маршрутов, такие как методы смешанного целочисленного программирования и методы локального поиска [6].

Методы смешанного целочисленного программирования формулируют задачи оптимизации маршрутов. Они подходят для задач маршрутизации

транспортных средств, обеспечивая нахождение оптимального решения, но требуют значительных вычислительных ресурсов при больших объёмах данных.

Методы локального поиска ищут оптимальное или близкое к нему решение через итеративное улучшение. Они эффективны для сложных задач и больших данных, предлагая решения в разумные сроки без необходимости нахождения глобального оптимума.

На основании выбранных методик работают автоматизированные системы, которые решают транспортные задачи во время перевозочного процесса и повышают технико-экономические показатели. Пример такой отечественной программы – «Грузоперевозки» (см. рис. 5).

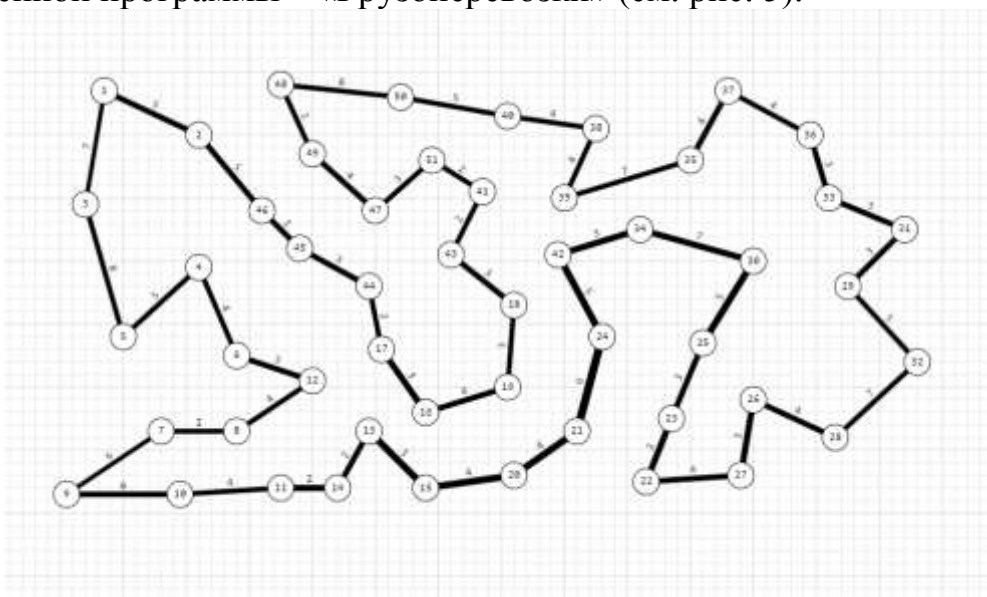


Рисунок 4 – Пример применения Муравьиного алгоритма

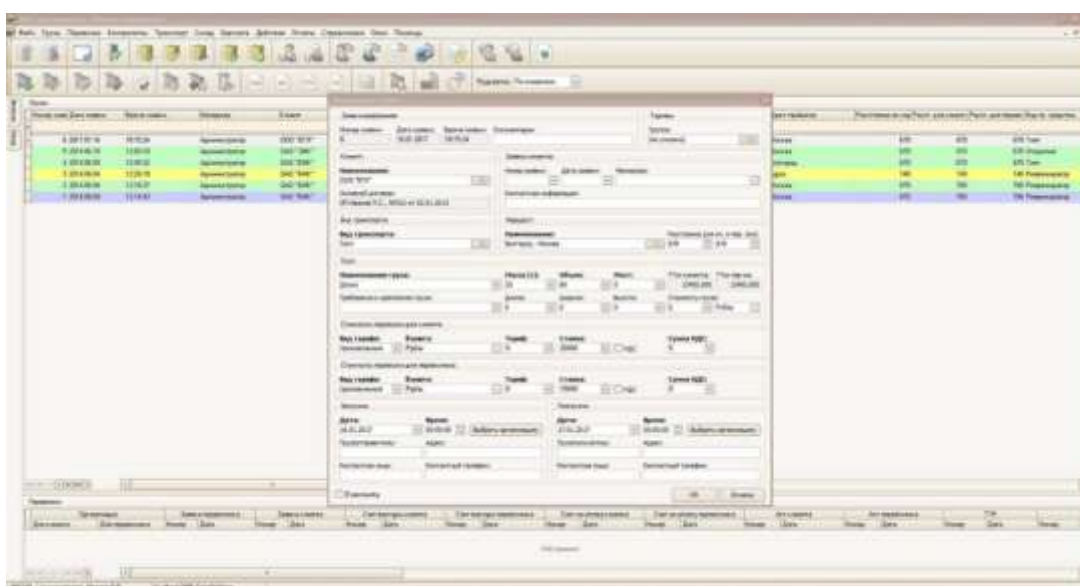


Рисунок 5 – Пример интерфейса программы «Грузоперевозки»

В программе «Грузоперевозки» можно создавать, распечатывать или сохранять в электронном виде различные документы, такие как заявки, договоры, основные соглашения, счета, акты, счета-фактуры, транспортные накладные, доверенности и накладные. В программе есть встроенный редактор отчетных форм, позволяющий самостоятельно изменять шаблоны документов или создавать новые (рис. 6) [7]. Документы можно распечатать непосредственно из программы или сохранить в более чем 10 различных форматах. В шаблоны документов можно добавить свой логотип, скан-копию подписи и печати, а также выгрузить и отправить документ в электронной форме (рис. 7). Документ будет выглядеть так же, как если бы его распечатали, подписали, поставили печать, отсканировали и отправили в электронной форме, только без выполнения всех этих дополнительных действий [8].

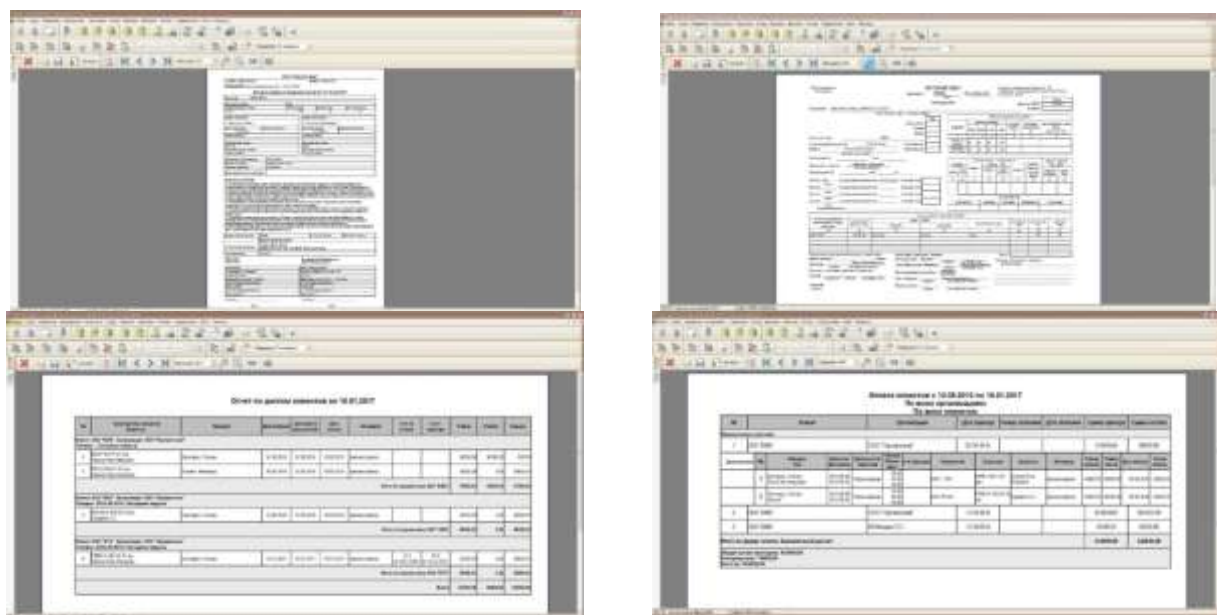


Рисунок 6 – Шаблоны документов в программе «Грузоперевозки»

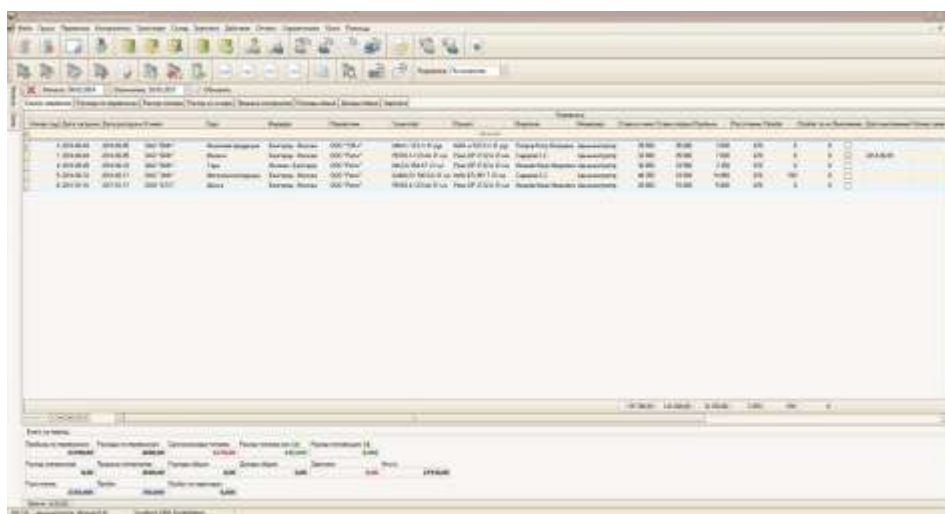


Рисунок 7 – Пример списка маршрутов в программе «Грузоперевозки»

Применение программы «Грузоперевозки» положительно влияет на транспортировку тем, что фиксирует и уменьшает холостые пробеги, тем самым увеличивая производительность доставки при сокращении затрат на перевозку [9].

Таким образом, методика использования информационных систем в логистическом процессе играет важную роль в современных грузоперевозках.

### *Библиографический список*

1. Внедрение интеллектуальной системы в процессы перевозки грузов для увеличения безопасности транспортировки / А.В. Шемякин [и др.] // Транспортное дело России. - 2023. - № 5. - С. 118-123.

2. Абузяров, Л.Д. Проблемные вопросы доставки грузов / Л.Д. Абузяров, В.В. Терентьев, Н.Н. Пашканг // Транспортная отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития : материалы Всероссийской студенческой научно- практической конференции, посвященной Дню Российской науки. - Рязань, 2024. - С. 132-137.

3. Набиуллин, А.С. Цифровизация логистики с применением блокчейн // А.С. Набиуллин, Р.С. Зарипова // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. - 2020. - № 2 (20). - С. 86-87.

4. Арифджанова, Н.З. Инновационные концепции развития логистических услуг по перевозке и складированию грузов / Н.З. Арифджанова // Научный журнал «A Posteriori». – 2015. – С. 23.

5. Карпова, Ю.А. Цифровые технологии по оценке персонала в управлении и образовании: настоящее состояние и перспективы / Ю.А. Карпова, Н.Н. Соколов // Редакционная коллегия. – 2019. – С. 104.

6. Шакиров, А.А. Синергия логистической информационной системы и облачных вычислений / А.А. Шакиров, Р.С. Зарипова // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. - 2020. - № 4(22). - С. 60-62.

7. Храпова, Т.Е. Анализ факторов воздействия мощных средств на сельскохозяйственную технику / Т.Е. Храпова, И.А. Успенский, И.В. Фадеев // Автомобильный транспорт: эксплуатация, сервис, подготовка кадров. Сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 175-летию И.Я. Яковлева. - Чебоксары, 2023. - С. 189-193.

8. Успенский, И.А. Требования к перевозке овощей и фруктов / И.А. Успенский, А.А. Кутыраев : Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина. - 2023. - С. 255-261.

9. Лимаренко, Н.В. Процедуры безопасности перевозки животных / Н.В.

Лимаренко, А.И. Ушанев, И.А. Юхин // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина. - 2023. - С. 177-183.

10. Петрушина, О. В. Совершенствование электронной торговли зерном в условиях цифровой трансформации АПК / О. В. Петрушина // Современная экономика: актуальные проблемы, задачи и траектории развития : материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Курск, 10 июня 2020 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2020. – С. 204-209.

11. Фатьянов С.О. Стратегии в маркетинге и логистике, их взаимосвязь / С.О. Фатьянов, К.А. Чутков // Новые технологии в науке, образовании, производстве : Международный сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, Рязань, 20–23 декабря 2014 года. – Рязань: РИБиУ, 2014. – С. 355-366.

12. Влияние логистики на эффективность АПК / Д. С. Михеев, И. М. Воронцов, С. Е. Крыгин, Н. Е. Лузгин // Исследование инновационного потенциала общества и формирование направлений его стратегического развития : сборник научных статей 12-й Всероссийской научнопрактической конференции с международным участием, Курск, 30 декабря 2022 года. Том 1. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 452-456.

13. Бачурин, А. Н. Применение цифровых технологий для оптимизации работы машинно-тракторных агрегатов / А. Н. Бачурин, И. Ю. Богданчиков // Инновационные научно-технологические решения для АПК, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 29-35.

14. Региональная система мониторинга и управления парком машин и земельными ресурсами на основе ГЛОНАСС/GPS технологий для агропромышленного комплекса и перерабатывающей промышленности Рязанской области / Д. О. Олейник, Ю. В. Якунин, Н. А. Етко, М. А. Есенин // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 145-151.

15. К вопросу беспроводной передачи информации в сельском хозяйстве / Н. Б. Нагаев [и др.] // Инновационные научно-технологические решения для АПК, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 151-157.

16. Организация и управление на автотранспорте в условиях цифровой экономики / А. В. Шемякин [и др.]. – Рязань : РГАТУ, 2022. – 162 с.



*Терентьев В.В., канд. техн. наук,  
Шемякин А.В., д-р техн. наук,  
Рембалович Г.К., д-р техн. наук,  
Старунский А.В.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ**

Технология 3D-печати широко используется в автомобильной промышленности, т.к. позволяет изготавливать детали высокой точности, прецизионности и экологичности. Одним из примеров применения данной технологии является разработка автомобильных прототипов. Прототипы используются для тестирования дизайна и конструкции автомобиля, а также для оценки того, как автомобиль будет выглядеть в конечном виде [1]. Процесс прототипирования является востребованным в автомобильном производстве и позволяет вносить изменения в конструкцию автомобиля, не требуя его повторной сборки. Раньше создание прототипов было очень трудоемким процессом, и традиционные методы создания физической модели могли занимать несколько недель. 3D-печать позволяет создать точный прототип в течение нескольких часов или даже минут в зависимости от размера и сложности детали [2]. Это позволяет значительно ускорить тестирование проектов, что приводит к более быстрому процессу разработки конечного изделия.

Использование 3D-принтеров для создания прототипов автомобилей позволяет снизить материальные и трудовые затраты на данный процесс [3]. Традиционные методы обработки и литья могут быть очень дорогими, особенно если для прототипа требуется специальная пресс-форма или инструмент. 3D-печать требует минимальных затрат на оснастку, что делает ее более доступным вариантом для мелкосерийного производства (рис. 1) или тестирования.

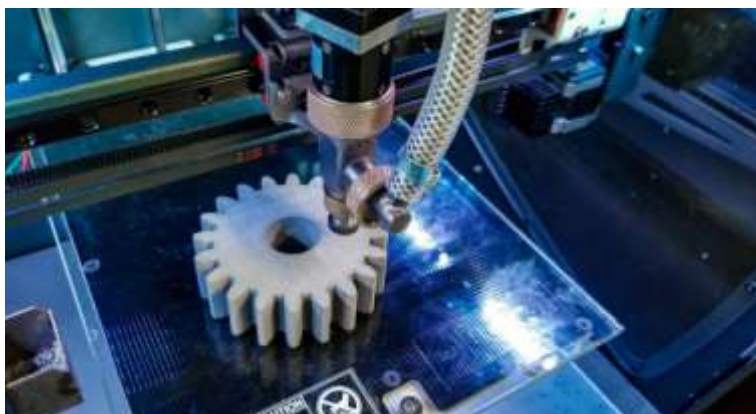


Рисунок 1 – Применение 3D-печати в мелкосерийном производстве

3D-печать позволяет изготавливать различные детали двигателя, такие как клапаны, поршни и даже головки блока цилиндров, с точными характеристиками [4], необходимыми для обеспечения максимальной эффективности и производительности. Печатая детали двигателя на 3D-принтере вместо того, чтобы производить их с помощью традиционных субтрактивных процессов, автомобильные компании могут значительно сократить производственные затраты и время. Они также могут изготавливать детали двигателя со сложной геометрией, тем самым создавая индивидуальные конструкции, которые приведут к повышению производительности и эффективности двигателя. 3D-принтеры позволяют создавать высокоточные модели с минимальными человеческими ошибками.

Процесс изготовления автомобильной детали на 3D-принтере включает следующие этапы [5]:

1. Создание модели или прототипа.

Первым этапом 3D-печати автомобиля является разработка цифровой модели или прототипа изготавливаемой детали автомобиля [6]. Модели обычно изготавливаются с использованием файла системы автоматизированного проектирования (САПР), который является шаблоном или моделью для объекта (рис. 2). Программное обеспечение САПР позволяет решать сложные задачи ручного проектирования, с которыми сталкиваются проектировщики во время технического ручного черчения. Пользователи могут настраивать проектные файлы САПР в соответствии с точными спецификациями, создавать сложные геометрические формы, которые невозможно изготовить вручную, и быстро создавать варианты для разработки изделий. После создания САПР-файла следующим шагом будет подготовка его к 3D-печати с помощью 3D-нарезки. Нарезка модели – это процесс разделения ее на тонкие слои, которые затем будут печататься по одному.



Рисунок 2 – Создание прототипа с использованием технологии 3D-печати

## 2. Выбор материала.

3D-печать является технологией, которая обеспечивает возможность производителям выбирать предпочтительные материалы. Выбор материала зависит от различных факторов, включая конфигурацию и прочностные характеристики создаваемой детали автомобиля [7]. Выбранные материалы должны соответствовать функциональности изготавливаемой детали. Наиболее распространенными материалами, используемыми при 3D-печати деталей, являются пластиковые нити, порошки, смолы, металлы, углеродное волокно и другие [8].

## 3. Производство деталей.

После того, как проектировщики определились с предпочтительным масштабом, моделью и материалом деталей автомобиля, приступают к печати модели с использованием специального файла системы автоматизированного проектирования (CAD). Процесс печати требует наличия специального оборудования – 3D-принтера (рис. 3).



Рисунок 3 – Принтер для 3D-печати деталей и узлов автомобилей

## 4. Постобработка

Постобработка включает в себя доработку напечатанного на 3D-принтере изделия для повышения его прочности, функциональности и эстетики. Рассмотрим некоторые технологические примеры методов постобработки:

**1. удаление опоры:** не каждая 3D-модель детали имеет опоры, но если они есть, то их требуется удалить перед выполнением каких-либо операций по постобработке. В зависимости от используемого материала, опоры могут быть растворимыми (изготовленными из термопластичных полимеров) или нерастворимыми (изготовленными из того же материала, что и объект, напечатанный на 3D-принтере) в воде и иметь разную легкость извлечения. Хотя процесс снятия опоры не требует большого количества инструментов, они все же могут оставлять следы на детали автомобиля.

**2. шлифование:** изделия, напечатанные на 3D-принтере, имеют шероховатую поверхность, которая может ухудшить их функциональность. Для снижения этого показателя используется шлифовка.

**3. сварка** – это еще один базовый метод постобработки, используемый для соединения небольших деталей автомобиля. Это делается только в том случае, если большая деталь из-за технических ограничений напечатана отдельными частями. Этот процесс часто выполняется на деталях, изготовленных из акрилонитрил-бутадиен-стирола (АБС) или металлов.

**4. склейка:** клей идеально подходит для соединения 3D-деталей, не изготовленных из АБС-пластика. Как и сварка, она в основном используется, когда нет технической возможности напечатать одну сложную деталь целиком из-за небольшого объема печати.

Используемые методы постобработки зависят от типа напечатанной детали автомобиля и ее функциональных характеристик. Некоторые автомобильные детали, напечатанные на 3D-принтере, могут не требовать дополнительной подготовки, кроме очистки.

#### 5. Установка.

После обработки готовой детали автомобиля наступает этап ее тестирования и установки. В процессе установки определяются инструменты, необходимые для работы. Если проектировщики оценивают характеристики конечного изделия неудовлетворительными, то они возвращаются на начальный этап и исправляют ошибки.

Технология 3D-печати также может быть применена при изготовлении технологической оснастки для проведения технического обслуживания автомобилей. Напечатанные на 3D-принтере приспособления можно использовать для удержания деталей автомобиля в нужном положении во время обработки, сверления, сборки или контроля качества, а также для позиционирования деталей в процессе сварки, обеспечивая точность и эффективность. Одним из основных преимуществ использования 3D-печати для изготовления вспомогательного оборудования является то, что ее можно настроить в соответствии с конкретными характеристиками автомобильных деталей и узлов. 3D-печать позволяет легко изменять конструкцию и печатать ее по требованию, обеспечивая большую гибкость и более короткие сроки выполнения работ. Кроме того, напечатанные на 3D-принтере приспособления могут быть изготовлены из различных материалов. В зависимости от производимого компонента может потребоваться определенный материал для обеспечения точной подгонки. С помощью 3D-печати инженеры могут выбирать из широкого спектра материалов, включая пластик, металлы и композиты, для производства прочных и долговечных приспособлений.

Внедрение технологии 3D-печати расширило возможности инженеров-проектировщиков в создании новых конструктивных элементов машин и их тестирования на начальном этапе производственного процесса изготовления [9, 10]. Возможность создания прототипов технологической оснастки до внедрения в массовое производство обеспечивает возможность разработки

высокоэффективных и прочных приспособлений для проведения операций по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей. Оптимизация трудовых и материальных затрат на разработку и производство современных образцов техники и оборудования при использовании технологии 3D-печати повышает экономическую эффективность их изготовления и применения в автомобильной промышленности.

### *Библиографический список*

1. Старунский, А. В. Современные технологии прототипирования / А. В. Старунский, Г. К. Рембалович // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник IV национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. – Новосибирск, 2024. – С. 954-957.

2. Михеев, Д. С. Расширение возможностей 3D-печати / Д. С. Михеев, О. В. Терентьев, В. В. Терентьев // Научно-исследовательские решения высшей школы: материалы студенческой научной конференции – Рязань, 2023. – С. 37-38.

3. Мальчиков, В. Н. Перспективы применения аддитивных технологий в автомобилестроении / В. Н. Мальчиков, В. В. Терентьев // Новые технологии в учебном процессе и производстве: материалы XXI Международной науч.-техн. конф. – Рязань, 2023. – С. 412-414.

4. Терентьев, О. В. Аддитивные технологии в автомобильной промышленности / О. В. Терентьев, В. В. Терентьев, Н. В. Гречушкина // Новые технологии в учебном процессе и производстве: материалы XXI Международной науч.-техн. конф. – Рязань, 2023. – С. 434-436.

5. Терентьев, О. В. Области применения аддитивного производства / О. В. Терентьев, В. В. Терентьев // Научно-исследовательские решения высшей школы: материалы студенческой научной конференции – Рязань, 2023. – С. 65-66.

6. Михеев, Д. С. Преимущества применения аддитивного производства / Д. С. Михеев, О. В. Терентьев, Г. К. Рембалович // Научно-исследовательские решения высшей школы: материалы студенческой научной конференции – Рязань, 2023. – С. 35-36.

7. Михеев, Д.С. Новые материалы в автомобильной промышленности / Д. С. Михеев, О.В. Терентьев, Г. К. Рембалович // Научно-исследовательские решения высшей школы: материалы студенческой научной конференции – Рязань, 2023. – С. 327-328.

8. Применение полимерных материалов в сельскохозяйственном машиностроении / С. С. Захаров, К.А. Забара, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов: материалы Международной науч.-техн. конф. – Рязань, 2023. – С. 152-157.

9. Терентьев, В. В. Аддитивные технологии в сельском хозяйстве / В. В. Терентьев // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : материалы XXVII Международной научно-производственной конференции. - Белгород,

2023. - С. 209-210.

10. Терентьев, В. В. Применение аддитивных технологий при эксплуатации сельскохозяйственной техники / В. В. Терентьев // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : материалы XXVII Международной научно-производственной конференции. - Белгород, 2023. - С. 207-208.

11. Организация и управление на автотранспорте в условиях цифровой экономики / А. В. Шемякин [и др.]. – Рязань : РГАТУ, 2022. – 162 с.

**УДК 631.37**

*Терентьев В.В., канд. техн. наук, доцент  
Рябчиков Д.С., канд. техн. наук  
Мальчиков В.Н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **АНАЛИТИКА ТАРЫ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЗЕРНА**

В мировой системе доставки продовольствия эффективная и надёжная транспортировка играет ключевую роль в обеспечении быстрой и оптимальной доставки пищевых продуктов и зерна к месту назначения. Среди различных видов транспорта автомобильный зарекомендовал себя как важный инструмент для эффективной и надёжной перевозки продуктов питания и зерна. Благодаря развитию технологий, логистики и инфраструктуры автомобильные перевозки стали сложной системой, обеспечивающей высокую скорость и качество транспортировки.

Современные автомобильные перевозки претерпели революцию благодаря технологиям, что привело к повышению эффективности и надёжности. Навигационные системы GPS, отслеживание в режиме реального времени и программное обеспечение для оптимизации маршрутов позволяют водителям грузовиков выбирать наиболее эффективные маршруты, избегать заторов на дорогах и адаптироваться к изменениям на дороге в режиме реального времени. Это сокращает время транспортировки и меньше задержек, сводя к минимуму риск порчи или повреждения перевозимого товара.

Кроме того, устройства и датчики Интернета вещей (IoT) играют решающую роль в мониторинге условий в грузовом отсеке грузовика. Датчики температуры, влажности и даже ударов помогают поддерживать качество и целостность продуктов питания и зерна во время транспортировки. При любых отклонениях от желаемых условий срабатывает немедленное оповещение, позволяющее водителям и бригадам логистики быстро предпринимать корректирующие действия.

Зернопроизводство — основа агропромышленного комплекса России и самая крупная отрасль сельского хозяйства. От развития данной отрасли во многом зависят продовольственная безопасность страны, снабжение населения продуктами и его благосостояние, а также финансовое положение

производителей сельскохозяйственных товаров.

Производство зерновых и зернобобовых культур в стране увеличилось с 65,4 млн тонн в 2000 году до 113,3 млн тонн в 2023 году. Пшеница является основной зерновой культурой, и её валовой сбор в 2023 году составил 63,7 % (72,1 млн тонн). Значительный рост производства зерна связан главным образом с увеличением экспортного спроса.

Российская Федерация быстро превратилась из нетто-импортёра зерна в одного из крупнейших экспортёров, заняв, по предварительным итогам 2023 года, первое место в мире по экспорту пшеницы (44 млн. тонн при мировом объёме 191,2 млн. тонн) и второе место по экспорту зерна (54,9 млн. тонн при мировом объёме 451,7 млн. тонн) [1].

На сегодняшний день наша страна продолжает занимать лидирующие позиции среди экспортёров сельскохозяйственных культур. С 1 июля по 10 ноября текущего года Россия экспортировала 28,2 миллиона тонн зерна. 2 миллиона тонн было отправлено в Египет. Следующие по объёму закупок — Турция (1,85 миллиона тонн) и Иран (1,8 миллиона тонн).

Значительному увеличению экспорта зерна способствует комплекс мер государственной поддержки зернового рынка, включая субсидии на железнодорожные перевозки и целевую поддержку производителей.

Сельскохозяйственные производители готовы осваивать новые рынки. В октябре этого года в Пекине прошёл экономический форум «Один пояс, один путь», на котором Россия и Китай заключили соглашение о крупнейшей поставке сельскохозяйственной продукции. Страны договорились экспортировать в Китай 70 миллионов тонн зерновых, зернобобовых и масличных культур с Урала, Дальнего Востока и Сибири в течение 12 лет [2,3].

В результате спрос на услуги по перевозке зерна пшеницы на импорт и экспорт значительно вырос за последние годы.

Метод транспортировки, применяемый для ввоза и вывоза зёрен пшеницы, определяется дистанцией между соответствующими пунктами отправления и назначения. На небольшие расстояния автомобильные перевозки считаются самым распространённым видом транспорта (см. рис. 1).



Рисунок 1 – Перевозка зерна на автомобильном транспорте

При дальних расстояниях морские и железнодорожные перевозки считаются наиболее предпочтительным способом транспортировки (см. рис. 2).



Рисунок 2 – Перевозка зерна на морском судне и железнодорожном транспорте

Авиаперевозки также применяются для импорта и экспорта зёрен пшеницы, однако они не так популярны, как морские и автомобильные перевозки (см. рис. 3).



Рисунок 3 – Авиаперевозки зерна

Зерно пшеницы обычно упаковывают для транспортировки в мешки (см. рис. 4) или контейнеры для массовых грузов (см. рис. 5).



Рисунок 4 – Мешки для перевозки зерна



Наиболее распространённый тип упаковки — мешки разных размеров и материалов.

Также используются контейнеры для массовых грузов, обычно металлические или пластиковые.



Рисунок 5 – Контейнеры зерновозы

Тип упаковки для перевозки зерна пшеницы зависит от способа транспортировки и требований страны назначения.

Далее рассмотрим одну из самых актуальных тар для перевозки насыпных грузов (включая зерно) – биг-бэг.

Биг-бэги — универсальная тара для хранения и перевозки насыпных грузов, включая зерновые культуры (см. рис. 6). Они представляют собой мягкие, но прочные полипропиленовые контейнеры вместимостью до двух тонн. Ключевое достоинство таких упаковок — способность перевозить значительный объём содержимого, минимизируя при этом естественные потери зерна при перегрузке [4,5].



Рисунок 6 – Биг-бэги для перевозки зерновой продукции

Биг-бэги обладают рядом преимуществ, которые помогают снизить издержки при перевалке зерна:

- низкая стоимость тары и возможность многоразового использования;
- компактность: мягкие мешки занимают меньше места и могут складываться друг на друга;
- защита зерна от влаги, грязи, химических веществ и микроорганизмов, что предотвращает появление грибков и плесени;
- удобство конструкции мешков со специальными стропами для облегчения погрузочно-разгрузочных работ;
- расширение географии экспорта и упрощение транспортировки насыпных грузов через терминалы с ограниченными возможностями инфраструктуры.

Контейнеры для зерна, называемые биг-бэгами, обычно производят из крепкого полипропилена. Данный материал характеризуется высокой прочностью и стойкостью к разрывам, что крайне важно при перемещении зерна. Кроме того, он устойчив к воздействию влаги и пыли, что способствует поддержанию качества зерна во время перевозки и хранения [6].

Биг-бэги вмещают от 500 до 2000 килограммов зерна, что делает их подходящими для транспортировки как малых, так и больших объёмов. Кроме того, эти контейнеры обычно обладают высокой грузоподъёмностью, благодаря чему зерно можно перевозить без риска повреждения упаковки [7].

Данная тара обеспечивает надёжную защиту зерна от влаги и загрязнений. Они производятся из материалов, устойчивых к проникновению воды, что особенно актуально при перевозке зерна в условиях повышенной влажности или во время осадков. Кроме того, биг-бэги упаковываются особым образом, чтобы свести к минимуму вероятность загрязнения зерна в процессе транспортировки.

Перевозка зерновой продукции осуществляется как с полей на склады (порты, ж/д станции), так и до конечного потребителя. Соответственно процесс перевозки занимает большое количество времени при доставке до потребителя. Виды транспорта для перевозки могут быть различны, но связующим транспортом всегда является автомобильный, что предполагает частую перегрузку данного вида груза. Для минимизации потерь зерновой продукции необходимо использовать специальную тару. Тара для зерновой продукции является гарантом качественной перевозки [8,9].

Таким образом, перевозка зерновых культур в надёжной и качественной таре необходима для уменьшения потерь продукции при транспортировке на автомобильном транспорте.

### ***Библиографический список***

1. Долгосрочная стратегия зернового комплекса Российской Федерации до 2035 года. Электронный ресурс. – Режим доступа:

<https://sudact.ru/law/rasporiazhenie-pravitelstva-rf-ot-10082019-n-1796-r/dolgosrochnaia-strategiia-razvitiia-zernovogo-kompleksa/>.

2. Логистические процессы с сельскохозяйственными грузами на автомобильном транспорте / А.В. Шемякин, В.Н. Мальчиков, О.А. Тетерина, Д.С. Рябчиков // инновационный вектор развития отечественного АПК: Материалы III Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова. - Рязань, 2023. - С. 230-236.

3. Мальчиков, В.Н. Повышение эффективности транспортировки продукции / В.Н. Мальчиков, В.В. Терентьев // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник VI национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. - Новосибирск, 2023. - С. 641-644.

4. Некоторые технологические и энергетические аспекты транспортировки сельскохозяйственной продукции в таре / В.Н. Мальчиков [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2023. - Т. 15. - № 1. - С. 144-152.

5. Бышов, Н.В. Методика комплексной оценки эффективности использования транспорта в сельскохозяйственном производстве / Н.В. Бышов, А.И. Ряднов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2019. - № 1 (41). - С. 104-108.

6. Измайлов, А.Ю. Интенсивные машинные технологии и техника нового поколения для производства основных групп сельскохозяйственной продукции [Текст] / А.Ю. Измайлов, Ю.Х. Шогенов // Техника и оборудование для села. - 2017. - № 7. - С. 2-6.

7. Инновационные решения в технологии и технике транспортировки продукции растениеводства / И. А. Успенский и др. // Техника и оборудование для села. - 2013. - №7. - С. 6 - 8.

8. Патент на полезную модель № 217289 U1 Российская Федерация, МПК В65D 81/03, В65D 85/34. контейнер для перевозки плодоовощной продукции : № 2022131488 : заявл. 01.12.2022 : опубл. 24.03.2023 / А. А. Панова, С. В. Стрыгин, И. А. Успенский [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

9. Успенский, И.А. Аспекты механизации транспортировки плодоовощной продукции на селе / И.А. Успенский, И.А. Юхин, О.В. Филюшин // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина. - 2023. - С. 164-170.

10. Зерновой рынок - системообразующее звено продовольственного рынка России / Т. Н. Соловьева [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2011. - № 1. - С. 39-41.

11. Патент № 2732641 С2 Российская Федерация, МПК А01F25/14,

A01F25/22, B65D85/34 Контейнер для хранения корнеплодов и картофеля: № 2019103119: заявл. 04.02.2019: опубл. 22.09.2020 / С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин, Л.А. Маслова, [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

12. Контейнер для хранения и транспортировки картофеля / С.Н. Борычев, В.Д. Липин, Л.А. Маслова, Д.В. Колошеин // Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса: материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2019 года. - Рязань: РГАТУ, 2019. - С. 25-28.

13. Левин, В. И. Физиологические основы технологии послеуборочного хранения семян зерновых культур / В. И. Левин, С. А. Макарова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2011. – № 2(10). – С. 26-29.

14. Левин, В. И. Перспективы использования стрессозащитных агроприемов по стабилизации продукционного процесса зерновых культур / В. И. Левин, Л. А. Антипкина, А. С. Ступин // Вклад аграрных ученых в реализацию десятилетия науки и технологии в Российской Федерации: Сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции, Курган, 12–13 апреля 2023 года / Под общей редакцией С.Ф. Сухановой. – Курган: Курганский государственный университет, 2023. – С. 36-40.

15. Влияние логистики на эффективность АПК / Д. С. Михеев, И. М. Воронцов, С. Е. Крыгин, Н. Е. Лузгин // Исследование инновационного потенциала общества и формирование направлений его стратегического развития : сборник научных статей 12-й Всероссийской научнопрактической конференции с международным участием, Курск, 30 декабря 2022 года. Том 1. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 452-456.

**УДК 656.072**

*Успенский И.А., д-р техн. наук, профессор,  
Рябчиков Д.С., канд. техн. наук,  
Куминов Н.М.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ПАССАЖИРСКИМИ ПЕРЕВОЗКАМИ**

Управление движением пассажирских автобусов основано на территориальном принципе, то есть только на участках маршрутов, расположенных в определённой зоне. Диспетчерская служба организована централизованно и осуществляется специалистами автовокзалов и линейных диспетчеров на промежуточных остановках с использованием современного программного обеспечения (см. рис. 1).

Из-за протяжённости маршрутов и перегонов, а также длительности рейсов, диспетчерский контроль за движением автобусов проводится не только по маршруту в целом, но и по отдельным перегонам. Важное значение имеет контроль использования вместимости автобусов на каждом перегоне (см. рис. 2).



Рисунок 1 – Диспетчерская служба

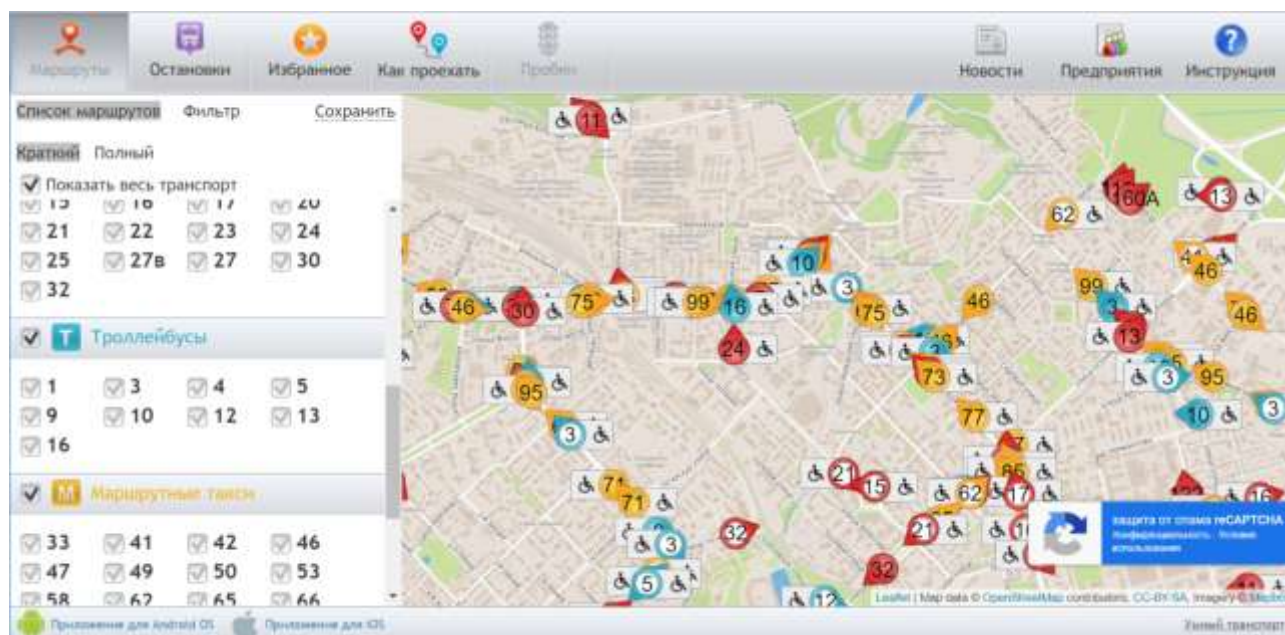


Рисунок 2 – Контроль маршрутов

Для перевозки пассажиров используются автобусы разных моделей и вместимости. Однако эффективность перевозок будет различаться, если номинальная вместимость автобусов не соответствует фактической нагрузке на маршруте (см. рис. 3).



Рисунок 3 – Автобусы разной модели

Выбор автобусов оптимальной вместимости происходит в двух ситуациях: при долгосрочном планировании перевозок и при оперативном планировании (если автопарк состоит из автобусов разных моделей и вместимости) [1-5].

На определение рационального количества автобусов и их вместимости влияют следующие факторы:

- объём перевозок пассажиров и пассажирооборот на маршруте и его отдельных участках;
- колебания пассажиропотока в течение суток и длина маршрута;
- график работы автобусов на маршруте; скорость движения; длина маршрута;
- интервал движения;
- пропускная способность дорог;
- производительность автобусов и себестоимость перевозок [6].

Основным критерием выбора является удовлетворение потребностей населения в перевозках, эффективная работа автобусов и высокий уровень качества обслуживания, установленный стандартами. Вместимость автобусов и её использование являются ключевыми показателями, которые определяют качество пассажирских перевозок. Например, использование автобусов большой вместимости обеспечивает комфортные условия для пассажиров и надёжную посадку, снижая при этом показатель использования вместимости. Однако использование автобусов большой и особо большой вместимости оправдано только в часы максимальной загруженности маршрута. В часы снижения пассажиропотока снижается доход на единицу подвижного состава. Аналогично, использование автобусов малой и средней вместимости при высокой загруженности маршрута часто приводит к снижению дохода из-за переполненности автобусов пассажирами. При выборе автобусов их

вместимость должна обеспечивать не только безопасную и качественную перевозку пассажиров, но и максимальный доход от их использования [7,8].

Анализ показывает, что ключевые факторы, определяющие выбор автобусов с оптимальной вместимостью, включают объём перевозок и пассажиропоток на автобусных маршрутах. При больших объёмах перевозок используются автобусы с большей вместимостью, работающие с минимальными допустимыми интервалами движения, в то время как при меньших объёмах перевозок применяются автобусы с меньшей вместимостью без ухудшения качества перевозок.

Хотя современные автобусы обладают схожими динамическими характеристиками (способность стабильно двигаться с определённой скоростью, быстро разгоняться и эффективно замедляться при торможении и т. д.), эти качества могут проявляться по-разному и влиять на процесс транспортировки.

Показатель вместимости автобусов напрямую связан с массой, поэтому использование автобусов с большой и особо большой вместимостью возможно только на дорогах с качественным покрытием, небольшими подъёмами и допустимым радиусом поворотов [9].

Длина маршрута и среднее расстояние между остановками существенно влияют на выбор автобусов. Большое количество остановок и короткие расстояния между ними ограничивают возможность увеличения частоты движения автобусов из-за низкой пропускной способности маршрута.

Автобусы с большой вместимостью и значительными габаритами снижают пропускную способность остановок и мешают параллельной работе других маршрутных транспортных средств. Работая с длительными интервалами движения, они увеличивают время ожидания автобуса для пассажиров и время простоя на остановках при обмене пассажирами.

Выпуск автобусов с разной вместимостью должен соответствовать характеру изменения пассажиропотока на маршруте.

Основные задачи диспетчерского контроля за движением автобусов включают:

- контроль своевременного прибытия и отправления автобусов на каждой остановке;
- приём и отправка автобусов в рейс;
- оформление путевых документов;
- непрерывный мониторинг регулярности движения и отклонений от расписания и графиков;
- регулирование движения автобусов для восстановления запланированного режима работы;
- перераспределение автобусов при необходимости на определённых маршрутах с использованием резервных автобусов;
- учёт изменений спроса на перевозки и оперативная передача информации о колебаниях пассажиропотока;
- предоставление немедленной технической поддержки на линии и

организация посадки пассажиров в исправный подвижной состав;

– передача информации о времени отправления автобусов и наличии свободных мест и так далее.

Организация контроля за прибывающими автобусами осуществляется согласно расписанию движения с фиксацией времени отправления в «Диспетчерской ведомости». Дежурный диспетчер отправляет автобус в рейс после проверки соответствия количества пассажиров указанному в «Ведомостях продажи билетов».

Диспетчерский аппарат и линейные диспетчеры автовокзалов и автостанций предпринимают активные действия для восстановления регулярности движения или усиления движения на наиболее загруженных направлениях, основываясь на систематической информации о движении автобусов по каждому маршруту. В этих целях используются различные методы: увеличение скорости движения автобуса, задержка автобуса на автостанции, использование резервных автобусов, замена обычных рейсов или введение дополнительных рейсов согласно специальному расписанию [10].

Кроме того, диспетчерская служба предоставляет дополнительное информационное обслуживание пассажиров на автовокзалах, автостанциях и промежуточных остановочных пунктах маршрута.

Грамотно организованный диспетчерский контроль на линии способствует правильному выбору вместимости автобусов и определению их количества в зависимости от часов суток и пассажиронапряжённости, что обеспечивает рациональную организацию перевозок, снижение эксплуатационных затрат и повышение эффективности работы автобусного транспорта.

### ***Библиографический список***

1. Определение эффективности общественного транспорта путем опроса населения / А.А. Кильдишев, Д.С. Рябчиков, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы международной студенческой научно-практической конференции. - 2021. - С. 217-220.

2. Бышов, Н.В. Особенности оперативного планирования, организации и управления перевозками пассажиров на пригородных маршрутах / Н.В. Бышов, И.А. Успенский, Д.С. Рябчиков // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава Рязанской государственной сельскохозяйственной академии : Материалы научно-практической конференции. - 2006. - С. 426-428.

3. Опыт создания локальных информационных транспортных моделей транспортной инфраструктуры города / С.Н. Постнов [и др.] // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. - 2011. - № 9 (33). - С. 47.

4. Ульянов, И.С. Методология проведения замеров пассажиропотока в сечении участка маршрутной сети городского пассажирского транспорта / И.С.



Ульянов, Д.С. Рябчиков, И.Н. Горячкина // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». - 2022. - С. 154-159.

5. Рябчиков, Д.С. Оценка эффективности функционирования городского транспорта / П.В. Жуленков, Д.С. Рябчиков // Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы международной студенческой научно-практической конференции. - 2021. - С. 206-209.

6. Якимов, М.Р. Транспортное планирование: практические рекомендации по созданию транспортных моделей городов в программном комплексе RTV Vision Visum: монография / М. Р. Якимов, Ю. А. Попов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Проспект, 2022. - 176 с. - Текст: непосредственный.

7. Шалыгин, М.Г. Автоматизированная транспортно-технологическая система организации дорожного движения и создания транспортных коридоров / М.Г. Шалыгин, С.А. Олисов, М.С. Васина // Вестник Брянского государственного технического университета. - 2021. - № 8 (105). - С. 87-95.

8. Клявин, В.Э. Проектирование схем организации дорожного движения. Методические указания к выполнению курсовой работы / В.Э. Клявин. - Липецк, 2020.

9. Мальчиков, В.Н. Имитационное моделирование дорожного движения / В.Н. Мальчиков, В.В. Терентьев // Научно-исследовательские решения высшей школы : Материалы студенческой научной конференции, 26 декабря 2023 год. - Рязань, 2023. - С. 317-318.

10. Применение интеллектуальных транспортных средств в логистике / В.Н. Мальчиков, Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития : Материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора техн. наук, профессора Н.В. Бышова. - Рязань, 2022. - С. 278-282.

11. Экономика автотранспортной отрасли. Анализ состояния автотранспортного комплекса Рязанской области: учебное пособие / А.В. Шемякин, С.Н. Борычев, А.Б. Мартынушкин, В.В. Терентьев. – Рязань: РГАТУ, 2023. – 279 с.

12. Мартынушкин, А.Б. Анализ выполнения перевозок пассажиров автомобильным транспортом / А.Б. Мартынушкин // Прогрессивные технологии и процессы. Сборник научных статей 6-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – Курск: ЮЗГУ, 2019. - С. 187-192.

13. Влияние логистики на эффективность АПК / Д. С. Михеев, И. М. Воронцов, С. Е. Крыгин, Н. Е. Лузгин // Исследование инновационного потенциала общества и формирование направлений его стратегического развития : сборник научных статей 12-й Всероссийской научнопрактической

конференции с международным участием, Курск, 30 декабря 2022 года. Том 1. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 452-456.

14. Организация и управление на автотранспорте в условиях цифровой экономики / А. В. Шемякин [и др.]. – Рязань : РГАТУ, 2022. – 162 с.

**УДК 629.113**

*Успенский И.А., д-р техн. наук, профессор  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН**

Для того чтобы обеспечить безопасность на дороге, необходимо уделить должное внимание состоянию автомобильных шин. Водители часто упускают из виду важность рисунка протектора и степени износа шин в контексте безопасности. Помимо этого, регулярные проверки состояния шин играют решающую роль в предотвращении неприятностей и серьезных последствий на дороге.

Однако многие не задумываются о том, что даже незначительный прокол может привести к потере герметичности шины, а порезы или пробой могут вызвать обрыв нитей и угрожать безопасности на дороге. Поэтому необходимо регулярно проверять состояние шин и внимательно следить за их износом.

Стоит иметь в виду, что безопасность на дороге зависит от множества факторов, включая поведение автомобиля на асфальте. Поэтому поддерживать в хорошем состоянии шины, обеспечивать им правильное давление и следить за их износом - это залог вашей безопасности и безопасности окружающих на дороге.

Предупреждение повреждений шин играет ключевую роль в обеспечении безопасности на дороге. Необходимо регулярно проверять состояние шин, чтобы гарантировать устойчивость и управляемость вашего автомобиля. Важно помнить о том, что знание ПДД и забота о состоянии шин - основополагающие аспекты безопасного вождения. Ведь именно состояние шин может стать причиной неприятных ситуаций на дороге.

Повреждения шин могут возникнуть по разным причинам: от проколов и порезов до износа или деформаций. Важно знать, какие виды повреждений могут возникнуть, чтобы своевременно принять меры по их устранению. Например, протектор шины может быть поврежден, что приведет к ухудшению сцепления с дорогой. Поэтому важно регулярно осматривать шины на наличие подобных повреждений.

Помимо визуального осмотра, существуют специальные приборы и методики, позволяющие более детально проверить состояние шин. Например, измерение давления в шинах и контроль глубины протектора могут помочь выявить проблемы, которые не всегда видны невооруженным глазом. Таким образом, регулярная проверка и своевременное обслуживание шин помогут вам

поддерживать безопасность на дороге и избежать неприятных ситуаций.

Для обеспечения безопасности на дороге необходимо уделить внимание состоянию шин. Проверка шин на наличие повреждений - первоочередная мера для предотвращения возможных аварий. Мелкие дефекты, не замеченные вовремя, могут привести к серьезным проблемам на дороге.

Одной из распространенных причин возникновения "грыжи" на шинах является отслоение резины от корда, что подчеркивает важность регулярного осмотра и обслуживания шин. В случае обнаружения такого дефекта, замена шины становится необходимой процедурой. Еще одной причиной возникновения проблем с шинами может быть разрыв нитей в каркасе, что способно вызвать образование "грыжи" и требует немедленного вмешательства.

Отслеживание давления в шинах и регулярная проверка их состояния позволяют выявлять проблемы заблаговременно. Правильный уход за шинами не только обеспечивает плавное движение автомобиля, но и гарантирует безопасность на дороге. Знание различных методов ремонта шин и видов повреждений играет важную роль в предотвращении неприятностей на дороге.

Для водителей, желающих обеспечить безопасность и экономить деньги, необходимо понимать, что уход за автомобильными шинами требует внимания к различным аспектам. Неправильное давление, некорректное схождение колес и недостаточное балансирование - все это может привести к разнообразным видам износа, от пиловидного до одностороннего. Кроме того, не стоит забывать о возможных повреждениях, вызванных препятствиями на дороге, которые могут повлиять на состояние шин.



Рисунок 1 – Виды износа шин

Основные виды износа шин важно знать, чтобы предотвратить нежелательные последствия на дороге и продлить срок службы шин. Это поможет водителям сэкономить средства на замене резины и обеспечить безопасность для себя и пассажиров. Регулярный осмотр шин автомобиля позволит выявить проблемы на ранних стадиях и принять меры по их устранению, что существенно повысит надежность и комфорт во время

движения.

Мониторинг состояния шин и выбор правильных методов восстановления являются важными аспектами, влияющими как на экономию средств, так и на безопасность на дороге. Не стоит забывать, что временное решение в виде ремонта шины без снятия с обода может обернуться серьезными последствиями. Пренебрежение этим вопросом может привести к аварии или другим неприятным ситуациям.

Следовательно, важно уделить должное внимание вопросам безопасности и надежности шин как неотъемлемой части технического обслуживания автомобиля. Ведь от состояния шин зависит не только ваше благополучие, но и благополучие всех участников дорожного движения.

В этом контексте герметики для временного ремонта шин играют важную роль, предоставляя возможность быстрого и надежного исправления проблемы в случае неожиданной поломки.

Необходимо понимать, что использование герметиков может быть весьма эффективным в ситуациях, когда нет возможности произвести полноценный ремонт шины. Они могут быть настоящим спасением в дорожных условиях, где время и возможности ограничены. Поэтому важно иметь при себе герметик, чтобы обеспечить себе дополнительный уровень безопасности в пути. Герметики для ремонта шин являются важным инструментом в арсенале водителя, готовым оказать помощь в критических ситуациях на дороге и обеспечить сохранность вашего пути.

Для временного ремонта шин существует множество различных методов использования герметиков, и каждый из них может быть применен в зависимости от конкретной ситуации на дороге. Некоторые герметики могут быть введены через вентиль после прокола, в то время как другие рекомендуется поместить в шину заранее, чтобы предотвратить возможное повреждение. Эти средства обладают высокой эффективностью в закрытии небольших отверстий на беговой поверхности шины и восстановлении мелких проколов в боковинах или плечевой зоне.

При возникновении проблем с шиной во время поездки использование герметиков может значительно облегчить ситуацию, позволяя завершить поездку без дополнительных проблем и рисков на дороге. Следует помнить, что герметики представляют собой не только удобное и оперативное средство для временного восстановления шины, но и важную часть комплекса мер по безопасности на дороге.

Прежде чем отправляться в дальнюю поездку, необходимо уделить внимание состоянию шин вашего автомобиля. Правильное давление в шинах играет важную роль в обеспечении безопасности во время поездки.

Помимо этого, необходимо иметь под рукой все необходимые инструменты для ремонта шин, такие как жгуты или вставки. Это поможет быстро и эффективно реагировать на любые проблемы с шинами во время поездки и обеспечит вам спокойное путешествие без лишних забот.

Для того чтобы обеспечить безопасность и комфорт во время поездки,

необходимо уделить должное внимание обслуживанию шин и регулярно проводить профилактические мероприятия. Каждый владелец автомобиля должен понимать, что перед каждой поездкой необходимо провести тщательную проверку состояния шин, чтобы уменьшить вероятность проблем на дороге и сделать поездку приятной.

Важно иметь при себе ремкомплект для шин. Наличие этого набора инструментов даст дополнительный уровень уверенности во время путешествия.



Рисунок 2 – Ремкомплект для ремонта шин

Кроме того, необходимо освоить методы ремонта шин без применения горячей вулканизации, так как такие навыки могут пригодиться не только в случае прокола на дороге, но и при других повреждениях. Это поможет владельцу автомобиля быть подготовленным к непредвиденным ситуациям и обеспечит безопасность на дороге.

Для успешного восстановления мелких повреждений с диаметром отверстия до 6 мм необходимо учитывать различные методы. Ремонт шин является важной частью обслуживания автомобиля, поскольку состояние шин напрямую влияет на безопасность вождения. При возникновении проколов или порезов на шинах, использование специальных заплат для заклеивания изнутри может быть эффективным решением.

Эти заплатки, вставляемые в проколы снаружи шины, способны продлить срок службы шины и обеспечить безопасное продолжение пути до момента замены шины. Они могут быть включены в ремонтные комплекты, что значительно упрощает процесс ремонта для владельцев автомобилей. Обладание необходимыми инструментами для ремонта шин становится важным аспектом подготовки к дорожным поездкам, так как это позволяет предотвратить неприятности на дороге и обеспечить безопасное продолжение поездки.

Для обеспечения безопасности и долговечности шин важно учитывать

специфику материала и особенности конструкции при проведении ремонта камерных шин. Эффективный подход к ремонту зависит от характеристик поверхности и углов наклона. Например, для отверстий с большим углом наклона рекомендуется использовать специальный грибок.

Кроме того, для ремонта отверстий с уклоном более 25° целесообразно сначала заполнить их ножкой, а затем нанести специальную заплату внутри. Этот метод позволит обеспечить более надежный ремонт и улучшить сцепление материалов.

Особое внимание следует уделить ремонту камерных шин, так как это требует профессиональных навыков и внимательности. Необходимо тщательно следить за процессом и учитывать особенности каждого случая, чтобы гарантировать долговечность и качество ремонта.

Для обеспечения безопасности на дороге важно не только правильно использовать методы и материалы при ремонте, но и учитывать множество факторов, которые могут повлиять на состояние шин. Начинать процесс шиномонтажа следует с осознания важности защиты от внешних воздействий и тщательного подхода к каждому этапу работы. Правильное восстановление герметичности камеры и устранение любых повреждений играют ключевую роль в обеспечении надежности автомобильного колеса на дороге.

Поэтому, в случае необходимости ремонта, важно обратиться к опытным специалистам, которые обладают необходимыми знаниями и навыками для проведения процедур шиномонтажа. Только так можно быть уверенным в качестве и безопасности проведенных работ. Грамотное выполнение всех этапов ремонта не только продлевает срок службы шин, но и гарантирует безопасность во время вождения.

Для многих водителей важно понимать, что знание процесса ремонта шины и наличие запасаки способствуют обеспечению безопасности во время поездки на автомобиле. Шиномонтаж необходим не только для сохранения целостности, но и для обеспечения безопасности водителя и пассажиров. Кроме того, правильный ремонт шины позволяет избежать неприятностей на дороге и увеличить срок службы автомобильных шин.

Забота о шинах автомобиля не только способствует сохранности вашего транспортного средства, но и является залогом безопасности на дороге. Имея запаску и знание процесса шиномонтажа, вы гарантируете себе спокойное передвижение и предотвращаете возможные проблемы в пути.

Важно знать, что в случае прокола переднего колеса не всегда требуется снимать колесо с автомобиля. Просто поверни руль и начни ремонт – это уменьшит потерю времени и сэкономит усилия. Ремонт шины не только повышает безопасность вождения, но и продлевает срок ее службы, что особенно важно для эксплуатации автомобиля.

Для проведения ремонта потребуется специальный набор инструментов, но процесс сам по себе довольно прост и может быть выполнен без привлечения специалистов. Умение основ шиномонтажа пригодится в экстренных ситуациях на дороге и поможет быстро и эффективно решить

проблему с колесом. Не стоит недооценивать важность таких навыков водителя.

Для успешного проведения ремонта прокола шины в дорожных условиях необходимо уделить особое внимание подготовке инструментов. Прежде чем приступать к работе, важно убедиться в наличии винтообразного шила в специальном наборе – это первый шаг к успешному исправлению поломки. После проверки инструментов необходимо приступить к зачистке отверстия в шине с использованием шила.

Однако ключевое значение в процессе ремонта прокола шины имеет правильное применение жгута. Перед тем, как вводить жгут в шину, его необходимо обильно смазать клеем для надежной фиксации и герметичного закрытия дыры. Только после этого жгут аккуратно вводится в шину, чтобы предотвратить возможные протечки воздуха. Важно помнить о тщательности и последовательности действий при ремонте, чтобы обеспечить безопасность и надежность шины на дороге.

### *Библиографический список*

1. Юмаев, Д. М. Аспекты разработки программы комплексного развития транспортной инфраструктуры / Д. М. Юмаев // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 20 ноября 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 431-436.

2. Желтоухов, А. А. Обзор малогабаритных сельскохозяйственных машин для малых частных фермерских хозяйств / А. А. Желтоухов, Д. М. Юмаев, Г. К. Рембалович // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : МАТЕРИАЛЫ Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиком МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 230-233.

3. Юмаев, Д. М. Анализ современных дождевальных машин для орошения сельскохозяйственных культур / Д. М. Юмаев, А. А. Желтоухов, Г. К. Рембалович // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиком МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 393-397.

4. Патент на полезную модель № 204127 U1 Российская Федерация, МПК А01G 9/24, А01G 25/00. дождевальная установка для теплиц : № 2020144374 : заявл. 30.12.2020 : опубл. 11.05.2021 / А. В. Кузнецов, А. И. Рязанцев, Г. К. Рембалович [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

5. Анализ современных сепарирующих устройств картофелеуборочных машин / А. А. Желтоухов, Д. М. Юмаев, Д. М. Ликучев, Г. К. Рембалович // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 196-200.

6. Анализ способов предпосадочной обработки картофеля / А. И. Ликучев, М. Ю. Костенко, Д. М. Юмаев, А. А. Желтоухов // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 255-260.

7. Санникова, М. Л. Методы эфхко как фактор устойчивого развития обработки материалов / М. Л. Санникова, Г. К. Рембалович, Д. М. Юмаев // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ РФ «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 362-364.

8. Юмаев, Д. М. Анализ современных систем и способов орошения сельскохозяйственных культур в условиях закрытого грунта / Д. М. Юмаев, А. А. Желтоухов, Г. К. Рембалович // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 467-470.

9. Улучшение защитных свойств противокоррозионной мастики / И. А. Успенский [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2020. – № 2(46). – С. 96-101.

10. Анализ процесса выгрузки клубней из транспортного агрегата с усовершенствованным самосвальным кузовом / О. В. Филюшин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2020. – № 1(45). – С. 107-114.

11. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022660112 Российская Федерация. Расчет объемного и массового расхода : № 2022619415 : заявл. 24.05.2022 : опубл. 31.05.2022 / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Н. В. Лимаренко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

12. Ушанев, А. И. Обоснование параметров установки гидравлического нанесения защитного покрытия сельскохозяйственной техники : специальность



05.20.03 "Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ушанев Александр Игоревич. – Рязань, 2018. – 134 с. – EDN QQCFFQX.

13. Применение сероасфальтобетона в дорожном строительстве / С. Н. Борычев [и др.] // Развитие и модернизация улично-дорожной сети (УДС) крупных городов с учетом особенностей организации и проведения массовых мероприятий международного значения (в рамках подготовки к Чемпионату мира по футболу 2018 Г.), Волгоград, 17–19 октября 2014 года / Материалы Международной научно-практической конференции: Электронный ресурс. – Волгоград: Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. – С. 93-97.

14. Филюшин, О. В. Анализ усовершенствованных органов вторичной сепарации картофелеуборочных машин / О. В. Филюшин, А. А. Кутыраев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 22 декабря 2022 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Автодорожный факультет. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 95-101.

15. Комоликов, А.С. Основные причины вибраций в автомобилях отечественного производства. Методы их устранения / А.С. Комоликов // Научный журнал молодых ученых. - 2021. - № 3 (24). - С. 43-51.

16. Аникин, Н.В. Эффективность функционирования автотранспортного предприятия: учебное пособие / Н.В. Аникин, А.Б. Мартынушкин, В.В. Терентьев. – Рязань: РГАТУ, 2023. – 250 с.

17. Разработка стенда для демонтажа шин различных типоразмеров / А. А. Лушников [и др.] // Профессия инженер : Сборник статей по материалам XI Всероссийской молодежной научно-практической конференции, Орел, 14 апреля 2023 года / Под общей редакцией А.Л. Севостьянова. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2023. – С. 176-181.

**УДК 631.3**

*Ушанев А.И., канд. техн. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ОЧИСТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В МАЛЫХ ХОЗЯЙСТВАХ**

Очистка сельскохозяйственной техники — это важный процесс, который влияет на эффективность работы и сохранность машин. В этом введении мы рассмотрим основные аспекты очистки, проблемы, связанные с загрязнением техники, и возможные решения для улучшения процесса очистки.

Актуальность вопроса очистки сельхозтехники обусловлена следующими

факторами: разрушение консервационных составов под воздействием факторов окружающей среды, что приводит к резкому возрастанию коррозионного разрушения; высокая адгезия и вязкость консервационных материалов, которые затрудняют полную очистку поверхностей стыковых сварных соединений существующими способами и устройствами; необходимость разработки новых методов и технических средств для повышения эффективности снятия защитных материалов при расконсервации техники.

Методы очистки сельхозтехники включают механические и физико-химические способы. Механические методы используют для удаления загрязнений с помощью щёток, скребков, воздушно-абразивных и гидроабразивных струй. Физико-химические методы основаны на нанесении химически активных моющих средств с ПАВ и физическом воздействии струй на загрязнения.

Для удаления антикоррозионных составов применяют эмульсии на первом этапе очистки. Однако у этого метода есть недостатки, такие как ухудшение противокоррозионных свойств обработанных деталей и вредное воздействие кислотных жидкостей на человека.

В настоящее время в сельскохозяйственной отрасли имеется различное оборудование, и чтобы имеющееся оборудование всегда было чистым, то требуются специальные промышленные моющие средства. Некоторые промышленные моющие средства предназначены для смывания вредных остатков удобрений, отложений, сельскохозяйственного дизеля, а также масел (рис. 1).



Рисунок 1 – Пример остатков удобрений на сельскохозяйственной технике

Основной задачей моющих средств является нейтрализация коррозионных свойств пестицидов, гербицидов и удобрений, а также в расщеплении активных химических веществ в пестицидах и гербицидах путем щелочного гидролиза. Моющие средства можно разбить на следующие пять групп:

1. Удаляют жир с двигателя и поверхностей машин, инструментов и сельскохозяйственного оборудования, чтобы предотвратить его накопление и обеспечить лучшую очистку.

2. Удаляют кислотные остатки насекомых с сельскохозяйственного оборудования, не повреждая краску.

3. Очищают сельскохозяйственные отходы, растворяют и удаляют коррозионные остатки удобрений и оставляют барьер для предотвращения коррозии металла в будущем.

4. Необходимы для мытья электрокультиваторов, трехточечных навесных устройств, плугов, сеялок и другой сельскохозяйственной и садовой техники, удаления почвенных отложений и грязи.

5. Чистящие средства, подходящие для уборки складов и зернохранилищ.

Все виды механизированной и промышленной сельскохозяйственной техники, а также оборудование и стационарные поверхности, требуют постоянной чистки и мытья. Для этого установлены строгие правила и нормы относительно чистоты и гигиены и их улучшения в сельском хозяйстве и животноводстве. Проведение операций по очистке и мойке всей сельскохозяйственной техники и окружающей среды влечет за собой огромные затраты для владельцев этих предприятий.

Именно поэтому чаще всего фермерам нужны моющие средства, которые не только хорошо очищают, но и сокращают время на проведение операции, ведь использование промышленных очистителей в сельском хозяйстве не только обеспечивает высокое качество санитарии и гигиены в короткие сроки, но и приводит к значительной экономии средств. Правильная очистка, обслуживание и защита сельскохозяйственного оборудования необходимы для повышения его производительности и сохранения финансовой ценности оборудования при его продаже для приобретения более современного оборудования.

Преимущества физико-химической очистки сельхозтехники:

Стабильная работа очистных сооружений при низкой температуре жидкости, колебаниях рН, гидравлических и органических нагрузках; невысокая продолжительность обработки, быстрое включение оборудования после первичной установки или профилактического обслуживания, ремонта; стабильная обработка стоков, особенно в сравнении с этапом биоочистки; высокий уровень автоматизации процесса, минимальное участие человека в контроле оборудования; возможность рекуперации большинства отходов для вторичного использования; удаление коллоидных и мелкодисперсных частиц, трудноудаляемых минеральных и органических веществ; разрушение слабоокисляемых соединений, удаление некоторых щелочей, кислот и ионов.

Требуемые процедуры для очистки комбайна в конце сезона.

Очистка комбайна сверху-вниз (рис.2) – это серьезная работа, и некоторым фермерам может потребоваться проводить её между полями при производстве зерна с сохранением идентичности или других специализированных культур. Все фермеры должны рассмотреть возможность проведения полной очистки после сбора урожая. Правильная очистка уборочной техники после сезона сбора урожая позволяет удалить значительный биоматериал и снизить вероятность гнездования животных в машинах,

улучшить функционирование и долговечность деталей, а также обеспечить душевное спокойствие при подготовке техники к межсезонному хранению.



Рисунок 2 – Схема нанесения сверху-вниз

1. Перед тем как покинуть поле, проведите самоочистку комбайна.
  1. Запустите разгрузочный шнек вхолостую не менее чем на одну минуту.
  2. Откройте двери элеватора чистого зерна и хвостов, камнеуловитель и поддон разгрузочного шнека.
  3. Убедитесь, что посторонние люди находятся на расстоянии 15 метров
  4. Запустите комбайн и сепаратор, настройте вентилятор очистительного башмака.
  5. Настройте ротор на полную скорость для максимального всасывания воздуха и попеременно открывайте и закрывайте конкейвы.
  6. Поработайте таким образом не менее двух минут и проедете по крайним рядам или неровной местности, чтобы смести больше материала.
2. Тщательно пропылесосьте зерновой бак сверху донизу, включая все выступы, ступеньки, освещение, датчики, проводку и вокруг окна в кабину.
  1. Пропылесосьте вокруг и внутри шнека для забора пузырьков. По возможности опустите шнек для забора пузырьков в несколько разных положений, чтобы получить доступ и удалить биоматериал из него.
  2. Удалить весь биоматериал со дна поперечных шнеков.
  3. Присоедините к пылесосу гибкий шланг меньшего размера и удалите биоматериал из поддона зернового бункера (рис.3).
  4. Используйте шланг меньшего размера для очистки поддона снизу, используя дверь доступа.
3. Очистите разгрузочный шнек, уложив в поддон 0.0424752 м<sup>3</sup> сосновых щепок (длиной 0.5 дюйма).
4. Снимите головку, опустите кормушку на землю и с помощью сжатого воздуха продуйте её внутренности.
5. Поднимите кормушку и зафиксируйте её на месте с помощью упор цилиндра.



Рисунок 3 – Зерновой бункер

6. Снимите панели доступа и уступы ротора и очистите ротор/цилиндр и зону обмолота.

7. Удалите остатки из шнеков для чистого зерна или встряхивающего поддона под ротором.

8. Очистите измельчитель, удалив растительный материал из ротора (рис. 4).



Рисунок 4 – Использование сжатого воздуха для удаления растительного материала из измельчителя

На большинстве сельскохозяйственных полей полная уборка комбайном, скорее всего, не требуется, но это важная практика в конце сезона. Этот процесс позволит провести окончательное техническое обслуживание перед

хранением машины на зиму, убрать возможные подстилки и корм для животных, а также очистить от остатков семян сорняков, чтобы предотвратить их попадание на поля в следующем сезоне сбора урожая.

Перспективы развития средств для очистки сельскохозяйственной техники включают в себя: ресурсосберегающие технологии очистки, обеспечивающие необходимый уровень чистоты поверхностей при минимальных затратах и соблюдении экологических требований; централизованное и концентрированное выполнение моечно-очистных работ с использованием универсальных и экономичных моечных машин нового поколения; внедрение высокоэффективных технологий и оборудования для удаления и утилизации отходов очистки, таких как адаптеры для высоконапорных аппаратов (турбофреза, турболазер, гидropескоструйная насадка); разработка и внедрение автоматизированных систем управления и контроля процессом очистки, обеспечивающих оптимальное использование ресурсов и повышение эффективности работы.

Очистка сельскохозяйственной техники имеет большое значение для поддержания её исправности, соблюдения норм охраны труда и эффективной работы. Регулярная очистка тракторов, комбайнов и других машин помогает предотвратить непредвиденные затраты на ремонт и обеспечивает долгий срок службы оборудования.

Наружная очистка сельскохозяйственных машин с помощью аппаратов высокого давления является оптимальным решением, позволяя быстро и эффективно удалять загрязнения. Аппараты высокого давления с подогревом воды обеспечивают лучшую эффективность очистки, уменьшение числа микроорганизмов и экономию времени и ресурсов.

Таким образом, регулярное проведение очистки сельскохозяйственной техники с использованием современных технологий и оборудования способствует поддержанию техники в рабочем состоянии, повышению производительности и обеспечению безопасности труда.

### ***Библиографический список***

1 Юмаев, Д. М. Аспекты разработки программы комплексного развития транспортной инфраструктуры / Д. М. Юмаев // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 20 ноября 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 431-436.

2 Желтоухов, А. А. Обзор малогабаритных сельскохозяйственных машин для малых частных фермерских хозяйств / А. А. Желтоухов, Д. М. Юмаев, Г. К. Рембалович // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиком МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. , Рязань, 09

декабря 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 230-233.

3 Юмаев, Д. М. Анализ современных дождевальных машин для орошения сельскохозяйственных культур / Д. М. Юмаев, А. А. Желтоухов, Г. К. Рембалович // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : МАТЕРИАЛЫ Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 393-397. – EDN ZZASDA.

4 Патент на полезную модель № 204127 U1 Российская Федерация, МПК А01G 9/24, А01G 25/00. дождевальная установка для теплиц : № 2020144374 : заявл. 30.12.2020 : опубл. 11.05.2021 / А. В. Кузнецов, А. И. Рязанцев, Г. К. Рембалович [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

5 Анализ современных сепарирующих устройств картофелеуборочных машин / А. А. Желтоухов, Д. М. Юмаев, Д. М. Ликучев, Г. К. Рембалович // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 196-200.

6 Анализ способов предпосадочной обработки картофеля / А. И. Ликучев, М. Ю. Костенко, Д. М. Юмаев, А. А. Желтоухов // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 255-260.

7 Санникова, М. Л. Методы эфхко как фактор устойчивого развития обработки материалов / М. Л. Санникова, Г. К. Рембалович, Д. М. Юмаев // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 362-364.

8 Юмаев, Д. М. Анализ современных систем и способов орошения сельскохозяйственных культур в условиях закрытого грунта / Д. М. Юмаев, А. А. Желтоухов, Г. К. Рембалович // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 467-470.

9 Улучшение защитных свойств противокоррозионной мастики / И. А. Успенский [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2020. – № 2(46). – С.

96-101.

10 Анализ процесса выгрузки клубней из транспортного агрегата с усовершенствованным самосвальным кузовом / О. В. Филюшин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2020. – № 1(45). – С. 107-114.

11 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022660112 Российская Федерация. Расчет объемного и массового расхода : № 2022619415 : заявл. 24.05.2022 : опубл. 31.05.2022 / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Н. В. Лимаренко [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

12 Ушанев, А. И. Обоснование параметров установки гидравлического нанесения защитного покрытия сельскохозяйственной техники : специальность 05.20.03 "Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ушанев Александр Игоревич. – Рязань, 2018. – 134 с.

13 Применение сероасфальтобетона в дорожном строительстве / С. Н. Борычев [и др.] // Развитие и модернизация улично-дорожной сети (УДС) крупных городов с учетом особенностей организации и проведения массовых мероприятий международного значения (в рамках подготовки к Чемпионату мира по футболу 2018 Г.), Волгоград, 17–19 октября 2014 года / Материалы Международной научно-практической конференции: Электронный ресурс. – Волгоград: Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. – С. 93-97.

14 Филюшин, О. В. Анализ усовершенствованных органов вторичной сепарации картофелеуборочных машин / О. В. Филюшин, А. А. Кутыраев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 22 декабря 2022 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Автодорожный факультет. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 95-101.

15 Экспериментальная установка для очистки двигателей перед ремонтом / А. М. Баусов [и др.] // Вестник АПК Верхневолжья – 2011. – № 1. – С. 82-83.

16 Шемякин, А. В. Очистка двигателей сельскохозяйственных машин перед ремонтом (экспериментальные исследования) / А. В. Шемякин, В. В. Терентьев, Е. Г. Кузин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 1. – С. 171-175.

17 Утолин, В. В. Технология и устройство для механической очистки деталей животноводческих машин от консервационного материала / В. В. Утолин, А. В. Подъяблонский, Е. В. Старшинова // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – № 1. – С. 194-198.



## **ХРАНЕНИЕ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ**

Правильное хранение сельхозтехники важно потому, что это влияет на её последующую эксплуатацию и срок службы. Правильная организация хранения защищает машины от агрессивной внешней среды, коррозии, механических повреждений и деформаций, а также различных разрушающих воздействий. Это помогает избежать внеплановых ремонтов, обслуживания и простоев в работе.

Актуальность использования автотракторных боксов заключается в следующем: лёгкий вес облегчает транспортировку и монтаж на стройплощадке, снижая физическую нагрузку на рабочих; прочная конструкция обеспечивает надёжную защиту инструментов и оборудования от внешних воздействий, увеличивая срок их службы; отличная стойкость к коррозии делает алюминиевые ящики идеальными для использования на стройплощадках; лёгкость в уходе и гигиеничность гарантируют высокое качество хранения строительных материалов и инструментов; возможность закрытия и блокировки ящиков обеспечивает безопасное хранение ценного инструмента и улучшает общую безопасность на стройплощадке; легко складываемая конструкция позволяет экономить место при хранении и транспортировке; эргономичные ручки и механизмы открывания обеспечивают удобство использования; применение алюминиевых ящиков улучшает организацию рабочего пространства и предоставляет структурированный и упорядоченный способ хранения инструментов и материалов.

Использование автотракторного бокса обусловлено необходимостью выполнения следующих задач: мойки внешних и внутренних элементов трактора, обеспечения технического обслуживания и ремонта, а также хранения на междуменный, краткосрочный и долгосрочный периоды [1-4]. Универсальные боксы позволяют реализовать все вышеперечисленные цели и являются наиболее востребованными в агропромышленном комплексе.

Этапы эксплуатации универсальных автотракторных боксов, как правило, имеют следующие названия: очистительный, обслуживающий и сберегательный. Во время очистительного этапа выполняется мойка внешних и внутренних поверхностей трактора, а также основных его элементов. Во время обслуживающего этапа выполняется технический осмотр, по результатам которого, при необходимости, выполняют частичный ремонт или отправляют трактор на следующий этап – хранение. Рассмотрим подробно каждый этап и сделаем необходимые выводы.

Когда, трактор работает на полях, его рабочие элементы загрязняются большим количеством пыли и земли. Если их своевременно не удалить, то

износ деталей трактора увеличится, а дальнейшая эксплуатация станет небезопасной. Очистительный этап подготавливает трактор к техническому осмотру и последующему хранению. Для начала трактор пригоняют в специальную зону, расположенную рядом с боксом, и очищают от крупных слоёв грунта. Особое внимание обращают на тщательную очистку подкрылок и движителей. Затем открывают бокс и протягивают к трактору водопроводный шланг, оборудованный специальной насадкой, которая позволяет изменять напор. Трактор тщательно промывают и оставляют до требуемой степени высыхания. Шланг скручивают и убирают на первоначальное место.

Помытый трактор загоняют в бокс и проводят необходимый технический осмотр. При выявлении неисправностей – выполняют точечный ремонт [5]. Для этого в универсальном автотракторном боксе располагается шкафчик с инструментами. Основные проблемы, с которыми сталкиваются при диагностике: люфт колеса, деформация рамы, вмятины корпуса, перегрев двигателя, выход из строя коробки передач, подтёки масла, износ тормозных колодок, загрязнение воздушного фильтра, неисправности с электрической системой, повышенный выхлоп, пробой трубы отвода выхлопных газов, пробуксовка сцепления, повышенная вибрация, повреждение или износ шестерен и подшипников, низкий уровень масла, нарушение зажигания, западание педалей, шумность работы на холостом ходу, самовключение золотника, повышенное усилие на рулевом колесе, неустойчивость передних колёс при движении и т. д. Если оказывается, что вышла из строя какая-то деталь, то выполняют её заказ или отправляются за ней на склад, трактор устанавливают на доремонтное хранение. Если же он исправен, то сразу переходит на плановое хранение, т. е. на сберегательный этап.

Содержание трактора в боксе является разновидностью крытого хранения. Стенки и крыша бокса (рисунок 1) защищают трактор в непогоду: во время дождя, града, снега, урагана [6-7]. Крытый тип хранения позволяет избежать угона трактора и похищения связанных с ним агрегатов, а также обезопасить его от нежелательных контактов с другими сельскохозяйственными аппаратами.

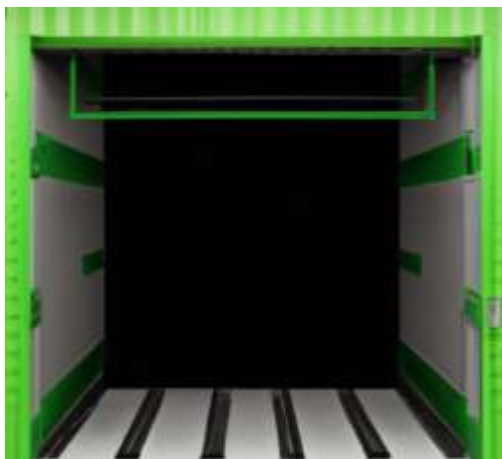


Рисунок 1 – Каркас автотракторного бокса

Уникальные возможности универсального автотракторного бокса:

- помывка трактора на разных режимах с использованием модернизированных моющих средств;
- возможность подключения стационарного фена;
- наличие места для установки грузового подъемника;
- удобство обслуживания трактора и его агрегатов;
- ударопрочная поверхность защитных стенок;
- система видеонаблюдения с функцией ночного зрения;
- система сигнализации и противоугонная ловушка;
- обеспечение необходимой вентиляции и поддержание оптимальной влажности.

Автотракторный бокс может быть как составной частью помещения (рисунок 2), так и самостоятельным объектом. Внешнюю поверхность самостоятельного бокса, как правило, изготавливают из листов металла. Это достаточно надёжно и недорого. Такие боксы легко переносить и обслуживать, что является значительным преимуществом перед другими укрывающими объектами. С развитием технологий автотракторные боксы обретают большую вариативность, что обеспечивает их многофункциональность и популярность. Каждое предприятие может заказать универсальный бокс, исходя из особенностей эксплуатируемой техники, а также дополнительных требований и личных пожеланий.



Рисунок 2 – Автотракторный бокс внутри сельскохозяйственного помещения

В зависимости от количества техники, автотракторный бокс может быть выполнен по разным моделям. Классическая модель представляет собой бокс, предназначенный для одного трактора. Объём помещения рассчитывается исходя из габаритов трактора. Боксы, выполненные по такой модели

достаточно миниатюрны и просты в установке. Расширенная модель предполагает размещение двух и более единиц автотракторной техники. При расчёте её параметров необходимо закладывать дополнительную площадь на дистанцию между тракторами. Их двери должны беспрепятственно открываться и не соприкасаться друг с другом.

Основная дверь автотракторного бокса может быть как ручной, так и автоматизированной. В первом случае для её подъёма необходимо потянуть ручку, расположенную снизу посередине, одновременно вверх и на себя. Во втором – просто нажать соответствующую кнопку на пульте управления. Стоит отметить, что въездное ограждение может быть выполнено и в виде двустворчатых ворот, обе дверцы которых крепятся на петли.

Хранение трактора в универсальном боксе имеет ряд значимых преимуществ. Данный вариант хранения гораздо эффективнее содержания на открытой местности, потому что снижает вероятность абразивного износа и коррозии, позволяет избежать угрозы, возникающей от перепадов температур. Процесс установки на хранение не занимает много времени. Имеется возможность для проведения качественного обслуживания и точечного ремонта трактора.

Необходимые требования для установки универсального автотракторного бокса на сельскохозяйственном предприятии:

- наличие искомой площади;
- допустимые твёрдость и ровность грунта;
- возможность беспрепятственного подъезда и выезда;
- соблюдение дистанции;
- достаточное освещение;
- возможность подвода водопровода и электроснабжения;
- высококвалифицированные рабочие кадры.

Современные требования к агрохолдинговым предприятиям задают интенсивный ритм развития направления безопасного содержания рабочих машин и их агрегатов. Из-за этого конкуренция на рынке услуг существенно растёт. Некоторые изготовители, желая сэкономить, делают листы металла, используемые в качестве стенок бокса, несколько тоньше оптимальных размеров, что повышает риск вмятин и пробоев. При выборе материала следует делать акцент на качество, а не искать выгоды, потому что от этого зависит безопасность оставляемой на хранении техники [8].

Автотракторные боксы могут иметь цельную (неразборную) конструкцию. В таком случае они изготавливаются по принципу металлического контейнера. Швы между стенками сваривают и покрывают специальным защитным слоем. Такие боксы менее удобны в транспортировке, зато имеют более прочную конструкцию. Защитный слой позволяет снизить урон, который может быть нанесён животными или человеком, что повышает безопасность содержащегося в нём сельскохозяйственного агрегата. Важным плюсом является то, что технология изготовления автотракторного бокса предполагает использование экологически чистых материалов, что позволяет

устанавливать его вблизи сельскохозяйственных культур без риска интоксикации.

Универсальный автотракторный бокс является инновационным решением в области обслуживания и содержания сельскохозяйственной техники. Он недорого стоит, не занимает много места, прост в использовании, надёжен и безопасен. Обеспечение такими боксами агрохолдинговых компаний гарантирует беспрецедентное хранение тракторов, что положительным образом сказывается на их дальнейшей эксплуатации.

Автотракторный бокс имеет большое значение в сельском хозяйстве, поскольку он повышает эффективность функционирования сельскохозяйственных машинно-тракторных агрегатов на базе колёсных тракторов. Бокс позволяет улучшить качество обработки почвы, повысить производительность агрегатов, снизить непроизводительные затраты энергии и себестоимость конечного продукта.

Применение автотракторного бокса способствует рациональному использованию потенциальных возможностей двигателей тракторов, благодаря применению прогрессивных бесступенчатых трансмиссий и двигателей с высоким коэффициентом запаса крутящего момента. Это обеспечивает экономичный режим работы в широком интервале изменения частоты вращения коленчатого вала и улучшает эксплуатационные показатели МТА.

Таким образом, использование автотракторного бокса в сельском хозяйстве является актуальным и перспективным направлением развития механизации сельскохозяйственного производства, способствуя повышению эффективности использования земли и повышению её плодородия.

### *Библиографический список*

1. Совершенствование технологии хранения сельскохозяйственной техники / К.П. Андреев, К.А. Забара, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2020. – № 7. – С. 32-38.

2. Шемякин, А.В. Совершенствование организации работ, связанных с хранением сельскохозяйственных машин в условиях малых и фермерских хозяйств : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Шемякин Александр Владимирович. Мичуринский ГАУ. – Мичуринск, 2014.

3. Андреев, К.П. Подготовка сельскохозяйственной техники к хранению / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2018. – № 9. – С. 36-39.

4. Морозова, Н.М. Принципы организации выполнения работ по проведению подготовки и хранению зерноуборочных комбайнов / Н.М. Морозова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 355-358.

5. Малухов, Б. А. Основы технического обслуживания автомобильного

транспорта / Б. А. Малухов, А. А. Кутыраев // Инженерные решения для АПК : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 83-летию со дня рождения профессора А.М. Лопатина (1939-2007), Рязань, 16 ноября 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 225-229.

6. Филюшин, О. В. Хранение сельскохозяйственных машин в зимний период / О. В. Филюшин, С. В. Колупаев // Современные направления и подходы к проектированию и строительству инженерных сооружений : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 19 декабря 2019 года / ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева». – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 166-171.

7. Захаров, А. В. Анализ условий и результатов функционирования картофелеуборочных машин в условиях сельскохозяйственных предприятий / А. В. Захаров, Р. А. Крупчатников, С. А. Грашков // Молодежь и XXI век - 2022 : Материалы 12-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах, Курск, 17–18 февраля 2022 года / Отв. редактор М.С. Разумов. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 299-301.

8. Современное состояние, проблемы и перспективы развития АПК / Д. И. Жилияков, О. В. Петрушина, Т. М. Рустамов, Ч. К. Ибекве // Актуальные 76 научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы : Материалы IX Национальной научно-практической конференции с международным участием, Кемерово, 29 декабря 2022 года. – Кемерово: Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. – С. 933-936

9. Терентьев, В.В. Пистолет-распылитель для двухкомпонентной консервации сельскохозяйственных машин/ В.В. Терентьев, М.Б. Латышенок, А.С. Попов // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: Материалы научных трудов. Рязань, Том Выпуск 3, Часть 1. - Рязань: РГАТУ, 1999. - С. 92-93.

10. Попов, А. С. Влияние температуры моющей жидкости на процесс кавитационной очистки наружных поверхностей сельскохозяйственной техники / А. С. Попов, В. Н. Туркин // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития: материалы II-ой Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора техн. наук, профессора Н.В. Бышова. Рязань, 24 ноября 2022 года. - Рязань: РГАТУ, 2022. - С. 299-304.

11. Повышение сохранности сельскохозяйственной техники при хранении / К. А. Забара, А. В. Шемякин, В. В. Терентьев, В. А. Киселев // Вестник РГАТУ. – 2022. – Т. 14, № 4. – С. 133-144.

12. Утолин, В. В. Технология и устройство для механической очистки деталей животноводческих машин от консервационного материала / В. В. Утолин, А. В. Подъяблонский, Е. В. Старшинова // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – № 1. – С. 194-198.

УДК 378.147:510

*Владимиров А.Ф., канд. ф.-м. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

**ОБ ОПЕРАТОРАХ В ПРЕПОДАВАЕМОЙ МАТЕМАТИКЕ, КОТОРЫЕ  
СВЯЗЫВАЮТ ПЕРЕМЕННУЮ И ОБОГАЩАЮТ ЯЗЫК МАТЕМАТИКИ**

Элементарными объектами математических систем (структур), разделов математики являются абстрактные предметы и функции разных видов. Здесь рассмотрим функции-операторы, преобразующие одни объекты в другие, в выражениях для которых связываются некоторые переменные [1, с.47]. В преподаваемой математике – это часто используемые кванторы, классификаторы [1]. Редко используемые – операторы функциональной абстракции [2-4]. Наконец, новый оператор – оператор образования совокупности [5-7]. Здесь будет сказано и о других операторах. Особенностью операторов является связывание некоторых переменных. Признаком связанности переменной – потеря смысла и значения того выражения, в которое входила переменная, при замене переменной константой со значением из области значений переменной. Другими словами, связанная переменная в выражении пробегает все свои значения, но не может остановиться ни на одном из них без краха для смысла выражения.

**Операторы арифметики и математического анализа.** Арифметические операторы суммы и произведения каждому числовому кортежу  $(a_1, a_2, \dots, a_n)$  ставят в соответствие число, являясь предметными функциями  $n$  переменных:  $\sum_{i=1}^n a_i$ ,  $\prod_{i=1}^n a_i$ . Здесь связанной является переменная « $i$ ». Далее в математике операторы суммы и произведения применяются также к кортежам других абстрактных предметов, например, матриц, случайных событий. При этом оператор суммы применяется шире оператора произведения.

В выражении «функция  $f(x)$ » слово «функция» выполняет роль оператора, связывая переменную « $x$ », т.к., например, выражение «функция  $f(3)$ » теряет смысл. Выражение «функция  $f(x)$ » заменимо выражением «функция  $f$ ».

В операторе предельного перехода для функции  $f$  в предельной точке  $k$  её области определения  $D(f)$ , т.е.  $\lim_{x \rightarrow k} f(x)$ , связана переменная « $x$ », пробегая значения из  $D(f)$ , при этом  $k \in \bar{D}(f)$ , где  $\bar{D}(f)$  – замыкание области определения  $D(f)$ . Здесь оператор предельного перехода для функции  $f$  создаёт новую функцию «предел функции  $f$ » с известной областью отправления  $Run(\text{предел функции } f) = \bar{D}(f)$ , а область определения  $D(\text{предел функции } f)$  подлежит исследованию. Переменная « $k$ » из области определения функции  $\lim_{x \rightarrow k} f(x)$  является свободной переменной.

В операторе предельного перехода для вычисления поточечных значений производной функции  $f'(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta x}$ , где  $x \in D(f) = \text{Run}(f')$ , переменная « $x$ » является свободной и для её значений ещё требуется проверка принадлежности  $D(f')$ , а переменная « $\Delta x$ » является связанной. Но как только становятся обоснованными правила дифференцирования и таблица производных основных и сложных элементарных функций, и ставится задача дифференцирования любой данной не основной элементарной функции  $f(x)$ , то применяется оператор дифференцирования  $(f(x))'$ , который уже связывает переменную « $x$ » в цепочке равенств до результативного выражения  $f'(x)$ . В отвлечённом состоянии переменная « $x$ » в выражениях  $f(x), f'(x)$  уже может рассматриваться как свободная переменная. Например, в цепочке равенств  $(\ln(x^2 + 1))' = \frac{1}{x^2+1} \cdot (x^2 + 1)' = \frac{2x}{x^2+1}$  переменная « $x$ » связана. А в контексте «числовое выражение  $\frac{2x}{x^2+1}$ » переменная « $x$ » свободна. Вместо оператора дифференцирования в форме  $(...)'$  применяют тот же оператор во второй форме  $\frac{d}{dx}(...)$ , применения которого следует избегать обучающимся. Знак дифференциала « $d$ » перед функциональным выражением « $f(x)$ » также является оператором, образующим дифференциальную форму  $df(x) = f'(x)dx$ , где переменная « $x$ » является связанной, но при этом « $dx$ » – это новая связанная независимая переменная. В частности,  $d(x) = x'dx = 1dx = dx$ . Результат нахождения дифференциала в другом контексте рассматривается как числовое выражение со свободными переменными « $x$ » и « $dx$ ». Вторую форму оператора дифференцирования сводят также к третьей форме  $\frac{df(x)}{dx}$  со связанными переменными « $x$ » и « $dx$ ».

В дифференциальном исчислении вводятся переменные « $u$ », « $u'$ », « $v$ » для значений функций  $f(x), \varphi(x), \psi(x)$ , а также переменные « $u'$ », « $u''$ », « $v'$ » для значений производных функций  $f'(x), \varphi'(x), \psi'(x)$ . Эти переменные в правилах дифференцирования, например,  $(uv)' = u'v + uv'$ , также являются связанными переменными. Употребление этих связанных переменных упрощает вид формул для правил дифференцирования. В контексте «вычислите значение  $u$  при  $x = 1$ » переменная « $u$ » является свободной и функционально зависимой от свободной переменной « $x$ ».

В обозначениях неопределённого интеграла  $\int f(x) dx$  и определённого интеграла  $\int_a^b f(x) dx$  переменная « $x$ » является явно связанной. Оператор неопределённого интегрирования « $\int ... dx$ » переводит функцию  $f(x)$  в совокупность её первообразных, к чему мы вернёмся далее. Оператор определённого интегрирования « $\int_a^b ... dx$ » переводит функцию  $f(x)$  в число, т.е. является функционалом с областью определения  $C[a; b]$  – множеством непрерывных на отрезке  $[a; b]$  функций.

Несобственный интеграл  $\int_a^{+\infty} f(x) dx$ , являясь функционалом по аргументу  $f$  на области отправления  $C[a; +\infty)$  с искомой областью



определения [8], на этой области определения является оператором несобственного интегрирования по полуинтервалу  $[a; +\infty)$ , связывающим переменную « $x$ » и переводящим функции  $f$  в числа. Его краткое обозначение  $\int_a^{+\infty} \dots(x)dx$ . Аналогично можно сказать об остальных видах операторов несобственного интегрирования.

Ряд  $\sum_{n=1}^{+\infty} f(n)$ , являясь функционалом по аргументу  $f$  на области отправления  $A(NR)$  – множестве функций натурального аргумента с действительными значениями – с искомой областью определения в этой области отправления [8], является оператором бесконечного суммирования на области определения функционала, связывающим переменную « $n$ » и переводящим функции или образованные ими последовательности в числа. Его краткое обозначение  $\sum_{n=1}^{+\infty} \dots(n)$ .

**Кванторы.** Употребление понятий предиката и кванторов позволяет создать такой язык в математике, который, например, сокращает запись определения пределов уже в разделе «Предел и непрерывность функции». Квантор общности ( $\forall x$ ), как оператор «для любого  $x \dots$ », в применении к предикату  $P(x)$  с предметной переменной « $x$ » создаёт высказывание-обобщение  $(\forall x) P(x)$ , которое будет либо истинным, либо ложным. Например, высказывание-обобщение  $(\forall x)(x > 1)$  является ложным. Квантор существования ( $\exists x$ ), как оператор «существует такое  $x$ , что  $\dots$ » в применении к предикату  $P(x)$  с предметной переменной « $x$ » [1, с. 40] создаёт высказывание-подтверждение  $(\exists x) P(x)$ , которое будет либо истинным, либо ложным. Например, высказывание-подтверждение  $(\exists x)(x > 1)$  является истинным. Кванторы связывают указанную в них предметную переменную « $x$ ». Кванторы впервые были формализованы в 1879 г. Готтлобом Фреге в специальной графике записи, а затем их запись была значительно упрощена с помощью повёрнутого знака « $\exists$ » буквы « $E$ » от слова Exist – существовать, а также знака « $\forall$ » перевернутой буквы « $A$ » от слова All – все. Но иногда и позже применяли менее удобные обозначения в виде латинских букв « $A$ » и « $E$ » с написанными под ними связанными переменными [1, с. 40]. Существуют также численные кванторы, которых стараются избегать в употреблении [1, с. 100-102].

**Операторы-классификаторы.** В работе [1, с. 109-113] вводится оператор образования класса (множества) предметов  $x$ , обладающих свойством  $P(x)$ , т.е. из области определения свойства выделяется область истинности этого свойства. При этом графика обозначения данного оператора в [1, с. 110] неудобна для воспроизведения, а сам знак похож на « $C$ » со знаком связанной переменной под ним, он не характерен и мало доступен. Поэтому предложим знак оператора в простом виде  $(\tau x)$ , где первая буква взята от греческого слова  $\tau\acute{\alpha}\xi\eta$  – класс. Итак, имеем оператор «все те  $x$ , для которых выполняется свойство  $P(x)$ » в записи  $(\tau x)P(x)$ , где переменная « $x$ » связана. Например,  $(\tau x)(x \geq 2) = [2; +\infty)$ . В литературе чаще используется альтернативная форма записи оператора  $\{x|P(x)\}$ , именно в фигурных скобках, которые предназначены для обозначения множеств [9, с.208-215]. В книге [1, с.112]

высказывается, что “...по мнению многочисленных логиков, отпадает необходимость всякого различия между двумя понятиями – класса и свойства. Другими словами, становится излишней какая-либо особая «теория свойств», так как совершенно достаточно теории классов”. Я считаю такое мнение «многочисленных логиков» ошибочным – нужны и свойства, и классы.

Для бинарного отношения  $P(x, y)$  тоже вводятся «все те  $(x, y)$ , для которых выполняется отношение  $P(x, y)$ », что можно обозначить двумя способами:  $(\tau(x, y))P(x, y)$  или  $\{(x, y) | P(x, y)\}$ . К сожалению, в многочисленной литературе отношения определяют именно как множества пар, подобно тому, как свойства подменяются классами. Тенденция определять через множества свойства, отношения, функции сложилась в тренде идеологии Н. Бурбаки построить математику на основе понятия множества, элемента и отношения принадлежности элемента множеству. Например, эта идея декларирована в диссертации [9, с. 108].

**Лямбда-оператор функциональной абстракции.** Этот оператор  $(\lambda x)$  предложен Р. Карнапом и развит А. Чёрчем [2-4], он позволяет отделить от числового выражения с переменной функциональное выражение, связывает указанную переменную « $x$ ». Например,  $(\lambda x)f(x) = f$ ,  $(\lambda x) \sin x = \sin$ . При этом предусмотрен обратный переход к числовому выражению функции дописыванием справа выражения для аргумента « $(x)$ »:  $(\lambda x)(f(x))(x) = f(x)$ ,  $(\lambda x)(\sin x)(x) = \sin x$ ,  $(\lambda x)(\sin x)(\pi) = \sin \pi = 0$ . В нашей работе [5] усовершенствовано практическое употребление -оператора введением обозначения функции с постоянным значением  $const\langle C \rangle(x) = C$ . Например,  $(\lambda x)(3x + 4) = const\langle 3 \rangle \cdot (...) + const\langle 4 \rangle$ . Приписывая имя аргумента, получим  $(const\langle 3 \rangle \cdot (...) + const\langle 4 \rangle)(x) = const\langle 3 \rangle(x) \cdot (x) + const\langle 4 \rangle(x) = 3x + 4$ . В работе [5] рассмотрены примеры употребления -оператора и проверено выполнение равенства для функции двух переменных:

$$(\lambda(x, y))(f(x, y)) = (\lambda y)(\lambda x)(f(x, y)) = (\lambda x)(\lambda y)f(x, y).$$

Попутно получено, что одна и та же функция может быть задана различными чисто функциональными выражениями.

Считаю, что лямбда-оператор заслуживает введения в курсы вузовской математики. В работе [5] высказано предположение о происхождении обозначения -оператора: скорее всего, была взята первая буква греческого слова « $\lambda\epsilon\iota\tau\omicron\upsilon\rho\upsilon\acute{\iota}\alpha$ » – «функция».

**Сигма-оператор образования совокупности предметов или функций.** В нашей работе [5] введён сигма-оператор вида  $(\sigma x)$  для образования совокупности (членов) связыванием по переменной « $x$ », а в работах [6, 7, 10] применение этого оператора развивается как выразительное средство языка математики. При этом для оператора использована первая буква греческого слова « $\sigma\acute{\upsilon}\nu\omicron\lambda\omicron$ », означающего «совокупность». Также предусмотрено извлечение некоторых или всех членов совокупности. Приведём примеры. Совокупность всех неравенств  $x > 1$  запишем как  $(\sigma x)(x > 1)$ . Извлечём одно неравенство:  $(\sigma x)(x > 1)(3) = 3 > 1$  или  $(\sigma x)(x > 1)(0) = 0 > 1$ . Истинность

извлечённых неравенств – это уже другой вопрос. Извлекаем всё семейство неравенств, характеризуемое свободной переменной « $x$ »:  $(\sigma x)(x > 1)(x) = x > 1$ . Для соединения членов в совокупность уместным является союз «или». В школьной математике понятие совокупности уравнений вводилось с помощью квадратных скобок, которые мы применим также для конечной совокупности членов:

$$x^2 - 1 = 0 \Leftrightarrow (x - 1)(x + 1) = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} x - 1 = 0, \\ x + 1 = 0, \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = 1, \\ x = -1, \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow x = (-1)^{k+1}, k = 1, 2 \Leftrightarrow x = (\sigma k)_{k=1}^2 ((-1)^{k+1}) \Leftrightarrow x = [1; -1].$$

В новых обозначениях полученную совокупность решений заменим также множеством решений:  $(\tau x)((x = 1) \vee (x = -1)) = \{1; -1\}$ , но  $\{1; -1\} \neq [1; -1]$ .

Для конечных совокупностей удобно члены совокупности записывать в квадратных скобках, использовать знак « $\cup$ » отношения – «быть членом совокупности», а также знак « $\notin$ » отношения – «не быть членом совокупности». Эти знаки были введены в нашей работе [10]. Рассмотрим некоторые примеры для числовых совокупностей:  $[3, 5, 7] = [7, 3, 3, 5, 7]$ ;  $5 \cup [3, 5, 7]$ ;  $2 \notin [3, 5, 7]$ ;  $[3] = 3$ ;  $[3, 5, 7](5) = 5$ . Здесь есть неполная аналогия с множествами и их элементами:  $\{3, 5, 7\} = \{7, 3, 3, 5, 7\}$ ;  $5 \in \{3, 5, 7\}$ ;  $2 \notin \{3, 5, 7\}$ . Но  $\{3\} \neq 3$ , а специальная операция извлечения элемента из множества не предусмотрена. Также следует отметить, что  $[3, 5, 7] \neq \{3, 5, 7\}$ . Это разные предметы.

В работе [10] была осуществлена процедура перевода элементов множества в члены совокупности для потребностей геометрии. Пусть множество точек фигуры  $F$  обозначено как  $\Pi(F)$ . Тогда вводим совокупность точек фигуры  $F$  и обозначаем её как  $\underline{\Pi}(F)$ . Получаем  $\underline{\Pi}(F) = (\sigma A)(A | A \in \Pi(F))$ . При этом  $\Pi(F) \neq \underline{\Pi}(F)$ . Переведём также совокупность точек в множество точек:  $\Pi(F) = (\tau A)(A | A \cup \underline{\Pi}(F))$ . При этом фигура не является ни множеством её точек, ни совокупностью её точек:  $F \neq \Pi(F)$  и  $F \neq \underline{\Pi}(F)$ . Единственное исключение – совокупность из одной точки  $A$  есть эта точка, т.е. фигура:  $[A] = A$ , но  $\{A\} \neq A$ .

Понятие совокупности в нашей работе [5] было введено из потребности адекватно описать понятие «совокупность всех первообразных для данной функции», но исторически частное понятия совокупности было введено Г. Фреге в статье «Функция и понятие» в 1891 г. как «пробег значений функции» и обозначено как « $\acute{e}f(\varepsilon)$ » [11, с. 215-229]. Понятие «пробега значений функции» не нашло развития у других авторов, т.к. было тесно связано с понятием «универсума предметов», которое затем явилось источником парадоксов в построениях Г. Фреге. Итак, «пробег значений функции» – у нас совокупность значений функции  $(\sigma x)(f(x))$ , из которой мы также можем извлекать значения функции, например,  $(\sigma x)(f(x))(a) = f(a)$ ,  $(\sigma x)(f(x))(3) = f(3)$ .

Для Г. Фреге «пробег значений функции» был одним из его основных понятий и означал предмет – объём понятия, при этом оставаясь неконкретным для читателей даже в конкретных примерах. Например, остаётся только предполагать и интерпретировать, что кроется за предметом  $\acute{\epsilon}(\epsilon^2 - 4\epsilon)$ . Числа  $(1^2 - 4 \cdot 1)$ ,  $(3^2 - 4 \cdot 3)$  и т.д.? Или пары чисел  $(1, (1^2 - 4 \cdot 1))$ ,  $(3, (3^2 - 4 \cdot 3))$  и т.д.? Также «в тумане» находится предмет  $\acute{\epsilon}(\epsilon^2 = 1)$ . Это два числа 1 и  $-1$ ? Или пары вида (1; истина), (0; ложь);  $(-1; истина)$ ;  $(-0,3; ложь)$  и остальные пары со вторым значением «ложь»? Что означает совокупность  $(\sigma\epsilon)(\epsilon^2 = 1)$  у нас? Это предмет из равенств  $1^2 = 1, 3^2 = 1, 0^2 = 1, (-1)^2 = 1, \sqrt{2}^2 = 1$  и т.д. Ничего другого. То, что два равенства истинны, остальные ложны – это другой вопрос, не про совокупность.

Отметим, что создатель лямбда-оператора Р. Карнап три семестра слушал и записывал лекции Г. Фреге в зимний семестр 1910/11 года и в летние семестры 1913 и 1914 года, о чём говорится во введении книги [11, с.41]. Затем в 50-60-е годы XX века усилиями Р. Карнапа и особенно А. Чёрча возродился интерес к логико-математическим воззрениям Г. Фреге [11, с.60]

В нашей статье [5] правильное определение неопределённого интеграла было достигнуто с помощью употребления  $\lambda$ -оператора и  $\sigma$ -оператора:

$$\int f(x) dx = (\sigma C)((\lambda x)(F(x) + C)) = (\sigma C)(F + \text{const}\langle C \rangle), \text{ где } F' = f.$$

Если вернуться к употреблению более привычных числовых выражений, то следует освободить переменные « $x$ » и « $C$ », например, в форме:

$$\int f(x) dx(x)(C) = F(x) + C.$$

Не исключено, что более совершенным было бы это обозначение в форме

$$\int^{(x)} f(\xi) d\xi (C) = F(x) + C \text{ или } \int^{(x)} f(x) dx (C) = F(x) + C,$$

где переменная « $x$ » свободна над знаком интеграла, как предложено в нашей работе [6], и также здесь переменная « $x$ » введена в подынтегральное выражение в связанном виде вместо связанной переменной « $\xi$ » (справа) для приведения практики интегрирования к более привычной форме (с допущением омонимии).

Отметим, что употребление знака « $(C)$ » для освобождения переменной более предпочтительно предложенного для этого знака « $[C]$ » в нашей работе [7].

Заметим, что в некоторых пособиях, например, [12, с.195-196], и не только, неопределённый интеграл определяют как множество всех первообразных:  $\int f(x) dx = \{F(x) + C, C \in R\}$ . Последовательное применение этой идеи ведёт к противоречию с общепринятым свойством  $(\int f(x) dx)' = f(x)$ . В самом деле,  $(\int f(x) dx)' = \{F(x) + C, C \in R\}' = \{F'(x) + C', C \in R\} = \{f(x)\} \neq f(x)$ . Но фактически сторонники данной идеи не проводят её последовательно в жизнь.

**Йота-оператор выделения предметов из их свойства или отношения.**

В книгах [13, с. 199-205; 14, с. 93-96] вводится оператор  $(\iota w)P(x_1, x_2, \dots, x_n, w)$  – «те самые  $w$ , для которых выполнено  $P(x_1, x_2, \dots, x_n, w)$ ». Знак этого

оператора «ι», по-видимому, происходит от первой буквы греческого слова το ίδιο – тот самый. Впервые такой оператор ввёл Г. Фреге [11, с. 463], обозначая его для переменной «ξ» знакосочетанием «\ξ». Этот оператор предназначен для выделения или введения в теорию нового предмета или для введения в теорию новой функции. При этом предварительно следует обосновать существование и единственность таких предметов в виде отдельной теоремы. О подобных определениях обратных действий говорится также в книге [1, с. 238-241]. А в диссертации [9, с. 294-321] воспроизведена теория определений в математике, опирающаяся, в том числе, на работы [1, 13, 14] и другие, в авторском оформлении с многочисленными приложениями к школьной и вузовской математике. В нашей статье [15] внесены небольшие поправки в схему, состоящие в том, что определяется предмет, функция, отношение, а не их символы или знаки. И было употреблено понятие конверсивного отношения, в предложении которого имя выделяемого предмета переводится из дополнения в подлежащее для дальнейшей проверки свойства функциональности этого отношения, а затем введения определением одной или нескольких функций. Теперь с помощью ранее введённого сигма-оператора может быть введена не только одна функция, но их совокупность.

Как показала математическая практика, употребление -оператора не находило заметного употребления в учебной литературе. Но -оператор может, например, указывать на переменную, имена предметов которой приобретут роль подлежащего в предложении конверсивного отношения. Впрочем, покажем применения йота-оператора, которые можно продолжать и продолжать:

$(ix)(x^2 - 1 = 0) = (\sigma k)_{k=1}^2((-1)^{k+1}) = [1; -1]; (iy)(3 + y = 5) = 2;$   
 $(iw)(w^n = r(\cos \varphi + i \sin \varphi)) = (\sigma k)_{k=0}^{n-1} \left( (\sqrt[n]{r})_+ \cdot \left( \cos \frac{\varphi + 2\pi k}{n} + i \cdot \sin \frac{\varphi + 2\pi k}{n} \right) \right),$   
 где  $n$  – натуральное число,  $n \geq 2$ ,  $(\sqrt[n]{r})_+$  – арифметический корень  $n$ -й степени из модуля комплексного числа. Связанная слева переменная отсутствует справа.

**Итоги и выводы.** На обзоре применения операторов в преподаваемой математике видим, что операторы обогащают язык математики и являются выразительным средством изложения сути математических понятий, а в алгоритмике – средством решения поставленных задач и компактной формой выражения результатов решения. При этом пока недостаточно применён в учебной литературе уже давно известный лямбда-оператор. А база применения в преподаваемой математике нового сигма-оператора образования совокупности предметов, функций, отношений и свойств уже подготовлена в наших работах [5-7, 10]. И даже йота-оператор нашёл у нас практическое применение, компактно указывая не только на индивидуальный предмет, но и на совокупный предмет, в том числе, полученный как значение совокупной функции.

### *Библиографический список*

1. Тарский, Альфред. Введение в логику и методологию дедуктивных наук / Альфред Тарский; пер. с англ. О.Н. Дынник; под ред. проф. С.А. Яновской; примеч. Г.М. Адельсона-Вельского. – М.: Государственное издательство иностранной литературы, 1948. – 326 с.

2. Church, A. Review: Notes for symbolic logic by Rudolf Carnap / Alonzo Church // The Journal of Symbolic Logic. – Vol.4. – No.1 (Mar., 1939). – P. 29-30.

3. Carnap, R. Introduction to symbolic logic and its applications / R. Carnap; transl. from German by W.H. Meyer and J. Wilkinson. – New York: Dover Publications, Inc., 1958. – 241 p.

4. Чёрч, А. Введение в математическую логику. Т.1 / А. Чёрч; пер. с англ. В.С. Чернявского; под ред. В.А. Успенского. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1960. – 485 с.

5. Владимиров, А.Ф. Выражение, функция, семейство функций, неопределённый интеграл, общее решение дифференциального уравнения / А.Ф. Владимиров // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2021: сб. тр. IV междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.10. / под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2021; Рязань. – С. 136-142.

6. Владимиров, А.Ф. Понятие совокупности в математике, его приложение к определению неопределённого интеграла и другие приложения / А.Ф. Владимиров // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение: сб. науч. стат. и докл. / Воронежский государственный университет инженерных технологий. – Воронеж, 2023. – С. 524-530.

7. Владимиров, А.Ф. Обновлённая методика преподавания темы «Неопределённый интеграл» / А.Ф. Владимиров // Инновационные научно-технологические решения для АПК: Материалы 74-й Международной научно-практической конференции 20 апреля 2023 года. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2023. – Часть II. – С. 456-461.

8. Владимиров, А.Ф. Об определениях несобственного интеграла и ряда / А.Ф. Владимиров // Математика: фундаментальные и прикладные исследования и вопросы образования [Электронный ресурс]: материалы Международной научно-практической конференции 26-28 апреля 2016 года / под общ. ред. канд. физ.-мат. наук, доц. Е.Ю. Лискиной; Ряз. гос. ун-т имени С.А. Есенина. – Рязань, 2016. – 596 с. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 12,9 МВ). – Рязань, 2016. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – С. 369-375.

9. Назиев, А.Х. Гуманитаризация основ специальной подготовки учителей математики в педагогических вузах: специальность 13.00.02 «Теория и методика обучения математике»: диссертация на соискание учёной степени доктора педагогических наук / Назиев Асланбек Хамидович. – М.: МПГУ, 2000. – 389 с. – Режим доступа: <http://people.rsu.edu.ru/~anaziev/DissB/DissB.pdf>.

10. Владимиров, А.Ф. Применение отношений «быть частью» и «быть целым для» к фигурам в геометрии. Начальные аксиомы / А.Ф. Владимиров //

Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2023: сб. тр. VI междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.10. / под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2023; Рязань. – С. 74-81.

11. Фреге, Г. Логика и логическая семантика: сборник трудов // Готтлоб Фреге; пер. с нем. Б.В. Бирюкова под ред. З.А. Кузичевой: учебное пособие для студентов вузов. – М.: Аспект Пресс, 2000. – 512 с.

12. Дымарский, Я.М. Лекции по математическому анализу: учебное пособие. В трёх частях. Ч.1. Функции одной переменной / Я.М. Дымарский. – М.: МФТИ, 2020. – 231 с.

13. Клини, С.К. Математическая логика / С.К. Клини; пер. с англ. Ю.А. Гастева; под ред. Г.Е. Минца. – М.: Издательство «Мир», 1973. – 480 с.

14. Мендельсон, Э. Введение в математическую логику / Э. Мендельсон; пер. с англ. Ф.А. Кабакова; под ред. С.И. Адяна. – М.: Наука, 1971. – 320 с.

15. Владимиров, А.Ф. Определение как необходимая ступень в построении инструментария для решения математических проблем / А.Ф. Владимиров // Методы обучения и организация учебного процесса в вузе: IV Всероссийская научно-методическая конференция. – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2015. – 426 с. – С. 225-227.

16. Планирование эксперимента в инженерно-технической сфере АПК с использованием компьютерной программы "Mathematica" / А. А. Хрипин [и др.] // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 475-480.

**УДК 511.11:378.147**

*Владимиров А.Ф., канд. ф.-м. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ РАЗДЕЛА «КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА» ДЛЯ СТУДЕНТОВ ФГБОУ ВО РГАТУ**

Представленная работа продолжает серию работ о методике преподавания разделов математики студентам ФГБОУ ВО РГАТУ [1-4]. Здесь рассматриваем методику преподавания раздела «Комплексные числа».

**Комплексные числа как упорядоченные пары действительных чисел. Алгебраическая форма комплексных чисел.** В школьной математике постепенно обобщалось понятие чисел по цепочке: натуральные числа  $\mathbb{N}$ , целые числа  $\mathbb{Z}$ , рациональные числа  $\mathbb{Q}$ , действительные числа  $\mathbb{R}$ . Возможно ли дальнейшее обобщение для чисел? В цепочке включений числовых множеств имеем знак вопроса:  $\mathbb{N} \subset \mathbb{Z} \subset \mathbb{Q} \subset \mathbb{R} \subset \{?\}$ .

Действительные числа изображаются точками на числовой оси, при этом между точками прямой линии и действительными числами установлено

взаимно-однозначное соответствие (рисунок 1а). Поэтому новым обобщённым числам места на числовой прямой уже не хватает. И от геометрии возникает подсказка – искать обобщение в виде чисел, которые изображаются точками на плоскости, а алгебраически – рассматривать всевозможные упорядоченные пары  $(x, y)$  действительных чисел  $x$  и  $y$  и обозначать каждую пару своей одной буквой в форме  $z = (x, y)$  (рисунок 1б).

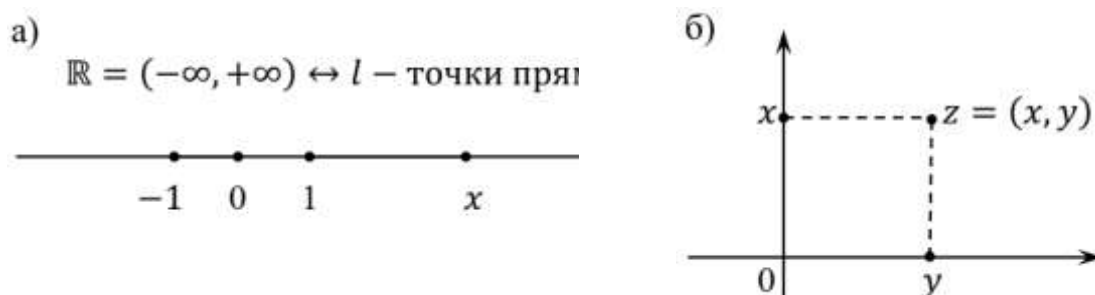


Рисунок 1 – а) Взаимно-однозначное соответствие множества  $\mathbb{R}$  действительных чисел и множества точек прямой линии  $l$ . б) Геометрическая идея – искать обобщение чисел как точек плоскости в форме  $z = (x, y)$ .

**Определение.** Упорядоченные пары  $z_1 = (x_1, y_1)$  и  $z_2 = (x_2, y_2)$  называют *равными* и пишут  $z_1 = z_2$ , если  $x_1 = x_2$  и  $y_1 = y_2$ .

Например,  $(-3, 1) = (-3, 1)$ , но  $(-3, 1) \neq (1, -3)$ .

Упорядоченные пары в математике применялись в разных смыслах как: 1) координаты точки на плоскости, 2) координаты вектора на плоскости, 3) матрицы размеров  $1 \times 2$ . Отличие упорядоченных пар как новых чисел – комплексных чисел – дано в следующем определении.

**Определение.** Всевозможные упорядоченные пары  $z = (x, y)$  действительных чисел  $x$  и  $y$  называются *комплексными числами*, если для любых двух таких пар  $z_1 = (x_1, y_1)$  и  $z_2 = (x_2, y_2)$  определены сумма и произведение по следующим правилам:

$$1) z_1 + z_2 = (x_1, y_1) + (x_2, y_2) = (x_1 + x_2, y_1 + y_2);$$

$$2) z_1 \cdot z_2 = (x_1, y_1) \cdot (x_2, y_2) = (x_1 \cdot x_2 - y_1 \cdot y_2, x_1 \cdot y_2 + y_1 \cdot x_2).$$

Множество всех комплексных чисел обозначают буквой  $\mathbb{C}$  от латинского слова *complex*. Если  $z = (x, y)$ , то первую часть  $x$  числа  $z$  называют *действительной* частью и обозначают  $x = \operatorname{Re} z$  (от английского слова *real*), а вторую часть  $y$  числа  $z$  называют *мнимой* частью и обозначают  $x = \operatorname{Im} z$  (от латинского слова *imaginarium*).

**Теорема.** Сумма и произведение комплексных чисел обладают такими же свойствами как сумма и произведение действительных чисел:

$$1) z_1 + z_2 = z_2 + z_1, 2) z_1 \cdot z_2 = z_2 \cdot z_1, 3) z_1 + (z_2 + z_3) = (z_1 + z_2) + z_3,$$

$$4) z_1 \cdot (z_2 \cdot z_3) = (z_1 \cdot z_2) \cdot z_3, 5) (z_1 + z_2) \cdot z_3 = z_1 \cdot z_3 + z_2 \cdot z_3.$$

**Доказательство** свойства (2). Из определения комплексных чисел имеем:

$$z_1 \cdot z_2 = (x_1, y_1) \cdot (x_2, y_2) = (x_1 \cdot x_2 - y_1 \cdot y_2, x_1 \cdot y_2 + y_1 \cdot x_2),$$

$$z_2 \cdot z_1 = (x_2, y_2) \cdot (x_1, y_1) = (x_2 \cdot x_1 - y_2 \cdot y_1, x_2 \cdot y_1 + y_2 \cdot x_1).$$



Применяя переместительное свойств сначала для всех действительных множителей действительной и мнимой части, затем переместительное свойство для слагаемых мнимой части, получаем:

$$z_1 \cdot z_2 = (x_1 \cdot x_2 - y_1 \cdot y_2, x_1 \cdot y_2 + y_1 \cdot x_2) = (x_2 \cdot x_1 - y_2 \cdot y_1, y_2 \cdot x_1 + x_2 \cdot y_1) = (x_2 \cdot x_1 - y_2 \cdot y_1, x_2 \cdot y_1 + y_2 \cdot x_1) = z_2 \cdot z_1, \text{ что и требовалось доказать.}$$

Доказательство остальных свойств в качестве упражнения предоставляем читателю.

**Следствие.** Для комплексных чисел выполняются формулы сокращённого умножения, т.к. для их вывода достаточно было выполнения свойств 1) – 5).

Комплексные числа вида  $(x, 0)$  ведут себя при сложении и умножении как обычные действительные числа – их мнимые части остаются равными 0:

$$(x_1, 0) + (x_2, 0) = (x_1 + x_2, 0), (x_1, 0) \cdot (x_2, 0) = (x_1 \cdot x_2, 0).$$

Поэтому далее примем по определению, что  $(x, 0) \stackrel{\text{def}}{=} x$ . В частности,  $(0,0) = 0, (1,0) = 1$ .

Рассмотрим произведение действительного числа  $\lambda = (\lambda, 0)$  на комплексное число  $z = (x, y)$ :

$$\lambda \cdot z = (\lambda, 0) \cdot (x, y) = (\lambda \cdot x - 0 \cdot y, \lambda \cdot y + 0 \cdot x) = (\lambda \cdot x, \lambda \cdot y),$$

или кратко:  $\lambda \cdot (x, y) = (\lambda \cdot x, \lambda \cdot y)$ .

Получается интересный вывод: комплексные числа относительно операции сложения и относительно операции умножения на действительное число ведут себя как радиус-векторы точек на комплексной плоскости в координатной форме, а геометрически изображаются этими радиус-векторами. При этом сложение комплексных чисел осуществляется по правилу параллелограмма (рисунок 2).

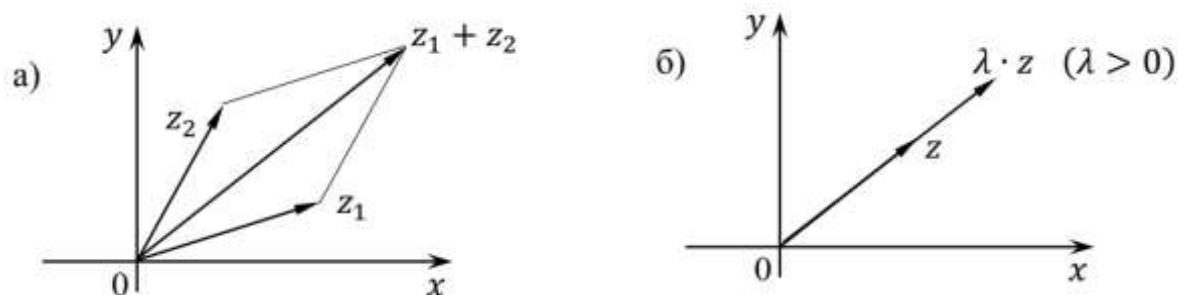


Рисунок 2 – Изображение комплексных чисел радиус-векторами точек комплексной плоскости. а) Сложение комплексных чисел  $z_1$  и  $z_2$  по правилу параллелограмма. б) Умножение комплексного числа  $z$  на действительное число  $\lambda$ .

Комплексное число  $(0,1)$  назовём *мнимой единицей* и обозначим его как  $i$ , т.е.  $i = (0,1)$ . Найдём квадрат этого числа:  $i^2 = (0,1) \cdot (0,1) = (-1, 0) = -1$ . Итак, получено, что  $i^2 = -1$ . Это удивительный результат!

Теперь имеем возможность представить любое комплексное число в новой форме:  $z = (x, y) = (x, 0) + (0, y) = x \cdot (1,0) + y \cdot (0,1) = x \cdot 1 + y \cdot i = x + iy$ , где знак умножения подразумевается и не пишется. Запись

комплексного числа в виде  $z = x + iy$  называется *алгебраической формой записи* комплексного числа. Выполнять сложение и умножение комплексных чисел в алгебраической форме удобно как над двучленами по обычным правилам 1) – 5), известным для действительных чисел. Только  $i^2$  нужно заменять на  $(-1)$ .

**Пример.**  $(2 - i)^2 = 2^2 - 2 \cdot 2 \cdot i + i^2 = 4 - 4i - 1 = 3 - 4i$ .

**Определение** (тернарного отношения). Число  $z$  называется *разностью* чисел  $z_1$  и  $z_2$ , если  $z_1 = z + z_2$ .

Покажем, что уравнение  $z_1 = z + z_2$  разрешимо относительно  $z$ . Пусть  $z_1 = x_1 + iy_1, z_2 = x_2 + iy_2, z = x + iy$ . Тогда уравнение  $z_1 = z + z_2$  примет вид:

$$\begin{aligned} x_1 + iy_1 &= (x + iy) + (x_2 + iy_2) \Leftrightarrow x_1 + iy_1 = (x + x_2) + i(y + y_2) \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \begin{cases} x_1 = x + x_2 \\ y_1 = y + y_2 \end{cases} &\Leftrightarrow \begin{cases} x = x_1 - x_2 \\ y = y_1 - y_2 \end{cases} \end{aligned}$$

Таким образом, отношение «быть разностью» разрешается однозначно и является функциональным, обозначается как  $z = z_1 - z_2$ , а результат находится по формуле  $z = z_1 - z_2 = (x_1 + iy_1) - (x_2 + iy_2) = (x_1 - x_2) + i(y_1 - y_2)$ .

Пусть  $z = x + iy$  – комплексное число. Тогда число  $\bar{z} = x - iy$  называется *комплексно сопряжённым* относительно числа  $z$ . Найдём произведение  $z \cdot \bar{z} = (x + iy)(x - iy) = x^2 - i^2y^2 = x^2 + y^2$ , оно оказалось неотрицательным действительным числом. Арифметический корень из этого числа называют *модулем комплексного числа  $z$*  и обозначают так же как модуль действительного числа:  $|z| = \sqrt{z \cdot \bar{z}} = \sqrt{x^2 + y^2}$ . При этом для действительного числа  $x$  выполняется равенство  $\sqrt{x^2} = |x|$ , поэтому понятие модуля комплексного числа обобщает понятие модуля действительного числа. Геометрический смысл модуля комплексного числа – это длина радиус-вектора, изображающего это число.

**Определение** (тернарного отношения). Число  $z$  называется *частным* чисел  $z_1$  и  $z_2$ , если  $z_1 = z \cdot z_2$ .

Покажем, что уравнение  $z_1 = z \cdot z_2$  разрешимо относительно  $z$ , если при этом  $z_2 \neq 0$ . Умножим левую и правую часть уравнения на  $\bar{z}_2$  справа:

$$z_1 \cdot \bar{z}_2 = (z \cdot z_2) \cdot \bar{z}_2.$$

Воспользуемся сочетательным свойством в правой части уравнения:

$$z_1 \cdot \bar{z}_2 = z \cdot (z_2 \cdot \bar{z}_2).$$

Множитель  $(z_2 \cdot \bar{z}_2)$  является действительным и положительным, обратное ему число тоже положительно. Отсюда находим искомое:

$$z = \frac{z_1 \cdot \bar{z}_2}{z_2 \cdot \bar{z}_2}.$$

Отношение «быть частным чисел  $z_1$  и  $z_2$ » оказалось функциональным относительно  $z$ . Знаком функции «частное от деления числа  $z_1$  на число  $z_2$ » является горизонтальная черта и её модификации, либо двоеточие. Итак, соответствующая операция «деление  $z_1$  на  $z_2$ » (на языке алгоритмики) выполняема и осуществляется по формуле:

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{z_1 \cdot \overline{z_2}}{z_2 \cdot \overline{z_2}}$$

**Пример.** Вычислить  $\frac{1-i}{2-3i}$ .

**Решение.**  $\frac{1-i}{2-3i} = \frac{(1-i)(2+3i)}{(2-3i)(2+3i)} = \frac{2+3i-2i-3i^2}{4-9i^2} = \frac{2+i+3}{4+9} = \frac{5+i}{13} = \frac{5}{13} + \frac{1}{13}i$ .

Говоря на языке алгоритмики, заключаем, что для комплексных чисел определены бинарные операции сложения и умножения и обратные им операции вычитания и деления (если делитель не равен 0) – основные арифметические операции. Также можно ввести сингулярную операцию возведения в натуральную степень  $n$ . Далее будет решён вопрос с извлечением корня  $n$ -й степени из комплексного числа.

В математике алгебраическая структура, в которой над предметами введены операции сложения и умножения со свойствами 1) – 5), при наличии обратимости сложения, называется *кольцом*. Комплексные числа образуют кольцо.

Кольцо с наличием противоположных элементов и с операцией деления, кроме деления на 0, называется *полем*. Комплексные числа образует поле. Также поле образуют рациональные числа, действительные числа. А вот целые числа образуют кольцо, но не образуют поле.

**Действия над комплексными числами в тригонометрической форме.**

**Формула Муавра.** Положение комплексного числа  $z = x + iy$  на комплексной плоскости можно характеризовать не только декартовыми координатами  $(x, y)$ , но и полярными координатами  $(\varphi, r)$  (рисунок 3). При этом  $r = |z| = \sqrt{x^2 + y^2}$  – это модуль комплексного числа,  $\varphi = \text{Arg } z$  – *аргумент* комплексного числа. Аргумент комплексного числа определяется не однозначно, поэтому выделяют  $\text{arg } z$  – *главное значение аргумента* из угловых промежутков  $[0, 2\pi)$  или  $(-\pi, \pi]$  и добавляют к нему целое число оборотов:  $\text{Arg } z = \text{arg } z + 2\pi n, n \in \mathbb{Z}$ .

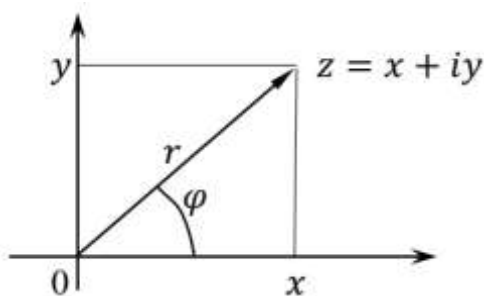


Рисунок 3 – Полярные координаты  $(\varphi, r)$  комплексного числа  $z$  на комплексной плоскости.

Декартовы координаты выражаются через полярные формулами:

$$\begin{cases} x = r \cos \varphi, \\ y = r \sin \varphi. \end{cases} \quad (1)$$

Переход к полярным координатам от декартовых осуществляется по формулам:

$$\begin{cases} r = \sqrt{x^2 + y^2}, \\ \text{tg } \varphi = \frac{y}{x}. \end{cases} \quad (2)$$

В алгебраической форме записи комплексного числа воспользуемся формулами (1):  $z = x + iy = r \cos \varphi + ir \sin \varphi = r(\cos \varphi + i \sin \varphi)$ . В результате получаем *тригонометрическую форму записи* комплексного числа:

$$z = r(\cos \varphi + i \sin \varphi). \quad (3)$$

Тригонометрическая форма комплексных чисел особо удобна для выполнения операций умножения, деления и возведения в натуральную степень  $n$ . Пусть  $z_1 = r_1(\cos \varphi_1 + i \sin \varphi_1)$ ,  $z_2 = r_2(\cos \varphi_2 + i \sin \varphi_2)$ . Тогда:

$$1) z_1 \cdot z_2 = r_1 \cdot r_2 \cdot (\cos(\varphi_1 + \varphi_2) + i \sin(\varphi_1 + \varphi_2));$$

$$2) \frac{z_1}{z_2} = \frac{r_1}{r_2} \cdot (\cos(\varphi_1 - \varphi_2) + i \sin(\varphi_1 - \varphi_2));$$

$$3) z^n = r^n \cdot (\cos n\varphi + i \sin n\varphi).$$

Последняя формула называется *формулой Муавра*.

Выведем первую из формул, опираясь на формулы тригонометрии:

$$\begin{aligned} z_1 \cdot z_2 &= r_1(\cos \varphi_1 + i \sin \varphi_1) \cdot r_2(\cos \varphi_2 + i \sin \varphi_2) = \\ &= r_1 r_2 (\cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 + i \sin \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 + i \cos \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2 + i^2 \sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2) = \\ &= r_1 r_2 (\cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 - \sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2 + i(\sin \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2)) = \\ &= r_1 r_2 (\cos(\varphi_1 + \varphi_2) + i \sin(\varphi_1 + \varphi_2)). \end{aligned}$$

Обоснование формул два и три предоставляем в качестве упражнения читателю. При обосновании формулы Муавра нужно воспользоваться методом математической индукции с применением формулы один.

**Пример.** Вычислить  $(1 + i\sqrt{3})^6$ .

**Решение.** Представим число  $(1 + i\sqrt{3})$  в тригонометрической форме, пользуясь формулами (2):  $r = \sqrt{1^2 + (\sqrt{3})^2} = 2$ ,  $\operatorname{tg} \varphi = \frac{\sqrt{3}}{1} = \sqrt{3}$ ,  $\varphi = \arg z = \frac{\pi}{3}$ .

Получили:  $1 + i\sqrt{3} = 2 \left( \cos \frac{\pi}{3} + i \sin \frac{\pi}{3} \right)$  (рисунок 4).

Применим формулу Муавра:

$$(1 + i\sqrt{3})^6 = 2^6 \left( \cos \left( 6 \cdot \frac{\pi}{3} \right) + i \sin \left( 6 \cdot \frac{\pi}{3} \right) \right) = 64(\cos 2\pi + i \cdot \sin 2\pi) = 64.$$

**Ответ:**  $(1 + i\sqrt{3})^6 = 64$ .

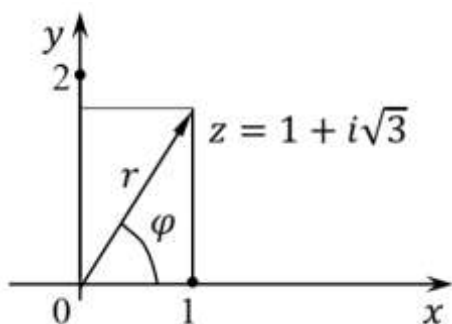


Рисунок 4 – К представлению комплексного числа  $(1 + i\sqrt{3})$  в тригонометрической форме.

**Извлечение корней натуральной степени из комплексного числа.**

Пусть  $n$  – натуральное число,  $n \geq 2$ .

**Определение** (бинарного отношения). Комплексное число  $w$  является *корнем  $n$ -й степени* из комплексного числа  $z$ , если  $w^n = z$ .

Считая число  $z$  известным, а число  $w$  не известным, зададимся проблемой разрешимости уравнения  $w^n = z$  относительно  $w$ . Покажем, что проблема разрешима и что имеется ровно  $n$  различных решений, если  $z \neq 0$ . Если же  $z = 0$ , то имеем один корень  $w = 0$ .

Представим числа в тригонометрической форме:

$z = r(\cos \varphi + i \sin \varphi)$ , при этом  $r$  и  $\varphi$  известны, и для  $\varphi$  берётся главное значение аргумента, т.е.  $\varphi = \arg z$ ;

$w = \rho(\cos \theta + i \sin \theta)$ , при этом  $\rho$  и  $\theta$  не известны,  $\theta = \arg w$ .

Запишем уравнение  $w^n = z$  в тригонометрической форме и воспользуемся сразу формулой Муавра:

$$\rho^n(\cos n\theta + i \sin n\theta) = r(\cos \varphi + i \sin \varphi).$$

Из последнего уравнения получаем систему уравнений, причём третье уравнение системы фактически является совокупностью уравнений:

$$\begin{cases} \rho^n = r, \\ \theta = \arg w, \\ n\theta = \varphi + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}. \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \rho = (\sqrt[n]{r})_+, \\ \theta = \arg w, \\ \theta = \frac{\varphi + 2\pi k}{n}, k \in \mathbb{Z}. \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \rho = (\sqrt[n]{r})_+, \\ \theta = \arg w = \frac{\varphi + 2\pi k}{n}, k = 0, 1, \dots, n-1, \end{cases}$$

где  $(\sqrt[n]{r})_+$  – арифметический корень из положительного числа  $r$ , т.е. ранее определённое в математике выражение. Бинарное отношение оказалось многозначным, ему соответствует  $n$  функциональных зависимостей. Тогда разрешаем уравнение относительно  $w$  в виде совокупности  $n$  функциональных зависимостей:  $w = (\sigma k)_{k=0}^{n-1} \left( (\sqrt[n]{r})_+ \cdot \left( \cos \frac{\varphi + 2\pi k}{n} + i \cdot \sin \frac{\varphi + 2\pi k}{n} \right) \right)$ , где  $(\sigma k)_{k=0}^{n-1}$  – оператор образования совокупности [5].

Для практического использования запишем следующую формулу для извлечённых из совокупности  $n$  различных корней  $n$ -й степени из комплексного числа  $z = r(\cos \varphi + i \sin \varphi)$ :

$$(\sqrt[n]{z})_k = w_k = (\sqrt[n]{r})_+ \cdot \left( \cos \frac{\varphi + 2\pi k}{n} + i \cdot \sin \frac{\varphi + 2\pi k}{n} \right), k = 0, 1, \dots, n-1. \quad (4)$$

**Замечание.** Все корни располагаются в комплексной плоскости на окружности радиуса  $(\sqrt[n]{r})_+$  и соответствуют вершинам правильного  $n$ -угольника (при  $n > 2$ ), при этом нулевой корень имеет главное значение аргумента  $\frac{\varphi}{n}$ , а аргумент каждого следующего корня больше аргумента предыдущего корня на  $\frac{2\pi}{n}$ .

**Пример 1.** Найти  $(\sqrt{-1})_{0,1}$ .

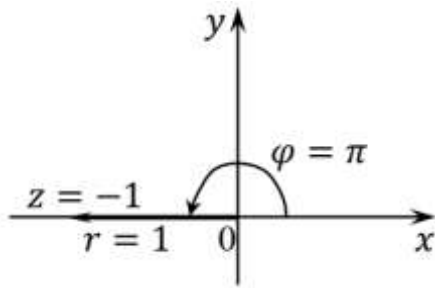


Рисунок 5 – К представлению числа  $z = -1$  в тригонометрической форме.

**Решение.** Представим число  $-1$  в тригонометрической форме (рисунок 5):

$$-1 = 1 \cdot (\cos \pi + i \cdot \sin \pi).$$

Применим формулу (4):

$$(\sqrt{-1})_k = w_k = (\sqrt{1})_+ \cdot \left( \cos \frac{\pi+2\pi k}{2} + i \cdot \sin \frac{\pi+2\pi k}{2} \right), k = 0, 1.$$

Находим все корни по порядку:

$$w_0 = 1 \cdot \left( \cos \frac{\pi}{2} + i \cdot \sin \frac{\pi}{2} \right) = 0 + i \cdot 1 = i.$$

$$w_1 = 1 \cdot \left( \cos \frac{\pi+2\pi}{2} + i \cdot \sin \frac{\pi+2\pi}{2} \right) = \cos \frac{3\pi}{2} + i \cdot \sin \frac{3\pi}{2} = 0 + i \cdot (-1) = -i.$$

**Ответ:**  $(\sqrt{-1})_{0,1} = \pm i.$

**Замечание.** Можно показать, что если  $D < 0$ , то

$$(\sqrt{D})_{0,1} = (\sqrt{-|D|})_{0,1} = \pm i (\sqrt{|D|})_+.$$

Поэтому теперь можно решать квадратные уравнения с действительными коэффициентами и комплексной переменной. Более того, можно решать квадратные уравнения с комплексными коэффициентами и комплексной переменной.

**Пример 2.** Решить уравнение  $z^2 + 6z + 13 = 0$ .

**Решение.** Находим дискриминант:  $D = 6^2 - 4 \cdot 1 \cdot 13 = 36 - 52 = -16$ .

При этом  $(\sqrt{-16})_{0,1} = \pm i(\sqrt{16})_+ = \pm 4i$ . Формула корней квадратного уравнения сохраняет свой вид. Получаем  $z_{0,1} = \frac{-6 \pm 4i}{2} = -3 \pm 2i$ .

**Ответ:**  $z_{0,1} = -3 \pm 2i$ .

**Пример 3.** Найти  $(\sqrt[3]{i})_k$ ,  $k = 0, 1, 2$ .

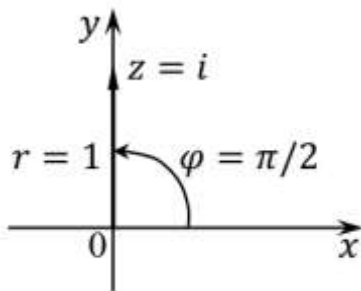


Рисунок 6 – К представлению числа  $z = i$  в тригонометрической форме.

**Решение.** Представим число  $z = i$  в тригонометрической форме (рисунок 6):  $i = 1 \cdot \left( \cos \frac{\pi}{2} + i \cdot \sin \frac{\pi}{2} \right).$

Применим формулу (4):

$$(\sqrt[3]{i})_k = w_k = (\sqrt[3]{1})_+ \cdot \left( \cos \frac{\pi/2+2\pi k}{3} + i \cdot \sin \frac{\pi/2+2\pi k}{3} \right), k = 0, 1, 2.$$

Находим все корни по порядку (рисунок 7):

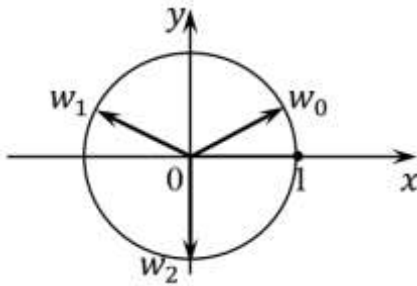


Рисунок 7 – Все корни  $(\sqrt[3]{i})_k$ ,

$$k = 0, 1, 2: w_0 = \frac{\sqrt{3}}{2} + i \cdot \frac{1}{2};$$

$$w_1 = -\frac{\sqrt{3}}{2} + i \cdot \frac{1}{2};$$

$$w_2 = -i.$$

$$w_0 = (\sqrt[3]{1})_+ \cdot \left( \cos \frac{\pi}{6} + i \cdot \sin \frac{\pi}{6} \right) = 1 \cdot \left( \frac{\sqrt{3}}{2} + i \cdot \frac{1}{2} \right) = \frac{\sqrt{3}}{2} + i \cdot \frac{1}{2};$$

$$w_1 = (\sqrt[3]{1})_+ \cdot \left( \cos \frac{\frac{\pi}{2}+2\pi}{3} + i \cdot \sin \frac{\frac{\pi}{2}+2\pi}{3} \right) = \cos \frac{5\pi}{6} + i \cdot \sin \frac{5\pi}{6} = -\frac{\sqrt{3}}{2} + i \cdot \frac{1}{2};$$

$$w_2 = (\sqrt[3]{1})_+ \cdot \left( \cos \frac{\frac{\pi}{2}+4\pi}{3} + i \cdot \sin \frac{\frac{\pi}{2}+4\pi}{3} \right) = \cos \frac{3\pi}{2} + i \cdot \sin \frac{3\pi}{2} = -i.$$

Ответ:  $w_0 = \frac{\sqrt{3}}{2} + i \cdot \frac{1}{2}$ ;  $w_1 = -\frac{\sqrt{3}}{2} + i \cdot \frac{1}{2}$ ;  $w_2 = -i$ .

#### Формула Эйлера. Показательная форма комплексного числа.

Рассмотрим комплексные числа  $\varepsilon(\varphi) = \cos \varphi + i \cdot \sin \varphi$ , расположенные в комплексной плоскости на окружности единичного радиуса с центром в начале координат (рисунок 8), полагая, что  $\varphi = \text{Arg } \varepsilon(\varphi)$ . Эти числа функционально зависят от своего аргумента  $\varphi$  посредством функции  $\varepsilon$ .

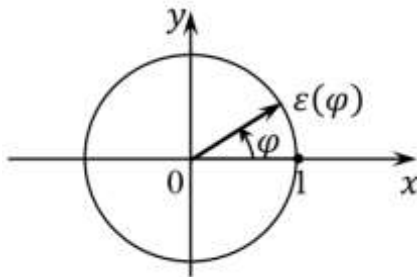


Рисунок 8 – Комплексные числа на окружности единичного радиуса:  $\varepsilon(\varphi) = \cos \varphi + i \cdot \sin \varphi$ .

Для этих чисел выполняются свойства 1) – 3), которые можно рассмотреть как свойства функции  $\varepsilon(\varphi)$ :

$$1) \varepsilon(\varphi_1) \cdot \varepsilon(\varphi_2) = \varepsilon(\varphi_1 + \varphi_2);$$

$$2) \varepsilon(\varphi_1) : \varepsilon(\varphi_2) = \varepsilon(\varphi_1 - \varphi_2);$$

$$3) (\varepsilon(\varphi))^n = \varepsilon(n\varphi), n \in \mathbb{N}.$$

Таковыми свойствами обладает показательная функция, которую всегда можно привести к основанию числа  $e$ . Полагаем, что  $\varepsilon(\varphi) = e^{a\varphi}$ , где  $a$  – некоторое комплексное число. Далее нестрогим эвристическим путём мы получим очень важную формулу – формулу Эйлера, для которой существует также строгое обоснование.

Найдём производную функции  $\varepsilon(\varphi)$ , исходя из двух аналитических представлений значений этой функции и предполагая выполнимость формул дифференцирования, которые были верны для функций действительной переменной:

$$\begin{aligned}\varepsilon'(\varphi) &= (\cos \varphi + i \cdot \sin \varphi)' = -\sin \varphi + i \cdot \cos \varphi = i(\cos \varphi + i \cdot \sin \varphi) = i \varepsilon(\varphi); \\ \varepsilon'(\varphi) &= (e^{a\varphi})' = ae^{a\varphi} = a \varepsilon(\varphi).\end{aligned}$$

Отсюда заключаем, что  $a = i$  и получаем *формулу Эйлера*:

$$e^{i\varphi} = \cos \varphi + i \cdot \sin \varphi. \quad (5)$$

Заменяя в показателе  $\varphi$  на  $(-\varphi)$  и учитывая чётность косинуса и нечётность синуса, получаем следствие из формулы Эйлера:

$$e^{-i\varphi} = \cos \varphi - i \cdot \sin \varphi. \quad (6)$$

Из формул (5) и (6) арифметически выражаем также  $\cos \varphi$  и  $\sin \varphi$ :

$$\cos \varphi = \frac{e^{i\varphi} + e^{-i\varphi}}{2}, \quad \sin \varphi = \frac{e^{i\varphi} - e^{-i\varphi}}{2i}.$$

Это удивительное открытие – в области комплексных чисел показательная функция и тригонометрические функции оказались родственными!

Пусть комплексное число представлено в тригонометрической форме:  $z = r(\cos \varphi + i \sin \varphi)$ . Заменяя выражение в скобках по формуле (5), получаем представление комплексного числа *в показательной форме записи*:

$$z = r \cdot e^{i\varphi}. \quad (7)$$

В показательной форме записи естественными выглядят операции умножения, деления, возведения в натуральную -ю степень, извлечения корней  $n$ -й степени:

$$\begin{aligned}z_1 \cdot z_2 &= (r_1 e^{i\varphi_1}) \cdot (r_2 e^{i\varphi_2}) = r_1 r_2 e^{i(\varphi_1 + \varphi_2)}, \\ z_1 / z_2 &= (r_1 e^{i\varphi_1}) / (r_2 e^{i\varphi_2}) = (r_1 / r_2) e^{i(\varphi_1 - \varphi_2)}, \\ z^n &= r^n \cdot e^{in\varphi},\end{aligned}$$

$$\left(\sqrt[n]{z}\right)_k = \left(\sqrt[n]{r \cdot e^{i\varphi}}\right)_k = w_k = \left(\sqrt[n]{r}\right)_+ \cdot e^{i\frac{\varphi + 2\pi k}{n}}, k = 0, 1, \dots, n-1.$$

Пусть в формуле Эйлера  $\varphi = \pi$ . Тогда

$$e^{i\pi} = \cos \pi + i \cdot \sin \pi = -1 + i \cdot 0 = -1.$$

Отсюда получаем самую красивую, по мнению подписчиков математических сайтов, формулу математики:

$$e^{i\pi} + 1 = 0,$$

в которой вместе присутствуют важнейшие константы математики:  $1, 0, i, e, \pi$ , а также знак равенства, операции сложения, умножения и возведения в степень.

Но открытия продолжаются!

**Определение.** Комплексное число  $w$  называют *натуральным логарифмом* комплексного числа  $z$  и пишут  $w = \ln z$ , если  $e^w = z$ .

Покажем, что уравнение  $e^w = z$  разрешимо относительно  $w$ :

$$z = r \cdot e^{i\varphi} = e^{\ln r} \cdot e^{i\varphi} = e^{\ln r + i\varphi}.$$

Отсюда получаем  $w = \ln r + i\varphi$ , т.е.  $\ln z = \ln r + i\varphi$ , или чуть иначе:

$$\ln z = \ln|z| + i \cdot \arg z. \quad (8)$$

Например,  $\ln(-1) = \ln 1 + i \cdot \pi = i \cdot \pi$ .



В общем случае рассматривают многозначный логарифм:

$$\operatorname{Ln} z = \ln|z| + i \cdot \operatorname{Arg} z.$$

**Историческая справка.** Комплексные числа, первоначально назывались мнимыми числами, записывались в форме  $a + b\sqrt{-1}$  и использовались при решении квадратных и кубических уравнений. В 1545 году их применил Кардано, в 1572 году – Бомбелли, оба итальянские математики. Кардано высказывался, что «эти сложнейшие величины бесполезны, хотя и хитроумны». Затем такими числами занимались Декарт, Лейбниц, Муавр, Котс и многие другие математики. Эйлер предложил знак « $i$ » для мнимой единицы в 1777 году. Термин «комплексные числа» предложил Гаусс в 1831 году. В 1893 году Чарлз Штеймец предложил использовать комплексные числа для описания электрических цепей переменного тока. Без комплексных чисел невозможно описание электромагнитного поля уравнениями Максвелла. Законы квантовой механики невозможно описать без комплексных чисел. И даже механические колебания хорошо описываются с помощью комплексных чисел. Комплексные числа как бы «пробивали себе дорогу» в математике, говоря иначе, открывались математиками постепенно, отношение к ним изменялось от недоверия до доверия высокого уровня как к надёжному инструменту описания и познания действительности.

**Итоги и выводы.** Подводя итог, мы увидели, что над комплексными числами можно производить четыре арифметических действия и действие возведения в натуральную степень, законы которых являются такими же, как законы действий над действительными числами. Извлечение всех корней натуральной степени всегда осуществимо, в отличие от действительных чисел. Можно решать квадратные уравнения с комплексными коэффициентами, в том числе с отрицательными дискриминантами и действительными коэффициентами. В области комплексных чисел обнаружилось генетическое родство показательной функции и тригонометрических функций. Определены логарифмы комплексных чисел, в том числе отрицательных действительных чисел.

Возвращаясь к началу раздела, мы можем написать цепочку обобщений понятия чисел:  $\mathbb{N} \subset \mathbb{Z} \subset \mathbb{Q} \subset \mathbb{R} \subset \mathbb{C}$ . Возникал вопрос дальнейшего обобщения понятия числа. Но математиками было доказано, что дальнейшее обобщение понятия числа невозможно. При этом попутно в математику были внесены понятия *кватернионов* (у этих четырёхмерных чисел  $z = t + iu + jv + kw$  с тремя мнимыми единицами  $i, j, k$  не выполняется переместительный закон умножения), *двойных* чисел  $z = x + \omega y$ , где  $\omega^2 = 0$ , и *дуальных* чисел  $z = x + \varepsilon y$ , где  $\varepsilon^2 = 1$ , (у них есть «неполноценность» операции деления). С этими понятиями можно познакомиться в математической литературе и в Интернете.

Отметим, что комплексные числа будут применяться в нашей дисциплине в разделе «Дифференциальные уравнения», а также в дисциплинах, изучающих электрические цепи с переменным электрическим током, для технических направлений подготовки [6-8].

### *Библиографический список*

1. Владимиров А.Ф. Обновлённая методика преподавания темы «Неопределённый интеграл» / А.Ф. Владимиров // Инновационные научно-технологические решения для АПК: Материалы 74-й Международной научно-практической конференции 20 апреля 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – Часть II. – С. 456-461.
2. Владимиров, А.Ф. Методика преподавания темы «Несобственные интегралы» для студентов ФГБОУ ВО РГАТУ / А.Ф. Владимиров // Аграрная экономика: текущее состояние и перспективы развития: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 60-летию факультета экономики и менеджмента 04 октября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 16-22.
3. Владимиров, А.Ф. Элементы методики преподавания раздела «Дифференциальное исчисление функции одной переменной» для студентов ФГБОУ ВО РГАТУ / А.Ф. Владимиров // Инновационный вектор развития отечественного АПК: Материалы III Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова. – Рязань: РГАТУ, 2023. – Часть II. – С. 396-402.
4. Владимиров, А.Ф. Ключевые моменты методики преподавания раздела «Числовой ряд и степенные ряды» для студентов ФГБОУ ВО РГАТУ / А.Ф. Владимиров // Инновационный вектор развития отечественного АПК: Материалы III Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова. – Рязань: РГАТУ, 2023. – Часть II. – С. 402-407.
5. Владимиров, А.Ф. Понятие совокупности в математике, его приложение к определению неопределённого интеграла и другие приложения / А.Ф. Владимиров // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение: сб. науч. стат. и докл. / Воронежский государственный университет инженерных технологий. – Воронеж, 2023. – С. 524-530.
6. Фатьянов, С.О. Снижение пиковых токов ёмкостных фильтров в выпрямителях переменного тока / С.О. Фатьянов, Н.Г. Кипарисов, П.Е. Кожин // Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса: Материалы 69-ой Международной науч.-практ. конференции 25 апреля 2018 года. – Рязань: РГАТУ, 2018. – Часть II. – С. 357-360.
7. Фатьянов, С.О. Повышение эффективности источников питания радиотехнических устройств с использованием фотоэлектрических преобразователей / С.О. Фатьянов, Н.Г. Кипарисов, В.А. Трубников // Инновационное научно-образовательное обеспечение агропромышленного комплекса: Материалы 69-ой Международной науч.-практ. конференции 25 апреля 2018 года. – Рязань: РГАТУ, 2018. – Часть II. – С. 361-364.

8. Алгоритмы работы частотно-регулируемых приводов и их электромагнитная совместимость в электроприводе насосов / С.О. Фатьянов, А.С. Морозов, И.И. Садовая, А.О. Острогова // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса: Материалы 70-й Международной научно-практической конференции 23 мая 2019 г. Рецензируемое научное издание. – Рязань: РГАТУ, 2019. – Часть III. – С. 422-427.

9. Туников, Г. М. О совершенствовании в современных условиях научно-технической подготовки студентов / Г. М. Туников, В. И. Левин, М. М. Крючков // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А.Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2008. – С. 315-317.

10. Левин, В. И. Организация и практическое обучение бакалавров для агропромышленного комплекса в Рязанском ГАТУ имени П.А. Костычева / В. И. Левин, А. С. Ступин // 25 лет вместе: Учебно-методическое объединение высших учебных заведений Российской Федерации по агрономическому образованию / Редколлегия: Н. И. Дунченко, Е. А. Савенкова, С. И. Чебаненко, С. В. Купцова; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва: Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2013. – С. 164-169.

11. Романова, Л. В. Проблемы подготовки специалистов по организации производства и управлению в АПК / Л. В. Романова // Экономика и эффективность организации производства. – 2022. – № 36. – С. 77-79.

**УДК 316.35.023.4**

*Забара А.Л., канд. соц. наук, доцент,  
Забара К.А.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **СОЦИАЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ В МАЛОЙ ГРУППЕ**

Социальное взаимодействие в первичных (малых) группах относится к непосредственным, личностным коммуникациям, порождаемым в силу тесного сотрудничества её участников и сопутствующими всевозможными субъективными волнениями людей, входящих в состав этих групп.

Социальное взаимодействие в таких группах могут иметь различные типы:

- социально-политическое, которые формируются и действуют при проведении подготовительных мероприятий и осуществления публичных и иных акций в своем сообществе;

- формальные взаимодействия, возникающие в результате коллегиальной трудовой деятельности участников малой группы в случае реализации

поставленных задач, что связано с результатами, значимыми для всех её участников;

- неформальные взаимодействия, возникающие среди участников малой группы за пределами их трудовых обязанностей, например, во время отдыха, в том числе на природе и т.п.

Взаимодействие членов малых групп должны строиться с учетом некоторых правил:

1. Представление о признании заслуг и дисциплины считает возможным установление такого взаимодействия в подразделении, которое будет совпадать с правилами общепринятым человеческим ценностям и нормам, обычаям, утвержденным для пользы коммуникации и взаимоотношений участников группы, предполагают принятие во внимание особенностей характеристики личности каждого участника подразделения, заботливого отношения к их увлечениям, устремленности и потребностям. Это же правило требует исполнительности всеми участниками подразделения и учета заслуг, квалификационного и общественного положения каждого индивида.

2. Монолитность участников подразделения, вырабатывает у каждого из них отношение взаимной поддержки, слаженной работы и доверия друг к другу. Принадлежность к данной группе должна способствовать осознанию ценности такого членства, всесторонней поддержке друг друга, оказанию всемерной помощи, при возникновении необходимости, останавливать своих коллег от неблагоприятных действий.

3. Гуманность, то есть проявление деликатности, душевность, обоснованность и уважительность при взаимодействии в подразделении, которые должны обладать надежностью, правдивостью, доходчивостью.

Структура индивидуальных коммуникаций, проявляющихся в их подлинном сотрудничестве и сопутствующие всевозможными выразительными и иными волнениями (доброжелательность либо враждебность, равнодушие или раздражение, доверие или антагонизм и иные обусловленности между участниками подразделения) индивидов, в них участвующих, которые могут возникнуть вопреки их желанию. Такие отношения в своем большинстве не являются формальными, в частности на начальной стадии их возникновения. В тоже время, актуальность этих взаимных действий чрезвычайно высока, исходя из субъективных связей складываются и другие многообразные элементы внутренней обстановки в подразделении: встречные пожелания и правила коллективного существования и функционирования; систематические групповые последствия, сострадание и отзывчивость, конкуренция и противоборство, копирование и самонадеянность. Эти элементы взаимодействия членов подразделения создают заинтересованность в коллективной деятельности и манере себя держать надлежащим образом, инструменты становления и совершенствования малой группы.

На базисе и в процессе неформальных отношений создаются коллективные тенденции: целеполагания, задания, требования, побуждения (ориентиры, приоритеты, образцы, стремления, взгляды), находящиеся в

основании манере себя держать и взаимного старания участников подразделения. Создание и совершенствование коллективных намерений осуществляется на основании влияния состояния социальной действительности и жизнедеятельности индивидов.

В намерениях участников подразделения разносторонне и в совокупности проявляются присущие для многих и персональные для отдельного индивида задания и установки, кроме того, исполняются реальные требования и стремления, соответствующие ожиданиям и представлениям индивида и всего коллектива подразделения. Намерения направляют индивидов в конкретном, неизменно сохраняющемся русле. Намерения дают возможность систематически косвенно отслеживать интервальные итоги жизнедеятельности участников подразделения, в общем виде постоянно регламентировать общие старания и конкретные усилия отдельного индивида в разных ситуациях и состоянии реальной действительности.

Устремления, это особо существенные для подразделения элементы, события, приоритеты и реалии, результаты, владение которыми определяет содержание его функционирования.

Устремления могут являться как сиюминутными, так и перспективными, социально важными и актуальными, исключительно для отдельно взятой группы с учетом от того, какую ценность она для них представляет, и как она влияет на общественную жизнь.

Запросы подразделения, это необходимые ресурсы для удовлетворения требований индивидов и всей группы в целом. Стимулами для подразделения могут быть важное влияние коллективных действий индивидов, побуждающих их осуществлять определенные действия, благодаря этому индивиды и интегрировались.

В механизме сотрудничества участников подразделения, их намерения осуществляют такие задачи:

- социально-культурные, указывающие о вероятности реализации коллективных намерений показывать потребности всего состава подразделения;

- структурно-операционные, в рамках осуществления которой, коллективные намерения с учетом ресурсов и требований их воплощения представляют как метод формирования сотрудничества между членами подразделения, так и с другими организациями;

- субъективно-побудительный, определяющий индивидуальный интерес, ценность объединенного функционирования для сотрудников подразделения.

Важным социально-психологическим конструктивным компонентом подразделения оказывается (оказываются) коллективная точка зрения (коллективные мнения).

Коллективный взгляд на явление, это объединение примерных предложений, где проявляется коллективное или доминирующее восприятие участников подразделения к некоторым примерам, действиям или

представлениям, произошедшим как в рамках подразделения, так и за его границами.

Коллективное суждение становится результатом сформированности команды, её монолитности, результативности слаженной работы все её участников, а иной раз и мировоззренческой тенденции её мышления. Коллективное суждение обуславливает воплощение актуальных возможностей:

- уведомительной, демонстрирующей на какой стадии своего формирования располагается команда, насколько она слитна, чего стоит качество взаимодействия между участниками и т.д.;

- побуждающей, благодаря которой происходит воздействие на всех участников коллектива, на их потребности в объединенной работе, формировании единого решения и точки зрения и т.д.;

- ориентирующей, посредством которой участники команды показывают свою причастность к различным действиям и событиям, совершающимся в подразделении и за его пределами.

Сформировавшееся коллективное суждение в команде, это конкретная и активная поучительная энергия. С помощью такого суждения коллектив воздействует на каждого участника подразделения в первую очередь благодаря уведомлению его о реагированию на его деятельность и поведение другими индивидами; установление к участнику конкретных правил, адекватных коллективным или социальным предписаниям и интересам; систематического мониторинга и отзыва на его действий, манеры себя держать, проявляющихся в виде лестного отзыва, поощрения, неодобрения, критики. В тоже время нужно учитывать, что душевный аппарат влияния коллективного суждения способен выражаться не только в позитивном, но и негативном воздействии на индивида.

Действенность влияния коллективного суждения выражается:

- взаимодействием внушения и морального давления, в которых в которых в сгруппированной форме проявляются значение, настроение и желание всех участников коллектива (коллективное суждение порождает у индивида необходимость осознанной самодисциплины, серьезно уделять внимание своему развитию, работе над собой);

- эффективностью обратной связи на происшедшее действие, планомерностью, открытостью и неминуемостью отзывов на поведение индивида другими членами коллектива;

- умением набором коллективных позиций перерастать в предполагаемые правила и оказывать влияние не только на сознательность, но и на бессознательную зону психики индивидов.

Вместе с формальным суждением в коллективе может быть и неформальное, о котором, в большинстве случаев, во всеуслышание не распространяются. Их суждение может и не оказываться одинаковым со служебным и даже противостоять ему. Как правило, распространителями таких суждений могут быть индивиды, члены неофициальных коллективов друзей, а также люди, увлекающиеся сходными хобби. Распространяемые ими суждения могут быть как позитивными, так и негативными. При любых обстоятельствах

неформальное суждение не благоприятствует консолидации членов коллектива и укреплению в нем крепкой моральной обстановки. Необходимо установить причины зарождения и ориентацию рассуждений, ставших базисом их появления и реализации, должным образом их брать в расчет, а при надобности признавать, либо не обращать внимание.

Однозначное суждение по конкретному вопросу жизнедеятельности, как правило, не складывается быстро. Уровень его беспристрастности определяется такими обстоятельствами, как индивидуальное либо временное расхождение стремлений некоторых индивидов и коллектива; негативное взаимопонимание между некоторыми индивидами и подразделением; заторможенность либо чрезмерный темперамент определенных индивидов увлеченных отстаиванием своей точки зрения.

Коллективное состояние духа, это многоплановое экспрессивное настроение, единое душевное настроение всего подразделения, комплекс эмоций, охвативших в конкретный промежуток времени членов команды, которые аргументировано, указывают цели, ориентиры и основные черты всех представлений, связанных с образом мышления коллектива подразделения и каждого из её членов.

К коллективным переживаниям можно отнести: общие эмоциональные волнения по поводу определенных мероприятий, явлений; идентичные напряженные состояния, захватившие на какой-то период времени весь коллектив подразделения либо его часть; стабильное расположение духа, переживаний, впечатлений предопределяющий деятельность и поступки индивидов конкретного коллектива.

### ***Библиографический список***

1. Андреева Г.М. Психология социального познания [Текст] / Г.М. Андреева. – М.: Аспект-Пресс, 2020. – 288 с.
2. Андреева Г.М. Социальная психология [Текст] / Г.М. Андреева. – М.: Аспект-Пресс, 2021. – 375 с.
3. Битянова Н.Р. Социальная психология [Текст] / Н.Р. Битянова. – М.: Междунар. пед. акад., 2022. – 106 с.
4. Немов Р.С. Психология [Текст]: учеб. пособие для студентов пед. вузов в 3 кн. / Р.С. Немов. – М.: Просвещение: Владос, 2021. – Кн. 2. – 512 с.
5. Шевандрин Н.И. Социальная психология в образовании [Текст] / Н.И. Шевандрин. – М.: Владос, 2021. – 544 с.
6. Речевой портрет современного студента / Н. А. Горяйнов, А. Н. Красуленко, И. Ю. Нефедова, Т. В. Ерофеева // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2023. – № 2(18). – С. 21-24.
7. Забара, А. Л. Адаптация студентов к условиям обучения в вузе / А. Л. Забара, И. В. Федоскина // Современные аспекты воспитательной деятельности вуза как основы подготовки современного специалиста : Материалы региональной научно-практической конференции, Рязань, 01 января – 31 2003

года / редколлегия: Г.М. Туников, В.А. Захаров, М.С. Рублев. – Рязань: Русское слово, 2003. – С. 127-128.

8. Федоскина, И. В. Академия: вопросы воспитания человека сегодня / И. В. Федоскина, А. Л. Забара // Современные аспекты воспитательной деятельности вуза как основы подготовки современного специалиста : Материалы региональной научно-практической конференции, Рязань, 01 января – 31 2003 года / редколлегия: Г.М. Туников, В.А. Захаров, М.С. Рублев. – Рязань: Русское слово, 2003. – С. 30-33.

**УДК 330**

*Забара К.А.,  
Мартынова С.А., канд. филол. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ОСНОВЫ РОССИЙСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОСТИ: ОБЗОР**

Материалы нового учебного курса «Основы российской государственности» (далее новый учебный курс) представляются в достаточной степени актуальными и современными. Скажем так, что новый учебный курс это не что иное, как составная часть достаточно широкого блока социально-гуманитарных дисциплин и вместе с тем особая дисциплина, отличающаяся от всех других дисциплин предметом своего исследования. При первой встрече с новым учебным курсом может показаться, что предметом данного курса является общество как особая социальная форма исторического развития России. Однако такое установление выглядит весьма абстрактно. Поэтому возникает необходимость в его уточнении.

Рассматривая общество как нечто целое, нужно учитывать определенные условия. Условия, которые указывают на то, что общество «внутренне» состоит из различных общественных явлений таких как, например язык как средство общения, семья как ячейка общества, культура, техника и многое другое. Причем каждое такое явление обладает своей спецификой. Из этого следует, что в основе всего комплекса социально-гуманитарных наук лежат независимые друг от друга отличия между общественными явлениями. Кроме того, нужно учитывать и то, что сами по себе общественные явления существовать не могут. Потому что общественные явления это всего-навсего либо отдельные элементы общественной жизни или ее определенная область, либо разнообразные выражения каждодневного существования людей, которые их сами себе, кстати, и создают. Более того, здесь следует отметить, что даже основательное изучение отдельных элементов общественных явлений формирует знания только не более чем об отдельных элементах общественной жизни людей.

Таким образом, задача нового учебного курса представляет собой изучение общества как нечто целого, которое состоит из различных



общественных явлений, взаимосвязь его отдельных элементов с установлением значения каждого общественного явления, принимавшего участие во взаимосвязи. Отсюда следует, что предметом нового учебного курса является изучение истории России как страны, как государства; изучение общественных явлений, представляющих собой отдельные элементы общественной жизни людей в России с ее специфическими особенностями и закономерностями; изучение общих связей отдельных элементов исторического процесса России и смены ее исторических эпох.

Обозначенная проблема раскрыта в достаточной мере. Можно сказать, что в новый учебный курс были включены вопросы, которые до этого момента оставались без должного внимания научного сообщества. Однако в новых условиях объективной реальности эти и другие вопросы стали приобретать особую значимость.

Итак, первый раздел «Что такое Россия?» нового учебного курса посвящен, в первую очередь, официальным символам государства. Это, прежде всего, государственный герб, государственный флаг, государственный гимн и столица государства. Государственные символы – это исторически сложившиеся индивидуальныe знаки, символизирующие данное государство и являющиеся его формальным выражением суверенитета. К примеру, государственные символы обозначают принадлежность чего-либо к государству. Государственный герб размещается на зданиях государственных учреждений, на пограничных столбах, на форменной одежде государственных служащих. Флаги вывешиваются на зданиях государственных учреждений, местах международных встреч, конференций, символизируя при этом присутствие на них официальных представителей соответствующего государства. Гимн исполняется в официальных, торжественных случаях. Тем более что процесс изучения истории, какой либо цивилизации, или какого либо конкретного государства, либо страны, нации и народов, их различных общественных явлений в действительности практически всякий раз берет свое начало с исследования символов, причем здесь самое главное – это понимание их значения. Так как именно значение символов и определяет оригинальность определенной цивилизации, или какого либо конкретного государства, либо страны, а может быть и нации того или иного народа. Также без внимания не остались и такие немаловажные элементы формирования этнической идентичности, как например русский язык, который является основой единства русского народа, а также вклад России в мировую культуру, герои России и многое другое. Одновременно с этим первый раздел нового учебного курса отражает специфику географического положения России, климатических поясов, морфологии современного российского пространства, природных ресурсов. Вопросы возникновения России как государства цивилизации, ее уникальности и самобытности, первый опыт выстраивания экономических связей, политическое и экономическое развитие России в целом, политическая организация централизации российского государства, становление России как империи, а также конец эпохи самодержавия и начало новой эпохи развития

России. А именно ее преобразование в Российскую Советскую Федеративную Социалистическую Республику, а вслед за этим и в Союз Советских Социалистических Республик. Также рассмотрены и такие вопросы как, например прекращение существования Союза Советских Социалистических Республик. Кроме этого первый раздел нового учебного курса знакомит нас с историей формирования богатого и интересного этнического многообразия России. В течение многих столетий на территории современной России сходились и переплетались разные этносы, принося с собой свои обычаи, языки и верования. Многие народы сохранили свою уникальную культуру и традиции до сегодняшних дней, что делает эту страну настоящим музеем мировых культур. Вопросы возрождения российской экономики и технологического прогресса нашей страны, повышения роли городов, городской культуры в развитии общества, инфраструктурного освоения нашей страны, в том числе развития транспортной структуры (например, автомобильный, морской, железнодорожный, воздушный, внутренний водный транспорт и др.), пространственной организации и пространственного развития России также получили свое отражение в данном разделе.

Далее второй раздел «Российское государство-цивилизация» нового учебного курса по сути своей содержит в себе вопросы типологии государств. Типология представляет собой разделение государств, по группам исходя из множества определяющих их схожесть сущностных признаков. Практически любое государство, обладая специфическими характеристиками, все же подчиняется каким-то закономерностям, характерным определенной группе государственных образований, с которыми оно связано историческими и культурными связями, общими или сходными условиями возникновения, климатом и ландшафтом и др. Традиционно в науке выделяют три группы подходов типологии государств: формационный, национальный и цивилизационный. Помимо этого второй раздел нового учебного курса дает общее представление о том, что такое цивилизация, характерные черты цивилизации, в том числе раскрывает два понятия: государство-нация и государство-цивилизация, а также базовые характеристики государства-цивилизации. Этапы развития и принципы российской государственности таким же образом были рассмотрены в этом разделе.

Далее третий раздел «Мировоззрение и ценности российской цивилизации» нового учебного курса освещает в основном понятие и структуру мировоззрения, в том числе его уровни, разновидности и функции. При этом третий раздел нового учебного курса разъясняет понятие и структуру ценностей как обобщенных и устойчивых представлений, о чем-либо как о чем-то значимом, предпочитаемом, как о благе. Также раскрывает понятие мировоззренческого идеала, который наряду с традиционными ценностями должен включать в себя и универсальные ценности, а именно неприкосновенность личности, солидарность, патриотизм и т.д.

Далее четвертый раздел «Политическое устройство современной России» нового учебного курса определяет государство как политико-правовой

институт, как определенную систему властных и правовых отношений, понятие и признаки государства, формы государства, в частности формы государственного правления и политический режим, республика и демократия соответственно. Таким же образом четвертый раздел нового учебного курса раскрывает понятие «Основы конституционного строя» как закрепленные в Конституции РФ, главные, фундаментальные принципы лежащие в основе жизнедеятельности российского государства и общества (например, демократическое государство, республика, идеологическое многообразие и др.). Кроме всего прочего четвертый раздел нового учебного курса объясняет, что такое система органов государственной власти, которые представлены федеральными органами и органами власти субъектов Федерации (например, Федеральное Собрание РФ, Президент РФ, Правительство РФ и др.) и местным самоуправлением. В дополнение к этому четвертый раздел нового учебного курса содержит в себе понятия, структуру и содержание документов стратегического планирования. А именно документы целеполагания (например, послание Президента РФ, отраслевые документы стратегического планирования), прогнозирования (например, бюджетный прогноз РФ на долгосрочный период) и планирования и программирования (например, государственная программа вооружения).

Далее пятый раздел «Будущее России: современные вызовы и развитие страны» нового учебного курса содержит в себе общую информацию о том что, несмотря на попытки Соединенных Штатов Америки и их союзников изолировать Россию в мировой политике, она продолжает оставаться активным участником международных отношений в самых различных регионах мира. Рассмотрим на конкретных примерах некоторые моменты в условиях многополярной модели мира и тенденций развития России. Так, например, в качестве евразийской державы наша страна продолжает развитие в рамках Содружества независимых государств. Другой организацией, объединяющей государства, ранее входивших в состав Союза Советских Социалистических Республик, является Евразийский экономический союз. Кроме того, Россия продолжает оставаться одним из главных участников обеспечения мирового рынка энергоресурсами, активно координируя свои поставки со странами ОПЕК для поддержания высоких цен на нефть. Также в рамках Шанхайской организации сотрудничества наша страна постоянно принимает активное участие в ее работе. Осуществляется активная деятельность нашей страны и в рамках еще одной международной организации – БРИКС. Важнейшим вопросом на повестке дня остается сохранение и развитие своих позиций в ООН, и еще многое другое. К тому же пятый раздел нового учебного курса рассказывает нам о том, какие именно вызовы стоят перед нашей страной. А именно внешние вызовы современной России, военный геополитический вызов, арктический вызов, геополитический информационный и идейно-ценностный вызов, внутренние вызовы и многое другое. Ко всему прочему в пятом разделе нового учебного курса представлена система пятиэлементной модели гражданского мировоззрения, в которой классифицируются все

элементы данной модели по различным свойствам в зависимости от описания россиянами своего виденья каждого элемента модели в отдельности. Пятиэлементная модель гражданского мировоззрения, содержит в себе следующие элементы: Человек – развитие и прогресс; Семья – рождение и воспитание; Общество – нормы и ценности; Государство – безопасность и правопорядок; Страна – возможности и ресурсы. Таким образом, речь здесь идет о том, какой именно, в конечном счете, россиянам представляется наша страна: Великая Россия, Уютная Россия, Справедливая Россия, Современная Россия и, наконец, Россия – страна возможностей.

Исходя из представленного материала, можно прийти к выводу, что новый учебный курс в комплексе с естествознанием есть то оружие, которое в условиях нашего современного общества способно преодолеть наращивание геополитической напряженности, поднять уровень знаний обучающихся, отстоять суверенитет своей страны перед лицом внешних угроз и поднять сознание обучающихся до уровня формирования необходимых условий для их самоопределения и социализации на основе общепринятых ценностей и норм поведения, а также сформировать у них развитого чувства гражданственности и патриотизма.

### *Библиографический список*

1. Основы российской государственности: учебник / коллектив авторов под ред. А.В. Малько. – Москва: КНОРУС, 2024. – 264 с. – (Бакалавриат).
2. Забара, К.А. Основы российской государственности как фарватер в становлении личности молодого патриота / К.А. Забара // Актуальные проблемы совершенствования высшего образования: Тезисы докладов XVI Всероссийской научно-методической конференции, Ярославль, 28–29 марта 2024 года. – Ярославль: ООО "Филигрань", 2024. – С. 162-165.
3. Адельбаева, Ю.Е. Содержательные признаки права / Ю.Е. Адельбаева, К.А. Забара, М.В. Поляков // Молодежь и системная модернизация страны: Сборник научных статей 8-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 4-х томах, Курск, 16–17 мая 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 97-100.
4. Изучение истории российской государственности: учебные материалы образовательного модуля: Учебно-методическое пособие и УМК для вузов / В.М. Марасанова [и др.]. – Ярославль: ООО "Издательско-полиграфический комплекс "Индиго", 2023. – 540 с.
5. Основы российской государственности: учебно-методический комплекс по дисциплине для образовательных организаций высшего образования / В.М. Марасанова и др. – Москва: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2023. – 272 с.: ил.
6. Основы российской государственности: учебное пособие для студентов естественнонаучных и инженерно-технических специальностей / авт.

колл.: А.П. Шевырев и др. – Москва: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2023 – 252 с.

7. Основы российской государственности: учебное пособие для студентов, изучающих социогуманитарные науки / Т.В. Евгеньева и др.; под ред. С.В. Перевезенцева. – Москва: ИД «Дело» РАНХиГС, 2023. – 536 с.: ил.

8. Забара, К.А. Место юридической нормы в системе правил хранения сельскохозяйственной техники / К.А. Забара, А.Л. Забара, А.В. Шемякин // Инновационный вектор развития отечественного АПК: Материалы III Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 23 ноября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 418-424.

**УДК 140.8**

*Забара К.А.,  
Князькова О.И.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **МИРОВОЗЗРЕНИЕ КАК СИСТЕМА СУБЪЕКТИВНОГО ВОСПРИЯТИЯ ЧЕЛОВЕКОМ ОБЪЕКТИВНОЙ РЕАЛЬНОСТИ**

Крупнейшие в истории человечества цивилизации, такие как Рим, Китай, Британская империя или Советский Союз Социалистических Республик, весьма результативно передавали свои ценности вовне, наполняя ими содержание и смысл всего нашего мира. И вместе с тем мировоззрение включает в себя элементы, которые не всегда поддаются рациональному и научному объяснению. При этом следует помнить о том, что цивилизационное сплочение и формирование крупных многонациональных сообществ будет всегда приводить к формированию общих ценностных и мировоззренческих принципов и ориентиров.

Итак, мировоззрение – это система взглядов, оценки и образных представлений о мире и месте в нём человека, общее отношение человека к объективной реальности (мир, существующий независимо от человека и его сознания) и самому себе, а также обусловленные этим взглядом основные жизненные позиции людей, их убеждений, идеалы, принципы познания и деятельности, ценностные ориентиры.

Объект мировоззрения рассматривается здесь исключительно в комплексе всей объективной и субъективной реальности (реальность, которая зависит от внутренних ощущений человека). Причем в этом месте следует обратить внимание на то, что наука – это область деятельности человека, которая направлена, главным образом, на выработку и систематизацию объективных знаний о действительности. Иными словами цель науки – изучить объективную реальность, т.е. получить о ней определенные знания и в результате этого процесса научиться, ими пользоваться. Вместе с тем

увеличение объема знаний человека об объективной реальности носит исключительно субъективный характер. Поэтому тут важно понимать насколько эти знания человека, полученные им в результате изучения объективной реальности близки к самой объективной реальности. Соответственно предметом мировоззрения является взаимодействие мира природы и мира человека.

Мировоззрение как сфера общественной жизни, связана с производством и распределением духовных ценностей, с удовлетворением духовных потребностей человека. При этом выступает специфической формой отражения действительности и имеет внутреннюю структуру.

Далее мы рассмотрим основные компоненты, из которых собственно и состоит внутренняя структура мировоззрения.

Нужда или внутреннее состояние психологического или функционального ощущения недостаточности чего-либо, проявляется в зависимости от ситуационного фактора. Нужды человека неодинаковы и распределены по своей значимости. Нужды могут быть основными и не основными, коллективными и индивидуальными и т.д. В целом в их состав входит три самые важные категории. Первая категория – это естественные нужды. Нужды, от которых зависит физическое состояние человека. Например, воздух, вода, пища, тепло, отдых, безопасность и др. Вторая категория – это наличие связи человека с обществом как с особой социальной формой группы людей. Человек – это глубоко социальный субъект. Ему (человеку) весьма важно, да и вообще очень даже свойственно чувствовать свою принадлежность к какой-либо группе людей. Находиться в этой группе людей на определенном уровне, т.е. занимать целый ряд позиций в обществе, каждая из которых предполагает определенный набор прав и обязанностей. Каждый человек на самом деле без исключения систематически испытывает потребность в уважении, общественном признании и одобрении, а может быть в какой-то мере и в почитании. Третья категория – это категория, которая связана с духовными потребностями человека. Прежде всего, с проблемой его самовыражения в социальном пространстве. Обычному нормальному человеку свойственно создавать что-то новое в различных сферах профессиональной деятельности, музыки, поэзии, живописи и т.д. В то же время к духовным потребностям человека относится и религиозная вера. Именно религиозная вера становится важной причиной в зарождении и формировании общественных отношений, а также в сохранении традиционных ценностей.

Впервые модель человеческих потребностей в виде пирамиды была описана в 1943 году в статье «Теория человеческой мотивации» книги Абрахама Маслоу «Мотивация и личность». Тогда он выделил пять уровней. Первые два нижних уровня пирамиды занимают физиологические потребности и потребность в безопасности. Далее размещены вторичные и так называемые «высокие» потребности. Потребность в любви, уважение или признание, личный успех. Позже А. Маслоу вместо потребности в любви указал потребности социальные.

Знания, как уже ранее нами было отмечено, это область деятельности человека, которая направлена на выработку и систематизацию объективных знаний о действительности. По общему правилу знания делятся на несколько типов. Первый тип – это обыденное знание. Знание, которое реализуется в реальных условиях каждодневного существования людей. Второй тип – это базовое или специальное знание. Например, наука, философия, религия, музыка, поэзия, живопись и т.д. Третий тип – это профессиональное знание различных сфер деятельности человека. Эти знания позволяют определить слаженность взаимодействия между человеком и производством, не утратить и вместе с тем упрочить национальную идентичность, поднять общий уровень качества жизни и гарантировать при этом устойчивый экономический рост.

Тем не менее, знания как таковые в отсутствии остальных элементов системы мировоззрения не смогут сформировать общих ценностных и мировоззренческих принципов и ориентиров, которые, в общем, то и формируют крупные многонациональные сообщества – суперэтноты.

Ценности – это понятие, используемое в философии и гуманитарных науках (история, социология, политология, культурология, правоведение) для обозначения объектов и явлений, значимых в жизнедеятельности общества в целом, различных сфер деятельности человека и отдельных индивидов. Иными словами это идеалы, нормы, объекты материального мира, способные удовлетворять духовные и материальные потребности человека. Вопрос о классификации ценностей имеет не только теоретическое, но практическое значение. Вместе с тем классификаций ценностей существует немало. Думается, что классификация ценностей должна начинаться не с деления ценностей по различным сферам деятельности человека, а с указанием общих условий, например общества в целом как особой социальной формой группы людей. Наиболее распространенная классификация ценностей будет примерно выглядеть следующим образом. По содержанию ценности делятся на власть, славу, силу, истину, красоту и др. По субъекту ценности делятся как на личные, так и на коллективные. Личные ценности формируются в процессе принятия индивида другими членами коллектива в социальную систему. Вступление в социальную среду посредством усвоения ее норм, правил, ценностей, знаний, умений, привычек дающих ему возможность результативно выполнять определенные функции в коллективе. Коллективные ценности – это результат развития общества как нечто целого. Здесь следует обратить внимание на то что, рассматриваемое общество как нечто целое, нужно учитывать определенные условия. Условия, которые указывают на то, что общество «внутренне» состоит из различных общественных явлений таких как, например язык как средство общения, семья как ячейка общества, культура, техника и многое другое. Причем каждое такое явление обладает своей спецификой. Также ценности могут быть позитивными и негативными, например, добро и зло означающих в обобщенной форме, с одной стороны, должное и нравственно-положительное, а с другой стороны нравственно-отрицательное, осуждаемое. Что касается формы существования самого человека, в том числе

всех его каждодневных действий, как биологического организма, так и то, как именно индивид воспринимает объективную реальность, реагирует на нее при взаимодействии с ней, то здесь ценности можно разделить на материальные и духовные. Материальные ценности – это ценности в вещественной форме, в виде имущества, товаров, предметов. А вот духовные ценности это целый комплекс моральных, религиозных, нравственных, этических убеждений человека, представляющих для него значение. Также ценности делятся на высшие и низшие. Высшие ценности – это жизнь, свобода, равенство и справедливость. Это те ценности, которые являются главными целями вообще существования общества как такового. А ведь там где есть цели, там есть и идеи. Идея, как известно это представляемый в мыслях, воображаемый облик какого-либо предмета, вещи, объекта, явления, как вообще все, что чувственно воспринимаемо, принципа как постулата, утверждения, определяющий его основные отличительные особенности. Иными словами идея это знания человека, обусловленные спецификой исторического развития своей культуры.

Из этого следует, что мировоззрение – это система субъективного восприятия человеком объективной реальности, в сочетании различных его знаний, постулатов, состоянию готовности, предрасположенности к действию определенным однозначным образом и установленных в зависимости от этого убеждений, придающих уверенность в своих взглядах на мир и отношения к нему. Также опыт и знания человека позволяют ему сформировать определенную картину мира. Картина мира – это мысленно воображаемая модель объекта, представленная в виде окружающей действительности, жизни других индивидов, жизни самого себя и способа взаимодействия с окружающим миром.

Далее мы рассмотрим уровни мировоззрения, в основе формирования которых лежит критический опыт, согласно которому чувственное представление о вещах окружающей действительности и сами эти вещи суть одно и то же, суть нечто тождественное. Иными словами все предметы окружающего мира представляются человеку в виде комплекса ощущений.

Итак, мироощущение – это отношение человека к объективной реальности, которое проявляется в различных аспектах его состояния, а именно позитивного или негативного настроения, сознательного субъективного переживания эмоций, сознательного и целенаправленного какого-либо действия. Можно сказать, что мироощущение это есть первый опыт, первые шаги в понимании объективной реальности. Миропонимание – это своего рода совокупность понятий, каждое из которых дает одностороннее или как говорят абстрактное знание объекта, позволяет воспроизвести в мышлении конкретную действительность в ее многообразии, в процессе движения и развития. А вот мировосприятие по своей сути это ни что иное, как картина мира, то есть, то, как человек относится к окружающему миру.

Далее мы рассмотрим различные типы мировоззрения, которые представляют собой так называемые ключевые категории рационально-теоретического мышления. Например, это регулярное и последовательное



изучение общих вопросов разграничения бытия вообще и общественного бытия, которые имеют очень большое значение для понимания общества как особой социальной формы.

Обыденное мировоззрение представляет собой сознание человека, которое не только отражает объективную реальность, но и творит ее в условиях каждодневного своего существования. Общественное бытие определяет не только особенности, но и структуру общественного сознания. Общественное сознание включает в себя отражение людьми непосредственного процесса их жизни – так называемое обыденное сознание. Мифологическое мировоззрение представляет собой первые шаги человека к осознанию окружающего мира, представлений о мире и месте в нём человека. Отличительным признаком мифологического мировоззрения будет являться его антропоморфизм. Антропоморфизм заключается в перенесении человеческого образа и его свойств на неодушевленные предметы и животных, растения, природные явления, сверхъестественных существ и т.д. Также мифологическое представление о мире выражается в поклонении какому-либо животному или растению, предмету или явлению как своему предку защитнику, с которым поддерживается особая духовная связь – тотемизм. В основе религиозного восприятия человеком окружающего мира лежит вера, которая подразумевает то, что вне человеческого сознания и независимо от него существует некая таинственная божественная сила природы, превосходящая естественный порядок вещей. В самом начале религиозное восприятие человеком окружающего мира выражалось в системе обрядов и ритуалов, связанных со служением божеству и несли в себе черты мифологического мировоззрения. Например, идолы, кумиры, статуи и другие изображения славянских языческих богов устанавливались в славянских языческих святилищах и служили предметом культа. Со временем в процессе развития религиозного мировоззрения сформировались религиозные представления о Вселенной, воплощавшей в себе образ Бога. Вместе с тем в процессе преобразования различных сфер деятельности человека, а также увеличения объема его знаний об объективной реальности претерпевают изменения одновременно с этим и различные нормы. Однако источник норм как явление их порождающее сохраняется без изменения, что нашло свое отражение в Священных книгах мировых религий. В Христианстве это Святая Библия и Священное Предание; в Исламе – Коран и учение Мухаммеда, основателя религии; в Иудаизме – Танах, состоящий из трех частей: Тора (Пятикнижие), Невиим (Пророки) и Ктувим (Писания). Научное мировоззрение создает общие принципы и закономерности развития мира, опираясь на опытные данные и критическое мышление. Носители научного мировоззрения в своих исследованиях все время стремятся «дорваться» до истины, объяснить причину и сущность того или иного явления. Именно знания, а не вера, считают приверженцы научного мировоззрения, закладывают те основные жизненные принципы человека, которые помогают ему искать свое место в сложной и неопределенной системе окружающего мира.

Далее мы рассмотрим функции мировоззрения. Функции мировоззрения – это неотъемлемая часть жизни человека. Человек принимает решение и действует. В самом общем виде мировоззрение включает в себя пять функций.

Гносеологическая или познавательная функция предполагает сбор и систематизирование полученных знаний, разработку различных методов и методологий научного познания. Аксиологическая или ценностно-ориентационная функция предполагает выбор человеком духовных и материальных ценностей, которые в большей степени выражают его основные жизненные принципы, т.е. определяют его образ жизни. Воспитательная функция – это функция эмоционально-волевого усвоения полученных знаний, ценностей и убеждений. Последние выражается в укоренении полученных знаний и ценностей в виде системы норм и правил. Не редко мировоззрение человека воспринимается как совокупность его убеждений, причем убеждения являются собой не только интеллектуальную позицию, но и эмоциональное состояние, устойчивую психологическую установку, уверенность человека в своей правоте. Праксиологическая или практическая функция выступает в качестве руководства к действию, направление и содержание которого соответствует сформировавшемуся мировоззрению человека. Эта функция предполагает переход от полученных знаний к практическим действиям. Прогностическая функция предполагает, что каждая новая эпоха, создает своеобразные условия для деятельности людей, выдвигает новые и по-новому ставит старые проблемы и потому требует новых идей по улучшению настоящего и созданию нового.

Таким образом, можно прийти к выводу, что мировоззрение человека в большей степени основывается на реальных условиях каждодневного существования людей. Знание здесь выступает в виде целого комплекса взглядов, оценок, норм и определений, которые формируют общее отношение человека к окружающей действительности и определенный образ взаимодействия с ней. Причем знание способно преобразовываться под влиянием того, в каких именно условиях находится человек. Например, его среда обитания, т.е. все то, что окружает человека в его жизни, включая ценности, традиции, обычаи, культуру народа, представляющих собой отдельные элементы общественной жизни людей с ее специфическими особенностями и закономерностями в зависимости от того или иного периода исторической эпохи.

### ***Библиографический список***

1. Основы российской государственности: учебник / коллектив авторов под ред. А.В. Малько. – Москва: КНОРУС, 2024. – 264 с.
2. Забара, К.А. Основы российской государственности как фарватер в становлении личности молодого патриота / К.А. Забара // Актуальные проблемы совершенствования высшего образования: Тезисы докладов XVI

Всероссийской научно-методической конференции, Ярославль, 28–29 марта 2024 года. – Ярославль: ООО "Филигрань", 2024. – С. 162-165.

3. Адельбаева, Ю.Е. Содержательные признаки права / Ю.Е. Адельбаева, К.А. Забара, М.В. Поляков // Молодежь и системная модернизация страны: Сборник научных статей 8-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 4-х томах, Курск, 16–17 мая 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 97-100.

4. Изучение истории российской государственности: учебные материалы образовательного модуля: Учебно-методическое пособие и УМК для вузов / В.М. Марасанова [и др.]. – Ярославль: ООО "Издательско-полиграфический комплекс "Индиго", 2023. – 540 с.

5. Основы российской государственности: учебно-методический комплекс по дисциплине для образовательных организаций высшего образования / В.М. Марасанова и др. – Москва: ИД «Дело» РАНХиГС, 2023. – 272 с.: ил.

6. Основы российской государственности: учебное пособие для студентов естественнонаучных и инженерно-технических специальностей / авт. колл.: А.П. Шевырев и др. – Москва: ИД «Дело» РАНХиГС, 2023 – 252 с.

7. Забара, К.А. Место юридической нормы в системе правил хранения сельскохозяйственной техники / К.А. Забара, А.Л. Забара, А.В. Шемякин // Инновационный вектор развития отечественного АПК: Материалы III Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 23 ноября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 418-424.

8. Миус, А.С. Место научного мировоззрения в культуре и индивидуальном сознании / А.С. Миус, М.А. Штанько // Интернаука. – 2021. – № 25-1(201). – С. 69-72.

9. Who\_Built\_Maslow's\_Pyramid\_A\_History\_of\_the\_Creation\_of\_Management\_Studies'\_Most\_Famous\_Symbol\_and\_Its\_Implications\_for\_Management\_Education. – Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/324535823>

10. Яковлева, Е.В. Место научного мировоззрения в культуре и индивидуальном сознании / Е.В. Яковлева // Контекст и рефлексия: философия о мире и человеке. – 2016. – № 3. – С. 74-84.

11. Петрий, П. В. Культура современного мировоззрения (к вопросу о необходимости формирования для России научного мировоззрения XXI века) / П. В. Петрий // Безопасность Евразии. – 2012. – № 2(44). – С. 445.

12. Наумова, О.Г. Роль научного мировоззрения в развитии различных типов мировоззрений / О. Г. Наумова // Аксиология университетского образования: Материалы Международной научной конференции, посвященной 55-летию Оренбургского государственного университета, Оренбург, 07–08 октября 2010 года. Том Часть 1. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2011. – С. 188-193.

13. Райзберг, Борис Абрамович. Современный экономический словарь / Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е. Б. - 2-е изд., испр. - Москва: Изд. дом "ИНФРА-М", 1998. – 476 с.

14. Туркин, В. Н. К вопросу о переходе к новой общественно-экономической формации / В. Н. Туркин, В. П. Солодков // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития : материалы II-ой Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти д.т.н., профессора Н.В. Бышова. – Рязань: РГАТУ, 2022. - С. 484-489.

15. Речевой портрет современного студента / Н. А. Горяйнов, А. Н. Красуленко, И. Ю. Нефедова, Т. В. Ерофеева // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2023. – № 2(18). – С. 21-24.

**УДК 372.881.111.1**

*Князькова О.И.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ  
Лазуткина Л.Н., д-р пед. наук  
ФГБОУ ВО РГУ им. С.А. Есенина, г. Рязань, РФ*

## **ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ С НАУЧНЫМ ТЕКСТОМ В РАМКАХ ДИСЦИПЛИНЫ ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК**

Обучение в аграрном вузе предполагает постоянную работу с научным текстом того или иного рода, в том числе на иностранном языке. Развитие профессиональной компетентности в сфере сельского хозяйства неотрывно связано с тренингом навыка понимания, интерпретации и анализа научного текста. Формирование и развитие иноязычной профессионально ориентированной компетенции, в свою очередь, предполагает систематическую работу с разного рода текстами на иностранном языке (в соответствии с ведущими видами речевой деятельности):

- чтение иноязычных текстов в ходе подготовке к семинарам и практическим занятиям по специальным дисциплинам (навык поискового чтения),
- восприятие устной иноязычной речи выступающих на мероприятиях на слух (навык аудирования),
- умение формулировать запрос на иностранном языке с целью получения профессионально ориентированной информации в поисковых системах, реферирование научных текстов (summary; навык письма),
- составление, оформление и презентация устной речи на иностранном языке для защиты научных и научно-производственных проектов (говорение).

Сокращение учебных часов, отведенных на аудиторные занятия по дисциплине Иностранный язык, а также переориентирование учебного материала на достижение конкретных целей (компетентностный и аксиологический подходы в педагогике) обуславливают следующие изменения:

- снижение доли времени, отведенного на изучение грамматического материала, особенно комплексных редко употребляемых конструкций,
- фокусирование внимания обучающихся на особенностях научного стиля речи изучаемого языка,
- развитие цифровых навыков студентов (поиск профессионально-ориентированной информации, составление презентаций, интеллект карт, тестов при помощи специальных приложений, использование приложений для перевода онлайн и другое),
- внедрение элементов личностно-ориентированных технологий обучения, составление индивидуальных образовательных маршрутов,
- популяризация научной деятельности среди студентов (идеи студенческих стартапов, различных конкурсов, олимпиад, направленных в том числе на аккумулирование специальных иноязычных знаний и навыков).

Ввиду того, что одна из задач дисциплины Иностранный язык – развитие профессиональных компетенций, преподавателям необходимо оценивать текст не только с языковой точки зрения (соответствие изучаемого материала уровню владения иностранным языком студентами), но и с познавательной – с точки зрения актуальности содержания, научной новизны, практической направленности и соответствия тематике направления учебной деятельности студентов. Иностранный язык – средство развития общепрофессиональной компетентности обучающихся, а также способ повышения мотивации к обучению в целом, постоянному саморазвитию – совершенствование личностных качеств, цифровых навыков, которые могут впоследствии применяться в ходе разных видов деятельности, повышение уверенности в себе, ведь у человека, обладающего способностью свободно общаться на иностранном языке, больше возможностей заявить о себе на рынке труда, стать более конкурентоспособным, ценным сотрудником.

В ходе учебной деятельности, а также в повседневной жизни, мы постоянно работаем с текстами разного рода, в том числе научного. В связи с этим, наряду с традиционными способами работы с текстом преподаватели аграрных вузов применяют инновационные методы и формы работы. Рассмотрим некоторые из них подробнее.

1. Дополнение текста подходящими по смыслу словами. Как правило, подобному упражнению предшествует несколько занятий по теме, на которых обучающиеся изучили терминологию конкретной сферы деятельности, ознакомились с возможными способами словообразования, изучили управление глаголов и т.д. При этом преподаватель вправе повышать или понижать уровень сложности задания в зависимости от уровня подготовленности студентов: в первом тексте не только обозначены пропуски слов, но и даны подсказки справа, те лексические единицы, которые должны быть

преобразованы с помощью суффиксов, префиксов и окончаний в зависимости от построения предложения; правильный вариант предполагается только один. Во втором тексте обозначены пропуски слов, и обучающийся вправе дополнить его любыми словами, задача при этом – не исказить логику и грамматическую правильность текста, и избежать тавтологии.

<p>The (1) ___ of heat is perhaps the most familiar among the principal effects of an electric current. The (2) ___ effect of the current is found to occur in the electric circuit itself. It is detected owing to an increase in the temperature of the circuit. This effect represents a continual (3) ___ of electric energy into heat. For instance, the current which (4) ___ through the filament of an incandescent lamp heats that filament to a high temperature.</p>	<p>produce heat</p> <p>transform flow</p>
---	---

**Engineering is diversified into numerous \_\_\_ leading to a range of different job opportunities. There are over 20 different types of \_\_\_, and sometimes it becomes hard for a student to decide what particular specialization to choose.** An Engineering degree is great no matter what you do afterwards because you develop problem-solving skills, learn how to understand complex concepts and mechanisms analyze, develop practical solutions for problems and create new \_\_\_.

Typically scientists define at least 4 but sometimes up to 6 major types of Engineering.

1. \_\_\_ Engineering. When people imagine an engineer, they actually imagine a mechanical engineer. They design, build and fix mechanical systems: machines, tools, or engines. To do that, you need to learn and apply the principles of physics, materials science, and mathematics.

### Примеры упражнений на дополнение текста.

2. *Самостоятельное составление текста на основе заданных слов.* Упражнение направлено на тренинг лексического материала и углубление общепрофессиональных знаний студентов. К примеру, студентам направления Электроэнергетика и электротехника может быть дано задание составить текст, описывающий работу электрического устройства (высокий уровень сложности) или того, как и почему проводник проводит ток (базовый уровень сложности). Задание может быть визуализировано при помощи готовых рисунков, схем, а также составленных студентами интеллект карт со словами-опорами. Подобные упражнения направлены не только на отработку навыка письменной речи, но и на развитие устных навыков презентации.

3. *Реферирование научного текста.* Подобный вид тренинга широко распространен при работе со студентами профильных языковых направлений, однако может быть легко адаптирован в соответствии с потребностями студентов аграрных направлений. При этом в роли исходного текста на иностранном языке может быть материал специализированного сайта, научной статьи или доклада, зарубежного учебника профильной аграрной тематики, отзыв о работе ветеринарной клиники и т.д. Исходный текст также может быть представлен на русском языке, в этом случае студентам будет полезно ознакомиться с научными работами преподавателей вуза (статьи, написанные в

рамках специализированных конференций), отчетами о научной работе прошлых лет с целью прослеживания изменения тенденций в аграрной науке. Если в учебной группе есть студенты, изучающие разные иностранные языки, можно организовать подобную работу: один обучающийся переводит материал на русский язык без словаря или переводчика, полагаясь лишь на собственные знания и максимально упрощая текст, а другой переводит услышанное на изучаемый язык.

4. *Упрощение или усложнение текста.* Данное упражнение может быть направлено на тренинг терминологии, изучаемых грамматических конструкций, а также синтаксиса изучаемого языка. Помимо вышесказанного, умение перефразировать сложный материал на иностранном языке и излагать идеи простыми словами поможет студентам снизить уровень стресса на выступлениях.

5. *Отработка структурной и смысловой связности текста.* Составление текста по заданному алгоритму (к примеру, традиционной для научных статей форме – цель исследования, его задачи, объект и предмет исследования, методы и материалы и т.д.). Так, для научного текста сначала выбирается тема, затем формируется стратегия сообщения (факты, их очередность, степень подробности изложения), строится план изложения. Необходимо выработать стратегию изложения, это поможет избежать тавтологии, перескакивания с темы на тему и т.д.

6. *Привлечение цифровых ресурсов и программ искусственного интеллекта.* Несмотря на тот факт, что при написании авторских работ искусственный интеллект все чаще становится причиной снижения оригинальности, снижая процент самостоятельно составленного материала, в ходе практико-ориентированного изучения иностранного языка подобные программы и предложения являются отличным подспорьем в плане быстрой и эффективной подготовки к занятиям в онлайн или оффлайн форме, адаптации материала для студентов с разным уровнем владения иностранными языками, а также подбора материала узкой тематики. К примеру, программа Twee дает возможность за считанные секунды составить скрипт к любому видео из YouTube и сопроводить его огромным количеством заданий в зависимости от цели занятия.

7. *Анализ скрытых смыслов в тексте, построение текста в соответствии с определенной задачей влияния на слушателя (элементы научно-публицистического стиля речи).* Скрытый смысл обычно минимизирован в научных текстах. Однако в научно-публицистических статьях, например, автор зачастую преследует конкретную цель – популяризация отраслей науки, повышение привлекательности аграрной сферы для молодежи и т.д. Составление подобных текстов, к примеру, для размещения на сайтах сельскохозяйственных организаций или в периодических изданиях аграрной тематики, способствует развитию иноязычной и общенаучной коммуникативной компетентности студентов.

8. *Изучение специфики перевода научных текстов.* На самом деле, составление научного текста на английском языке существенно проще по причине того, что он имеет фиксированный порядок слов, в нем не прослеживается изменение слов по падежам и т.д. Характеристиками научного стиля в английском языке являются логичность, последовательность, точность и связность.

Таким образом, умение составлять и презентовать научные тексты на иностранном языке является одной из ключевых компетенций, необходимых для успешного становления молодого специалиста-агрария и может быть развита в комплексе средствами профильных и гуманитарных дисциплин.

### ***Библиографический список***

1. Князькова, О. И. Способы и пути оптимизации процесса обучения иностранному языку студентов аграрных направлений за счет использования современных технологий дистанционного обучения / О. И. Князькова, И. В. Чивилева // Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России : Материалы 73-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 апреля 2022 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 255-261.

2. Использование технологии CLIL в ходе практических занятий по иностранному языку у обучающихся инженерных направлений (на примере аграрных вузов) / О. И. Князькова, В. В. Романов, И. В. Чивилева, Е. В. Степанова // Филологическое образование в цифровую эпоху: опыт актуализации образовательных программ : Сборник тезисов Международной научно-практической конференции, Москва, 12 октября 2022 года. – Москва: Государственный институт русского языка им. А.С. Пушкина, 2022. – С. 55-61.

3. Трушина, М. В. Формирование профессиональной компетенции студентов аграрных направлений средствами иностранного языка / М. В. Трушина, О. И. Князькова // Аграрная экономика: научное, кадровое и информационное обеспечение : Материалы национальной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 15 марта 2022 года / МСХ РФ Рязанская региональная организация Вольное экономическое общество России ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 155-160.

4. Титова, И. Н. Опыт прохождения производственных практик иностранными обучающимися технологических специальностей / И. Н. Титова, И. С. Анисаров, В. Н. Туркин, Г. Д. П. Фахлейн, Т. С. Берриес // Межкультурная коммуникация в современном мире : материалы IX Международной научно-практической конференции иностранных студентов. - Пенза, 2021. - С. 122-128.

5. Туников, Г. М. О совершенствовании в современных условиях научно-технической подготовки студентов / Г. М. Туников, В. И. Левин, М. М. Крючков // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава



Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А.Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2008. – С. 315-317.

6. Левин, В. И. Организация и практическое обучение бакалавров для агропромышленного комплекса в Рязанском ГАТУ имени П.А. Костычева / В. И. Левин, А. С. Ступин // 25 лет вместе: Учебно-методическое объединение высших учебных заведений Российской Федерации по агрономическому образованию / Редколлегия: Н. И. Дунченко, Е. А. Савенкова, С. И. Чебаненко, С. В. Купцова; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва: РГАУ - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. – С. 164-169.

7. Романова, Л. В. Развитие цифровых навыков студентов в условиях цифровизации образования / Л. В. Романова, Л. В. Черкашина, Л. А. Морозова // Инновационные научно-технологические решения для АПК: вклад университетской науки : материалы 74-й международной науч.-практ. конф., Рязань, 20 апреля 2023 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации МВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 266-271.

8. Захарова, О. А. Роль латинского языка для студентов при изучении ботаники / О. А. Захарова. // Инновационная деятельность науки и образования в агропромышленном производстве : материалы международной научно-практической конференции / отв. ред. И.Я. Пигорев. – Курск, 2019. - С. 194-198.

**УДК 372.881.111.1**

*Князькова О.И.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ  
Лазуткина Л.Н., д-р пед. наук  
ФГБОУ ВО РГУ им. С.А. Есенина, г. Рязань, РФ*

## **ОСОБЕННОСТИ НАУЧНОГО СТИЛЯ В АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ**

Актуальность представления результатов исследований в зарубежных журналах и прочих периодических изданиях международного уровня обуславливают необходимость обучения студентов неязыковым направлениям особенностям научного стиля английского языка. Именно поэтому в ходе определения содержания курса дисциплины Иностранный язык преподавателям необходимо отвести на данную тему несколько часов аудиторного времени и изучить и наглядно проиллюстрировать на примерах некоторые характеристики научного стиля в английском языке.

Для того чтобы составить научные тексты правильно с точки зрения грамматики и синтаксиса и корректно стилистически, необходимо обработать, критически проанализировать и оценить полученную информацию, соотнести ее с имеющимся объемом знаний по исследуемой теме, выявить сходства и различия и уметь обосновать их причины и эффективно оформить

высказывание с точки зрения английского языка. Создание авторской научной работы представляет собой комплексный мыслительный процесс, основанный на определенных принципах:

- полное понимание понятий, лежащих в основе данной работы (приведение определений, предложенных авторами, ранее исследовавшими данную тему, составление собственной дефиниции на основе приобретенного опыта и специфики исследуемой научной сферы);

- критический анализ изученных материалов в синхроническом и диахроническом аспектах, определение точных и релевантных фактов, представление обоснованных аргументов в поддержку рассматриваемой точки зрения или в целях ее опровержения;

- соблюдение структуры авторской работы (для научных статей – цель и задачи исследования, его методы и методика, ход и результаты): составление аннотации, выделение введения, определение методов исследования, изложение хода эксперимента, оценка полученных результатов, сопоставление полученных итогов с имеющимся опытом исследования по данной теме, сопровождение выводов предоставлением собственных суждений и заключений;

- указание источников с соблюдением соответствующих правил.

Научному стилю английского языка присущи следующие типологические признаки:

1. **Научная тематика текстов** – обилие специальной лексики, обширная терминология, международные понятия.

- Требования, предъявляемые к научным текстам с точки зрения содержания: актуальность, новизна, объективность, точность, информационная насыщенность материала.

- Требования, предъявляемые к научным текстам с точки зрения языкового оформления: логичность, однозначность, безэмоциональность, использование научной формальной лексики, связность, указание причинно-следственных связей.

Требования могут варьироваться в зависимости от конкретного жанра научного текста: статья, доклад, лекция, монография, диссертация, автореферат и другие.

2. **Лексические признаки научного стиля речи.**  
**Терминологичность.**

Общенаучная лексика и терминология составляют высокий процент вокабуляра, подлежащего заучиванию студентами.

Наряду с комплексными понятиями, сложными для запоминания, существует целый ряд международных терминов, которые звучат схоже на разных языках мира: typical, parallel, concept, symbol, second. Однако необходимо обратить внимание обучающихся на так называемые ложных друзей переводчика – межъязыковые паронимы – пары слов в двух языках (родном и изучаемом, русском и английском), которые похожи по написанию

или произношению, но отличаются в плане значения: accurate – точный (не аккуратный), fabric – ткань (не фабрика), paragraph – абзац (не параграф) [1].

Кроме того, в целях избегания тавтологии используется целый ряд синонимов глаголов, описывающих элементы процесса научного исследования или выражения точки зрения автора: consider, take to account, contemplate, investigate, reflect on, study (рассматривать, изучать), notion, concept, conception, idea, thought (понятие, идея), describe, depict, discover, identify (описывать, определять).

Отдельно стоит отметить широкое использование следующих элементов научного стиля:

- Более формальная лексика: increase вместо rise, investigate вместо study, conclude вместо end \ finish; избегание фразовых глаголов – consider вместо look at, occupy вместо take place;

- Отглагольные существительные (considering от consider, establishing от establish);

- Существительные и прилагательные с определенным типом лексического значения (состояние признака предмета или лица – суффиксы -ity, -tion, sion, -cy; существительное-деятель – суффиксы -or, -er);

- Комплексные формы модальных глаголов: Engines are able to (вместо can) convert fuel into useful work;

- Сокращенные названия единиц измерения: Small pumping sets within 3 to 10 hp range are very much in demand;

- Общепринятые широко используемые аббревиатуры: AC (alternating current), DC (direct current), e.m.f. (electromotive force);

- Степени сравнения и сравнительные конструкции: The thinner the wire is, the greater the developed heat is;

- Заимствованные и интернациональные модели (macro-, micro-, inter).

### **3. Особенности грамматики и синтаксиса научного стиля речи.**

С одной стороны, научный английский характеризуется комплексностью грамматических и синтаксических конструкций, такое явление, как стереотипия синтаксической структуры (формы пассивного залога, причастные и деепричастные обороты, сложносочиненные и сложноподчиненные предложения). С другой стороны, наблюдается тенденция к упрощению, увеличение количества простых предложений.

Еще одно свойство научного стиля речи в английском – безличность – как стремление к объективности. Использование таких конструкций, как there is \ there are, местоимения it в роли подлежащего (it-sentences) позволяет не указывать прямо на лицо, совершающее действие (it is widely accepted вместо we accept), но фокусировать внимание исследователей на объекте изучения.

Существуют многочисленные способы акцентирования внимания на конкретной информации с точки зрения синтаксиса. Например, факт, на котором автор текста хочет заострить внимания, располагается в конце

предложения: Practical electricity is produced by small atomic particles known as *electrons*.

Параллелизм – фигура речи, проявляющаяся в идентичных по синтаксису предложениях, позволяет сместить фокус внимания с грамматику на лексику: Chemical elements consist of atoms. The atom consists of a nucleus and a cloud of electrons.

Использование осложняющих конструкций: The smallest particle of matter which can be recognized as an original substance was thought to be a unit called the atom (= The atom is the smallest particle of matter.).

#### 4. Структура научного текста.

Основными атрибутами научного текста являются его связность, целостность и логичность.

Целостность текста может быть описана как триединство содержания (раскрытие определенной темы), функции (соответствие текста конкретной научной задаче, а, следовательно, нормам научного стиля речи) и формы (структура изложения материала).

Логичность и связанность изложения материала достигаются посредством:

- причинно-следственные отношения между фрагментами информации (союзы и союзные слова: first of all, for, in spite of despite, for, while, because, as, in case of);

- сопоставление, сравнение фрагментов информации (союзы и союзные слова: on the contrary, on the one hand, nevertheless, but, however);

- обобщение, подведение итогов (therefore, thus, in a word).

Agricultural engineers deal with the design, construction and improvement of farming equipment and machinery. **As a rule** they integrate technology with theoretical science. **For example**, they design new and improved existing farming equipment that may work more efficiently. **Thus**, they design and build versatile infrastructure such as dams and water reservoirs. **Moreover**, engineers design and test agricultural machinery, equipment, and parts. Engineers may collaborate with others to plan and solve problems. **For example**, they may work with theoretical scientists, technicians, chemists, and others.

#### Пример обеспечения связности и логичности изложения научного текста посредством использования союзов и вводных конструкций

Структура научного текста варьируется в зависимости от жанра авторского материала. Обобщенная схема:

Введение (introduction) – формулирование проблемы исследования, актуальности проблемы, формулирование цели и задачи работы, определение объекта и предмета исследования, выбор методов исследования (methods), научная значимость проведения исследования;

Основная часть работы – раскрытие теоретических понятий, аргументация выдвинутых положений, анализ и обобщение полученных результатов (теоретическое исследование), описание подготовительной работы,

хода эксперимента, описание процесса исследования, полученных результатов (results), способов их улучшения / повышения (практическое исследование, научный эксперимент).

Заключение – итоговое краткое изложение работы (brief summary), новая информация, полученная в ходе исследования, соответствие итогов работы заранее определенным целям и задачам.

### **Структура научной работы (Research Paper Structure):**

1. Title Page – первая страница работы, титульный лист – название работы, данные автора и научного руководителя, название учебного заведения, направление подготовки, по которому обучается студент.

2. Abstract – аннотация, краткое изложение сути исследования (около 250 слов).

3. Introduction – описание темы исследования, краткое рассмотрение ранее проведенных исследований по теме, обоснование актуальности и научной новизны, выдвижение гипотезы данного исследования.

4. Methods – перечисление участников / объектов исследования, перечень используемых материалов, выбор методов исследования.

5. Results – описание полученных в ходе эксперимента данных, результаты проведенных исследований (тестов).

6. Discussion – обобщение полученных результатов, описание того, как эти результаты подтверждают или опровергают ранее выдвинутую гипотезу, рекомендации для дальнейших исследований с данной области.

7. References – библиографический список

8. Tables and Figures – таблицы и расчеты в зависимости от специфики темы исследования.

9. Appendix – приложение [2].

Как мы видим на основании изученного материала, научный стиль изложения и оформления работ на английском языке имеет свои особенности и требует пристального внимания со стороны преподавателей данной дисциплины и педагогов-методистов неязыковых вузов.

### ***Библиографический список***

1. "Ложные друзья переводчика" при работе с английскими текстами на автомобильном факультете / В. В. Романов [и др.] // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : Материалы I Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти д.т.н., проф. Н.В. Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 года. Том Часть III. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 407-411.

2. Research Paper Structure // Department of Psychology. UC San Diego. – Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://psychology.ucsd.edu/undergraduate-program/undergraduate-resources/academic-writing-resources/writing-research-papers/research-paper-structure.html#Appendix>

3. Способы преодоления лени обучающихся при изучении иностранного языка / В. В. Романов [и др.] // Приоритетные направления развития сельскохозяйственной науки и практики в АПК : Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции. В 3-х томах, пос. Персиановский, 24 декабря 2021 года. Том III. – пос. Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Донской государственный аграрный университет", 2021. – С. 72-78.

4. Творчество преподавателя и студента при самостоятельной работе по изучению иностранного языка в аграрном вузе / В. В. Романов, Е. В. Степанова, О. И. Князькова, И. В. Чивилева // Современное состояние: проблемы и перспективы развития АПК России : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 29–30 апреля 2022 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Ивановская государственная сельскохозяйственная академия им. акад. Д.К. Беляева, 2022. – С. 373-378.

5. Опыт прохождения производственных практик иностранными обучающимися технологических специальностей / И. Н. Титова, И. С. Анисаров, В. Н. Туркин, Г. Д. П. Фахлейн, Т. С. Берриес // Межкультурная коммуникация в современном мире : материалы IX Международной научно-практической конференции иностранных студентов. - Пенза, 2021. - С. 122-128.

6. Туников, Г. М. О совершенствовании в современных условиях научно-технической подготовки студентов / Г. М. Туников, В. И. Левин, М. М. Крючков // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А.Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2008. – С. 315-317.

7. Левин, В. И. Организация и практическое обучение бакалавров для агропромышленного комплекса в Рязанском ГАТУ имени П.А. Костычева / В. И. Левин, А. С. Ступин // 25 лет вместе: Учебно-методическое объединение высших учебных заведений Российской Федерации по агрономическому образованию / Редколлегия: Н. И. Дунченко, Е. А. Савенкова, С. И. Чебаненко, С. В. Купцова; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва: РГАУ - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. – С. 164-169.

*Князькова О.И.,  
Чивилева И.В., канд. психол. наук,  
Романов В.В., канд. пед. наук,  
Степанова Е.В.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ИНОЯЗЫЧНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТОВ АГРАРНЫХ ВУЗОВ**

Всеобщая цифровизация отечественного аграрного образования предполагает качественную трансформацию всех его уровней и аспектов, начиная от использования электронных учебников и баз данных в ходе аудиторных занятий и самостоятельной работы и заканчивая разработкой авторских проектов с помощью искусственного интеллекта и иммерсивных технологий (технологий виртуальной реальности).

В настоящее время цифровые технологии (к ним относятся облачные сервисы, образовательные онлайн платформы, сервисы для тестирования онлайн, программы виртуальных симуляторов и т.д.) активно используются преподавателями иностранного языка в целях повышения иноязычной профессиональной компетенции студентов, выбравших профессиональную реализацию в аграрной сфере.

Иноязычная коммуникативная компетентность – термин, широко используемый в отечественной педагогике уже не один десяток лет – может быть трактован как владение иноязычными речевыми и социокультурными знаниями, умениями и навыками, которые позволяют человеку целесообразно строить и моделировать собственное речевое поведение в зависимости от конкретной ситуации общения. Соответственно, термин иноязычная профессиональная компетентность предполагает рассмотрение иноязычных навыков через призму определенной профессиональной деятельности и может быть сформулирован, как «интегративное личностно-профессиональное образование, которое определяет способность будущего специалиста решать возникающие в профессиональных и социально детерминированных ситуациях проблемы и типичные задачи с использованием знаний иностранного языка» [1].

В нынешнее время развитие профессиональной компетентности идет в тесной связи с тренингом цифровых навыков обучающихся. Особенно наглядно эта связь прослеживается именно в отношении иноязычной профессиональной компетенции – студентам, уверенно владеющим иностранным языком, существенно проще разобраться с иноязычным интерфейсом обучающих программ, а, следовательно, использовать электронные ресурсы, в том числе платформы и приложения искусственного

интеллекта, в целях повышения собственной профессиональной компетентности.

Исследования в области искусственного интеллекта берут свое начало в 50-х годах XX века (Дж. Маккарти, США). Сегодня искусственный интеллект в системе высшего образования – одна из ведущих технологий цифрового обучения.

Отечественное аграрное образование строится на компетентностной парадигме (ФГОС ВО [2]) – это означает, что профессиональная компетентность будущих специалистов-аграриев складывается из целого спектра универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций (компетентностный подход в обучении иностранному языку). Кроме того, нельзя не отметить полипарадигмальность аграрного образования – наряду с компетентностным подходом в обучении (Р. Уайт, Л.О. Филатова, Н. Хомский) широкой популярностью пользуются контекстный (А. Вербицкий) и деятельностный подходы (С.Л. Рубинштейн, Л.С. Выготский, А.Н. Леонтьев).

Использование программ искусственного интеллекта в ходе практико-ориентированного обучения иностранному языку в аграрном вузе может быть легко адаптировано к требованиям каждого из трех педагогических подходов.

Так, возможно генерировать текст на основе содержания конкретной специальной дисциплины (*контекстность обучения*), что будет способствовать как развитию иноязычных навыков, так и повышению профессиональной компетенции обучающихся. Для этого достаточно задать в поле ввода несколько лексических единиц, и искусственный интеллект представит готовый отрывок информации, абсолютно правильный с точки зрения грамматики, синтаксиса и стилистики изучаемого языка. Генерированные тексты также могут быть подкреплены рисунками, схемами и диаграммами, что обеспечит визуализацию материала и поспособствует его усвоению. Технология создания интеллектуальных карт с помощью приложений MindMeister, Visme и т.д. обеспечивает тренинг навыков систематизации и обобщения информации, а также развивает творческие способности студентов. Программы и приложения искусственного интеллекта предполагают многопрофильную работу с аудио и видео ресурсами. К примеру, программа Twee имеет возможность мгновенного составления скрипта к видео материалам из Youtube, что помогает сэкономить время преподавателей в ходе подготовки к занятию. На основе полученного таким образом текста возможно в считанные секунды создать набор упражнений, нацеленных на запоминание специальной лексики и тренинг грамматических конструкций по теме. При этом изучение языка происходит в контексте – видео и аудио ресурсы носят профессионально ориентированный характер, а новизна используемых видео гарантирует актуальность изучаемого материала (принцип работы комбайна новой модели, изучение процесса производства пищевой продукции, аспекты работы зоотехнического предприятия / ветеринарной клиники).

Программы искусственного интеллекта облегчают работу с привлечением авторских материалов отечественных ученых, к примеру, сотрудников вуза.



Так, возможно взять актуальную статью / фрагмент учебного пособия по специальности, перевести его на изучаемый язык с заданным уровнем сложности и генерировать различные задания, направленные на отработку иноязычных навыков и углубление специальных знаний. Таким же образом возможно адаптировать содержание авторской работы студента для последующей ее защиты на международном уровне, заблаговременная подготовка поможет снизить уровень стресса, и, как следствие, обеспечить достижение достойного результата.

Использование программ искусственного интеллекта также отвечает требованиям *компетентного подхода*, согласно которому, иноязычная компетентность студента складывается из множества сегментов – компетенций: способностей обучающихся решать определенные профессиональные задачи с использованием иностранного языка. При этом выделяют базовые и продвинутое компетенции. Так, при работе с программами искусственного интеллекта возможно задать уровень сложности генерируемого материала и в считанные секунды повысить или понизить сложность текста и заданий к нему. Кроме того, возможно определить круг развиваемых компетенций (умений и навыков) и генерировать задания в зависимости от учебной цели занятия. Посредством искусственного интеллекта преподаватель может обеспечить междисциплинарность подлежащего изучению материала – для этого необходимо генерировать задания, направленные на отработку навыка использования иностранного языка для достижения профессиональных задач (подготовка к практическому занятию по специальной дисциплине, разработка научного проекта, участие в студенческом конкурсе, конференции, стартапе и т.д.) При этом результат работы оценивается с точки зрения достижения поставленной цели, а не только по правильности употребления языковых конструкций в речи.

Искусственный интеллект также допускает внедрение элементов *деятельностного подхода* в практико-ориентированное обучение иностранному языку. Разнообразные программы предлагают целый спектр возможностей для организации парной и групповой работы на занятиях: составление кроссвордов, квизов, выполнение заданий на скорость, запись аудио материалов преподавателем и самими студентами, составление интеллект карт, воспроизведение изучаемого материала с помощью визуальных опор, разработка тестовых заданий и многое другое.

Изучение любого иностранного языка предполагает стимулирование речевой деятельности и обеспечение коммуникативной направленности учебного процесса. Искусственный интеллект способен генерировать разного рода упражнения и задания, направленные на отработку навыков устной и письменной речи обучающихся и способен сделать коммуникацию профессионально направленной.

Программы и приложения искусственного интеллекта отвечают принципам наглядности и актуальности – генерируемые материалы графичны и красочны, они создаются за считанные секунды и могут быть легко

адаптированы в зависимости от потребностей отдельного студента, что способствует обеспечению индивидуального подхода в обучении. Карточки, диаграммы и схемы, составленные таким способом, могут легко применяться как в ходе аудиторного занятия, так и в формате онлайн (доска Miro, Zoom и т.д.).

Навыки произношения, аудирования и говорения также могут совершенствоваться посредством привлечения возможностей искусственного интеллекта: распознавание речи, запись аудиоматериалов, использование иммерсивных технологий (технологий виртуальной реальности).

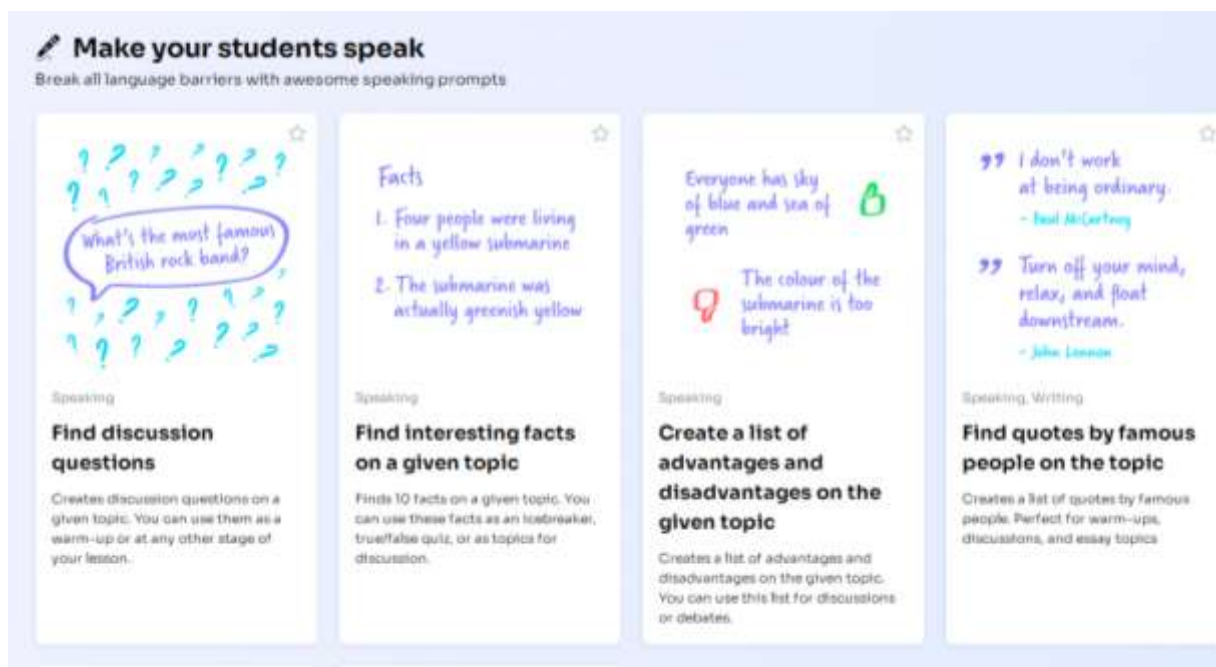


Рисунок 1 – Пример упражнений, генерируемых в программе Twee и направленных на тренинг навыков говорения

Однако применение искусственного интеллекта в ходе учебной и научной деятельности студентов аграрных направлений имеет и обратную сторону – многие обучающиеся используют подобные программы для генерации авторских работ, что снижает их оригинальность и не может быть принято преподавателем. Поэтому с точки зрения практико-ориентированного обучения иностранному языку использование искусственного интеллекта предпочтительно на стадии отработки и тренинга иноязычных навыков, и в большей степени инновационные технологии находятся на службе у преподавателя как разработчика программ и методик обучения.

Несмотря на некоторые отрицательные стороны, потенциал искусственного интеллекта в области практико-ориентированного обучения иностранному языку студентов аграрных направлений высок за счет следующих преимуществ:

- Доступность электронных ресурсов, простота в использовании (обилие цифровых ресурсов с русскоязычным интерфейсом, не требуется дополнительной подготовки);
- Креативность разработчиков подобных программ (позволяет обеспечить интерактивность обучения и разнообразить учебный процесс, высокое качество графических материалов);
- Возможность сэкономить время на подготовку к занятию как студентам, так и преподавателям;
- Возможность обеспечения индивидуального подхода к каждому обучающемуся, исходя из его потребностей, интересов и уровня владения иностранным языком, составление индивидуальных образовательных маршрутов;
- Возможность проведения занятий - видео экскурсий на производстве и моделирования производственных ситуаций с помощью иммерсивных технологий (технологий виртуальной реальности);
- Возможность использования полученных материалов в формате онлайн.

Выявленные преимущества использования искусственного интеллекта дают нам право полагать, что включение в учебный курс по дисциплине Иностранный язык работы с электронными ресурсами способствуют повышению цифровой компетентности обучающихся и преподавателей, обновлению методической и материально-технической базы университета и развитию научно-педагогической мысли в ключе новейших технических разработок, в том числе в сфере сельского хозяйства.

### ***Библиографический список***

1. Панфилова, В. М. Иноязычная коммуникативная компетентность как интегративное личностно-профессиональное образование студентов / В. М. Панфилова // Профессиональная деятельность педагога: новые подходы и решения : Коллективная монография. – Ульяновск : ИП Кеньшенская Виктория Валерьевна (издательство "Зебра"), 2017. – С. 239-253.

2. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://fgosvo.ru/>

3. Трушина, М. В. Формирование профессиональной компетенции студентов аграрных направлений средствами иностранного языка / М. В. Трушина, О. И. Князькова // Аграрная экономика: научное, кадровое и информационное обеспечение : Материалы национальной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 15 марта 2022 года / МСХ РФ Рязанская региональная организация Вольное экономическое общество России ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева». – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 155-160.

4. Использование технологии CLIL в ходе практических занятий по иностранному языку у обучающихся инженерных направлений (на примере

аграрных вузов) / О. И. Князькова, В. В. Романов, И. В. Чивилева, Е. В. Степанова // Филологическое образование в цифровую эпоху: опыт актуализации образовательных программ : Сборник тезисов Международной научно-практической конференции, Москва, 12 октября 2022 года. – Москва: Государственный институт русского языка им. А.С. Пушкина, 2022. – С. 55-61.

5. Способы преодоления лени обучающихся при изучении иностранного языка / В. В. Романов [и др.] // Приоритетные направления развития сельскохозяйственной науки и практики в АПК : Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции. В 3-х томах, пос. Персиановский, 24 декабря 2021 года. Том III. – пос. Персиановский: ФГБОУ ВО "Донской государственный аграрный университет", 2021. – С. 72-78.

6. Титова, И. Н. Опыт прохождения производственных практик иностранными обучающимися технологических специальностей / И. Н. Титова, И. С. Анисаров, В. Н. Туркин, Г. Д. П. Фахлейн, Т. С. Берриес // Межкультурная коммуникация в современном мире : материалы IX Международной научно-практической конференции иностранных студентов. - Пенза, 2021. - С. 122-128.

7. Туников, Г. М. О совершенствовании в современных условиях научно-технической подготовки студентов / Г. М. Туников, В. И. Левин, М. М. Крючков // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А.Костычева. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2008. – С. 315-317.

8. Левин, В. И. Организация и практическое обучение бакалавров для агропромышленного комплекса в Рязанском ГАТУ имени П.А. Костычева / В. И. Левин, А. С. Ступин // 25 лет вместе: Учебно-методическое объединение высших учебных заведений Российской Федерации по агрономическому образованию / Редколлегия: Н. И. Дунченко, Е. А. Савенкова, С. И. Чебаненко, С. В. Купцова; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва: Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2013. – С. 164-169.

9. Романова, Л. В. Проблемы подготовки специалистов по организации производства и управлению в АПК / Л. В. Романова // Экономика и эффективность организации производства. – 2022. – № 36. – С. 77-79.10. Черкашина, Л. В. Проблемы внедрения технологий искусственного интеллекта российскими предприятиями / Л. В. Черкашина, Л. В. Романова, Л. А. Морозова // Инновационные научно-технологические решения для АПК: вклад университетской науки : материалы 74-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2023 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 291-296.

## **ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ «ИСТОРИИ РОССИИ» ДЛЯ НЕПРОФИЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

Статья посвящена выявлению особенностей преподавания истории России для непрофильных специальностей. Для достижения этой цели были проанализированы УМК преподаваемой дисциплины, проведено наблюдение за уровнем вовлеченности студентов при применении разных подходов в ходе преподавания дисциплины.

Результаты исследования показали, что преподавание истории России для непрофильных специальностей требует особых подходов и методов. Одной из главных особенностей является необходимость связывания исторического материала с реалиями и интересами студентов, чтобы повысить их мотивацию и понимание предмета. Также выявлено, что использование интерактивных методов, таких как дискуссии, групповые проекты и визуальные материалы, способствует более эффективному усвоению исторических знаний.

Это исследование призвано привлечь внимание преподавателей истории и педагогов, работающих с непрофильными специальностями, к важности адаптации учебного материала и методов преподавания для достижения оптимальных результатов обучения. Результаты исследования представляют практическую ценность и могут быть использованы для разработки более эффективных программ преподавания истории России для непрофильных специальностей.

Процесс обучения – важный этап для успешной социализации личности. Именно благодаря приобщению и усвоению существующих в обществе норм, традиций, знаний и т.д. человек способен не только качественно повысить свой уровень жизни, но и стать востребованным специалистом в своей области. Для получения профессиональных компетенций в настоящее время важно не только обладание профильными знаниями, но и гибкость мышления, аналитические способности и другие навыки, выходящие за рамки основ подготовки специалиста. На основании вышеизложенного можно утверждать, что современное понимание образования претерпевает существенные изменения, смещая фокус с традиционной теоретической специализации в сторону всестороннего развития личности. Данная трансформация не случайна, а вызвана потребностью сегодняшнего общества в быстро адаптирующихся, высококлассных специалистах. В рамках активного процесса модернизации образование все больше смещается в сторону практико-ориентированного подхода в обучении будущих специалистов. С этим тесно связано направление на гуманитаризацию высшего образования, обозначившееся в последние годы. Особое внимание, которое сейчас обращается на развитие человеческой личности и является основным признаком такой гуманитаризации.

Соответственно, и последующая профессиональная деятельность должна быть подготовлена и заложена в высшем учебном заведении таким образом, чтобы отвечать обозначенным целям. [2, с. 83] Таким образом, именно личностное и надпрофессиональное развитие – основная задача гуманитарных дисциплин, в том числе и истории России.

История России – обширная дисциплина, изучающая человечество, его прошлое, настоящее и прогнозирует возможное будущее. Данная дисциплина помогает студентам понять и осознать истоки, развитие и влияние исторических событий на современное общество. Для обучающихся вузов изучение истории становится неотъемлемой частью образовательного процесса. Данная дисциплина способствует не только получению знания о прошлом, но и помогает усвоить другие необходимые компетенции, которые выпускники будут использовать в профессиональной и социальной среде. В гуманитарном блоке история наиболее полно аккумулирует предшествующий социальный опыт человечества. [4, с. 114] Однако, когда речь идет о преподавании истории России для непрофильных специальностей, важно учитывать ряд особенностей в процессе приобщения студентов к историческому прошлому.

Первая особенность состоит в необходимости адаптировать предлагаемый к изучению материал для студентов, которые изучают дисциплину как непрофильный предмет. В данном случае преподавателю важно осознавать, что преподаваемый студентам материал необходимо связывать с современностью и демонстрировать влияние исторического развития на общество, в котором живут обучающиеся сейчас.

Вторая особенность – преподаватели должны использовать разнообразные методы обучения для привлечения внимания студентов и сделать изучение истории России увлекательным и интересным. Использование интерактивных методов, таких как обсуждения, проекты и мультимедийные материалы, поможет студентам лучше понять исторические события и их значение для современного общества.

Третья особенность заключается в необходимости выстраивания в рамках изучения дисциплины связи между историей и профессиональной областью обучающихся. С одной стороны, для студентов всех специальностей необходимо преподавать историю, которая по содержанию соответствовала бы требованиям к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки студентов. С другой стороны, практика показывает, что историческое образование должно иметь профессиональную направленность. Эта задача может решаться путем введения в учебный процесс специальных дисциплин или спецкурсов, учитывающих профессиональную специфику, например, по направлению подготовки агроинженерия – история аграрных отношений в России, по направлению подготовки экономика – история экономических учений и т.д. [4, с. 115] Это поможет студентам увидеть, как исторические процессы влияют на их будущую профессиональную деятельность.

Кроме того, представляется необходимым отметить, что одна из первоочередных целей образования заключается в воспитании человека

духовного, способного оценить окружающий мир с разных точек зрения, а для этого требуется развитая эрудиция, которая формируется под воздействием абсолютно разных наук: технических, естественнонаучных и социально-гуманитарных. Поэтому мы видим стремительно меняющуюся роль исторических знаний для современного общества, поскольку именно историческая наука способна в большей степени развить у обучающихся гражданственность и патриотические чувства. [1, с. 8] На сегодняшний день тенденция гуманитаризации образования все больше демонстрирует свою эффективность, выполняя такую базовую функцию, как формирование Soft Skills — навыков, способствующих личностному развитию. Отечественная история призвана помочь в формировании навыков коммуникации, интеллектуального мышления. При этом мнение о необязательности запоминания обучающимися дат, терминов, событий, имен героев или государственных деятелей — абсолютно ошибочно. Аргумент о том, что эти знания не пригодятся в жизни, не просто не верен, а вреден. Изучение гуманитарных дисциплин на непрофильных специальностях необходимо для совершенствования самых разных умений и навыков. [1, с. 9] Таким образом, обозначенная выше тенденция развития современного образования является одной из приоритетных на сегодняшний день, поскольку в перечень первоочередных задач государственной политики РФ входит вопрос воспитания гармонично развитой личности, гражданина и патриота своей страны.

На основании вышеизложенного возникает вопрос о возможностях работы с перечисленными особенностями преподавания истории России для непрофильных специальностей. В первую очередь нас волнует вопрос о содержании курса, заданиях, которые, с одной стороны, должны соответствовать требованиям ФГОС ВО, а с другой – иметь профессиональную направленность [1, с. 8]. Разумеется, что при таком подходе требования к квалификации преподавателя очень высоки. Это должен быть не просто специалист с историческим образованием, а в равной степени разбираться в истории профессии тех, кому он преподаёт исторический материал, что расширяет требования к педагогу в плане владения материалом. На данный момент это является проблемой. К сожалению, часто встречается практика использования преподавателями-историками одной и той же лекции для всех студентов вне зависимости от их специализации — будь то агрономы, инженеры или экономисты. Такой подход лишает образовательный процесс индивидуальности и не отвечает потребностям студентов в изучении исторических аспектов их будущей профессиональной деятельности. Актуальность данной проблемы подтверждается и состоянием учебной литературы, значительная часть которой фактически повторяет школьный курс общей отечественной истории. Используемые учебно-методические комплексы часто не учитывают особенности конкретных образовательных программ высшего образования и не предоставляют студентам необходимых знаний и навыков для их будущей профессиональной деятельности. На основании

приведенных тезисов можно сделать вывод, что в современных условиях российской высшей школы возникает насущная необходимость в создании авторских курсов по истории, разработанных с учетом специфики конкретных специальностей. Такие курсы должны основываться на таких принципах, как:

1. Междисциплинарность. Суть данного принципа заключается во включении в преподаваемый курс исторических знаний, которые являются необходимыми в процессе формирования целостного профессионального мировоззрения студентов.

2. Практическая направленность, которая заключается в изучении исторических событий и процессов с точки зрения их влияния на развитие будущей профессии выпускников.

3. Индивидуализация преподавания дисциплины. Данный принцип сосредоточен на разработке специализированного курса с учетом особенностей каждой специализации и уровня подготовки студентов.

4. Авторский подход. Преподаватель самостоятельно разрабатывает программу курса, выбирает источники и материалы, учитывающие специфику направления, на котором обучаются студенты.

Качественно разработанные авторские курсы будут полезны не только студентам, так как дисциплина будет учитывать особенности их специальности и в большей степени носить практикоориентированный характер, но и самим преподавателям. Благодаря проработке и углублению своих профессиональных знаний, навыков и компетенций. Преподаватель не только повысит уровень своего педагогического мастерства, но и разовьет личностные качества и «гибкие» навыки, которые на сегодняшний день приобретают все большую значимость. Кроме того, авторские курсы по истории позволят студентам непрофильных направлений:

1. Углубить свои знания об исторических аспектах своей будущей профессии.

2. Развить историческое мышление и аналитические навыки.

3. Осознать значение исторического опыта для современной общественной жизни и профессиональной деятельности.

Таким образом, создание авторских курсов по истории в российской высшей школе является важным шагом в повышении качества образования и подготовке специалистов, обладающих комплексными историческими и профессиональными знаниями. Если касаться вопроса разработки заданий в указанных условиях, то здесь необходимо учесть два обстоятельства.

Во-первых, в рамках реализации принципа преемственности в передаче знаний и навыков, полученных в школе, а также для формирования и поддержания интереса к исторической дисциплине и будущей профессии предлагается ежегодно знакомить преподавателей с результатами анализа итогов ЕГЭ и методическими материалами по истории. При этом необходимо учесть представленные результаты при составлении оценочных средств контроля успеваемости, поскольку выпускники школы должны обладать



базовыми историческими знаниями, как требует Федеральный государственный стандарт. [3, с. 152]

Впрочем, ежегодный анализ результатов ЕГЭ систематически выявляет довольно слабый уровень базовых исторических знаний. Выявляемые пробелы касаются знаний персоналий, исторических событий и явлений, умений выстраивать причинно-следственные связи и т.д. Также не является сильной стороной большей части выпускников умение отстаивать собственную точку зрения. Указанные проблемы, связанные с проблемой усвоения исторических знаний – ещё один аргумент в пользу необходимости изучения дисциплины «История России» в вузе вне зависимости от профессиональной специализации студента. [3, с. 153]

В заключение стоит отметить, что история, является дисциплиной, где формируются универсальные ценности человека и общества, традиции, такие как ответственность, гражданственность, патриотизм, толерантность. При изучении истории у выпускников вузов формируются общекультурные компетенции, которые развивают способность анализировать социально значимые процессы и явления политического и экономического характера, применять основные положения и методы гуманитарных наук при решении профессиональных и социальных задач. В гуманитарном блоке история наиболее полно аккумулирует предшествующий социальный опыт человечества [4, с. 115].

Таким образом, суммируя особенности преподавания истории России для непрофильных специальностей, отметим, что оно требует адаптации материала, использования разнообразных методов обучения и установления связи между историей России и профессиональной областью студентов. Это поможет студентам лучше понять значение истории и применить ее знания в своей будущей карьере.

### *Библиографический список*

1. Белоусова, О.А. Проблемы реализации исторических дисциплин в образовательных программах непрофильных вузов / О.А. Белоусова // Теория и практика научных исследований: психология, педагогика, экономика и управление. – 2020. - № 2(10). – С. 7-12.

2. Коньков, Д.С. Цели и ценности исторического образования (на материале неисторических специальностей сгги) / Д.С. Коньков // Вестник Томского государственного университета. – 2007. - №299. – С. 83-87.

3. Кушнир, С.И. О проблемах преподавания истории для неисторических специальностей / С.И. Кушнир, О.Ю. Яльченко // Высшее образование в России. – 2020. – Т. 29. - № 1. – С. 150-155.

4. Павлова, О.А. Проблемы преподавания истории в непрофильных вузах / О.А. Павлова // АНИ: педагогика и психология. – 2017. – Т.6. - № 2(19). – С. 114-117.

5. Туников, Г. М. О совершенствовании в современных условиях научно-технической подготовки студентов / Г. М. Туников, В. И. Левин, М. М. Крючков // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А.Костычева. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2008. – С. 315-317.

6. Левин, В. И. Организация и практическое обучение бакалавров для агропромышленного комплекса в Рязанском ГАТУ имени П.А. Костычева / В. И. Левин, А. С. Ступин // 25 лет вместе: Учебно-методическое объединение высших учебных заведений Российской Федерации по агрономическому образованию / Редколлегия: Н. И. Дунченко, Е. А. Савенкова, С. И. Чебаненко, С. В. Купцова; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва: РГАУ - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. – С. 164-169.

**УДК 165**

*Мартынова С.А., канд. филол. наук, доцент,  
Мошнин А.М.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ФУНКЦИИ ФИЛОСОФИИ В НАУЧНОМ ПОЗНАНИИ**

В настоящее время в рамках философского осмысления и восприятия окружающей действительности человеком возникает необходимость изучения основных закономерностей формирования характеристик научного познания, главную роль в развитии которого играет философия. Проблема осмысления окружающей действительности личностью имеет актуальное значение в ситуациях, связанных с её изучением, с постижением каких-то философских закономерностей, научных практик, которые не могут быть осознаваемы и понимаемы вне философского их осмысления [3].

На основе рассмотренных аспектов исследователь В.Ф. Петрушинский, специализирующийся на анализе эволюции научного мышления у индивидуумов, выдвинул гипотезу о том, что формирование научной эрудиции происходит в результате взаимодействия с различными научными областями, такими как социология и экономика. Однако осознание основополагающих аспектов этого процесса, который позволяет индивидууму овладеть теми или иными научными дисциплинами, принять значимые научные гипотезы и методологические подходы различных авторов научных концепций, становится возможным благодаря роли философии. Философия, в этом контексте, представляет собой основополагающую науку, которая обеспечивает формирование научного знания и его парадигмальных характеристик, таких как методологические и научно-философские позиции авторов, гипотетические аспекты исследуемых объектов или явлений, а также смысловые аспекты,

которые придают особую значимость познаваемым объектам реальности. Важно подчеркнуть, что для каждого исследователя научных дисциплин особую важность представляют их собственные научно-философские взгляды на освоение данной области знания, что позволяет формировать уникальное видение изучаемых объектов и явлений, независимо от конкретной научной дисциплины [6].

Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что в настоящее время в рамках научного познания возникает особый интерес учёных-практиков в русле философии относительно изучения основных функций философии, выступающих в качестве основных парадигмальных характеристик постижения объектов и предметов научной действительности и формирования на этой основе собственных научных взглядов личности.

В анализе функций философии, развивающихся в контексте научного познания, Е.П. Лейбман выдвинул ряд выводов, подчеркивающих основные значимые аспекты данных функций:

1. Функция первичности в осмыслении и философском анализе объектов и предметов, изучаемых в рамках конкретной науки. Эта функция подразумевает, что через философский подход человек способен формировать первичные образные представления и познавательные впечатления, связанные с изучением научных дисциплин. Философия стимулирует личность к всестороннему анализу изучаемых объектов с научной точки зрения.

2. Мотивационно-ценностная функция философии, которая предполагает формирование у индивидуума целостного научного образа в процессе изучения феноменов и выявления значимых закономерностей научного познания. Эта функция способствует приобретению личностью уникального опыта путем погружения в научно-философскую реальность через работы различных ученых-практиков. Осознанный выбор мотивационно-ценностного характера становится важным аспектом для личности, которая стремится к пониманию и осмыслению философских и научных аспектов изучаемых явлений. Таким образом, личность, обладающая высоким мотивационным уровнем в понимании научных законов и принципов, способна осуществлять выбор научно-философской стратегии в процессе познания и расширять свои знания об изучаемых феноменах [4].

В противовес данной точке зрения В.П. Кохановский, говоря о функциях философии и их значимости в процессе формирования научного познания, сделал вывод о существовании следующих основных функций философии, играющих значимую роль в рамках философского анализа и осмысления окружающей действительности:

1. Философия разрабатывает абстрактные модели реальности, которые становятся основой для взгляда ученого на его объект исследования (онтологический аспект). Она представляет общую картину мира в его универсальных и объективных чертах, объединяя материальную действительность в ее разнообразных аспектах, формах движения и фундаментальных законов. Эта философская картина мира служит основой для

разработки различных картин мира в рамках физических, биологических и других научных областей, являясь универсальной онтологической ориентацией. Таким образом, философия обеспечивает ученому общее представление о мире, на основе которого формируется специализированное видение мира в рамках конкретных научных дисциплин как части общей философской концепции реальности. Философия также помогает личности не только понять категориальные элементы картины мира, связанные с прошлым, но и формирует адекватное восприятие настоящего и уделяет внимание категориальным научным аспектам будущего. Она способствует разработке и гипотетическому пониманию научных феноменов, что влечет за собой развитие научного познания. Это становится ключевым аспектом философского постижения объектов и явлений научной реальности в их разнообразии и в рамках индивидуального философского анализа [2].

2. Философия предоставляет исследователю глубокое понимание общих закономерностей познавательного процесса, освещает суть и пути достижения истины, а также различные формы ее постижения (гносеологический аспект). Особенно в рамках рационалистического подхода, философия предоставляет исследователю базовые гносеологические ориентиры относительно природы познавательного отношения, его различных форм и уровней, исходных предпосылок и общих оснований, а также условий, необходимых для достоверности истинности познания. Кроме того, философия рассматривает социально-исторический контекст познания и другие важные аспекты [1].

Хотя все отдельные научные дисциплины направлены на исследование мира, ни одна из них не занимается непосредственным изучением закономерностей, форм и принципов познания в общем. Этим вопросом специально занимается философия, включая в свой арсенал гносеологию как один из основных разделов. Философия опирается на данные других наук, которые анализируют отдельные аспекты познавательного процесса, такие как психология, социология, науковедение и т. д.

Любое научное познание, независимо от уровня его развития у исследователя, базируется на понимании определенных категорий, которые имеют прямое отношение к историческому контексту осмысления изучаемых объектов и явлений научной реальности. Эти категории играют важную роль для исследователя, поскольку позволяют оценивать категориальные характеристики изучаемого явления в их общности и взаимосвязи, а также в рамках индивидуального осмысления в контексте научной парадигмы. Например, в психологии основной парадигмальной характеристикой является психика, которую каждый ученый понимает по-своему, но при этом придерживается общего представления о том, что психика является отражением мозгом объективной реальности, и ее функционирование зависит от активности личности и ее внутренней психологической настройки в конкретной ситуации. Однако при обсуждении категориальных научных предпосылок авторы различных научных теорий, связанных с развитием психики, выделяют свои собственные научные парадигмальные характеристики, которые имеют прямое

отношение к формированию особенностей научного философского познания и понимания научной реальности [1].

В.В. Баранов, говоря о функциях философии, отмечает, что все они относятся к основополагающему цивилизационному аспекту осмысления научной философской действительности. Автор данной научной концепции считает, что основными значимыми функциями философии как науки, являются следующие: гуманистическая, критическая, мировоззренческая, методологическая, практическая (праксеологическая), сотериологическая, культуротворческая, социально-идеологическая, эвристическая [2, с. 111].

Идеационная функция философии заключается в обосновании и утверждении в общественном сознании парадигмы фундаментальности и первичности идеалов. Идеал при этом понимается как высшее состояние бытия и главная цель деятельности человека, к которой стремится индивидуум с целью преобразования хаоса существования в оптимальное содержание автономной жизни [5]. Наличие идеалов личности играет определяющую роль в формировании основных ценностных приоритетов, которые имеют важное значение для достижения значимых жизненных результатов. Идеалы в контексте личностного развития охватывают разнообразные аспекты своего существования, но их актуализация для развития личности и её научного познания становится возможной благодаря философскому осмыслению и всестороннему научному анализу.

В рамках данного контекста философы выдвигают идеалы антропного и общественного классов бытия, в которых особое внимание уделяется таким ценностям, как добро, истина, красота, свобода, справедливость, гармония, рациональность, гуманность и совершенство [6].

Гуманистическая функция философии приобретает особую актуальность в периоды нестабильности в эволюции государства, особенно во время формирования ценностных ориентиров под воздействием селективной рыночной конкуренции. В этом контексте гуманное отношение к изучаемым философским парадигмальным предметам, которые направляют развитие научного познания исследователя, способствует развитию важных личностных характеристик, включая толерантность в принятии и адекватном восприятии человека, несмотря на его особенности, достоинства и недостатки.

Рациональность в рамках функционального философского анализа окружающей действительности рассматривается учеными как способность личности формировать основные выводы научного характера, которые связаны с изучаемой гипотетической мыслью, а также создавать мнения, суждения и научные взгляды, обусловленные конкретной ситуацией [7].

Рационализм, как функция философского осмысления окружающей действительности, подразумевает существование адекватных рационально-ценностных представлений и мнений относительно изучаемого феномена. На основе существующего рационального мнения становится возможным формирование гипотетических логических выводов относительно философского предмета, изучаемого учёными-практиками [4, с. 35]

Таким образом, говоря о значимости функций философии, можно сделать вывод о том, что они имеют самое непосредственное отношение к осмыслению окружающей личность действительности. Осознание места философии имеет самое непосредственное отношение и к научному познанию, и к осмыслению научной действительности, поскольку благодаря ей предметы и объекты, характеризующие значимость научного познания, приобретают свою собственную категориальность, ценностную и практическую значимость, на основе чего становится возможным философское постижение личностью окружающей действительности и формирования на этой основе собственных мнений, суждений и философских догматических выводов.

### *Библиографический список*

1. Гегель, Г.В.Ф. Энциклопедия философских наук / Г.В.Ф. Гегель : в 3 т. – М. : Мысль, 1974-1977. – 454 с.
2. Кохановский, В.П. Философия и методология науки / В.П. Кохановский – М.: АТС; Ростов н/Д: Феникс, 1999. – 574 с.
3. Пирожкова, С.В. Философия как научная дисциплина: предмет, функции и задачи в современном контексте / С.В. Пирожкова // Философия науки и техники 2022. Т. 27. – № 1. – С. 84–98.
4. Полатайко, С.В. Философия и методология научного познания: учеб.-метод. пособие / С.В. Полатайко, Г.С. Левит, А.А. Львов. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. – 37 с.
5. Розин, В.М. Специфика и формирование естественных, технических и гуманитарных наук / В.М. Розин. – Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1989. – 200 с.
6. Степин, В.С. Философия науки и техники : Учеб. пособие для вузов / В. С. Степин, В. Г. Горохов, М. А. Розов. – Ин-т "Открытое о-во". – М.: Фирма "Гардарика", 1996. – 399 с.
7. Хрестоматия по истории философии (западная философия от Шопенгауэра до Дерриды): Учебне пособие для вузов: Часть 2 / Ответ. редактор Л.А. Микешина, редактор-организатор И.М. Кутасова М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС. - 2001. - 528 с.
8. Человек науки / под. ред. М.Г. Ярошевского. – М.: Наука, 1974. – 392 с.
9. Туркин, В. Н. К вопросу о переходе к новой общественно-экономической формации / В. Н. Туркин, В. П. Солодков // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития : материалы II-ой Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти д.т.н., профессора Н.В. Бышова. – Рязань: РГАТУ, 2022. - С. 484-489.
10. Речевой портрет современного студента / Н. А. Горяйнов, А. Н. Красуленко, И. Ю. Нефедова, Т. В. Ерофеева // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2023. – № 2(18). – С. 21-24.

## **ФОРМИРОВАНИЕ САНОГЕННОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ПСИХОЛОГИИ**

В современной системе образования одной из самых важных задач является подготовка специалистов. Профессиональные качества и компетентность будущего специалиста, бесспорно, имеют особую значимость в учебном процессе. Однако, не менее важны личностные аспекты и основные характерологические особенности обучающихся.

Возрастные особенности, присущие каждому периоду развития, оказывают прямое влияние на этапы обучения в высшей школе, образуя на каждом из них определенные зоны напряженности. Так, на ранний юношеский возраст приходится само поступление в ВУЗ и связанное с ним погружение в новую незнакомую социальную среду. Это, как правило, жизнь вне дома и, следовательно, необходимость самостоятельно решать бытовые вопросы; резкое увеличение объема учебного материала и знакомство с новой профессиональной терминологией; перераспределение привычной нагрузки и смена круга общения. Логично, что возникшие перемены в образе жизни, сомнения в правильности выбора, а также новый коллектив вызывают у обучающихся ощущение неопределенности, тревожности, неуверенности в себе. Как итог возникает отсутствие чувства безопасности, являющейся одной из базовых, витальных потребностей человека, что приводит к негативным последствиям, таким, как делинквентное поведение или дистресс.

Разномасштабные концепции решения этих вопросов находятся сейчас в фокусе внимания отечественной и зарубежной психологии. Ставя перед собой задачу развить психологические ресурсы личности, которые будут помогать справляться с подобными стрессовыми трудностями, ученые видят перспективу в повышении базовой безопасности и, как итог – увеличение результативности деятельности. Мнения отечественных и зарубежных исследователей сходятся в том, что саногенное мышление – это именно такой инструмент, который поможет в достижении вышеозначенных целей.

Под термином «саногенное (оздоравливающее) мышление» понимается некое умственное поведение, направленное на достижение состояния эмоционального благополучия. Выступая, как инструмент достижения психического и духовного равновесия, саногенное мышление дает возможность личности осознавать свои психологические состояния и регулировать их.

Антагонистом саногенного является патогенное мышление – хронически стрессовое, приводящее к негативным итогам в виде душевных страданий и физических болезней. В отличие от него, саногенное мышление направлено на сохранение благополучия, физического здоровья и духовного равновесия, оно призывает личность управлять своими когнитивными процессами,

прорабатывать эмоции и главное – понимать причинно-следственную связь между источниками переживаний и их последствиями.

В зарубежной психологии саногенное мышление впервые начало изучаться в трудах К. Саарни, Д. Глемана, М. Райнольдса, а также в работах когнитивных психологов А. Эллиса и А. Бэка. Исследуя различные аспекты формирования природы эмоциональной компетентности и ее влияния на успешность в профессиональной деятельности, ученые фокусировались на основах развития саногенного мышления.

В отечественной психологии представляет интерес концепция Ю.М. Орлова и его последователей: С.Н. Морозюк, Ю.Н. Крайновой, Н.В. Павлюченковой, А.В. Рассохина и др. Саногенное мышление рассматривается здесь в своем ключе, отличном от зарубежных подходов. Общим с западными теориями в ней является лишь ориентированность на решение практических задач, связанных с коррекцией когнитивных процессов, тех, которые могут негативно сказаться на психическом и физическом здоровье.

Основная идея Ю.М. Орлова заключена в том, что ожидания личности относительно поведения других людей включаются в когнитивную структуру эмоций. То есть личность воспринимает поведение окружающих и реагирует на него, исходя из совпадения или несовпадения своих ожиданий и реальности.

Если ожидания и реальность не совпадают, то ситуация может восприниматься, как неудача, и повлечь за собой переживание чувства вины, обиды, стыда и страха. Далее срабатывает защитный рефлекс, задача которого – включить умственные процессы, призванные уменьшать остроту и количество переживаний от негативных эмоций. Но они приносят лишь кратковременный, кажущийся положительный эффект. Однако, если изменить мышление, согласно концепции Ю.М. Орлова, уйти от нарушающих душевное равновесие мыслеобразов, поведение и деятельность личности станут более эффективными и результативными. Осознавать и регулировать психические состояния личности помогает саногенное мышление. Результаты эмпирических исследований полностью подтверждают это.

Непростые жизненные ситуации и события с повышенным эмоциональным градусом, которые складываются в отдельно взятый период, и вместе с тем усугубляются неопределенностью причин и последствий, часто приводят к сложным эмоциональным переживаниям. Характерные черты этих переживаний – рефлексия, долгие размышления, анализ и дальнейший выбор решений. В этом случае особенности обычного мышления часто приводят к уходу из ситуации, поиску защиты от травмирующих переживаний, агрессии, направленной на окружающих или же себя самого, а кроме того – поиску причин произошедшего, чтобы рационализировать обстоятельства.

Напротив, у людей с развитым саногенным мышлением сравнительно более низкий уровень тревожности. А стрессоустойчивость и социально-психологическая адаптация гораздо выше, при учете достаточно развитого уровня эмоциональных компетенций. Эти аспекты восприятия, бесспорно,



положительно влияют на успешность трудовой деятельности взрослых и успеваемость обучающихся.

Привычное и бессознательное мышление часто проявляет себя патогенно. Как это происходит? Человек, находясь под влиянием эмоций, невольно выбирает шаблонный ход мыслей, сложившийся в опыте переживания той или иной эмоции. Далее следует цепочка таких же привычных действий, приводящих к нерациональному поведению. Сознательное же мышление ведет к пониманию неуместности подобного поведения. Осознание причинно-следственных связей своих эмоциональных состояний, позволяет личности прийти к новому способу мышления – саногенному. Однако, это возможно только, когда есть четкое понимание механизмов работы ума во время рождения эмоций. Следовательно, саногенному мышлению нужно обучать, также как и новым привычкам умственного поведения, которые по-другому управляют эмоциями и контролируют мысли.

В результате у личности шаг за шагом будет формироваться способность осознавать причины своих эмоций, вместо того чтобы подавлять их. Обучаясь саногенному поведению, человек получает прежде всего психологическую поддержку, навык свободно выбирать стратегию своего развития, ставить цели в значимых сферах жизни. При этом в процессе формирования новых навыков важное значение придается его индивидуальным потребностям и психологическим особенностям. Это приводит к стабильному жизненному успеху в целом, а также помогает в обучении и профессиональной деятельности.

Важным моментом является то, что у обучающихся в процессе формирования саногенного мышления необходимо вырабатывать так называемую саногенную рефлексю, которая разворачивается в тяжелых жизненных ситуациях. В порождении отрицательных эмоциональных переживаний участвуют патогенные компоненты мышления, которые также необходимо осознавать. Все действия, способности, чувства субъекта через сознательные и подсознательные механизмы саморегуляции согласуются с образом собственного «Я».

Рассмотрим вопрос о том, что представляет собой саногенная рефлексия. Она является мыслительным процессом, который направляется на конструктивное решение неопределенной ситуации. Для саногенной рефлексии характерными будут следующие действия человека: выявить свои положительные качества, далее – проанализировать ситуацию и выбрать оптимальную стратегию поведения, чтобы устранить проблему или достигнуть какой-либо определенной цели. Подобный положительный психологический навык студентам необходимо развивать.

Саногенная рефлексия часто определяется как «позитивное мышление». Саногенное мышление предупреждает вспыльчивость и раздражительность. Для того чтобы развить его, уже на начальном этапе обучения очень важно определиться с целями. Не менее важны и временные рамки их достижения, а также начальные и конечные точки пути. Сколько энергии и труда понадобится

для достижения цели, решает сам студент. Определяющую роль играет заинтересованность обучающихся, которую также необходимо развивать, проведя с группой психологические опросы для выявления сильных сторон личностей.

В противоположность саногенной рефлексии существует патогенная, определяемая как поток негативных мыслей либо воспоминаний, причиняющих человеку страдания. В мыслях человека долгое время могут оставаться пережитые им травмирующие события, которые он будет анализировать в различных аспектах. Это очень опасный для ментального здоровья вид рефлексии, поскольку от него сложно абстрагироваться даже сформировавшейся взрослой личности, не говоря о студентах. Переход к саногенной рефлексии в данном случае будет необходимой мерой для обучающегося

Когда человек сталкивается с данной проблемой, он становится уязвимым для заболеваний, утрачивает способность к долгой концентрации внимания, напряженно фокусирует свои мысли и с трудом контролирует эмоции. Чтобы понять, у кого из студентов наличествует патогенная рефлексия, достаточно провести тестирование в группе.

Стоит привести характерные признаки патогенного и саногенного мышления.

Так, к признакам патогенного мышления или патогенной рефлексии можно отнести: концентрацию внимания лишь на негативных воспоминаниях; непрекращающиеся попытки решения уже неактуальных проблем; подверженность человека накоплению обид; непонимание отрицательного влияния на самочувствие бесконечной рефлексии и заикленности на прошлых обидах.

Именно с патогенной рефлексией, часто сталкивается человек в современном мире, поскольку от нее труднее всего избавиться. Даже само понятие «рефлексия» в обиходе воспринимается как отрицательное явление, причиняющее дискомфорт, возвращающее в пережитые когда-то травмирующие ситуации, и как следствие, препятствующее дальнейшему развитию личности. Рефлексия в этом смысле действительно активирует саморазрушительные процессы.

Избавление от такого рода рефлексии весьма сложный процесс. Ей чаще всего подвержены люди, переживающие разного рода кризисы, либо те, чья эмоциональная чувствительность к окружающему миру и обществу в целом очень высока.

Важно отметить, что из состояния патогенной рефлексии возможно выйти. Для этого необходимо изменить отношение к проблемам прошлого, воспринимать их как пройденный важный и ценный опыт, несущий в том числе и положительные стороны произошедшего.

В заключение перечислим признаки саногенного мышления. К ним относятся: позитивность и гибкость мышления; знание и понимание того, как устроены негативные эмоции; способность абстрагироваться от навязчивых мыслей.

Таким образом, совершенно, очевидно, что саногенное мышление, как инструмент управления поведением, в определенных обстоятельствах способствует повышению психического и соматического здоровья человека. На основе этого рекомендуется объяснить студентам о необходимости следить за своим ментальным и физическим здоровьем.

### *Библиографический список*

1. Орлов, Ю. М. Оздоровляющее (саногенное) мышление: Управление поведением / Ю. М. Орлов. – М.: Слайдинг, 2006. – 96 с.

2. Абдурахмонова, З. А. К. Теоретические и практические аспекты развития саногенного мышления у учащихся подростков / З. А. К. Абдурахмонова // Инновационные подходы в современной науке : материалы XXXIV Международной научно-практической конференции. Том № 22 (34). Часть 1 – М.: Интернаука, 2018. – С. 77–81.

3. Адамян, Л. И. Связь саногенной рефлексии с показателями психологической устойчивости личности / Л.И. Адамян // Теория и практика общественного развития. – 2012. – № 3. – С. 73–76.

4. Елисеев, Ю. Ю. Психосоматические заболевания: Полный справочник. / Ю.Ю. Елисеев – М.: Эксмо, 2003. – 608 с.

5. Опарина В.Н. Развитие саногенной рефлексии в самостоятельной работе студента : специальность 19.00.07 (педагогическая психология) : диссертация на соискание ученой степени кандидата психологических наук / Опарина Вероника Николаевна. – Москва, 2008. – 186 с.

6. Речевой портрет современного студента / Н. А. Горяйнов, А. Н. Красуленко, И. Ю. Нефедова, Т. В. Ерофеева // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2023. – № 2(18). – С. 21-24.

7. Князькова, О. И. Совершенствование профессионально ориентированной иноязычной коммуникативной компетенции обучающихся аграрных вузов посредством развития универсальных учебных действий / О. И. Князькова // Мир образования - образование в мире. – 2017. – № 2(66). – С. 186-191.

8. Князькова, О. И. К вопросу о формировании и развитии языковой личности студентов в ходе практико-ориентированного обучения иностранному языку в аграрном вузе / О. И. Князькова // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2016 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – С. 337-341.

*Романов В.В., канд. пед. наук,  
Чивилева И.В., канд. психол. наук,  
Князькова О.И.,  
Степанова Е.В.  
ФГБОУ ВО РГATУ, г. Рязань, РФ  
Жебрatкина И.Я., канд. филол. наук  
ФКОУ ВО «Академия ФСИИ России», г. Рязань, РФ*

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЛИДЕРСКИХ КАЧЕСТВ ОБУЧАЮЩИХСЯ И УМЕНИЯ РАБОТАТЬ В КОМАНДЕ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ**

На каждом предприятии в любой отрасли производства и сельского хозяйства всегда ценились работники с хорошими лидерскими качествами и умением работать в команде единомышленников. Современная экономика, отличающаяся не только высоким уровнем развития техники и технологий, но и наличием многочисленных противоречий, как внутренних, так и внешних, вызванных многочисленными зарубежными санкциями и необходимостью поиска все новых возможностей импортозамещения, нуждается в таких специалистах как никогда ранее.

Что же относится к лидерским качествам и что включает в себя умение работать в команде?

Согласно большинству источников информации, лидерские качества включают в себя активность личности, ее ответственность, открытость новому и готовность пробовать нестандартные подходы, развитый интеллект, креативность и амбициозность. Умение работать в команде предполагает эффективное взаимодействие с коллегами, ответственность за принимаемые решения, адекватное восприятие критики, умение выслушивать других, быстрый поиск решений, толерантность к окружающим.

Иностранный язык, основной целью которого в высшем учебном заведении является подготовка специалиста, способного общаться на международном уровне не только на бытовом, но и профессиональном уровне, предоставляет замечательные возможности для развития как лидерских качеств, так и умения работать в коллективе [1-5]. Именно этому учатся студенты, работая на занятиях с диалогами, проблемными ситуациями, творческими заданиями, чтением и анализом прочитанного, конкурсными упражнениями [6-10].

Говоря о последних, как часто носящих характер соревновательных, можно отметить, что, к сожалению, они не так часто используются на занятиях, хотя любые конкурсы, как правило, нравятся обучающимся и, как следствие, могут поднять их мотивацию к изучению иностранного языка. Причем подобные задания могут применяться как на отдельных этапах занятия, так и представлять собой целое занятие-конкурс команд.

При изучении иностранного языка в языковом вузе учебная группа как правило состоит из 15 человек, а с учетом отсутствующих по тем или иным причинам эта численность составляет 11-12 человек, которые при проведении занятия-соревнования легко разбиваются на 3 команды. Задача преподавателя при распределении участников избегать ситуаций, когда в одной команде собираются либо все сильные, либо все слабые в языковой подготовленности студенты.

В качестве награды победившей команде и наиболее отличившимся участникам можно использовать не только хорошие и отличные оценки в конце занятия, но и простейшие, самостоятельно подготовленные дипломы или сертификаты (рисунок 1) [11, с. 27].



Рисунок 1 – Награды отличившихся студентов и команд

При работе с профессиональной лексикой со студентами автодорожного факультета Рязанского государственного агротехнологического университета достаточно неплохо зарекомендовали себя упражнения «дуэль / перестрелка», когда участники соперничающих команд по очереди называют знакомые термины, а победившей считается команда, назвавшая слово последней. Другим не менее эффективным упражнением была игра в характеристики, требующая от участников команд подобрать как можно больше прилагательных к тому или иному термину.

Принимая во внимание тот факт, что нет ни одной группы студентов похожей на другую, мы часто применяли двойную формулировку заданий, которая с одной стороны предполагала выполнение упражнений по цепочке, а с другой стороны допускала проведение соревнования команд. Например:

*1) Образуйте из 30 данных ниже прилагательных 6 цепочек синонимов, содержащих 5 слов, и воспроизведите получившиеся цепочки. (В режиме соревнования участники соперничающих команд по очереди воспроизводят получившиеся цепочки. Каждый ответ приносит команде 1 балл. В случае ошибки ход переходит к другой команде).*

2) *Переведите данные ниже вопросы на английский язык. Пусть ваш товарищ ответит на них. (В режиме соревнования, участник одной из команд задает вопрос на английском одному из своих соперников, зарабатывая за правильный перевод 1 балл. Правильно ответив на вопрос, его оппонент также имеет возможность заработать 1 балл).*

3) *Переведите реплики данного ниже диалога на английский язык и воспроизведите получившийся диалог. (В режиме соревнования участники соперничающих команд могут принести своему коллективу за перевод той или иной фразы количество баллов, указанных в таблице. Последующее воспроизведение получившегося диалога может принести команде дополнительно 1-5 баллов в зависимости от качества воспроизведения).*

Как видно из приведенных примеров, упражнения, предполагающие соревнования команд, могут носить как речевой, так и условно-коммуникативный и даже коммуникативный характер [12].

Предлагаемая в упражнениях наглядность в виде рисунков и таблиц делает задания еще более привлекательными и интересными для студентов, тем самым увеличивая мотивацию к изучению иностранного языка.

Как уже упоминалось нами ранее, в форме соревнования команд может быть построено целое занятие. В качестве примера может быть приведен конспект занятия на тему «Современные авто инновации»:

1) *Каждому глаголу в левой колонке соответствуют 4 слова или словосочетания из правой колонки. Каждое слово или словосочетание может быть использовано только один раз. Составьте подобные фразы и воспроизведите их. (В режиме соревнования команды по очереди дают фразы, связанные с тем или иным глаголом, имея возможность заработать от 1 до 4 баллов в зависимости от правильности подобранных фраз).*

2) *Заполните пропуски в данных ниже предложениях подходящими по смыслу глаголами из предыдущего задания, стоящими в требуемой форме. Воспроизведите получившиеся предложения. (В режиме соревнования участники соперничающих команд по очереди воспроизводят предложения с заполненными пропусками, получая за каждый правильный ответ 1 балл).*

3) *Ниже даны реплики из диалогов, происходящих в дилерских автоцентрах. Воспроизведите реплики и укажите принадлежность каждой из них потенциальному покупателю автомобиля или работнику центра: BUYER или SELLER. (В режиме соревнования участники соперничающих команд по очереди воспроизводят реплики, указывая их принадлежность продавцу или покупателю. Каждый правильный ответ приносит команде 1 балл).*

4) *Работа в парах. Таблица содержит вопросы и ответы на них, данные в двух предложениях. Варианты ответных предложений перепутаны. Подберите правильные варианты. (В режиме соревнования участники соперничающих команд по очереди восстанавливают вопросно-ответные реплики, имея возможность заработать от 1 до 4 баллов. 1-2 балла за правильный ответ и дополнительные 2 балла за корректное воспроизведение).*

5) Каждый данный ниже мини-текст состоит из 2 предложений. Поставьте прилагательные, данные в круглых скобках (...), в требующуюся степень сравнения. Слова одного из предложений в ситуации, выделенные наклонным шрифтом, даны в хаотичном порядке через наклонную черту /. Расставьте слова в нужном порядке, чтобы получить правильные предложения. (В режиме соревнования участники соперничающих команд по очереди выполняют данные задания, имея возможность принести команде 1-3 балла: 1 балл за правильно употребленные степени сравнения, 1 балл за правильно восстановленный порядок слов в предложении и 1 балл за верный перевод получившейся ситуации на русский язык).

6) Расставьте реплики в логическом порядке и воспроизведите получившиеся диалоги. (В режиме соревнования каждая команда выбирает себе 1 диалог. Заполнив пропуски в выбранном диалоге, участники команд, разбившиеся на пары, воспроизводят получившийся диалог. В зависимости от корректности воспроизведения каждая пара может принести своей команде 1-3 балла).

7) Вы собрались покупать китайский / российский автомобиль, пришли в дилерский центр, но не знаете на какую модель решиться. Ваш товарищ, исполняющий роль работника дилерского центра, готов помочь вам сделать неплохой выбор. Составьте диалог и воспроизведите его. (В режиме соревнования команды совещаются и готовят 1 диалог от команды, который затем воспроизводят в парах. В зависимости от корректности воспроизведения каждая пара может принести своей команде от 1 до 5 баллов).

8) Переведите данные ниже предложения на английский язык. (В режиме соревнования участники соперничающих команд по очереди дают английские эквиваленты данных русских предложений. Каждый правильный ответ приносит команде 2 балла).

9) В ходе сегодняшнего занятия мы вспомнили о многих современных автомобильных инновациях. Выберите одну из них, наиболее заслуживающих вашего внимания. Выскажите свое отношение к ней. (В режиме соревнования каждый подобный монолог может принести команде от 3 до 5 баллов в зависимости от его наполнения).

Вышеприведенные примеры заданий подтверждают, что:

- превалирование групповой формы работы на занятиях иностранного языка способствует развитию лидерских качеств и умений командной работы;
- командная работа на занятии учит сотрудничать с людьми, часто имеющими разные интересы и уровень подготовленности, предотвращая недоразумения при достижении поставленных целей;
- заинтересованность в успехе команды стимулирует работу даже слабых обучающихся и способствует выработке ответственного отношения к поставленным задачам;
- групповая работа на занятиях иностранного языка учит студентов гибкости и открытости к идеям и мнению других людей;

– выбор лидера или капитана команды, а также распределение задач между участниками выстраивает отношения доверия и поддержки, являющиеся фундаментом успешной командной работы;

– наблюдая за успешными действиями своих более подготовленных товарищей, студенты делают для себя определенные выводы и в дальнейшем стараются использовать подмеченные подходы к выполнению заданий;

– работа в коллективе развивает уверенность в себе.

Таким образом, дисциплина иностранного языка, предполагающая прежде всего общение обучающихся, а также занятия в форме соревнований представляют собой замечательные возможности для развития как лидерских качеств, так и умений работать в команде, столь необходимых и востребованных в современном производстве.

### *Библиографический список*

1. Иванова, Н. К. "Иностранный язык" в техническом вузе: проблемы и решения / Н. К. Иванова, С. Г. Шишкина // Sciences of Europe. – 2017. – № 14-2 (14). – С. 40-44.

2. Мезенцева, А. И. Формирование конкурентоспособного специалиста технического профиля средствами иностранного языка : специальность: 5.8.7. Методология и технология профессионального образования : диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Мезенцева Анна Игоревна. – Ялта, 2022. – 232 с.

3. Романов, В. Возможности совершенствования профессионально-ориентированного обучения иностранному языку студентов автомобильных факультетов / В. Романов, Е. Степанова, Е. Меркулова // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : материалы национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 484-488.

4. Романов, В. В. Формирование универсальных компетенций выпускника аграрного вуза в ходе занятий по иностранному языку / В. В. Романов, И. В. Чивилева, Е. В. Степанова // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения : материалы 71-й Международной науч.-практ. конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. Часть 2. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 301-304.

5. Савельева, Н. Н. Формирование профессиональной иноязычной компетенции будущих инженеров / Н. Н. Савельева, А. В. Орлова, Т. Л. Денисова // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. – 2020. – № 2 (34). – С. 67-71.

6. Малова, М. М. Опыт формирования навыка работы в команде на занятиях по иностранному языку в вузе / М. М. Малова, Г. А. Позднякова // Проблемы современного педагогического образования. – 2020. – № 68-3. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-formirovaniya-navyka-raboty-v-komande-na-zanyatiyah-po-inostrannomu-yazyku-v-vuze>



7. Малышева, А. Д. Формирование командной компетенции на занятиях по иностранному языку // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2017. – Т. 32. – С. 249–253. – Режим доступа: <http://e-koncept.ru/2017/771073.htm>

8. Николаева, А. Д. Формирование командной компетенции студентов на занятиях по иностранному языку / А. Д. Николаева, А. Д. Малышева // Дискуссия. – 2017. – № 5 (79). – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-komandnoy-kompetentsii-studentov-na-zanyatiyah-po-inostrannomu-yazyku>

9. Уваров, В. И. Формирование лидерских качеств у студентов на занятиях по иностранному языку в неязыковом вузе // Кронос: психология и педагогика. – 2021. – № 1 (24). – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-liderskih-kachestv-u-studentov-na-zanyatiyah-po-inostrannomu-yazyku-v-neyazykovom-vuze>

10. Ямских, Т. Н. Формирование умений командной работы студентов инженерных направлений подготовки на занятиях по иностранному языку / Т. Н. Ямских, Н. Н. Слепченко // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. – 2015. – № 4 (34). – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-umeniy-komandnoy-raboty-studentov-inzhenernyh-napravleniy-podgotovki-na-zanyatiyah-po-inostrannomu-yazyku>

11. Романов, В. В. Творческие и игровые формы работы студентов с английской авто терминологией / В. В. Романов, М. Д. Свиная, П. В. Квасова // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2023. – № 2 (18). – С. 25-29.

12. Романов, В. В. Возможности организации разговорной деятельности студентов на иностранном языке в аграрном вузе / В. В. Романов, Е. В. Степанова // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : материалы 70-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года. Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 232-237.

13. Выездные полевые практики для иностранных обучающихся / И. Н. Титова, И. С. Анисаров, В. Н. Туркин, М. Р. Э. Баррера, К. М. Давлатов // Межкультурная коммуникация в современном мире: материалы IX Международной научно - практической конференции иностранных студентов. – Пенза, 2021. - С. 117-122.

14. Речевой портрет современного студента / Н. А. Горяйнов, А. Н. Красуленко, И. Ю. Нефедова, Т. В. Ерофеева // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2023. – № 2(18). – С. 21-24.

*Романов В.В., канд. пед. наук,  
Чивилева И.В., канд. психол. наук,  
Степанова Е.В.,  
Князькова О.И.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ  
Жебряткина И.Я., канд. филол. наук  
ФКОУ ВО «Академия ФСИИ России», г. Рязань, РФ*

## **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ РАБОТА ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА (НА ПРИМЕРЕ АВТОДОРОЖНОГО ФАКУЛЬТЕТА)**

Хорошее учебно-методическое обеспечение является одним из обязательных условий успешности образовательного процесса в вузе. Существование и доступность многих современных учебников значительно облегчает работу преподавателя иностранного языка и студента. Однако тот факт, что данные учебные материалы часто характеризуются определенной специализацией на отдельно взятом языковом явлении (грамматике, чтении или профессиональной лексике), а каждая учебная группа по-своему оригинальна по уровню первоначальной подготовленности и потребности развития тех или иных знаний и умений, и учебно-методическая работа преподавателя является одним из обязательных критериев оценки его деятельности, вынуждает каждого педагога разрабатывать методические рекомендации и учебные пособия, учитывающие все вышеуказанные недочеты и проблемы существующих учебных материалов [1-5].

На автодорожном факультете Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева на уровне бакалавриата / специалитета реализуется обучение по следующим направлениям и специальностям: 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, 23.03.01 Технология транспортных процессов, 08.03.01 Строительство.

Данное исследование учебно-методической деятельности преподавателей иностранного языка на факультете затрагивало период с 2020 по 2024 года, а его количественные показатели представлены в данной ниже таблице 1.

Таблица 1 – Учебно-методическая деятельность преподавателей иностранного языка на автодорожном факультете (для 4 направлений подготовки)

Тип работы	Год	2020	2021	2022	2023	2024
Методические рекомендации, шт.		4	4	4	4	4*
Учебные пособия с грифом шт.			1			1*

\* Работа будет завершена в сентябре / октябре 2024 года

Каждый четный календарный год вносились изменения и дополнения в существующие или разрабатывались новые методические рекомендации для проведения практических занятий. Каждый нечетный календарный год подобная работа проводилась с методическими рекомендациями для самостоятельной работы студентов [6-7]. Все подобные разработки полностью соответствовали разделам учебных программ, предоставлялись студентам в электронном виде, что позволило применять их и при дистанционной форме обучения, а их объем составлял порядка 50 страниц.

Разработка учебных пособий с грифом УМО осуществляется каждые 2-3 года. За рассматриваемый нами временной период одно пособие вышло в свет в 2021 году, а еще одно появится осенью 2024 года. Как показывает опыт применения подобных учебно-методических работ на занятиях со студентами автодорожного факультета, предлагаемых обучающимся задания, обладающие профессиональной ориентацией и хорошей наглядностью (рисунок 1), вызывают у обучающихся интерес, а создаваемая таким образом мотивация к освоению иностранного языка является хорошим подспорьем в достижении положительных результатов процесса обучения.



Рисунок 1 – Примеры заданий с наглядностью

Учебное пособие, вышедшее в 2021 году, предназначалось для работы со студентами 1 и 2 курсов всех ранее упомянутых направлений подготовки и

включало следующие разделы: иностранный язык, мой университет, моя будущая профессия, обслуживание автомобиля, транспорт и логистика, строительство гражданских объектов.

Каждый раздел содержал задания на формирование и развитие иноязычных знаний и умений, а также совершенствование навыков, связанных с аудированием (материалы представлены на прилагаемом диске), формированием лексического запаса, синтаксисом, чтением, грамматикой, говорением и письмом. Разделы также содержали домашние задания.

Достаточно большое количество представленных заданий давало преподавателю возможность их выбора с учетом направления подготовки обучающихся, а также индивидуальных качеств групп студентов.

Предлагаемый для изучения и тренинга грамматический материал включал следующую тематику: present simple, present continuous, past simple, present perfect, past perfect, видовременные формы для выражения будущего времени и будущего в прошедшем, модальные глаголы, условные предложения и страдательный залог (пассивная конструкция).

С целью дальнейшего поднятия мотивации к изучению иностранного языка, а также совершенствования качества преподавания дисциплины в 2024 году планируется издание пособия, ориентированного на формирование лидерских качеств обучающихся и умения работать в команде.

Кроме достаточно привлекательной наглядности преподаваемого к изучению материала данная разработка будет отличаться наличием двойной формулировки всех заданий, одна из которых предполагает возможность выполнения упражнения в режиме соревнования или конкурса (таблица 2). Таким образом у преподавателя появится возможность выполнения отдельных конкурсных заданий или проведение целого занятия-соревнования между группами обучающихся, что, как правило, вызывает повышенный интерес и у самих студентов.

Таблица 2 – Образцы двойных формулировок заданий

Этап занятия	Формулировка задания
Этап ознакомления	Назовите автомобиль и страну происхождения. Например, <i>Volvo – Sweden</i> . (В режиме соревнования представители команд по очереди берут по одной карточке с 4 логотипами и дают ответ по принципу АВТОМОБИЛЬ – СТРАНА-ПРОИЗВОДИТЕЛЬ. Каждая карточка может принести команде 1 балл).
Речевая практика	Расположите реплики диалога, данного ниже, в логической последовательности и воспроизведите получившийся диалог. (В режиме соревнования от 3 до 5 баллов разыгрывается за расстановку реплик в нужном порядке. Таким же количеством баллов (3-5) команды могут пополнить свой багаж за воспроизведение получившегося диалога).

Этап тренировки	Каждая строка в данном упражнении содержит предложения, слова в котором перепутаны. Расставьте слова в нужном порядке и воспроизведите получившиеся предложения. (В режиме соревнования поднятая рука означает готовность команды дать 1 ответ и заработать 1-3 балла. В случае ошибки команда получает 0 баллов, а право на ответ переходит к соперникам).
-----------------	---

Продолжение табл. 2

Речевая практика	<p>Постарайтесь убедить своего товарища купить автомобиль той или иной марки. Предлагаемый образец может вам в этом помочь. Например,</p> <p><i>I've heard you are going to buy a new car. Have you already decided on a brand? How about a Volkswagen? The car is quite reliable. There is a dealership in Ryazan. They have a good lineup. There are plenty of models to choose from. As far as I know, this is not the most expensive car, and Germans are good in automobile manufacturing. All Volkswagens are quite modern, comfortable and safe.</i></p> <p>(В режиме соревнования участники соперничающих команд по очереди предлагают свои высказывания. Каждое высказывание приносит команде 1 балл. Лучший монолог среди всех участников соревнования может принести команде дополнительно 5 баллов).</p>
------------------	--

Как видно из приведенных примеров, подобные задания могут применяться на всех этапах обучения.

Достаточно большое внимание в данном учебном пособии будет уделено работе с диалогами, моделирующими ситуации реального общения в сфере профессиональной деятельности обучающихся [8-9]. Тематика предлагаемых диалогов включает: покупку автомобиля, на автомойке, в автосервисе, сдачу экзамена на вождение, разговор с автоинспектором.

С целью повышения эффективности работы в группах целесообразным выглядит смена участников команд на каждом занятии. Особое внимание при этом стоит уделять перераспределению сильных обучающихся, чтобы избежать попыток студентов отсидеться молча, понадеявшись на своего товарища.

Как показывает многолетний опыт работы, учебное пособие, самостоятельно разработанное преподавателем, имеющим представление о требованиях современного производства к выпускникам вузов и знающим наиболее проблемные аспекты иноязычной подготовки студентов, дает педагогу возможность его применения в качестве полноценной основы проводимых занятий, экономя значительное количество времени как при подготовке к занятию, так и при его проведении.

Хорошие методические рекомендации, как правило, имеют достойный объем предлагаемых к изучению учебных материалов и могут быть использованы как дополнительная разработка даже в форс-мажорных условиях при проведении дистанционных занятий и самостоятельной работе обучающихся.

### *Библиографический список*

1. Английский язык: учебное пособие по развитию профессиональных коммуникативных навыков / А. И. Баркова, Т. Г. Лукова, Н. В. Парнюк, В. В. Шарая // Часть 2. – Москва : Моркнига, 2014.
2. Иванова, Н. К. "Иностранный язык" в техническом вузе: проблемы и решения / Н. К. Иванова, С. Г. Шишкина // Sciences of Europe. – 2017. – № 14-2 (14). – С. 40-44.
3. Мезенцева, А. И. Формирование конкурентоспособного специалиста технического профиля средствами иностранного языка : специальность: 5.8.7. Методология и технология профессионального образования : диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Мезенцева Анна Игоревна. – Ялта, 2022. – 232 с.
4. Романов, В. Возможности совершенствования профессионально-ориентированного обучения иностранному языку студентов автодорожных факультетов / В. Романов, Е. Степанова, Е. Меркулова // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : материалы национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 484-488.
5. Романов, В. В. Формирование универсальных компетенций выпускника аграрного вуза в ходе занятий по иностранному языку / В. В. Романов, И. В. Чивилева, Е. В. Степанова // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения : материалы 71-й Международной науч.-практ. конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. Часть 2. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 301-304.
6. Дубровин, Н. П. Возможности совершенствования домашней работы с текстами при изучении иностранного языка в неязыковом вузе / Н. П. Дубровин, П. В. Романова, В. В. Романов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2019. – № 1 (8). – С. 17-25.
7. Творчество преподавателя и студента при самостоятельной работе по изучению иностранного языка в аграрном вузе / В. В. Романов, Е. В. Степанова, О. И. Князькова, И. В. Чивилева // Современное состояние: проблемы и перспективы развития АПК России : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 29–30 апреля 2022 года. – Иваново: Ивановская ГСХА, 2022. – С. 373-378.
8. Романов, В. В. Возможности организации разговорной деятельности студентов на иностранном языке в аграрном вузе / В. В. Романов, Е. В. Степанова // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : материалы 70-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года. Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 232-237.
9. Савельева, Н. Н. Формирование профессиональной иноязычной компетенции будущих инженеров / Н. Н. Савельева, А. В. Орлова, Т. Л.

Денисова // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. – 2020. – № 2 (34). – С. 67-71.

10. Выездные полевые практики для иностранных обучающихся / И. Н. Титова, И. С. Анисаров, В. Н. Туркин, М. Р. Э. Баррера, К. М. Давлатов // Межкультурная коммуникация в современном мире: материалы IX Международной научно - практической конференции иностранных студентов. – Пенза, 2021. - С. 117-122.

11. Туников, Г. М. О совершенствовании в современных условиях научно-технической подготовки студентов / Г. М. Туников, В. И. Левин, М. М. Крючков // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А.Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2008. – С. 315-317.

12. Левин, В. И. Организация и практическое обучение бакалавров для агропромышленного комплекса в Рязанском ГАТУ имени П.А. Костычева / В. И. Левин, А. С. Ступин // 25 лет вместе: Учебно-методическое объединение высших учебных заведений Российской Федерации по агрономическому образованию / Редколлегия: Н. И. Дунченко, Е. А. Савенкова, С. И. Чебаненко, С. В. Купцова; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва: РГАУ - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. – С. 164-169.

13. Захарова О.А.Трудности в изучении латинских названий растений и педагогические инновации / О.А.Захарова, И.В. Чивилева, И.А. Хабарова // Биоразнообразие и рациональное использование природных ресурсов. Материалы докладов X Всероссийской научно-практической конференции, с международным участием. Махачкала, 27-28 апреля 2023 года. – Махачкала: Издательство АЛЕФ, 2023. – С. 157-160.

**УДК 1(091)**

*Ручкина Е.В., канд. ист. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### **СРЕДНЕВЕКОВЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЫ И НАРОДНАЯ КУЛЬТУРА. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ОБРАЗА ФИЛОСОФА ПЬЕРА АБЕЛЯРА В СРЕДНЕВЕКОВОЙ НАРОДНОЙ КОМЕДИИ**

Традиционно принято считать, что интеллектуальная жизнь эпохи средневековья очень сильно обособлена от остальной средневековой культуры. Многие исследователи, в частности А.Я. Гуревич и Ж. Ле Гофф не раз подчеркивают это в своих трудах [5; С. 27] [6; С. 39].

Такая обособленность обуславливается рядом причин. Во-первых, это недоступность образования для широких масс людей. С одной стороны, эстетика ученичества пронизывает практически всю средневековую жизнь: оруженосец учится у рыцаря, подмастерье – у цехового мастера, девочки учатся

у матерей ведению хозяйства, и все учатся у Бога, учение которого несет людям церковь.

В такой же парадигме и существует средневековое образование примерно до появления университетов. Существуют церковные школы двух типов: открытые, куда пускают мирян, и закрытые, где обучают тех, кто собирается посвятить себя церковному служению. Разумеется, программа у этих учебных заведений сильно отличается. С VII – VIII веков на базе больниц, юридических контор и прочих подобных заведений появляются светские школы, которые более независимы от церкви и направленные на более профессионально ориентированное образование.

С первого взгляда, ограничений не видно и каждый, кто желает получить образование, может выбрать школу по своему вкусу. Тем не менее, существовали объективные факторы, по которым ученость была доступна не всем. Так, крестьяне, в то время по большей части находящиеся в феодальной зависимости, в силу примитивных сельскохозяйственных техник в обсуждаемый период не могли позволить себе лишиться дополнительных рабочих рук.

С другой стороны, для представителей правящего класса знание грамоты считалось недостойным, а умение читать и писать приравнивалось к физическому труду, также считавшемуся позорным для знатного человека. Семи свободным искусствам, преподаваемым в школах (грамматика, риторика, диалектика, арифметика, геометрия, музыка, астрономия), феодалы противопоставляли семь рыцарских добродетелей: верховую езду, фехтование, владение копьем, умение плавать, соколиную охоту, сложение стихов в честь дамы сердца и исполнение их под собственный аккомпанемент музыкального инструмента, умение играть в шахматы. [8; С. 72]

Кто же мог, в таком случае, пополнять ряды не только интеллектуалов, но и просто грамотных людей? По большей части, это были те, кто планировал связывать свою судьбу с церковным служением. Причем, это были те, кто мог продвигаться по церковной иерархии, рядовым монахам, которые занимались, в основном, тяжелым физическим трудом, ученость и грамотность едва ли были доступны.

Разумеется, бывали случаи, когда ученый-философ не имел духовного звания, как, например, было с Пьером Абеляром (1079 – 1142), французским философом, которого считают одним из основоположником концептуализма. Но такие случаи были, скорее, исключением, чем правилом.

Еще одной причиной обособления интеллектуалов средневековья от остальной части общества является языковой барьер. Примерно до XIV – XV веков, когда еще не сложились национальные языки, универсальным языком науки был латинский. На тот момент это уже был мертвый язык, но тем не менее, единственный, который имел письменность. Таким образом, умение читать и писать в исследуемый период означало умение читать и писать исключительно на латинском языке.



Разумеется, это обстоятельство имело свои положительные стороны. Наука Западно-Европейского средневековья универсальна. То, что писали в Париже, могли прочесть и обсудить в Оксфорде. О том, что писали в Оксфорде, читали и дискутировали в Саламанке и Аахене. И все это, конечно, читали в Риме. Таким образом, философы средневековья могли обмениваться мнениями.

Средневековые ученые не скрывали гордости за своеобразную причастность к знанию. Об этом говорит сам Пьер Абеляр в труде «История моих бедствий» [1; С. 61]. Зачастую люди, знающие грамоту, относились к неученым с откровенным пренебрежением и даже презрением. Хорошо это видно, например, по поэзии вагантов – бродячих студентов-клириков, от которых доставалось всем слоям средневекового общества – от феодалов до крестьян и горожан. Неудивительно, что основная масса населения средневековой Европы относилась к интеллектуалам с недоверием и враждебностью.

В этих условиях представляет интерес история уже упоминаемого здесь Пьера Абеляра. Что известно об Абеляре? Родился философ в Бретани на северо-западе Франции. Если совсем точно, то настоящее имя Пьера Абеляра – Пьер Де Пале, потому что родился он в семье рыцаря, дворянина, феодальным владением которого была деревня Пале в Бретани.

Пьер Абеляр был человеком необычным. В силу знатного происхождения его ждали рыцарские подвиги и в перспективе – наследование отцовского титула и земель и военная служба в пользу своего сеньора.

Тем не менее, молодой Абеляр настолько увлекся наукой и школьной премудростью, что почти без колебаний решил посвятить ученым всю свою жизнь. Это значило, что юноша должен занять место в церковной иерархии: образование и занятия наукой были привилегией служителей церкви, причем, самого высокого ранга. Простые монахи зачастую и сами читать не умели.

Юноша отправился учиться. Надо отдать должное родителям Пьера, они не стали препятствовать сыну и на протяжении всей жизни философа его семья всячески его поддерживала. Известно, что у Пьера была сестра Дениза, которая даже взяла на воспитание его маленького сына Пьера Астролябия. В своих мемуарах философ о родных упоминает вскользь. Видимо, сам он не был сильно привязан к родственникам [1; С. 75].

Псевдоним «Абеляр» философ взял позже, когда стал учеником Иоанна Росцеллина.

О том, что означает этот псевдоним, сейчас существует несколько версий. Даже современники Абеляра точно не знали происхождение этого имени. На основе имен нескольких современников Абеляра, носивших ту же фамилию, современные исследователи сходятся на том, что имя это было родовое. Известно достаточно много вариантов написания имени «Абеляр» (некоторые источники называют целых 67!), но исследователи склоняются к тому, что верное написание выглядит как «Abaelardus» или «Abailardus» [3; С. 50].

Абеляр уехал в Париж, окончил там школу, потом начал сам преподавать. Он славился своей беспристрастностью, подвергая критике учения тех, кто совсем недавно сам слушал как студент [1; С. 82].

В течении жизни Абеляру довелось преподавать в разных уголках Франции, а отношения его с церковной верхушкой напоминают качели. Но, как отмечают даже самые жестокие критики Абеляра, студенты всегда относились к нему с теплом и уважением. Двое из его учеников – Петр Ломбардский и Арнольд Брешианский – нашли в себе смелость развивать его теорию и тоже стали прославленными учеными.

Петр Абеляр сумел создать стройную, но в то же время сложную философскую систему. Как и вся средневековая философия Западной Европы, философия Абеляра была основана на теологии. Основной чертой Абеляра как ученого было то, что философ никогда не стеснялся критиковать коллег, как своих современников и учителей, так и признанных на тот момент философов прошлых веков, которых называют «отцами церкви». Он выискивал в их учениях слабые места и прямо на них указывал.

Абеляр говорит, что спорные моменты богословия надо проверять логически. А если логически они недоказуемы, то уже тогда надо смотреть, что по этому поводу говорит Священное Писание. Его Абеляр, кстати, считал истиной в последней инстанции [4; С. 69].

Постоянные философские поиски и такие же постоянные конфликты с противниками закалили характер этого человека. Он всегда смело отстаивал свою точку зрения и был настолько искусен в логике, что мог побить аргументами практически любого противника, и этому же учил своих студентов.

Разумеется, такой свободный полет мысли не мог не привлечь внимания завистников. Абеляр был дважды судим церковным судом – в 1121 и в 1141 годах. В 1141 г. его труды были официально запрещены, Абеляр вынужден был покаяться и собственноручно бросить в костер свою книгу «“Да” и “Нет”». Другой его труд, «Введение в теологию», в течение почти трех веков прятали студенты, и только благодаря этому он дошел до нас.

Перед вторым судом Абеляр написал автобиографию, которую назвал «История моих бедствий». Неподготовленному читателю может показаться, что автор слишком уж возвеличивает себя, принижает интеллектуальные способности своих врагов и выставляет себя жертвой зависти бездарностей. Действительно, в современном мире так делать не принято. Аргументом в защиту такого самовосхваления может быть тот факт, что философ, опасаясь второго суда, пытается оправдаться перед ученой публикой и ищет себе защитников.

Тем не менее, ученость Пьера Абеляра действительно поражала современников. Так, уже при жизни его считали черным магом. Даже в хрониках Клунийского аббатства того времени существует запись о том, что философ был «черным магом» и «другом черту». Показательно, что запись появилась там, где Абеляр был хорошо известен и его весьма благосклонно

принимали, а настоятель аббатства, Петр Достопочтенный, был одним из защитников философа на суде в 1141 году [2: С. 1].

Уже в эпоху развитого средневековья и даже Нового времени Пьер Абеляр, правда, уже под итализированным именем Пьетро Байлардо, или Пьетро Барлиарио, упоминается именно как маг и чернокнижник. По мнению некоторых исследователей, легенды о Пьетро Байлардо повторяют средневековые легенды, сложенные об итальянском поэте Вергилии. Так, эти легенды утверждают, что Пьетро Байлардо мог всего лишь за час переместиться из Вавилона в Рим, заставлял чертей переносить его с места на место, чтобы слушать мессу одновременно в Риме и в Константинополе и заставил бесов вымостить дорогу из Капуи в Рим. Подобные легенды рассказывали в средние века и о Вергилии.

С другой стороны, Пьетро Байлардо или Пьетро Баялардо как маг и ученый, заключивший сделку с дьяволом, становится персонажем итальянской комедии масок и смыкается в этом образе с идеальным рыцарем XV в. Пьером Террайлем де Баярдом, погибшим в королевстве неаполитанском во время Итальянских войн. Этим объясняется довольно необычное поведение персонажа.

С одной стороны, Пьетро Баялардо – сильный непобедимый воин, благородный разбойник, командующий отрядом наемников. С другой – могущественный чародей. Как маг Пьетро Баялардо владеет единственным экземпляром «Книги приказаний», в которой собраны все имеющиеся в мире знания по белой и черной магии. По преданию, ее автором является римский поэт Вергилий, и все остальные экземпляры этой книги были уничтожены. Правда, тут Пьетро Баялардо превзошел великого римского поэта: согласно устной традиции Абруццо, который и дал миру этого персонажа, Млечный Путь – это тоже дело рук чернокнижника, который велел бесам построить его, когда собирался совершить паломничество в Сантьяго-де-Компостела к святым мощам апостола Иакова [2; С. 2].

Появившись впервые в Абруццо, Пьетро Байлардо продолжил триумфальное шествие и по другим областям Италии. Так, в Тоскане он становится благородным разбойником и прообразом будущих героев плутовского романа. В Кампании Пьетро Байлардо ведет двойную жизнь. Днем он – наемник короля Франции, а ночью – благородный разбойник и отчаянный соблазнитель женщин.

Следует сказать, что такой герой, как Пьетро Байлардо, стал абсолютно новым типажом не только в итальянском фольклоре, но и в европейской традиции в целом. Этот образ оказался очень популярным. Его ипостась как ученого стала прототипом такого персонажа, как доктор Фауст, а ипостась воина стала прототипом Дона Кихота и, позже, Зорро. Правда, некоторые исследователи утверждают, что у Зорро мог быть другой прототип – Хоакин Мурьета, реальная историческая личность, жившая гораздо позже, в XIX веке.

Таким образом, Абеляр оказался так или иначе известен всему средневековому европейскому миру. Более того, его ученость продолжала

впечатлять людей даже несколько веков спустя. Такого наряду с философом удостоились только Герберт Орильясский и Альберт Великий, тоже обвиняемые в свое время в занятиях магией.

Интеллект и обширные познания Пьера Абеляра оказались настолько велики, что вышли за рамки традиционно замкнутых средневековых ученых кругов. Это позволяет говорить о том, что философ совершенно не преувеличивал, говоря в автобиографии о своих познаниях и интеллекте.

### *Библиографический список*

1. Августин Аврелий. Исповедь. Пьер Абеляр. История моих бедствий. М.: Наука, 1989. – 129 с.
2. Андерсен. В.В. Абеляр – черный маг / В.В. Андерсен // Неделя науки. СПбГУКиТ. - Апрель 2011.
3. Андерсен, В.В. Имя Абеляра / В.В. Андерсен // Индоевропейское языкознание и классическая филология : Материалы чтений, посвященных памяти профессора Иосифа Моисеевича Тронского. - 2010. - Ч. 1. - С. 46-52.
4. Гайденко, В. П. Западноевропейская наука в средние века / В.П. Гайденко, Г.А. Смирнов. - М.: Наука, 1989. – 352 с.
5. Гуревич, А.Я. Средневековый мир: культура безмолвствующего большинства / А.Я. Гуревич. - М.: Искусство, 1990. – 396 с.
6. Ле Гофф, Ж. Интеллектуалы в Средние Века / Ж. Де Гофф. - СПб: Изд-во СПбГУ, 2003. – 102 с.
7. Перну, Р. Элоиза и Абеляр / Р. Перну. - М.: Молодая Гвардия, 2005. – 242 с.
8. Ястребицкая, А.Л. Западная Европа XI XIII веков. Эпоха, быт, костюм / А.Л. Ястребицкая. - М.: Ломоносовъ, 2021. – 240 с.
9. Федоскина, И. В. Академия: вопросы воспитания человека сегодня / И. В. Федоскина, А. Л. Забара // Современные аспекты воспитательной деятельности вуза как основы подготовки современного специалиста : Материалы региональной научно-практической конференции, Рязань, 01 января – 31 2003 года / редколлегия: Г.М. Туников, В.А. Захаров, М.С. Рублев. – Рязань: Русское слово, 2003. – С. 30-33.

**УДК 37.012**

*Сапченко Н.А., канд. пед. наук  
НГУ – НГТУ, г. Новосибирск, РФ*

## **РЕФЛЕКСИВНЫЕ СТРАТЕГИИ КАК БАЗОВЫЙ КОМПОНЕНТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛИЗМА ПЕДАГОГА**

Изменение социально-политических и экономических ориентиров современного общества, кардинальное обновление всех социальных институтов

и систем предполагает появление новых требований к уровню подготовки преподавателей высшей школы. Ведущей тенденцией педагогической науки и практики становится направленность на реализацию личностно-ориентированных моделей образования и воспитание ответственного специалиста, обдумывающего и прогнозирующего последствия реализации собственных действий для себя и других членов сообщества.

Таким образом, важным условием самореализации специалиста и его востребованности на рынке труда является умение выстраивать рефлексивные стратегии на всех ступенях развития профессионализма. Рефлексивное мышление и рефлексивный стиль являются основополагающими компонентами интеллектуальной культуры, механизмом саморегуляции, социальной адаптации и личностного развития, элементом социальной и психологической компетентности.

Онтологическая значимость рефлексии определяется в концепции П. Тейяра де Шардена: «Рефлексия – это приобретенная сознанием способность сосредоточиться на самом себе и овладеть самим собой как предметом, обладающим своей специфической устойчивостью и своим специфическим значением, - способность уже не просто познавать, а познавать самого себя, не просто знать, а знать, что знаешь... . Рефлектирующее существо в силу самого сосредоточивания на самом себе внезапно становится способным развиваться в новой сфере» [1, с. 19].

Рефлексия в ее антропологическом аспекте представляет собой выход за привычные, ограниченные имеющимся жизненным опытом, рамки. Этот выход в открытое рефлексивное пространство, требующее мыслительного акта и формирования собственных интеллектуальных средств, необходимо для описания конкретного действия в целях его преобразования.

Дж. Дьюи начал закладывать фундамент того, что сейчас называется рефлексивной практикой. Он считал, что рефлексия – это действие, которое позволяет субъекту предвидеть собственные действия. Это означает, что мы рассматриваем нашу практику с критической точки зрения, задавая вопросы о том, как и почему мы выполняем определенные действия в том или ином контексте, и как мы можем изменить нашу практику на основе приобретенного опыта [2].

Понятие «рефлексивная практика» было впервые подробно описано в работе Д. Шона [3]. Эта книга представляет особый интерес в связи с тем, что концепция автора часто применялась в педагогическом образовании. Д. Шон рассматривает два типа рефлексии: рефлексия по поводу действия и рефлексия, разворачивающаяся в процессе действия.

Рефлексия по поводу действия описывает мысли практикующего и позволяет осуществить их обзор после конкретного состоявшегося события. Так педагог может участвовать в формальном обсуждении определенного занятия с коллегами, или более неформально размышлять самостоятельно о том, как прошел тот или иной этап урока, или о том, чем какой-либо обучающийся был занят во время урока. Автор делает вывод о том, что этот

полезный навык необходимо развивать, поскольку он побуждает субъекта быть думающим, нацеленным на совершенствование компетенций, специалистом.

Пожалуй, особый интерес представляет другой тип рефлексии – рефлексия в действии. Главный аргумент автора заключается в том, что педагог размышляет непосредственно в процессе работы, «здесь и сейчас», и способен изменить собственную практику спонтанно, на месте, применяя то, что называется «знанием в действии».

Особенностью такого подхода является то, что если в какой-то непредвиденной ситуации возникает неожиданная проблема, компетентный специалист должен уметь адекватно отреагировать на нее, опираясь на знания, полученные из предыдущего опыта. При этом, педагог не обязан предложить единственно правильное решение, но должен осознать суть возникшей проблемы и сконструировать оптимальные средства и способы ее преодоления.

Ключевым понятием в данном случае является «импровизация». Вовлекаясь в рефлексию и развивая способность размышлять в действии, и, следовательно, импровизировать, преподаватель предпринимает нестандартные шаги, активизирующие его мышление и организующие интеллект как многопроектный феномен. Импровизация и игнорирование шаблонов и заранее выработанных, традиционных алгоритмов деятельности позволяют преподавателю повысить свою эффективность за счет снижения тревожности по поводу непредвиденных ситуаций в аудитории.

Когда человек включается в процесс рефлексии, может оказаться полезным использовать некую структуру, помогающую практикующему ориентироваться в своих размышлениях. На сегодняшний день, среди множества существующих моделей, можно выделить достаточно продуктивную для работы преподавателя, побуждающую к размышлениям о чувствах и эмоциях – так называемый, рефлексивный цикл Г. Гиббса [4].

Данный цикл включает в себя мысли и чувства человека, занимающегося рефлексией, и состоит из шести этапов. Человеку, погруженному в размышления, рекомендуется задавать себе вопросы по поводу собственной деятельности и сложившейся ситуации. Предполагается, что практикующий задает вопросы на каждом этапе деятельности, для того, чтобы создать некоторую дистанцию между собой и ситуацией. Базовые ступени и соответствующие им типичные вопросы представлены автором следующим образом:

1. Описание: «Что произошло?», «Где и когда это произошло?», «Кто еще присутствовал?»

2. Чувства: «Что вы думали или чувствовали перед ситуацией?», «Что вы думали во время ситуации?», «Как вы думаете, что чувствовали другие?»

3. Оценка: «Что было положительного и отрицательного в опыте?», «Что прошло хорошо?», «Что прошло не очень хорошо?»

4. Анализ: «Какой смысл вы можете извлечь из этой ситуации?», «Почему вы думаете, что дела шли хорошо/плохо?»

5. Заключение: «Что еще вы могли бы сделать в этой ситуации?», «Как это можно было улучшить?», «Можете ли вы назвать какие-либо навыки, которые вам необходимо развить, чтобы в будущем более успешно справляться с ситуацией?»

6. План действий: «Если бы такая ситуация возникла снова, чтобы вы сделали?», «Можете ли назвать одно или два конкретных действия?», «Каковы сроки завершения этих действий?»

Модель Г. Гиббса является одной из многочисленных моделей рефлексии. Важно найти подходящую для конкретного человека структуру, позволяющую ему извлекать выводы из собственного опыта, чтобы можно было начать размышлять и действовать в данный момент, идентифицируя личное проектное пространство и интеллектуализируя педагогическую практику в целом.

В связи с этим, Р. Бейл [5] выделяет два существенных момента, помогающих анализировать и регулировать процесс преподавания, изменяя и корректируя его ход, исходя из представлений о смысле деятельности; первый из которых – наблюдение и второй – микрообучение.

Наблюдение является одним из эффективных инструментов, который можно использовать для сбора первоначальных отзывов о преподавательской деятельности. Как только специалист решает применить этот прием в учебной практике, прежде всего, он должен решить, кто может быть полезен в качестве наблюдателя. Это может быть коллега, чьим мнением он дорожит и кто, по его мнению, сможет предоставить честную, конструктивную обратную связь, или другой значимый для него человек.

Не менее важно прояснить цель наблюдения и определить, почему человек хотел бы, чтобы его деятельность анализировали. Поскольку именно педагог инициирует это рефлексивное событие, всегда должно быть ясно, что целью является именно его профессиональное развитие, а не выявление соответствия его деятельности инструкциям и директивам, связанным с определенными управленческими решениями.

Необходимо определиться, что наблюдатель будет комментировать профессиональную деятельность специалиста, т.е. сфокусируется на методах обучения, способах предъявления информации, умениях грамотно и логично излагать мысли и других компетенциях, свидетельствующих о качестве преподавания. Кроме того, педагог может конкретизировать цель наблюдения и запросить обратную связь по определенным аспектам деятельности, таких как: навыки презентации материала, скорость речи, интонация, использование пауз, организация учебного пространства, жестикуляция, зрительный контакт и т.д.

Еще одним полезным инструментом, способствующим осмыслению практики преподавания, является микрообучение. Микрообучение представляет собой учебное событие в контролируемой и «безопасной» образовательной среде, предполагающей освоение небольшого объема материала за короткий промежуток времени. Такой формат может быть полезен как для начинающих, так и для опытных педагогов где обучающимися могут

выступать не только студенты, но и коллеги преподавателя. В одной из первых версий, микрообучение было представлено как процедура, состоящая из следующих этапов:

1. 5-минутная сессия микрообучения.
2. 10-минутный критический анализ и обратная связь.
3. 15-минутный перерыв для преподавателя, чтобы спланировать изменения в ходе занятия.
4. 5-минутное повторное занятие с другой группой студентов.
5. 10-минутный критический анализ и обратная связь.

В современной образовательной ситуации Дж. Гор и К. Зайкнер [6], опираясь на базовые тезисы Д. Шона о необходимости развития рефлексивных практик, подчеркивают важность как качества, так и типа проводимой рефлексии и обсуждают ее четыре разновидности, каждая из которых имеет свой специфический фокус:

1. Академическая версия, которая концентрируется на навыках преподавателей в распространении содержания дисциплины и их представлении таким образом, чтобы максимально повысить доступность для студентов.

2. Версия социальной эффективности, основанная на результатах исследований и ориентированная на научно-обоснованную практику.

3. Развивающая версия, в которой, в первую очередь, рассматриваются соответствующие возрасту и развитию стратегии обучения, учитывающие интересы и мышление обучающихся.

4. Социальная реконструкционистская версия, в которой основное внимание уделяется политическим и социальным проблемам образования, а также взаимодействию в группе, направленному на содействие большему равноправию учащихся.

Таким образом, рефлексия, пронизывающая и организующая учебный процесс в целом, является одним из важнейших факторов профессионального роста преподавателя. Она создает особое поле систематизации прошлого педагогического опыта, поиска новых траекторий движения в образовательном пространстве, осмысления собственных чувств и перспектив, придавая педагогической деятельности конструктивный и интеллектуальный характер.

Принимая участие в различных формах рефлексии, анализа и оценивания успешности индивидуального развития, преподаватель совершенствует свою личностно-смысловую сферу, характерным признаком которой выступает адекватное отношение к собственным реальным и потенциальным возможностям, к постигаемой действительности и ценности происходящего вокруг.



### *Библиографический список*

1. Тейнар де Шарден П. Феномен человека / П. Тейнар де Шарден. - М.: Наука, 1987. – 239 с.
2. Дьюи, Дж. Демократия и образование: [Пер. с англ.] / Дж. Дьюи. – Москва: Педагогика-Пресс, 2000. – 384 с.
3. Schön D. The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action / D. Schön. - Oxford: Avebury, 1991. – 374 p.
4. Gibbs, G. Learning by doing: A guide to teaching and learning methods / G. Gibbs. Oxford: Oxford Center for Staff and Learning Development, 1988. - 134 p.
5. Bale, R. Teaching with confidence in higher education / R. Bale. - London: Routledge, 2020. – 190 p.
6. Gore, J. Action research and reflection teaching in preservice teacher education: A case study from the United States / J. Gore, K. Zeichner // Teaching and Teacher Education, - 1991. - №7 (2). – P. 119 – 136.
7. Речевой портрет современного студента / Н. А. Горяйнов, А. Н. Красуленко, И. Ю. Нефедова, Т. В. Ерофеева // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2023. – № 2(18). – С. 21-24.
8. Князькова, О. И. Совершенствование профессионально ориентированной иноязычной коммуникативной компетенции обучающихся аграрных вузов посредством развития универсальных учебных действий / О. И. Князькова // Мир образования - образование в мире. – 2017. – № 2(66). – С. 186-191.
9. Чивилева, И. В. Сравнительный анализ выраженности психической активности личности в различных сферах жизнедеятельности / И. В. Чивилева, О. И. Князькова // Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России : Материалы 73-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 апреля 2022 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 301-303.
10. Способы преодоления лени обучающихся при изучении иностранного языка / В. В. Романов, И. В. Чивилева, И. Я. Жебраткина [и др.] // Приоритетные направления развития сельскохозяйственной науки и практики в АПК : Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции. В 3-х томах, пос. Персиановский, 24 декабря 2021 года. Том III. – пос. Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Донской государственный аграрный университет", 2021. – С. 72-78.

## **МЕХАНИЗМЫ ВНЕДРЕНИЯ МЫСЛЕКОММУНИКАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ С ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ТЕКСТОМ**

В статье рассматриваются механизмы внедрения мыслекоммуникативных технологий в процессе работы с образовательным текстом. Отмечаются затруднения и проблемы, возникающие в процессе взаимодействия автора и понимающего связанные с пониманием смыслов текста, которые носят субъективный и индивидуальный характер. Процесс коммуникации начинается как «передача» смыслов от одного коммуниканта к другому, а поскольку смыслы индивидуальны, то возникает рассогласование. Для преодоления рассогласования и вводятся значения, которые скреплены со знаками и вместе образуют словарь, а грамматика определяет способ связи между знаками для образования единого текста.

Вступая в процесс мыслекоммуникации, обучаемый должен различать смыслы и значения, чтобы избежать ненужных затруднений в процессе коммуникации.

В мыслекоммуникации обучаемый оказывается в позиции автора, который высказывает свою мысль. Иначе говоря, обучаемый не сразу вталкивается в мир знаков и значений, а приходит к ним от смыслов, поскольку в мыслекоммуникации он на собственном опыте убеждается в неэффективности держаться за свои смыслы и тем самым удаляться от освоения учебной дисциплины.

Позиция второго коммуниканта быть понимающим и как понимающий он имеет представление о том, что по форме мысль автора смысловая и ему нужно эту мысль адекватно понять, то есть, нужно выдвинуть версию понимания, а автор эту версию либо утверждает, либо нет. Если не утверждает, то коммуникация продолжается. Допустим, что автор держит весь текст целиком, но излагает он его последовательно и делает паузу. А понимающий может прийти к мысли, что текст завершен. Автор увидит неполноту и продолжит текст. Понимающий должен будет синтезировать обе части и снова строить версию понимания. И так пока автор не утвердит окончательно. Если утверждает, то первый цикл завершается.

Остановимся теперь на процессе организации коммуникации. Автор строит свою мысль и выражает ее с помощью знаков. Понимающий выдвигает версию понимания в зависимости от того, как на него воздействует текст. Критик выдвигает свое видение содержания и предлагает его автору. Цикл коммуникации завершается совершенствованием авторской мысли по преодолению затруднения.

Так появляется коллективная мысль, которая требует своей организации и сохранения. Для реализации этой функции и появляется позиция организатора мыслекоммуникации. При отсутствии организатора мыслекоммуникации взаимодействие персонажей превращается в спор, в дискуссию, в полемику и коллективное мышление разваливается.

В отличие от других участников коммуникации, организатор осуществляет воздействие не только на мыслительное содержание, но также на действия и поведение коммуникантов. Это важнейшее обстоятельство обуславливает в работе организатора переход от ценности содержательного результата к ценности способов пребывания в коммуникации, а далее – к ценности способов самоорганизации в коммуникации. Компетентность организатора особая. Он должен быть компетентен в способах построения и перестройки деятельности. Для него более важны не знания о конкретном содержании коммуникации, а то, с помощью каких средств человек коммуницирует, как наладить этот процесс, какова природа деятельности, как организовать деятельности и т.д. Не владея этими знаниями, организатор теряет возможность воздействия на всех, и не может справиться со своей задачей.

Следующий шаг от вынужденного влияния на способы действия к организации сознательного их понимания. Это уже непосредственно компетенция организатора, его «должностная обязанность», профессионально выполнить которую может только он. Сначала организатор выступает как специалист, знающий содержание дисциплины. Но наступает момент, когда управленец понимает: дело не только в содержании дисциплины, а в том, как действует обучаемый, какие нормы он реализует и какие средства использует [3 с.61].

Итак, организатор коммуникации строит представление о том, как говоривший строил высказывание и, восстановив «машину» построения высказывания, вторично обращается к содержанию. Подсказка по способу построения поможет автору высказывания вторично построить то, что нужно.

Понимание способа коммуникации означает процессуальную реконструкцию способов действия автора, понимающего и критика. В случае обнаружения ошибок в способе действия возникает следующий шаг – критика способа мыслекоммуникации, выявление причин возникших затруднений. [4].

Далее выход к критике всего коммуникативного процесса. Разрозненные представления о действиях различных участников собираются в единую последовательность усложняющихся процессов, и в этом едином прослеживании выявляется, когда возникло затруднение, То, что ранее выявлялось однопозиционно, помогает вовремя учесть все то, что происходило в целом. Это – сама трудная часть.

Когда выявлена причина несовпадения процессов строится проект их согласования, в содержание которого входит воздействие на каждого участника. Измененные действия участников должны устранить причину затруднения. [1.с.251].

Следующий шаг реализация коммуникации конкретное, последовательное, локальное воздействие на каждого. До реализации никто из коммуникантов не видит действий организатора. Кажется, что он просто присутствует. Вся огромная работа до этого момента скрыта.

Мыслекоммуникация сразу не открывается обучаемому во всей своей полноте и сложности, а проходит стадии роста от простой формы к сложной. На первом этапе коммуникация представлена двумя позициями: автор и понимающий. Автор имеет свое организованное представление и транслирует его с помощью текста понимающему. На этой стадии схемы еще не используются. Понимающий имеет дело лишь со знаками и со своими представлениями, которые он привязывает к этим знакам. Поэтому сначала текст автора понимается так, как понимается. Понимающий, опираясь на свои смыслы и знаковую структуру автора, строит версию понимания авторской мысли. Автор либо утверждает версию понимания своей мысли, либо не утверждает. Акт понимания заканчивается, когда представление автора и понимающего оказываются тождественными.

Но поскольку понимание авторской мысли связано со смыслами, постольку позиция понимающего еще не завершает акта коммуникации, так как мысль автора должна быть доведена до теоретического схватывания, а это предполагает движение к позициям критика и арбитра. Но даже на уровне автора и понимающего возникает целый ряд затруднений во взаимодействии студента и преподавателя. Преподаватель дает студенту новое знание и это новое знание должно соотноситься со старым знанием. Если новое знание дополняет старое, то студенту нужно изменить границы целостности, перестроив свои представления и оставив старое знание в новом.

Новое знание может уточнять прежнее знание и тогда границы целостности не меняются, но происходит расчленение прежде нерасчлененных структур знания.

Новое знание может даваться как замена прежнего знания. В этом случае сохраняется место для знания, но устраняется наполнение старым для наполнения этого места новым. В этой ситуации вносится различие абстрактного и конкретного, что связано с представлением о месте как форме, которая заполняется морфологией.

Новые знания могут быть альтернативными. Это значит, что схемы, лежащие в основе знания, относятся к одному и тому же объекту.

На передачу знаний непосредственное влияние оказывает способ использования знаковых средств. Существует несколько способов применения этих средств. В одном случае текст относится к самому предмету. Текст – это имя предмета. В другом случае текст относится к образам памяти, образам предмета. Следующий тип отнесения – это отнесение к наиндивидуальным, надситуативным, обобщенным образам: значениям, понятиям, категориям. Четвертый тип отнесения связан с отнесением к части предмета, смысла, значения. Пятый тип – это отнесение текста к другому тексту. Синтаксический

тип. Шестой тип отнесения связан со способом связи между знаками, текстами в целом. Логико-грамматический тип.

Реальная коммуникация совмещает все эти типы, что делает понимание сложным процессом. Для преодоления затруднений возникают, создаются различные типы требований к построению и пониманию текстов. Знак связан не только с языком, но и с речью.

Язык – это система соподчиненных уровней знаков: все, что остается за пределами этих уровней, не относится к языку. Нижний уровень: морфемы или слоги, а верхний – предложение или текст. Речь от языка отличается качеством ситуативной привязанности

Ситуативность включает:

- а) экстралингвистические обстоятельства,
- б) широкий лингвистический контекст,
- в) эмоционально-психологический контекст произнесения речи.

Речь порождается благодаря способности говорящего произносить звук и его организовывать в рамках языковых требований. Произнесение и восприятие звуков речи предполагают предварительную подготовку говорящего, его овладение своими органами произнесения и восприятия звуков в рамках требования языка. Знак условен. Один и тот же знак может быть употреблен многими способами, в зависимости от которых он обеспечивает различные эффекты. Способ употребления текста позволяет обращать внимание обучаемого на объекты, на значения, понятия, категории и концепции, на ценности и на действия. Все это создает условия для управления образовательной деятельностью, а не ограничиваться простым воздействием на обучаемого. Связь с деятельностью опосредована нормами, самоопределением, идентификацией, которые протекают в пространстве общения. В этом плане мыслекоммуникация как и деятельность – это внеэмоциональные пространства, а потому использование знаков в этих сферах имеет свою специфику.

Итак, подводя итоги можно отметить, что организатор коммуникации выполняет наиболее сложный тип коммуникативной работы, вступая в процесс мыслекоммуникации, обучаемый под чутким руководством организатора, в нашем случае преподавателя, должен различать смыслы и значения, чтобы избегать ненужных затруднений и правильно понимать смысл в процессе коммуникации.

### ***Библиографический список***

1. Анисимов О.С. Мышление стратега: модельные сюжеты. Выпуск 8. Философское мышление. – М., 2009. – 308 с.
2. Ван Дейк Т.А. Язык. Познание. Коммуникация / Т.А. Ван Дейк. – М.: 1989. - 312 с.
3. Дьякова, Н. С. Стимулирование познавательной активности обучающихся игровыми практиками (на примере темы «Русская культура XX века») / Н. С. Дьякова, Э. Г. Симонян // Передовые достижения науки в

молочной отрасли : Сборник научных трудов по результатам работы V Международной научно- практической конференции, Вологда-Молочное, 26 октября 2023 года. Том 2. – Вологда-Молочное: Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина, 2023. – С. 58-64.

4. Ивашкин, И.Ф. Семиотическая структура образовательного текста: Методологические рекомендации / И.Ф. Ивашкин. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2004.—25 с.

5. Ивашкин, И.Ф. Философия игры. Учебно-методическое пособие / И.Ф. Ивашкин. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2006. – 145 с.

6. Туников, Г. М. О совершенствовании в современных условиях научно-технической подготовки студентов / Г. М. Туников, В. И. Левин, М. М. Крючков // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А.Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2008. – С. 315-317.

7. Левин, В. И. Организация и практическое обучение бакалавров для агропромышленного комплекса в Рязанском ГАТУ имени П.А. Костычева / В. И. Левин, А. С. Ступин // 25 лет вместе: Учебно-методическое объединение высших учебных заведений Российской Федерации по агрономическому образованию / Редколлегия: Н. И. Дунченко, Е. А. Савенкова, С. И. Чебаненко, С. В. Купцова; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва: РГАУ - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. – С. 164-169.

8. Романова, Л. В. Проблемы подготовки специалистов по организации производства и управлению в АПК / Л. В. Романова // Экономика и эффективность организации производства. – 2022. – № 36. – С. 77-79.

9. Трушина, М. В. Формирование профессиональной компетенции студентов аграрных направлений средствами иностранного языка / М. В. Трушина, О. И. Князькова // Аграрная экономика: научное, кадровое и информационное обеспечение : Материалы национальной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 15 марта 2022 года / Министерство сельского хозяйства РФ Рязанская региональная организация Вольное экономическое общество России ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 155-160.

10. Использование технологии CLIL в ходе практических занятий по иностранному языку у обучающихся инженерных направлений (на примере аграрных вузов) / О. И. Князькова, В. В. Романов, И. В. Чивилева, Е. В. Степанова // Филологическое образование в цифровую эпоху: опыт актуализации образовательных программ : Сборник тезисов Международной научно-практической конференции, Москва, 12 октября 2022 года. – Москва: Государственный институт русского языка им. А.С. Пушкина, 2022. – С. 55-61.

11. Князькова, О. И. К вопросу о формировании и развитии языковой личности студентов в ходе практико-ориентированного обучения иностранному языку в аграрном вузе / О. И. Князькова // Инновационное развитие

современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2016 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2016. – С. 337-341.

12. Князькова, О. И. Совершенствование профессионально ориентированной иноязычной коммуникативной компетенции обучающихся аграрных вузов посредством развития универсальных учебных действий / О. И. Князькова // Мир образования - образование в мире. – 2017. – № 2(66). – С. 186-191.

**УДК 004.896/17**

*Симонян Э.Г., канд. филос. наук,  
Ковров Э.Л., канд. филос. наук,  
Ухов А.Е., канд. филос. наук  
ФГБОУ ВО «Вологодская ГМХА»,  
г. Вологда, с. Молочное, РФ*

## **РЕВОЛЮЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ И НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Достижения в области искусственного интеллекта (ИИ) открывают новые возможности для совершенствования и интеграции в процесс образования. Среди этих инноваций ChatGPT выделяется как мощный инструмент, способный революционизировать среду обучения. В этой статье представлен всесторонний обзор возможностей ChatGPT в образовании, изучается его эффективность в различных образовательных условиях, а также его возможные недостатки и опасности.

Ключевые слова: технологическая революция, ChatGPT, искусственный интеллект, образование, персонализированное обучение, репетиторство, изучение языка, создание контента, доступность.

По мнению некоторых ученых, например, Д. Бернала, в мире происходит четвертая (пятая) технологическая революция, привносящая беспрецедентные изменения во все сферы жизни общества и связанная с искусственным интеллектом, блокчейном, интернетом вещей, криптовалютой и т.п. [1, с. 161]. В последние годы интеграция технологий искусственного интеллекта в образование привлекла значительное внимание, обещая изменить традиционные методологии преподавания и обучения. Использование «информационных технологий» в области образования уже давно стало притчей во языцех, и уже никто не удивляется каким образом информационные технологии проникли в нашу педагогическую повседневность. Однако мало кто

знает, до какого уровня дошла технология буквально год назад. Среди этих технологий искусственного интеллекта ChatGPT, языковая модель, разработанная OpenAI, стала универсальным инструментом с огромным потенциалом в образовательных учреждениях. ChatGPT обучен на обширном массиве текстовых данных и может генерировать человеческие ответы на ввод текста, что делает его хорошо подходящим для широкого спектра образовательных приложений. Несмотря на платность новой версии программы, для населения есть возможность использовать бесплатную и несколько устаревшую (v.3.5) версию программы. Развитие сети продолжается, постоянно вносятся обновления и улучшения для расширения ее возможностей и точности. Однако даже версия 3.5 способна заменить не только Google-поиск, но и снять около 90% рутинной работы по поиску и подготовке информации в сети Интернет.

В Русском секторе Интернета представлены несколько версий нейросетей искусственного интеллекта, имеющих сходные принципы построения: YandexGPT 2 (когда статья была написана, вышла 3 версия) – новая российская нейросеть для работы с текстами, аналогичная ChatGPT. Сеть можно использовать для создания статей, рекламных объявлений, постов в Интернете, рассылок и т.п. Giga Chat – другой пример отечественного «импортозамещения», многофункциональная бесплатная модель искусственного интеллекта от компании «Сбер», которая может генерировать изображения, отвечать на вопросы, поддерживать диалог, писать код, скрипты и другие тексты. Несколько программ для генерации видео: Visper, которые могут создавать видеоролик по заданию. Некоторые могут работать с портретами («оживлять» фото), на которых лица произносят заданный текст. Как правило, сервисы для создания видео имеют мультилингвистическую основу, позволяют выбирать из нескольких языков. Для видеодизайнеров есть программа Designs.ai освобождающая дизайнера от рутинной работы более чем на 90%. Кроме видео Designs.ai может создавать маркетинговые тексты, озвучивать их, творить вывески, логотипы и визитки. Программы, которые можно непосредственно использовать в образовании это: SlidesAI и Tome – зарубежные расширения для Google Slides, которые созданы для быстрого создания эффектной презентации.

Основная функция первой программы такого рода, ChatGPT, — понимать и генерировать человеческий текст на основе полученных данных. Обученный на обширном наборе данных, охватывающем различные темы и жанры, я стремлюсь помочь пользователям с широким спектром запросов: от ответов на вопросы и предоставления информации до создания творческого контента и предложения помощи в различных задачах.

Архитектура GPT (генеративный предварительно обученный преобразователь) предназначена для понимания и генерации текста путем прогнозирования следующего слова в последовательности с учетом предыдущего контекста. Благодаря этому процессу машинного обучения нейросеть приобретает знания о языковых шаблонах, семантике и синтаксисе,



что позволяет последней генерировать последовательные и контекстуально релевантные ответы в разных областях. Однако нужно отметить, что ChatGPT не является неким суррогатом человека, так как не обладает сознанием, эмоциями или субъективным опытом. Вместо этого я действую на основе статистических закономерностей, извлеченных из данных, на которых меня обучали, стремясь предоставить полезные и информативные ответы в меру своих возможностей. Спектр использования нейросети ChatGPT очень широк: от предоставления информации и помощи в решении проблем до предложения общения и развлечений.

Возможности ChatGPT в образовании представлены следующим:

1 Персонализированное обучение. ChatGPT может адаптироваться к индивидуальным потребностям учащихся в обучении посредством обратной связи.

2 Обучение и поддержка. ChatGPT может быть использован в роли наставника, замещая реального человека.

3 Изучение языка. ChatGPT может облегчить изучение языка, вовлекая учащихся в разговорную практику, обеспечивая языковую коррекцию и предлагая объяснения словарного запаса и грамматики.

4 Создание контента. ChatGPT может помочь преподавателям в создании образовательного контента, такого как викторины, задания и планы уроков, путем создания текстовых материалов на основе конкретных подсказок для ввода.

5 Доступность. ChatGPT может повысить доступность образования, предоставляя поддержку учащимся с ограниченными возможностями, например возможности преобразования текста в речь для учащихся с нарушениями зрения или языковой перевод для неносителей языка.

6 Наконец, как отмечает А.Е. Ухов, «Исторически проблема искусственного интеллекта связывалась в религиозной философии с поисками совершенного языка, с помощью которого возможно познание абсолютной истины» [5, с. 74]. ТО есть, современный уровень искусственного интеллекта может открыть новые горизонты в науке и технике, помочь ученым в открытии новых естественных законов мира и инженерам – в изобретении новых видов техники.

Эффективность ChatGPT в образовании. Несколько исследований продемонстрировали эффективность ChatGPT в улучшении вовлеченности, мотивации и результатов обучения учащихся. Например, исследования показали, что учащиеся воспринимают ChatGPT как помощника в обучении и сообщают о повышении уверенности и интереса к предмету при взаимодействии с системой. Кроме того, было обнаружено, что ChatGPT способствует более глубокому обучению посредством интерактивного диалога и персонализированной обратной связи, что приводит к лучшему запоминанию и пониманию материала курса.

В общем, исследователи настроены большей частью оптимистично в отношении перспектив ChatGPT в образовательном процессе. Так, Н.С.

Гаркуша и Ю.С. Городова считают, что «Использование ИИ, в частности нейросети ChatGPT, способно повысить качество образовательного процесса, решить проблему вариативности материалов, стать эффективным помощником как для студентов, так и для преподавателей» [2, с. 19].

Хотя ChatGPT имеет большие перспективы для улучшения образования, необходимо решить несколько проблем, чтобы полностью реализовать его потенциал. К ним относятся опасения по поводу конфиденциальности и безопасности данных, необходимость надежной модерации контента для предотвращения нежелательного взаимодействия, а также риск усиления предвзятости, присутствующей в обучающих данных. Однако при наличии надлежащих мер безопасности и этических норм ChatGPT открывает широкие возможности для инноваций в образовании, включая разработку систем адаптивного обучения, виртуальных классов и интеллектуальных систем обучения.

Положительные стороны нейросети ChatGPT в том, что она легко пишет и отлаживает компьютерный код по параметрам, однако к отрицательным можно отнести трату большого времени на коммуникацию с нейросетью. «Огромный труд на сессии нужно было прилагать, чтобы выяснить, откуда агент добыл ту или иную информацию, и перенаправлять ее по точным инструкциям» [6]. В конце статьи Jon Keegan советует всегда дважды проверять то, что написал ChatGPT, чтобы не попасть впросак.

Этические проблемы использования ChatGPT и технологий нейросетей. Все большее внимание уделяется разработке этических, справедливых и ответственных технологий ИИ. Исследователи работают над методами смягчения предвзятости, повышения прозрачности и обеспечения этичного использования систем искусственного интеллекта в различных приложениях, включая обработку речи. Однако в процессе использования ChatGPT уже имеется ряд примеров затруднений, вызывающих, например, расовые и этнические проблемы. Например, статья Leon Yin, Davey Alba and Leonardo Nicoletti называется «GPT компании OpenAI – мечта кадровиков, но испытания показывают расовую предвзятость»: «Интервью и эксперименты показывают, что использование генеративного искусственного интеллекта для найма на работу представляет серьезный риск в связи с возможностью масштабной автоматизированной дискриминации» [7].

Отмечая «колоссальные возможности» новой технологии, И.С. Лукинский, И.А. Горшенева, А.В.Сумина Отмечают следующие возникающие проблемы этического, педагогического и юридического толка: получение информации «без какого-либо затруднения, вытесняя таким образом работу с учебной литературой, развитие навыков поиска обработки и осмысления необходимой информации», а также «перечень важных вопросов, связанных с авторством, технической составляющей, этикой использования предоставленных сведений и другими аспектами заимствования» [3, с. 101].

Из всего сказанного следует, что ChatGPT – это не вершина достижения инженерной мысли, постоянно ведутся работы по усовершенствованию

программы искусственного интеллекта. Современные разработки (апостроенные на тех же принципах, но уже гораздо более совершенные, чем ChatGPT) включают в себя: GPT-4 и последующие версии; трансформаторы с эффективной архитектурой; мультимодальные модели (соединяющие текст, изображения и аудио, чтобы обеспечить более полное понимание и создание контента); обучение с малым количеством шагов; модели непрерывного обучения (помогающие моделям ИИ адаптироваться и непрерывно учиться на новых данных, не забывая при этом ранее приобретенных знаний и умений); разговорные агенты с эмоциональным интеллектом; нейросимволический ИИ и другие. Продолжение исследований и инноваций в этих областях обещает дальнейшее расширение возможностей ИИ и расширение его применения в различных областях.

Наконец, еще одним «слабым звеном» искусственного интеллекта может стать, как ни странно, сам его создатель – Человек. Как отмечает, например, М.А. Меликян, выжить в будущем технотронном мире сможет, по-видимому, только ноосферный человек. Сущностная черта этого Человека будущего «он не бросается в слепые поиски истины ограниченного мира, а прежде всего находит себя, понимает свое внутреннее “Я” вне рамок заданной социальной масштабности и только после этого начинает действовать согласно уже своим внутренним, устоявшимся законам». Только такое отношение «может помочь человеку одержать победу над технизацией жизни и сознания и не просто преодолеть утрату человеческого в человеке, а суметь выстоять и найти новые, более совершенные формы человеческого» [4, с. 34].

В заключение можно отметить, что ChatGPT представляет собой революционное достижение в технологии искусственного интеллекта, имеющее значительные последствия для образования. Его возможности в области персонализированного обучения, репетиторской поддержки, изучения языков, создания контента и доступности делают его ценным активом в современной образовательной среде. Несмотря на то, что проблемы остаются, преобразующий потенциал ChatGPT в образовании неоспорим, предлагая новые возможности для улучшения учебного процесса и расширения прав и возможностей учащихся любого происхождения и способностей. Важно помнить, что хотя ChatGPT и подобные программы могут оказывать непосредственную помощь в образовании и генерировать тексты, критическое мышление и человеческое суждение остаются незаменимыми. Это, скорее, инструменты, предназначенные для расширения человеческих возможностей, а не для их полной замены.

### ***Библиографический список***

1. Бондаренко С.Б. Закономерности научно-технической революции XX-XXI вв. / С.Б. Бондаренко // Философия науки. – 2019. – №3(82). – С. 154-166.

2. Гаркуша, Н. С. Педагогические возможности ChatGPT для развития когнитивной активности студентов / Н.С. Гаркуша, Ю.С. Городова // Профессиональное образование и рынок труда. – 2023. – Т. 11, № 1. – С. 6–23.
3. Лукинский, И.С. Использование искусственного интеллекта в качестве инструмента оптимизации научной деятельности: pro et contra / И.С. Лукинский, И.А. Горшенева, А.В. Сумина // Психология и педагогика служебной деятельности. – 2023. – № 1. – С. 99–102.
4. Меликян, М.А. Между техносферой и ноосферой: в поисках человеческого качества / М.А. Меликян // Вестник Ивановского государственного университета. Серия «Гуманитарные науки». - 2015. - №. 2(15). – С. 30-35.
5. Ухов А.Е. Семиотика искусственного интеллекта и виртуальной реальности как путь решения трех проблем Н. Винера / А.Е. Ухов // Информационные технологии в экономике, управлении, образовании. Сборник научных трудов I Международной научно-практической конференции. 2022. – С. 73-77.
6. Keegan, J. I used ChatGPT as a reporting assistant. It didn't go well . Nieman Lab, 2024 [Электронный ресурс]: URL: // <https://www.niemanlab.org/2024/03/i-used-chatgpt-as-a-reporting-assistant-it-didnt-go-well/> (дата обращения: 19.03.2024)
7. Leon Yin, Davey Alba and Leonardo Nicoletti OpenAI's GPT is a recruiter's dream tool. tests show there's racial bias // Bloomberg, 2024 [Электронный ресурс]: URL: <https://www.bloomberg.com/graphics/2024-openai-gpt-hiring-racial-discrimination/> (дата обращения: 24.03.2024)
8. Туркин, В. Н. К вопросу о переходе к новой общественно-экономической формации / В. Н. Туркин, В. П. Солодков // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития : материалы II-ой Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти д.т.наук, профессора Н.В. Бышова. – Рязань: РГАТУ, 2022. - С. 484-489.
9. Туников, Г. М. О совершенствовании в современных условиях научно-технической подготовки студентов / Г. М. Туников, В. И. Левин, М. М. Крючков // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А.Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2008. – С. 315-317.
10. Левин, В. И. Организация и практическое обучение бакалавров для агропромышленного комплекса в Рязанском ГАТУ имени П.А. Костычева / В. И. Левин, А. С. Ступин // 25 лет вместе: Учебно-методическое объединение высших учебных заведений Российской Федерации по агрономическому образованию / Редколлегия: Н. И. Дунченко, Е. А. Савенкова, С. И. Чебаненко, С. В. Купцова; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва: РГАУ - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. – С. 164-169.

11. Черкашина, Л. В. Проблемы внедрения технологий искусственного интеллекта российскими предприятиями / Л. В. Черкашина, Л. В. Романова, Л. А. Морозова // Инновационные научно-технологические решения для АПК: вклад университетской науки : материалы 74-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2023 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 291-296.

12. Романова, Л. В. Проблемы подготовки специалистов по организации производства и управлению в АПК / Л. В. Романова // Экономика и эффективность организации производства. – 2022. – № 36. – С. 77-79.

13. Князькова, О. И. Цифровые технологии как средство повышения мотивации к изучению иностранного языка у студентов аграрных вузов / О. И. Князькова // Наука, образование и бизнес: новый взгляд или стратегия интеграционного взаимодействия : Сборник научных трудов по материалам II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти первого Президента Кабардино-Балкарской Республики Валерия Мухамедовича Кокова, Нальчик, 20–22 октября 2022 года. Том Часть 1. – Нальчик: ФГБОУ ВО "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2022. – С. 272-276.

14. Князькова, О. И. Способы и пути оптимизации процесса обучения иностранному языку студентов аграрных направлений за счет использования современных технологий дистанционного обучения / О. И. Князькова, И. В. Чивилева // Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России : Материалы 73-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 апреля 2022 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 255-261.

**УДК 378**

*Степанова Е.В.,  
Князькова О.И.,  
Романов В.В., канд. пед. наук, доцент,  
Чивилева И.В., канд. психол. наук, доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ГРАММАТИКА КАК КЛЮЧЕВОЙ АСПЕКТ ПРИ ИЗУЧЕНИИ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА В АГРАРНОМ ВУЗЕ**

Грамматика является одной из наиболее важных составляющих при изучении любого языка. Однако зачастую именно овладение грамматическими правилами и нормами иностранного языка вызывает существенные затруднения у студентов неязыковых направлений подготовки.

Среди студентов бытует мнение, что для общения на иностранном языке с его носителями достаточно владения лексикой на простейшем уровне – по их мнению, грамматика играет в определенной мере вспомогательную роль, и умение применять в речи комплексные грамматические конструкции не обязательно. Однако владение лишь базовой грамматикой, свойственной научному стилю речи (студенты неязыковых направлений, как правило, фокусируют внимание на освоении специальной лексики и терминологии изучаемого иностранного языка, это является для них новым материалом, в то время как грамматические нормы изучались ранее на предыдущей ступени образования, в школе / колледже) – временны группы Simple, безличные конструкции и другое – существенно обедняют речь молодых специалистов, а наличие ошибок снижает понимание высказывания собеседниками-иностранцами. Поэтому обучение грамматике студентов неязыковых направлений – обязательное условие качественной иноязычной профессиональной подготовки будущих специалистов различных сфер.

Обучение практической грамматике определяется самой спецификой работы со студентами неязыковых направлений и предполагает:

- повторение и систематизацию ранее изученного материала,
- его адаптацию к содержанию курса в зависимости от направления подготовки (согласно нормам контекстного и компетентностного подходов),
- фокусирование внимания студентов на особенностях научного стиля речи (реферирование и аннотирование научных работ, особенности научно-технического перевода и др.),

- изучение и употребление в речи синонимичных (взаимозаменяемых) грамматических конструкций (умение перефразировать высказывание, упрощать или усложнять его в зависимости от конкретной ситуации общения) позволяет расширить словарный запас студентов и снизить языковой и эмоционально-психологический барьеры.

Успешное обучение грамматике в неязыковом вузе может быть осложнено ввиду

- необходимости переучивать студентов, искоренять приобретенные ранее неправильные навыки,
- ограниченного количества аудиторного времени (например, у студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство 52 часа контактной работы и 92 часа самостоятельной),
- низкой мотивации обучающихся.

Для этого необходимо убедить студентов, что лексика и грамматика связаны между собой неразрывно. Обучение грамматике и лексике эффективнее проводить в сочетании друг с другом. Приведем несколько примеров упражнений на отработку грамматического материала с включенными лексическими единицами.

*1. Упражнения на имитацию.* В таких упражнениях все грамматические структуры уже заданы, и их необходимо повторять без изменений. Выполнение заданий может проходить как прослушивание и

повторение грамматических форм по модели. При этом происходит привыкание говорящего к употреблению определенных грамматических единиц в некоем контексте.

Пример упражнения для студентов направления 38.03.01 Экономика.

*Listen and repeat.*

**I have** a business appointment.

**He has** a well-paid job.

**They have** mostly open-plan offices.

**She has** flexible working hours.

**We have** the highest number of foreign-owned companies.

**You have** good chances of promotion.

**It has** the lowest proportion of unionized workers.

В данном упражнении студенты привыкают к соответствиям форм глагола have с личными местоимениями. С подлежащим I, we, you, they мы употребляем have, с подлежащим he, she, it – has.

2. Упражнения на подстановку направлены на отработку и закрепление навыка использования той или иной грамматической конструкции, а также выработки автоматизма ее употребления в аналогичных профессионально ориентированных ситуациях.

Пример упражнения для студентов направления 38.03.02 Менеджмент.

*Complete the dialogue between Mike and Wendy by putting **since** or **for** into the gaps.*

Wendy: So, Mike, you`re a manager at «The star», aren`t you?

Mike: Yes, that`s right. I`m responsible for international sales. I`ve been with «The star», (1) **since** I left university in 2017.

W: How long have you been in Liverpool?

M: I`ve been here (2) **for** almost 3 years. I worked in our Berlin office before that.

W: I guess you have to do a lot of travelling.

M: Yes, I`ve had to fly to Vancouver, Geneva and Tokyo (3) **since** the beginning of this month.

W: Tokyo?

M: Yes, we have a subsidiary in Tokyo (4) **since** 2021. I usually have to fly there three or four times a year.

W: That sounds like very hard work. Can you speak Japanese?

M: A little. Most of my colleagues there speak English quite well. Actually, I`m trying to learn Russian at the moment.

W: Russian?

M: Yes, we have had an office in Moscow (5) **for** more than five years.

W: Is your Russian good?

M: It`s not bad, but I haven`t had any lessons (6) **for** the last three months.

W: Language must be a big problem for an international company.

M: Yes, language and inter-cultural training have been key issues for us (7) **since** we lost a very important contract in Hong Kong in 2019 because of misunderstandings there.

В ходе выполнения представленного упражнения студенты учатся различать нормы употребления предлогов **for** и **since**, употребляемых с грамматическим временем Present Perfect.

При работе с грамматикой также эффективны *подстановочные таблицы* (элемент технологии *scaffolding* – пошаговая поддержка и структурирование учебных задач; в контексте обучения иностранному языку – предоставление обучающимся вспомогательных конструкций-опор, облегчающих выполнение задач). Подобные таблицы используются на начальном этапе отработки грамматического материала. Ниже представлена таблица для тренировки грамматических умений по теме «Формы глагола to be в настоящем и будущем времени» с использованием лексики для направления подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания:

*Make up your own sentences using the table.*

The customers	am is are will be	places where you go to buy and drink alcoholic beverages.
The waiter		welcome.
I		high in fat, but still healthier than fatty foods.
The head chef		responsible for apprentices, planning menus and buying raw materials.
The chef de partie		here as soon as you are ready.
The cold storage room		preparing dishes.
Some starchy foods		where perishable goods are stored.
Bars		ready to order.

Приведенная выше таблица используется на начальной стадии отработки грамматического материала. Далее обучающимся могут быть предоставлены более комплексные упражнения с меньшим количеством опор, предполагающие поэтапное градирование сложности, такие как:

- Предложения с пропусками, как разрозненные (задание: выстроить предложения в логическом порядке и отработать устное высказывание), так и оформленные в виде диалога,
- Набор слов, использование которых обязательно при составлении предложений / связного текста на заданную тему (упражнение одновременно направлено на отработку лексического материала и тренинг изучаемой грамматической конструкции),
- Диалоги на профессионально ориентированные темы с чередующимися репликами на русском и иностранном языках

Все упражнения могут быть оформлены в цифровом редакторе и представлены на экране в ходе занятий в дистанционном режиме (Miro Board, Twee и другие цифровые приложения).



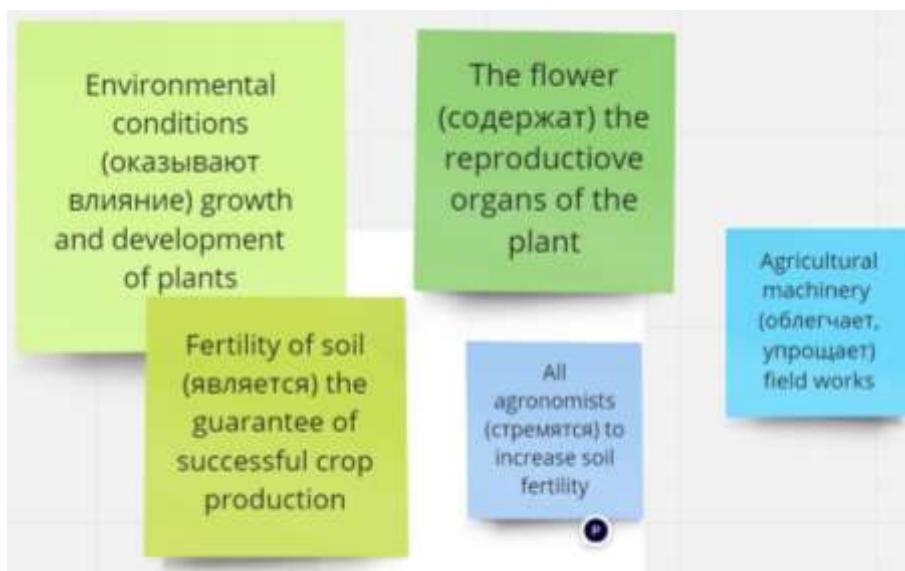


Рисунок 1 – Пример задания на отработку времени Present Simple и тренинг специальной лексики для студентов направления подготовки

35.03.04 Агрономия, оформленного при помощи интерактивной доски Miro

Метод обучения иностранным языкам И. Франка также может быть адаптирован к потребностям студентов неязыковых направлений. Суть метода обучения заключается в адаптации учебного материала посредством разбивки текста профильной тематики на логически обусловленные абзацы, при этом абзацы на языке оригинала без упрощения чередуются с абзацами со вставками-пояснениями (характер пояснений зависит от учебной цели занятия).

Пример фрагмента текста, поработанного по методу И. Франка (цель занятия – тренинг грамматического времени Present Simple Passive):

1 абзац – выделаны глаголы-сказуемые в данном грамматическом времени, приведен перевод,

2 абзац – выделены сказуемые, обучающиеся переводят текст самостоятельно,

3 абзац – глаголы-сказуемые представлены на русском, студенты воспроизводят текст полностью на английском.

When a conductor has different potentials at its ends, the free electrons of the conductor itself are caused (вынуждены, приводятся в движение) to drift from one end to the other. The potential difference must be maintained (должна поддерживаться) by an electric source such (electrostatic generator, a battery or a direct current generator). The wire and the electric source form an electric circuit, the electrons are drifting around it as long as the conducting path is maintained (поддерживается).

There are various kinds of electric circuits: open circuits, closed circuits, series circuits, parallel circuits and short circuits. If the circuit is broken anywhere, the current stops everywhere. The circuit is broken when an electric device is switched off. The path along which the electrons flow must be complete otherwise no electric power can be supplied from the source to the load. Thus the circuit is “closed” when an electric device is switched on.

When electrical devices (соединены, connect) so that the current flows from one device to another, they (подключены) in series. The electrical bell circuit (считается, consider) to be a typical example of a series circuit. The “parallel” circuit provides two or more paths for the passage of current. The circuit (разделена, divide) in such a way that part of the current flows through one path and part through another. The lamps in the houses (подключены, connect) in parallel.

Таким образом, обучение практической грамматике студентов неязыковых направлений и специальностей имеет крайне важное значение на сегодняшний день и предполагает привлечение разнообразных методических ресурсов и технологических средств, а также требует творческого подхода со стороны преподавателей иностранного языка.

### ***Библиографический список***

1. Князькова, О. И. Способы и пути оптимизации процесса обучения иностранному языку студентов аграрных направлений за счет использования современных технологий дистанционного обучения / О. И. Князькова, И. В. Чивилева // Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России : Материалы 73-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 апреля 2022 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 255-261.

2. Князькова, О. И. Цифровые технологии как средство повышения мотивации к изучению иностранного языка у студентов аграрных вузов / О. И. Князькова // Наука, образование и бизнес: новый взгляд или стратегия интеграционного взаимодействия : Сборник научных трудов по материалам II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти первого Президента Кабардино-Балкарской Республики Валерия Мухамедовича Кокова, Нальчик, 20–22 октября 2022 года. Том Часть 1. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2022. – С. 272-276.

3. Творчество преподавателя и студента при самостоятельной работе по изучению иностранного языка в аграрном вузе / В. В. Романов, Е. В. Степанова, О. И. Князькова, И. В. Чивилева // Современное состояние: проблемы и перспективы развития АПК России : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 29–30 апреля 2022 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Ивановская государственная сельскохозяйственная академия им. акад. Д.К. Беляева, 2022. – С. 373-378.

4. Использование интеллект-карт (MIND MAPS) в ходе практических занятий по иностранному языку в аграрном вузе / О. И. Князькова, В. В. Романов, Е. В. Степанова, И. В. Чивилева // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития : Материалы II Национальной

научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора техн. наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 24 ноября 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 357-364.

5. The binary English class at the agrarian university / V. Romanov, I. Zhebratkina, I. Chivileva [et al.] // European Proceedings of Social and Behavioural Sciences : International Conference on Language and Technology in the Interdisciplinary Paradigm (LATIP 2021), Novosibirsk & Irkutsk, 01–03 апреля 2021 года. Vol. 118. – Novosibirsk & Irkutsk: EpSBS, 2021. – P. 796-802.

6. Английский язык в неязыковом вузе: трудности освоения дисциплины и пути их преодоления / Е. В. Степанова [и др.] // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : Материалы I Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 года. Том Часть III. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 420-426.

**УДК 378**

*Степанова Е.В.,  
Князькова О.И.,  
Романов В.В., канд. пед. наук,  
Чивилева И.В., канд. психол. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К ОРГАНИЗАЦИИ ВЫСШЕГО АГРАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Отечественное аграрное образование находится на стадии обновления и трансформации существующих технологий обучения под воздействием всестороннего влияния цифровизации – перспективы дистанционного, смешанного и гибридного образования и привлечения и внедрения программ и приложений искусственного интеллекта, в том числе иммерсивных технологий. Основной задачей, встающей перед преподавателями высшей аграрной школы, является объединение традиционных методов обучения, которые зарекомендовали себя эффективными в прошлые годы, но не могут использоваться в прежнем виде сейчас по причине несоответствия актуальным потребностям общества в плане техники и технологии, и инновационных методов на основе цифровых возможностей, но не подкрепленных опытно-экспериментальным путем.

Современное аграрное образование строится на компетентностной парадигме (ФГОС ВО [1]). Профессиональная компетентность специалиста-агрария складывается из целого ряда универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций. Подробный анализ компетенций позволяет утверждать, что первостепенную важность в плане подбора содержания образования, а также выборе методов обучения ведущую роль играет принцип

межпредметной интеграции. Так, овладение определенными компетенциями не может происходить изолированно, приобретаемые способности развиваются в комплексе, и в комплексе же могут принять в ходе последующей профессиональной деятельности. Некоторые дисциплины гуманитарного цикла, к примеру, Иностранный язык, Правоведение и другие нацелены, с одной стороны, на развитие иноязычной коммуникативной компетенции / правовой компетенции, а, с другой стороны, являются универсальным инструментом развития профессиональных навыков – посредством коммуникации на иностранном языке специалист аграрной сферы может реализоваться в профессиональном плане: наладить деловые связи, обменяться опытом с зарубежными коллегами и т.д. Так же и в области правоведения – работа с юридическими документами, изучения Законов РФ (к примеру, Закон Российской Федерации от 14.05.1993 № 4979-1 "О ветеринарии") способствует повышению профессиональной компетенции специалистов.

Однако, несмотря на многолетнюю практику организации высшего аграрного образования на основе компетентностного подхода, нельзя отрицать его полипарадигмальность. Это во многом объясняется стремлением улучшить качество образования, вывести его на новый уровень за счет привлечения и внедрения современных цифровых технологий и теоретических и практических исследований в области профессиональной педагогики. Так, в настоящее время наиболее популярны следующие подходы в организации высшего аграрного образования [2]:

- Компетентностный
- Компетентностно-деятельностный
- Поисковый
- Аксиологический
- Системно-деятельностный
- Развивающий

Рассмотрим подробнее каждый из предложенных подходов и попробуем оценить рациональность его использования в контексте нынешнего аграрного образования в зависимости от требований, предъявляемых к современным специалистам.

**Компетентностный подход** (И.А. Зимняя, А.В. Хуторской, Б.Д. Эльконин и др.). Компетентностный подход, реализуемый сегодня в сфере аграрного образования, пришел на смену традиционной триаде ЗУН и первоначально рассматривался как универсальный коррелят наиболее эффективных подходов прошлых лет: коммуникативного, культурологического, научно-образовательного и других. Компетентностный подход интерпретируется (А.Г. Бермус, Д.А. Иванов) как попытка связать и взаимообусловить специфику и содержание обучения в высшей аграрной школе и потребности со стороны работодателей сельскохозяйственной сферы (ветеринарные клиники, различного рода предприятия, фабрики и т.д.). Исходной точкой при планировании процесса обучения становится результат образования, те способности, которыми будет владеть выпускник вуза по

завершении определенной ступени обучения – среднее профессиональное, бакалавриат, магистратура, аспирантура; в этом и видится смысл нынешнего высшего аграрного образования [3]. Согласно действующим ФГОС ВО, компетенции подразделяются на универсальные, общепрофессиональные и профессиональные. В целом же их классификация несколько шире – выделяют ценностные, общекультурные, учебно-познавательные, социально-трудовые, коммуникативные, информационные, личностные компетенции. Основная черта данного подхода – его комплексность; компетентностный подход предполагает целостный опыт решения жизненных проблем, выполнения профессиональных и ключевых функций, социальных ролей и компетенций.

**Компетентностно-деятельностный подход** (Л.С. Выготский) отличается от компетентностного смещением фокуса внимания на практическую сторону образования, приобретение обучающимися опыта деятельности: профессиональной, научной и производственной. Овладение компетенциями не возможно в отрыве от деятельности. Переориентирование высшего аграрного образования на компетентностно-деятельностную модель позволит осуществить переход к новому обучению и повысить качество образования будущих специалистов-аграриев. При этом особая роль отводится технологии дифференцированного обучения – совокупность методов и форм обучения, направленных на удовлетворение познавательных интересов и потребностей и реализацию личностного и профессионального потенциала каждого отдельного обучающегося. Индивидуальный образовательный маршрут строится в зависимости от профессиональных интересов и целей конкретного студента, его начального уровня подготовки, темпов усвоения; подбираются наиболее эффективные формы обучения (включая популярное на сегодняшний день дистанционное обучение, обучение с привлечением цифровых технологий и т.д.), методы, виды аудиторной и самостоятельной работы и многое другое. Современный компетентностно-деятельностный подход ориентирован на развитие информационной (умение находить, интерпретировать, адаптировать и применять информацию в собственной научной, учебной и производственной деятельности), интеллектуальной (умение приобретать и развивать профессиональные и профессионально-ориентированные компетенции традиционными и нестандартными способами) и образовательной (наличие тесной связи и взаимообусловленности между познавательными интересами обучающегося и содержанием учебного материала) компетентностей.

Суть **поискового подхода** (Д. Дьюи) в аграрном образовании заключается в том, что перед обучающимися ставится некая научная или производственная задача, которая формулируется в виде проблемы и предполагает самостоятельный поиск решения студентами. Деятельность начинается с осмысления проблемы, поиска актуальной полезной информации, исследования теоретического и практического опыта, обмена мнениями (мозговой штурм), рассмотрения нюансов и завершается высказыванием предположений, их подтверждением или опровержением и рефлексией. Поисковый подход в аграрном образовании сегодня предполагает:

- Привлечение иноязычных источников, обмен опытом с зарубежными коллегами,
- Проектный метод работы (разработка и защита индивидуальных и групповых проектов),
- Междисциплинарную интеграцию – очень часто проблема, которая ставится перед студентами, находится на стыке различных областей аграрной сферы,
- Использование цифровых ресурсов (упрощает визуализацию результатов исследовательской деятельности, а также их представление на национальном и международном уровнях).

Поисковый подход также направлен на повышение мотивации к обучению, развитие навыков обобщения и систематизации, а также универсальных учебных действий обучающихся (целеустремленность, организованность, умение брать ответственность на себя) и навыков коллективной работы.

Различают виды поисковой деятельности: исследовательская, дискуссионная, моделирующая и т.д.

**Аксиологический (ценностный) подход** (М. Вебер, В. Виндельбанд и др.) в образовании ориентирован, прежде всего, на утверждение ценности человеческой жизни, труда, созидательной деятельности, важности сельского хозяйства, его огромной роли в жизни людей сегодня, поднятия престижа отечественной аграрной сферы. Аксиологический подход является связующим звеном между познавательным и практическим подходами; он пытается сочетать ценностные ориентиры общества (в сфере науки, производства, сельского хозяйства) и личностных ориентиров, при этом личность признается наивысшей ценностью, самоцелью развития общественного (суть гуманистической педагогики). Адаптируя данный подход к реалиям отечественного аграрного образования, можем утверждать, что его приверженцы смещают фокус внимания на развитие у обучающихся профессионально-ориентированных нравственных качеств (этика представителя профессии в сфере сельского хозяйства), признание ценности работы на селе, формирование особой картины мира, стремления к непрерывному саморазвитию в выбранной сфере, готовности трудиться на благо университета, сельского хозяйства, родной страны.

Аксиологический подход определяет систему воспитания молодого поколения; задача преподавателей высшей аграрной школы при этом - воспитать сознательного, высоконравственного, компетентного специалиста-агрария, который осознает важность своей профессии, весомость своего дела в контексте развития страны и готов нести личную и профессиональную ответственность, развивать науку и технологии, используемые в отечественном сельском хозяйстве. Ввиду того, что отличительным признаком современного аграрного образования является изменение ценностных ориентиров и его трансформация под влиянием цифровизации и глобализации, актуальность аксиологического подхода возрастает.

При **системно-деятельностном подходе** (С.Л. Рубинштейн, Л.С. Выготский, А.Г. Асмолов и др.) на первый план выходит активная познавательная профессионально ориентированная деятельность обучающихся, в том числе самостоятельная; приоритет отдается умениям и навыкам (в современной интерпретации – компетенциям), а не знаниям. Образование не ограничивается рамками отдельных дисциплин, огромная роль при подборе содержания, а также методов и форм обучения отводится междисциплинарной интеграции. Так, на развитие умений и навыков нацелен комплекс дисциплин. Системно-деятельностный подход – один из подходов, лежащих в основе современных ФГОС ВО.

Согласно этому подходу, участники образовательного процесса – преподаватели высшей аграрной школы, специалисты-производственники, представители научного сообщества, зарубежные партнеры-аграрии – призваны согласовывать свою деятельность, и главная роль в этом комплексном процессе отводится университету.

**Развивающий подход** (Д.Б. Эльконин, В.В. Давыдов) в образовании делает акцент на важности развития профессионально-ориентированных навыков; первостепенная цель – всестороннее развитие личности будущего специалиста. В контексте развивающего подхода на первый план выходит постоянное систематическое саморазвитие обучающихся, формирование и развитие универсальных учебных действий, прививание студентам стремления к постоянному самосовершенствованию в контексте сельскохозяйственной сферы деятельности. Помимо этого, для успешного становления специалиста-агрария необходимы цифровые компетенции – умение добывать и критически анализировать информацию, представленную в сети интернет, участвовать и организовывать мероприятия онлайн с целью повышения профессиональной квалификации и многое другое [5].

Рассмотренные выше подходы в образовании активно развиваются и адаптируются к настоящим потребностям высшего аграрного образования. Их разумное сочетание и взаимодополнение позволит достичь высоких результатов в сфере профессионального обучения.

### ***Библиографический список***

1. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://fgosvo.ru/>
2. Шунина, Л. А. Использование облачных технологий в совместной работе преподавателей вуза как основа интегрированной подготовки учителей для школ Международного бакалавриата : специальность 13.00.02 "Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования)" : диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Шунина Любовь Андреевна, 2020. – 180 с.
3. Трушина, М. В. Формирование профессиональной компетенции студентов аграрных направлений средствами иностранного языка / М. В.

Трушина, О. И. Князькова // Аграрная экономика: научное, кадровое и информационное обеспечение : Материалы национальной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 15 марта 2022 года / МСХ РФ Рязанская региональная организация Вольное экономическое общество России ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.КОСТЫЧЕВА». – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 155-160.

4. Использование технологии CLIL в ходе практических занятий по иностранному языку у обучающихся инженерных направлений (на примере аграрных вузов) / О. И. Князькова, В. В. Романов, И. В. Чивилева, Е. В. Степанова // Филологическое образование в цифровую эпоху: опыт актуализации образовательных программ : Сборник тезисов Международной научно-практической конференции, Москва, 12 октября 2022 года. – Москва: Государственный институт русского языка им. А.С. Пушкина, 2022. – С. 55-61.

5. Князькова, О. И. Способы и пути оптимизации процесса обучения иностранному языку студентов аграрных направлений за счет использования современных технологий дистанционного обучения / О. И. Князькова, И. В. Чивилева // Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России : Материалы 73-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 апреля 2022 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 255-261.

6. Туркин, В. Н. К вопросу о переходе к новой общественно-экономической формации / В. Н. Туркин, В. П. Солодков // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития : материалы II-ой Национальной науч.-практ. конф. с международным участием, посвящённой памяти д.т.н., профессора Н.В. Бышова. – Рязань: РГАТУ, 2022. - С. 484-489.

7. Федоскина, И.В. Проблемы и перспективы развития системы российского аграрного образования / И.В. Федоскина, Н.Н. Пашканг // Образование и проблемы развития общества. Сборник научных статей Международной науч.-метод. конф. – Курск: ЮЗГУ, 2019. - С. 148-151.

8. Карелина, О.А. Процесс сближения науки и практики на примере базовых кафедр / О.А. Карелина, Ж.С. Майорова // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : материалы национальной научно-практической конференции. Рязань, 14 декабря 2017 года. - Рязань: РГАТУ. – 2017. – С. 128-131.

9. Самукова, А.Д. Цифровые технологии, реализуемые в процессе обучения по специальности «Ветеринария» / А.Д. Самукова, Г.Н. Глотова, В.А. Позолотина // Совершенствование образовательного процесса в условиях изменяющейся среды : сборник статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-методической конференции. Курган, 29 апреля 2021 года. - Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева. – 2021. – С. 161-165.



10. Крыгин, С. Е. Василий Прохорович Горячкин-родоначальник агроинженерного образования в России / С. Е. Крыгин // Педагогика и психология как ресурс развития современного общества : Материалы 4-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 04–06 октября 2012 года. – Рязань: Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, 2012. – С. 368-377.

11. Ступин, А. С. О современных подходах к подготовке кадров для АПК / А.С. Ступин // Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы : Материалы 65-й Международной научно-практической конференции. - Рязань, 2014. – С. 201-205.

12. Туников, Г. М. О совершенствовании в современных условиях научно-технической подготовки студентов / Г. М. Туников, В. И. Левин, М. М. Крючков // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А.Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2008. – С. 315-317.

13. Левин, В. И. Организация и практическое обучение бакалавров для агропромышленного комплекса в Рязанском ГАТУ имени П.А. Костычева / В. И. Левин, А. С. Ступин // 25 лет вместе: Учебно-методическое объединение высших учебных заведений Российской Федерации по агрономическому образованию / Редколлегия: Н. И. Дунченко, Е. А. Савенкова, С. И. Чебаненко, С. В. Купцова; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва: РГАУ - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. – С. 164-169.

14. Романова, Л. В. Проблемы подготовки специалистов по организации производства и управлению в АПК / Л. В. Романова // Экономика и эффективность организации производства. – 2022. – № 36. – С. 77-79.

**УДК 81'373.45**

*Чивилева И.В., канд. психол. наук,  
Романов В.В., канд. пед. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ИНТЕРНАЦИОНАЛИЗМЫ В НЕМЕЦКОМ ЯЗЫКЕ**

Формирование любого языка представляет собой сложный, многоуровневый, бесконечный процесс. Межъязыковые контакты вносят коррективы в каждый язык в виде заимствований лексических единиц, зачастую являющимися интернациональными. Говоря о процентном соотношении таких слов в языках мира, можно отметить, что любой язык, и немецкий не исключение, содержит порядка десяти процентов заимствований.

Данная проблематика рассматривалась в работах многих отечественных и зарубежных ученых-лингвистов: Городниковой М.Д., Розен Е.В., Левковской

К.А., Солодиловой И.А., Степановой М.Д., Фляйшер В., Хантимирова С.М., Ленковой А., Эрбен Дж., Ольшанского И.Г., Шиппан Т., Чернышевой И.И., Кузьмича А.А., Клепача А.А., Москальской О.И. и многих других. Однако вышеупомянутые авторы имели достаточно широкий подход к трактовке вопросов становления и развития лексической системы немецкого языка.

**Целью** данного исследования является попытка анализа заимствований интернациональных слов в немецкий язык и систематизации языковых изменений, которым они подвержены.

В основе исследования лежит *гипотеза* о том, что, несмотря на очевидную схожесть во многих языках, интернационализмы имеют характерные черты ассимиляции в немецком языке, знание которых может помочь в профессиональном изучении языка (лексикологии и истории немецкого языка).

Вышеупомянутая цель обусловила постановку следующих исследовательских задач:

- уточнение понятия интернациональных слов;
- установление основных этапов и путей появления в немецком языке интернациональных слов;
- систематизация видов языковой ассимиляции интернациональных слов в немецком языке.

Расширение международных связей ведет к формированию определенного фонда интернациональной лексики во всех языках мира независимо от степени их родства.

Попробуем разобраться с существующей в данном вопросе терминологией. Как показал анализ различных литературных источников, наличие разнообразных взглядов на место интернационализмов в языке не ведет к значительному терминологическому разночтению. Так Маковский М.М. и Акуленко В.В. упоминают «интернациональные слова», Бельчиков Ю.А. говорит об «интернациональной терминологии», в работах других исследователей встречаются также «интернационализмы» и «интернациональная лексика». Несмотря на это, единой позиции по поводу отнесения тех или иных слов к интернационализмам не наблюдается.

Говоря об интернационализмах, необходимо упомянуть, что они вовсе не представляют собой только современное явление, а имеют свою историю происхождения и развития.

На протяжении веков Германия оставалась страной микростат. Вполне очевидно, что в различные исторические периоды находились более развитые страны, оказавшие на Германию экономическое, политическое и культурное влияние, и, как следствие значительно пополнившие словарный состав немецкого языка.

Первый поток интернациональной лексики имел место в древневерхненемецкий период (8-11 вв.) и был связан с заимствованиями из латинского языка, имевшим наибольшее влияние на все языки мира в эту эпоху. Именно в это время в немецкий язык пришли многие слова из области образования и религии (*das Mikroskop, der Traktat, der Argument, die Materie, der*

*Altar, das Programm, das Rezept, das Medikament, das Requiem, die Prozession, die Logik, der Prozeß* и другие).

Как видно из приведенных примеров, большинство заимствованных интернационализмов представляли собой имена существительные, что объяснялось необходимостью назвать новые предметы и явления окружающей действительности.

Вторая волна интернациональной лексики, ознаменовавшаяся господством французских вкусов, нахлынула в немецкий язык, начиная со средневерхненемецкого периода (1050-1350 гг.) и продолжилась до тридцатилетней войны (1618-1648 гг.). В это время появилось огромное количество интернациональной лексики из разных областей общественной жизни, например: *das Billett, die Galerie, die Konstitution, die Fassade, elegant, galant, der Balkon, die Terrasse, die Republik, die Garderobe, das Kabinett, das Sofa, das Büffet, das Omlette, der Puder, das Balett, der Emigrant, die Organisation.*

3. Эпоха Возрождения и гуманизма (XIV-XVI вв.) переориентировала мировоззрение и ознаменовалась расцветом науки, искусства, литературы, образования, музыки и живописи, что вызвало появление в немецком языке новых интернационализмов, пришедших из латыни. Назовем только некоторые слова, заимствованные в это время: *der Text, die Logik, die Philosophie, die Astronomie, der Komet, die Mixtur, die Medizin, die Akademie, das Auditorium, das Examen, die Fakultät, das Gymnasium, der Doktor, der Rektor, der Professor, der Student, die Harmonie, die Melodie, die Pause.*

4. С периода Второй мировой войны по настоящее время словарь немецкого языка обогащался еще и интернациональной лексикой итальянского происхождения: *der Passagier, die Bank, der Kredit, der Soldat, das Risiko, die Oper, der Golf, die Paparazzi, der Kompass, die Kapelle, das Konzert, die Sonate, die Arie, Spaghetti, die Pizza, Cappuccino.*

В вышеупомянутых периодах заимствования интернационализмов названы языки, оказавшие наибольшее влияние на пополнение лексического состава немецкого языка. Однако можно вспомнить и ряд других языков, слова которых прочно прижились в современном немецком. Так из арабского были заимствованы *der Admiral, die Safari, der Talisman, der Tarif, die Algebra*, а из персидского – *der Basar, die Karawane, der Jasmin, der Schakal*. Испанский язык пополнил немецкий и другие языки словами *die Zigarre, die Marmelade, der Macho, der Alligator, das Embargo, der Tango, der Torrero, der Mulatte, der Moskito*. Русский язык подарил всему миру *die Matrjoschka, die Blini, der Wodka, der Bolschewik, der Kreml, der Lunochod, die Balalaika, der Samowar, der Schaschlik, die Taiga, der Kosmonaut*. Прочно прижились в немецком языке японские слова *der Kimono, der Samurai, das Ikebana, das Suchi* и турецкие слова *der Joghurt, der Kebab, der Harem*. Из индийских языков пришли интернационализмы *die Veranda, Buddha, die Banane*, из китайского – *der Taifun* и *der Ketchup*, а из языков индейских племен слова *das Barbecue, der Tabak, der Mokassin, der Kautschuk, das Lama*.

Как показывает практика, одной из тенденций развития немецкого языка

стала тенденция к интенсификации процесса заимствования и интернационализации наименований. Именно поэтому все больше слов в немецком языке кажутся нам знакомыми и легкими для понимания и запоминания.

### *Библиографический список*

1. Совершенствование преподавания иностранного языка в магистратуре аграрного вуза / В.В. Романов [и др.] // Инновационные технологии в высшем образовании: Материалы Национальной научно-методической конференции, Ульяновск, 23 декабря 2022 года / Редколлегия: Постнова М.В. [и др.]. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2022. – С. 139-146.

2. Английский язык в неязыковом вузе: трудности освоения дисциплины и пути их преодоления / Е.В. Степанова [и др.] // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии: Материалы I Национальной науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 года. Том Часть III. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 420-426.

3. Романов, В. В. Формирование универсальных компетенций выпускника аграрного вуза в ходе занятий по иностранному языку / В.В. Романов, И.В. Чивилева, Е.В. Степанова // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения: Материалы 71-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. Том Часть 2. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 301-304.

4. Творчество преподавателя и студента при самостоятельной работе по изучению иностранного языка в аграрном вузе / В.В. Романов, Е.В. Степанова, О.И. Князькова, И.В. Чивилева // Современное состояние: проблемы и перспективы развития АПК России: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 29–30 апреля 2022 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Ивановская государственная сельскохозяйственная академия им. акад. Д.К. Беляева, 2022. – С. 373-378.

4. Трушина, М. В. Формирование профессиональной компетенции студентов аграрных направлений средствами иностранного языка / М. В. Трушина, О. И. Князькова // Аграрная экономика: научное, кадровое и информационное обеспечение : Материалы национальной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 15 марта 2022 года / МСХ РФ РРО ВЭО России ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 155-160.

## ДЕМОНСТРАЦИОННО-ОБУЧАЮЩАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РАЗЛИЧНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ

Статья посвящена описанию структуры демонстрационно-обучающей системы, предназначенной для изучения технических процессов различной физической природы студентами агроинженерных специальностей.

В процессе изучения дисциплин общетехнического и специального циклов, курсового и дипломного проектирования студенты агроинженерных специальностей сталкиваются с проблемой объёмного понимания процессов, протекающих в технических устройствах различной физической природы [1, с.93], [2, с.183], [3, с.91]. Разработанная демонстрационно-обучающая система (ДОС) состоит из нескольких подсистем с методическими материалами, в том числе, визуализированной анимации этапов исследования свойств, характеристик и параметров материалов деталей и особенностями взаимодействия устройств с различными физическими принципами работы. Схема ДОС построена по разветвленному принципу с обратной связью (рисунок 1).

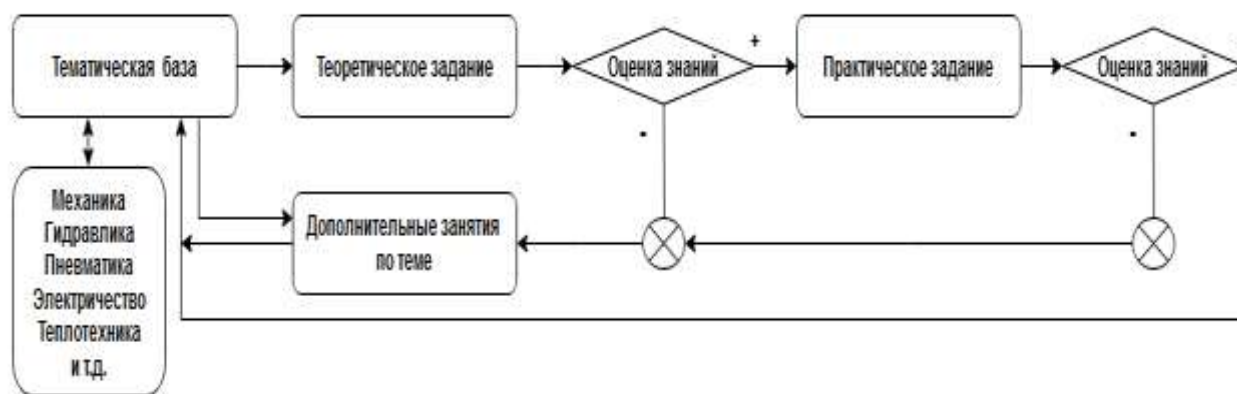


Рисунок 1 – Схема демонстрационно-обучающей системы

Структура тематической базы представления материала на машинном носителе является последовательной или имеет гипертекстовую структуру (рисунок 2).



Рисунок 2 – Структура тематической базы методических материалов.

Для сетевого поиска учебной информации существуют различные инструменты: поисковые машины, индексированные рубрикаторы, метапоисковые системы, тематические списки ссылок, онлайн-технические энциклопедии и справочники. При этом для поиска разного рода информации наиболее эффективными оказываются индивидуально подобранные инструменты [4, с.461], [5, с.120]. Например, для более глубокого изучения механических свойств материалов деталей, разрабатывается подсистема «Mechanical properties of materials» которая позволит найти и пошагово продемонстрировать студентам анимированные этапы испытаний на прочность, упругость и пластичность в критических режимах (таблица 1).

Таблица 1 – Цикл учебных механических испытаний

Вид механических испытаний	Схема испытания	Изучаемые механические свойства материалов
Испытание на растяжение		Способность материала, не разрушаясь воспринимать (противодействовать) внешние механические воздействия.
Испытание на сжатие		Способность материала сопротивляться проникновению в него другого тела, практически не получающего остаточных деформаций.
Испытания на сдвиг		Способность материала давать значительные остаточные деформации.
Испытание на изгиб		Способность материала восстанавливать после снятия нагрузок свои первоначальные формы.
Испытание на скручивание		Способность материала давать значительные остаточные деформации.
Определение твёрдости		Способность материала восстанавливать после снятия нагрузок свои первоначальные формы.
Определение ударной вязкости		Способность материала восстанавливать после снятия нагрузок свои первоначальные формы.

Серия лабораторных процедур состоит из семи анимированных демонстраций процесса физико-механических испытаний по проверке фундаментальных выводов, гипотез и формул:

- испытание на растяжение показывает процесс удлинения материала в зависимости от приложенной горизонтальной нагрузки от центра образца. Студенты имеют возможность изучить диаграмму условных напряжений для определения пределов упругости, пропорциональности и прочности;

- испытание на сжатие демонстрирует студентам процесс осадки образца в зависимости от приложенной горизонтальной нагрузки к центру образца. Изучается предел прочности, текучести и определяется величина остаточной деформации;

- испытание на сдвиг (срез) выполняется приложением противоположных горизонтальных нагрузок в нижней и верхней частях образца. Студенты изучают предел прочности на сдвиг (срез). Анимированная картинка испытания на изгиб показывает пластическую деформацию материала путем приложения нагрузки по центру образца;

- испытание на скручивание показывает процесс кручения равными по величине и противоположно направленными крутящими моментами, которые прикладываются к концам образца в плоскостях, нормальных к его продольной оси. Посмотрев данный процесс, студенты должны построить диаграмму кручения состоящей из упругой и пластической деформации;

- испытание на твердость демонстрирует процесс вдавливания тела стального сплава в образец (изделие) под действием силы, приложенной перпендикулярно поверхности образца в течение определенного времени, и измерении диаметра отпечатка после снятия силы.

Через испытательную деятельность формируются познавательные способности, такие как пространственное представление процессов, информационное восприятие, модельное мышление, благодаря чему у обучаемых создается совокупность функций экспериментального и конструкторского анализа. При этом используется весь спектр знаний из общетехнических и специальных дисциплин для понимания фундаментальных физических законов и процессов их трансформации в технические положения и методики, используемые на различных этапах моделирования и конструирования технических объектах различной физической природы.

Пройдя этапы физико-механических испытаний в подсистеме «Modeling analogies of technical processes» можно посмотреть упрощенные динамические процессы, происходящие при работе эквивалентных схем технических устройств. В используемой исследовательской программной системе, форма компонентных и топологических уравнений одинакова для большинства систем различной физической природы [6, с.201]. Первые отражают законы функционирования элементов, связывающие разнородные источники силы или скорости. Компонентные уравнения для каждого элемента технического устройства формируются на основе знаний о конкретной предметной области.

Эта процедура выполняется однократно с одновременной генерацией библиотеки моделей элементов, преобразующих или накапливающих кинетическую и потенциальную энергию. Связь между однородными элементами технического объекта задается топологическими уравнениями, получаемыми на основе сведений, о структуре исследуемой системы. Наличие аналогий между разнородными физическими системами (электрической, механической поступательной и вращательной, гидравлической, пневматической, теплотехнической), имеет важное значение для эффективного обучения циклу общетехнических и специальных дисциплин агроинженерной специальности, так как позволяет одни и те же математические методы применять для решения многих задач с разным физическим содержанием. Это открывает возможность повышения степени универсальности применения моделей деталей и сборочных единиц технических устройств в процессе выполнения проектно-конструкторских задач.

Сравнительный анализ ответов на промежуточной сессии показал, что занятия с применением ДОС в процессе изучения физико-механических свойств материалов и динамических процессов технических устройств элементы которых работают по различным физическим принципам, позволяют повысить уровень мотивации учащихся к самостоятельному получению знаний, познавательной деятельности, понимания и усвоения теоретического и практического учебного материала (рисунок 3).

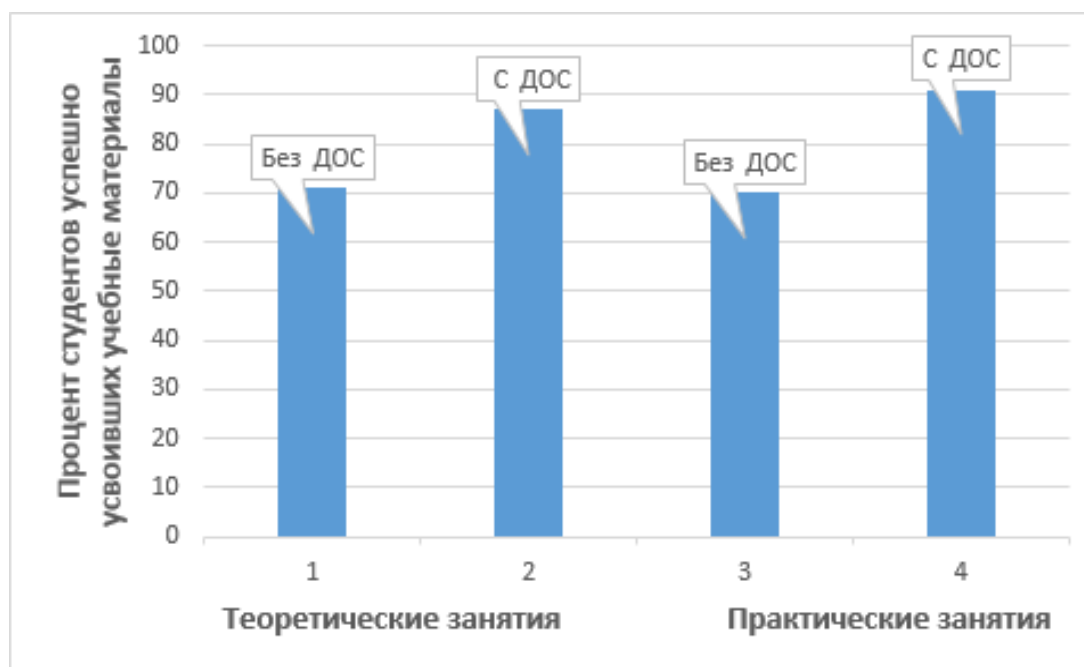


Рисунок 3 – Результаты педагогического эксперимента

Таким образом, результаты проведенного педагогического эксперимента подтвердили перспективность применения ДОС в различных общетехнических



и специальных дисциплинах на этапах подготовки студентов агроинженерных специальностей.

### *Библиографический список*

1. Родионов, М.А. Актуализация социокультурной проекции математического образования как фактор его гуманитаризации / М.А. Родионов, В.М. Федосеев, Г.И. Шабанов // Интеграция образования. – 2012. – № 2. – С. 91-95.

2. Шабанов, Г.И. Модель обучения общетехническим дисциплинам на комплексной информационно-образовательной базе при подготовке инженерных кадров / Г.И. Шабанов // Интеграция образования. – 2005. – № 3. – С.181–185.

3. Математическое обеспечение модели оптимального управления экономикой отрасли. / В.Г. Шабанова, Т.Ф. Мамедова, О.Е. Каледин, Г.И. Шабанов// Современные наукоемкие технологии.– 2016. –№ 7-1.– С. 89-93.

4. Шабанова, В.Г. Обработка экспериментальных данных в автоматизированных системах принятия решений/ В.Г. Шабанова, Г.И. Шабанов, Т.Ф. Мамедова // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : межвузовский сборник научных трудов. Саранск, 2016. С. 460-462.

5. Шабанов, Г.И. Моделирование механических систем: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по группе математических и механических направлений и специальностей / Г.И. Шабанов, Д.В. Логинов. - Саранск, 2007. – 128 с.

6. Норенков, И.П. Введение в автоматизированное проектирование технических устройств и систем. / И.П.Норенков. – М.: Высш.шк., 1980. – 309 с.

7. Туркин, В. Н. Инновационные технические средства и технологии обучения на базе холодильного оборудования с адаптивной системой охлаждения пищевой продукции / В. Н. Туркин, В. В. Горшков // Инновационные технологии в высшем образовании: материалы Национальной научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава. – Ульяновск, 2020. - С. 226-232.

8. К вопросу о визуализации элементов эксплуатации машинно-тракторного парка в учебном процессе при подготовке специалистов инженерного профиля на базе НОУ УКК "Рязаньагровод" и ФГБОУ ВПО РГАТУ в рамках единого образовательного кластера / А. Н. Бачурин [и др.] // Сборник научных трудов студентов магистратуры. – Рязань : РГАТУ, 2013. – С. 64-68.

9. Туников, Г. М. О совершенствовании в современных условиях научно-технической подготовки студентов / Г. М. Туников, В. И. Левин, М. М. Крючков // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А.Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2008. – С. 315-317.

10. Левин, В. И. Организация и практическое обучение бакалавров для агропромышленного комплекса в Рязанском ГАТУ имени П.А. Костычева / В. И. Левин, А. С. Ступин // 25 лет вместе: Учебно-методическое объединение высших учебных заведений Российской Федерации по агрономическому образованию / Редколлегия: Н. И. Дунченко, Е. А. Савенкова, С. И. Чебаненко, С. В. Купцова; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва: РГАУ - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. – С. 164-169.

**УДК 808.5**

*Якунина Ю.А., канд. филол. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **РАЗВИТИЕ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ГРАММАТИКЕ (НА ПРИМЕРАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТЕКСТАХ НАУЧНО- ДЕЛОВОГО ХАРАКТЕРА КОНСТРУКЦИЙ С ИНФИНИТИВОМ)**

Система высшего образования постоянно претерпевает изменения. Несмотря на то, что в Российской Федерации объявлено о проведении политики «поддержки...русского языка как государственного» [1, с.3], пока в учебных планах негуманитарных направлений подготовки максимально сокращено количество часов на изучение дисциплины «Русский язык и культура речи», способствующей формированию у студентов таких компетенций, которые помогают работать в команде для достижения общего результата. Известно, что сказанное вовремя нужное слово может стать не последним инструментом при решении многих вопросов. На сегодняшний день одно из основных направлений государственной языковой политики РФ в области совершенствования «условий для сохранения и развития русского языка как государственного ... и языка межнационального общения» – это «одобрение» появления новых современных нормативных словарей, в которых закреплены правила с учетом сложившейся «общественно-речевой практики» [1, с.11].

В рамках проведения Дня российской науки в 2023/2024 учебном году в нашем университете был организован круглый стол с обучающимися 1 курса автомобильного факультета направления подготовки «Строительство». Тематика встречи была следующей: «Коммуникативная компетентность студента ФГБОУ ВО РГАТУ». Первокурсники узнали, что термин «коммуникация», вопреки активному употреблению в лингвистике, берет свое начало из технической лексики, буквально обозначая «передача или сообщение».

В ходе беседы нашла своё подтверждение актуальность поднятого вопроса: обучающиеся согласились с тем, что претендент на должность,

который будет обладать развитыми коммуникативными навыками, имеет больше шансов быстрее найти желаемую работу, так как именно такой соискатель способен эффективнее работать в команде, легче устанавливает психологический контакт, обладает более высоким уровнем речевой культуры. Ниже приведены некоторые вопросы, которые были затронуты на встрече:

1. Что такое коммуникация?
2. Назовите основные условия, способствующие эффективности коммуникации.
3. Перечислите неблагоприятные факторы, приводящие к коммуникативной неудаче.
4. Компетенция и компетентность: сходство и различие понятий.
5. Что включает в себя коммуникативная компетентность?
6. Для чего необходимо развивать коммуникативную компетентность у современного выпускника вуза?
7. Необходимо ли овладение коммуникативной компетентностью студенту ФГБОУ ВО РГАТУ?

Во время встречи прозвучали сообщения на темы, касающиеся необходимости формирования у студентов универсальной коммуникативной компетенции и способов её развития. Вместе с первокурсниками мы пришли к выводу, что смысловая полнота и информативная насыщенность речи облегчают понимание, уместно сказанные фразы, невербальные средства общения ускоряют результативность общения, фразеологизмы, диалектизмы, профессионализмы, заимствованная лексика являются украшением нашей речи, а порой и необходимостью. Знание этикета общения делает коммуникацию не только эффективной, но и приятной

Современный выпускник вуза должен уметь не только конструктивно вступать в диалог с коллегами, но и использовать свой, пусть пока теоретический, багаж в спонтанных рабочих или жизненных ситуациях. Успех молодого специалиста напрямую связан с компонентами коммуникативной компетенции:

- риторического,
- языкового,
- этикетного.

Степень овладения *риторическим компонентом* напрямую зависит от умения проявлять в процессе коммуникации необходимую гибкость, способности вести конструктивный диалог.

Отчёты, оформление различных форм сегодня стали неотъемлемой частью профессиональной деятельности. Вследствие этого составление профессионально ориентированных текстов может входить в должностные обязанности молодых специалистов.

Знание требований, предъявляемых к устному выступлению, входит в риторический компонент. Без этого студенту тоже не обойтись. Обучающиеся должны уметь создавать и произносить языковые конструкции в соответствии с ситуацией общения. В качестве инструментов овладения данным компонентом

студентам рекомендованы выступления на конференциях, ответы на практических занятиях, предоставление и защита результатов исследования в виде презентации и др.

*Языковой компонент* набирает все большую значимость в связи с распространением электронной почты. При написании деловых писем многие молодые специалисты не владеют умениями корректно выразить свои мысли в письменной форме. Складывается парадоксальная ситуация: с одной стороны, дети стали мало читать и писать, но в то же время пишут сегодня гораздо больше, чем несколько десятков лет назад, так как электронная переписка заменяет им не только непосредственное общение, но и звонок по телефону. В целях совершенствования современной языковой политики в РФ «в сфере сохранения, защиты и развития русского языка» работает Правительственная комиссия по русскому языку, в задачи которой входит защита, развитие и «анализ действующих норм» русского языка [1, с. 4-5].

В беседе был затронут вопрос, касающийся подбора лексических средств выражения. Говорили об их разнообразии и употреблении в речи. Студенты согласились, что грамматика «не отделена от лексики, а наоборот, синкретична с ней» [2, с. 6]. Для русского языка семантика всегда была первична, а грамматика вторична. Об этом говорил ещё академик Лев Владимирович Щерба в своих трудах [3, с. 65].

Большое внимание на практических занятиях по русскому языку и культуре речи уделяется изучению и составлению тестов научного и официально-делового характера. В материалах данной направленности часто встречаются конструкции, содержащие начальную форму глагола. Инфинитив как неспрягаемая форма глагола лишён постоянных морфологических признаков, в связи с чем профессор П.А. Лекант даже предлагал определить для данной части речи самостоятельное категориальное значение – потенциальность [4].

Перейдем к рассмотрению каждого функционального стиля в отдельности. Достаточно часто встречаются инфинитивы в официально-деловом стиле. Это объяснимо с точки зрения структуры документов, в частности, распорядительных, в которых констатирующая часть отделяется от распорядительной личной формой глагола или инфинитивом (*приказать/приказываю, указать/указываю, обязать/обязываю* и др.). Затем для указания конкретного действия первая отделяется от второй инфинитивами.

Употребление последних вполне соответствует языковым характеристикам данного стиля:

– результат действия гораздо важнее обозначения субъекта, который его выполнял (*Дом сдать в срок*);

– составное именное сказуемое, которое в своем составе имеет инфинитив, обозначает процесс и бывает уместнее простого глагольного, в котором прежде всего речь идет об обозначении действия (*Назначить ответственных; Принять решение о...*).

При употреблении предложений в устной речи следует иметь в виду и учитывать синонимию, например, неопределенно-личных, безличных и инфинитивных (*Здесь не шумят; Шуметь воспрещается; Не шуметь!*). Из приведенных примеров очевидно, что неопределенно-личные предложения являются более вежливой формой запрета, предпочтительнее по этическим соображениям, так как побуждение выражено в смягченной форме. Безличные же предложения, в состав главного члена которых входит инфинитив, имеют скорее книжную функционально-стилевую окраску.

Употребление начальной формы глагола в научных текстах тоже соответствует характеру данного стиля, в содержание которого входит объяснение чего-либо, при этом сохраняется стремление к абстрактности, объективности и внесубъектности [5]. В научном стиле можно отметить имена прилагательные, употребленные в сочинительной связи с существительными, редки спрягаемые формы глагола. Данная специфика определила характеристики синтаксического уровня: преобладание конструкций с причинно-следственными отношениями, придаточная часть которых является безличной, в состав главного члена предложения входит инфинитив: Этот остров слишком красив, чтобы его можно было *рассмотреть* за один день (чтобы его *рассмотреть*). Инфинитив как нельзя лучше отражает вневременной характер происходящего.

Безличное значение в научном стиле достигается за счет существования в тексте:

- отвлечённых конструкций: «подвергать воздействию», «проводить опыты», «оказывать давление»;
- инфинитивных предложений: *Чтобы достичь цели, необходимо много трудиться.*

Некоторые конструкции признаны «своими» в научном стиле. В большинстве случаев к ним относят предложения, в состав главного члена которых входит инфинитив. Они представляют собой своего рода «рекомендательные моменты»: *Опыт можно считать (признать)...*; *Можно переходить к ...*; *Следует обратить внимание на....* [6].

Таким образом, необходимо помнить, что схожие в лексическом значении конструкции – это «богатство» русского языка, но синтаксические синонимы не являются равноценными в отношении стилистики.

Не следует забывать о звучании речи, помнить о том, что при нанизывании инфинитивов, оканчивающихся одинаково, или при таком сочетании существительного и инфинитива затруднено понимание текста, не говоря уже о том, что подобные конструкции «режут слух»: *Нельзя допускать повышать голос на ребёнка. К сожалению, только со временем мать начинает это понимать* [6].

В последнее время при устройстве на работу среди требований к кандидату на вакантное место, кроме профессиональных компетенций, работодатели озвучивают владение претендентом коммуникативной компетенцией на уровне, приемлемом для общения не только на

профессиональные темы в устной или письменной формах. Речь идёт о владении *этикетным компонентом*.

Ценятся обязательные сотрудники, пунктуальные, способные вовремя поздравить коллегу или принести извинения клиенту. Нельзя забывать о, так называемом, «неречевом языке», то есть жестовом языке. Помимо того, что он зачастую помогает нам, когда мы не можем подобрать нужных слов, или способствует более эффективному общению, для клиентов с ОВЗ он порой может быть единственным способом общения. Сотрудники, способные не только вербально общаться с клиентом, ценятся вдвойне. Государством взят курс на поддержку развития русского жестового языка для «активного вовлечения инвалидов по слуху, общественных организаций и объединений инвалидов во все аспекты общественной жизни и в функционирование системы комплексной реабилитации и абилитации» [1, с.6-7].

Развитие каждого из компонентов необходимо для формирования коммуникативной компетенции в целом. Шаблоны, которые обучающиеся разрабатывают на практических занятиях по русскому языку и культуре речи, являются для них основой для построения профессионально значимых текстов [7, с. 252], [8, с. 529].

### ***Библиографический список***

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 12 июня 2024г. № 1481-р. – Текст: электронный. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202406140048> (дата обращения: 17.06.2024).

2. Караулов, Ю.Н. О русском языке зарубежья / Ю.Н. Караулов // Вопросы языкознания. - 1992. - №6. - С. 5–18.

3. Щерба, Л. В. Избранные работы по русскому языку / Л. В. Щерба ; под редакцией М. И. Матусевич. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 192 с. – (Антология мысли). — ISBN 978-5-534-10734-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/540752> (дата обращения: 02.06.2024).

4. Современный русский язык : учебник для вузов / П. А. Лекант, Е. И. Диброва, Л. Л. Касаткин, Е. В. Клобуков ; под редакцией П. А. Леканта. — 5-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 493 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9883-2. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/535763> (дата обращения: 02.06.2024).

5. Очерки истории научного стиля русского литературного языка XVIII-XX вв [Текст] : [в 3 т.] / под ред. М. Н. Кожинной. - Пермь : Изд-во Пермского ун-та, 1994-. Т. 2: Стилистика научного текста (общие параметры). Ч. 2. Категории научного текста: функционально-стилистический аспект. – 1998. – 395 с.

6. Голуб, И.Б. Книга о хорошей речи / И.Б. Голуб, Д.Э. Розенталь. – М.: Культура и спорт, ЮНИТИ, 1997. – 268 с.
7. Якунина, Ю. А. Деловая письменная речь в инновационной инженерной деятельности / Ю. А. Якунина, Ю. В. Якунин // Социально-экономические аспекты развития современного общества: межвузовский сборник научных трудов, Рязань, 16–18 января 2017 года. Том Выпуск 6. – Рязань: Общество с ограниченной ответственностью "Рязанский Издательско-Полиграфический Дом "ПервопечатникЪ", 2017. – С. 252-255.
8. Якунина, Ю. А. Развитие функциональной грамотности студентов агротехнологического вуза средствами русского языка / Ю. А. Якунина // Инновационный вектор развития отечественного АПК: Материалы III Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 23 ноября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 529-534.
9. Туников, Г. М. О совершенствовании в современных условиях научно-технической подготовки студентов / Г. М. Туников, В. И. Левин, М. М. Крючков // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А.Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2008. – С. 315-317.
10. Левин, В. И. Организация и практическое обучение бакалавров для агропромышленного комплекса в Рязанском ГАТУ имени П.А. Костычева / В. И. Левин, А. С. Ступин // 25 лет вместе: Учебно-методическое объединение высших учебных заведений Российской Федерации по агрономическому образованию / Редколлегия: Н. И. Дунченко, Е. А. Савенкова, С. И. Чебаненко, С. В. Купцова; ргау – МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва: РГАУ - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. – С. 164-169.
11. Князькова, О.И. Совершенствование профессионально ориентированной иноязычной коммуникативной компетенции обучающихся аграрных вузов посредством развития универсальных учебных действий / О. И. Князькова // Мир образования - образование в мире. – 2017. – № 2(66). – С. 186-191.
12. Трушина, М. В. Формирование профессиональной компетенции студентов аграрных направлений средствами иностранного языка / М. В. Трушина, О. И. Князькова // Аграрная экономика: научное, кадровое и информационное обеспечение : Материалы национальной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 15 марта 2022 года / МСХ РФ РРО ВЭО России ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева». – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 155-160.

Научные приоритеты в АПК: вызовы современности  
Материалы 75-й юбилейной Международной  
научно-практической конференции  
Часть II  
25 апреля 2024 года

*Отпечатано с готового оригинал-макета.  
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать лазерная  
Усл. печ. л. 37,5 Тираж 500 экз. Заказ № 1611  
подписано в печать 01.07.2024  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Рязанский государственный агротехнологический университет  
имени П. А. Костычева»  
Отпечатано в издательстве учебной литературы  
и учебно-методических пособий  
ФГБОУ ВО РГАТУ  
390044 г. Рязань, ул. Костычева, 1*